

การพัฒนาสูตรเนื้อดินปั้นสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากดินบ้านปลักแรด  
อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

วิมล ทองดอนกลิ้ง<sup>1\*</sup>

The Development Body Texture For Stoneware Products  
Of Ban Plugrat Bangrakam District Phitsanulok

Wimol Thongdornkling<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

<sup>1\*</sup> Faculty of Industrial Technology, Phibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok

\*Corresponding author : wimol.1100tdk@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเป็นการวิจัยและพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้คือ 1. การทดลองเพื่อหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำจำนวน 10 ตัวอย่าง จังหวัดพิษณุโลก 2. พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินปั้นที่ผ่านการทดลองขึ้นมาใหม่ จำนวน 10 แบบโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน 3. เปรียบเทียบความเสียหายกับผลิตภัณฑ์เดิมโดยการทดลองนี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบเจาะจงโดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าได้สูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นทั้งหมด 360 สูตรส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ได้จากการสุ่มนั้นนำมาทดลองและทดสอบตามกระบวนการทดลองของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์โดยนำมาหาค่าความแข็งแรงหลังการเผา ค่าการดูดซึมน้ำ สังกะสีของเนื้อดิน ค่าความทนไฟ และความเหมาะสมกับเคลือบของเนื้อดินปั้นด้วยขึ้นรูป จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสรุปได้ว่าเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่ใช้ดินบ้านปลักแรดจำนวน 10 ตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันเนื้อดินปั้นสามารถทนไฟได้ทุกสูตรส่วนผสมและผลการทดลองเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่ใช้ดินบ้านปลักแรดจำนวน 10 ตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ ทุกสูตรส่วนผสมที่ทำการทดลองสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุนได้ทุกสูตรส่วนผสม ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพหลังการเผาดังนี้ ค่าความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาพบว่าค่าความหดตัวภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรดอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.00 - 9.48 ค่าความแข็งแรงภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรดอยู่ระหว่างร้อยละ 81.46 Kg/cm<sup>3</sup> - 237.84 Kg/cm<sup>3</sup> ค่าการดูดซึมน้ำของดินดินบ้านปลักแรดอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.00 - 12.32 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรดอยู่ระหว่าง ดินบ้านปลักแรด 30% ดินขาวลำปาง 30% และเฟลด์สปาร์ 40% ขึ้นไป สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่ของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่าแต่ละสูตรส่วนผสมจะให้สีใกล้เคียงกันค่าของสีเนื้อดินปั้นตั้งแต่สีครีม สีเทาอมครีม สีน้ำตาลอมครีม สีน้ำตาลอ่อน จนถึงสีน้ำตาลเข้ม และสีน้ำตาลแดง สีที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่มาจากเฟอร์ริกออกไซด์จากเนื้อดินซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพมีส่วนผสมของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง อยู่ในปริมาณมากจึงเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ ที่จำเป็นต้องอาศัยเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวในการผลิตและมีส่วนผสมของดินขาวลำปางซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์ มีความขาวและมีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์เป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้วในเนื้อดินปั้นอีกด้วย และจากการทดลองเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินบ้านปลักแรดเป็นวัตถุดิบหลักผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายเพียง 3% จากเดิม 15 % อันเนื่องมาจากการบิดเบี้ยวและเกิดตำหนิบนตัวผลิตภัณฑ์การวิจัยในครั้งนี้เนื้อดินปั้นที่ได้มีความเหมาะสมกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์เป็นอย่างดีและจากการคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่ได้จากการทดลองนำไปให้ผู้ประกอบการจำนวน 10 สูตรส่วนผสม ของเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 1 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 2 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 3 สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 4 สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 5 สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 6 สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 7 สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดิน

ปั้นดินบ้านปลักแรด 8 สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 9 สูตรส่วนผสมที่ 34 และเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 10 สูตรส่วนผสมที่ 10 ผลจากการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยใบมีดคือสามารถขึ้นรูปได้ทุกสูตรส่วนผสมซึ่งเป็นที่น่าพอใจของผู้ประกอบการบางแก้วเซรามิค

**คำสำคัญ :** การพัฒนา,เนื้อดินปั้นสโตนแวร์,ดินบ้านปลักแรด

## ABSTRACT

The research intend to develop research and stoneware clay with the following goals 1. Experiment to find the right formula for Stoneware products. Ban Plugrat, Bang Rakam district of Phitsanulok 2. 10 samples of clay pottery products through a new experimental model number 10 by firing temperature 1230 ° C in atmospheric oxidation damage 3. Comparison with the original product. The trial is using a sampling method by sampling using square triangle has formulated mixture of clay all 360 formulation according to the ratio of random then the tried and tested by the trials of clay Stoneware. and the data obtained from the experiments to be analyzed by looking up strength after the burning of the contraction. The water absorption Observe the color of ground beef The fire-resistant and suitable for the coating of clay by molding. The analysis concluded that the clay. Stoneware clay based mud rhino house number 10 samples Lampang kaolin and feldspar. Sintered at 1230 °C in Oxidation atmosphere. Body can withstand all fire formulas. Ingredients and test results of Stoneware Ban Plug Rad 10 samples of Lampang and Feldspar. All formulas in the experiment can be molded into the product using the rotary pad. It has the following physical properties: After the incubation, it was found that the postharvest shrinkage of Ban Plug Rad Clay was between 0.00 - 9.48% The postharvest strength of Ban Plug Rad Clay Between 81.46 Kg / cm<sup>3</sup> and 237.84 Kg / cm<sup>3</sup>, the water absorption of Ban Plug Rad Clay was between 0.00 - 12.32. The fire resistance of Ban Plug Rad Clay was between 30% of rhinoceros, 30% of Lampang, and 40% of feldspar. colors of clay after firing of clay Ban Plugrat 10 samples sintered at 1230 °C showed that each formula is a color similar to the color of clay the color gray,cream,brown,cream,light brown to dark brown And Auburn Color is the color of ferric oxide from clay which concluded that. During the formulation of quality clay soil with a mixture of mud houses rhino 10 samples in quantities suitable for production of stoneware pottery. The need for a cohesive clay and a mixture of kaolin production in Lampang a material that has properties that make products A white and a mixture of feldspar is helping cause the glass on clay too And experimental clay clay with a mixture of mud houses rhino products is the main material damage only 3% from 15% due to distorted and caused a lot of blame on the product. Research in this clay that is suited to the production of stoneware very seriously and the selection formula from the experimental to the operator of 10 formulation of clay Ban Plugrat 1 formula at 19 clay Ban Plugrat 2 formulation that 19 clay Ban Plugrat 3 ingredient recipe first clay Ban Plugrat 4 formulated at five clay Ban Plugrat 5 ingredient recipe 20 clay Ban Plugrat 6 formula at 26 clay Ban Plugrat 7 formulated the 21 clay Ban Plugrat 8 formulated the 33 clay Ban Plugrat 9 formulation at 34 and clay Ban Plugrat 10 formulation that 10 results from trials molded by forming blade is capable of forming any formula which satisfies the BangKeaw Ceramic.

**Keywords :** Development,Stoneware Body, Clay of Ban Plugrat

## บทนำ

เครื่องปั้นดินเผานั้นเกิดขึ้นได้เนื่องจากความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ ซึ่งแต่เดิมคงทำขึ้นเพื่อเป็นภาชนะใส่อาหารและน้ำต่อมามนุษย์ก็พัฒนาเครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพดีขึ้นและประโยชน์ใช้สอยของเครื่องปั้นดินเผาก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ เช่นกันสันนิษฐานกันว่าเครื่องปั้นดินเผาในยุคแรกๆ อยู่ในช่วงเวลาราวๆ 1,500 ปี ก่อนคริสตกาล ได้พบหลักฐานผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐ (ใช้ในการก่อสร้าง) ครั้งแรกที่ประเทศบาบิโลเนียเอเซียเรีย อียิปต์ และประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งในแถบนี้มี

ความก้าวหน้าในเรื่องเครื่องปั้นดินเผาถิ่นมาก รู้จักวิธีใช้ดินแดง ดินดำ ดินขาว มาตกแต่งผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันการทำเครื่องปั้นดินเผาเป็นที่สนใจอย่างแพร่หลาย มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำเครื่องปั้นดินเผาเกิดขึ้นหลายแห่งส่วนหน่วยงานรัฐบาลที่ช่วยส่งเสริมค้นคว้าวิจัยได้แก่กรมวิทยาศาสตร์สภาวิจัยแห่งชาติกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและศูนย์วิจัย

( <http://www.school.net.th/library/webcontest2003/100team/dlbs008/history.htm> )

ดินเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเซรามิกส์ โดยเฉพาะภาชนะรองรับอาหารสุกัณฑ์กระเบื้องและอื่น ๆ ดินมีหลายชนิดที่แตกต่างกันไป อาจจะแตกต่างกันไปในเรื่องสีหรือต่างกันในเรื่องโครงสร้างรวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเป็นต้นว่ามีความเหนียวต่างกันมีปริมาณ SiO<sub>2</sub> ต่างกัน (ปริดา พิมพ์ขาวขา. 2539:40) เครื่องปั้นดินเผาเครื่องปั้นดินเผากลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรวมกลุ่มกัน “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)” ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา(ประเภทสโตนแวร์) ขึ้นทำให้ประชาชน เกิดการสร้างงานมีรายได้เกิดขึ้นและเป็นชุมชนเข้มแข็ง เครื่องปั้นดินเผากลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับกันเป็นอย่างดีในเรื่องของตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะ แต่ในเรื่องของวัตถุดิบมีซึ่งเป็นดินสำเร็จรูป (ดินบริษัท) ซึ่งไม่ทราบว่ามีส่วนผสมอย่างไร ทำให้เมื่อเกิดปัญหาขึ้นจึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ อีกประการหนึ่งคือราคาค่อนข้างสูงและเมื่อเกิดปัญหาขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ขายไม่ได้ ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละครั้งจะมีของเสียมากถ้าเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อหนึ่งครั้งซึ่งเป็นการสูญเสียในกระบวนการผลิต (อัศวิน นิลเต่า, 2556)

เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมของกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้และเสริมอาชีพแก่คนในท้องถิ่นผู้วิจัยจึงมีแนวทางที่จะสร้างส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ซึ่งยังไม่เคยมีการทำการทดลองมาก่อนและมีความตั้งใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการพัฒนาเนื้อดินปั้นให้มีคุณภาพลดการสูญเสียในการผลิตซึ่งการพัฒนาเนื้อดินปั้นในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพและเหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่นดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงแก่ผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นอีกด้วย

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. การทดลองเพื่อหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
2. พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินปั้นที่ผ่านการทดลองขึ้นมาใหม่จำนวน 10 แบบ
3. เปรียบเทียบความเสียหายกับผลิตภัณฑ์เดิม

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 1.1) เครื่องชั่ง Digital (0.01 g) 1.2) เตาแก๊ส 1.3) เครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupture Machine: MOR) 1.4) หม้อต้มน้ำ 1.5) เครื่องบดผสมดิน 1.6) เครื่องกวนน้ำดิน 1.7) ตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมช 1.8) ไม้ขนาดดิน 1.9) แบบพิมพ์หุ่นวัดอุณหภูมิ 1.10) แบบพิมพ์แท่งทดลอง 1.11) หุ่นวัดอุณหภูมิ (Pyrometric Cone) 1.12) เวอร์เนีย

### 2. ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากร ได้แก่ดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 36 สูตรส่วนผสม
  - 1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 36 สูตรส่วนผสม ได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลก (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป)
  2. ตัวแปรที่ศึกษา
    - 2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.1.1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นระหว่างดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปาง และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันเนื้อดินปั้น

2.1.2 บรรยากาศในการเผาแบ่งเป็นบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา

2.2.1.1 ความหดตัว (Shrinkage) 2.2.1.2 ความแข็งแรง (Modulus of Rupture)

2.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา

2.2.2.1 สีหลังเผา (Fired Colour) 2.2.2.2 ความหดตัว (Shrinkage))

2.2.2.3 ความทนไฟ (Refractoriness) 2.2.2.4 ความแข็งแรง (Modulus of Rupture)

2.2.2.5 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

### 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง โดยนำวัตถุดิบทุกชนิดมาอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.2 นำส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ได้จากการสุม โดยตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 396 สูตรเนื้อดินปั้น มาชั่งโดยเครื่องชั่งระบบดิจิทัล สูตรเนื้อดินปั้นละ 500 กรัม

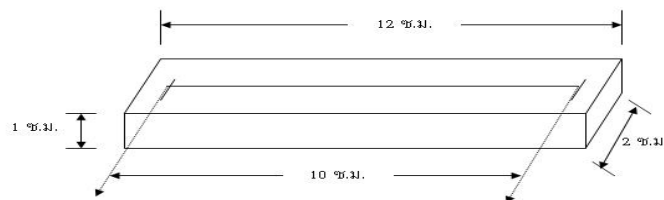
3.3 บดส่วนผสมของแต่ละสูตรโดยใช้โกร่งบด เป็นเวลา 20 นาที

3.4 นำเนื้อดินปั้นแต่ละสูตรเนื้อดินปั้น มาผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 120 เมช

3.5 นำน้ำดินที่ได้ไปเกรอะบนโต๊ะเกรอะเพื่อดูดน้ำออกจากดิน

3.6 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาขึ้นรูป

3.6.1 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาทำแท่งทดลอง ขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร โดยพิมพ์กดสูตรเนื้อดินปั้นตัวอย่างละ 2 ชิ้นทดลองดังภาพที่ 1



ภาพ 1 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินปั้น

3.7 นำแท่งทดลองทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.8 นำแท่งทดลองมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผา

3.8.1 นำแท่งทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.8.2 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัว บันทึกค่า

3.8.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าความแข็งแรงโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupture : MOR) บันทึกค่า

3.9 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน

3.10 นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผามาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพหลังเผา ซึ่งได้แก่ การหดตัวภายหลังการเผา ความแข็งแรงหลังเผา การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ และสีภายหลังการเผา

3.10.1 ตรวจสอบความทนไฟของเนื้อดินปั้นในแต่ละสูตร โดยสังเกตจากลักษณะการคงรูปของชิ้นทดลอง

3.10.2 ตรวจสอบสีภายหลังการเผาโดยเครื่องมือเทียบสีมาตรฐาน THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON บันทึกค่า

3.10.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัวตามสูตร บันทึกค่า

3.10.4 นำแท่งทดลองไปทดสอบค่าความแข็งแรงหลังเผาโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (MOR)

3.10.5 นำแท่งทดลองไปหาค่าการดูดซึมน้ำและคำนวณตามสูตร บันทึกค่า

- 3.11 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินปั้นที่ผ่านการทดลองขึ้นมาใหม่ จำนวน 10 แบบ  
 3.12 เปรียบเทียบความเสียหายกับผลิตภัณฑ์เดิม

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อไปนี้

##### 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

##### 4.1.1 การหดตัวเมื่อแห้งวิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (ทวี พรหมพุกข์, 2523 หน้า 54) ดังนี้

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

##### 4.1.2 ความแข็งแรงก่อนเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, 1957 : 44) ดังนี้

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

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

##### 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา

4.2.1 สีภายหลังการเผา โดยการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏภายหลังจากการเผากับแผ่นเทียบสี THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON

##### 4.2.2 การหดตัวภายหลังจากการเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (ทวี พรหมพุกข์, 2523 หน้า 55)

ดังนี้

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

4.2.3 ความทนไฟ วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบกับ Cone มาตรฐาน ตามลักษณะการเอียงของแท่งทดลองรูปท่อนวดอุณหภูมิว่าเอียงล้มหรือไม่ภายหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสแล้วนั่นคือความทนไฟของเนื้อดินปั้น

##### 4.2.4 ความแข็งแรงหลังเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, 1957 หน้า 44) ดังนี้

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

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

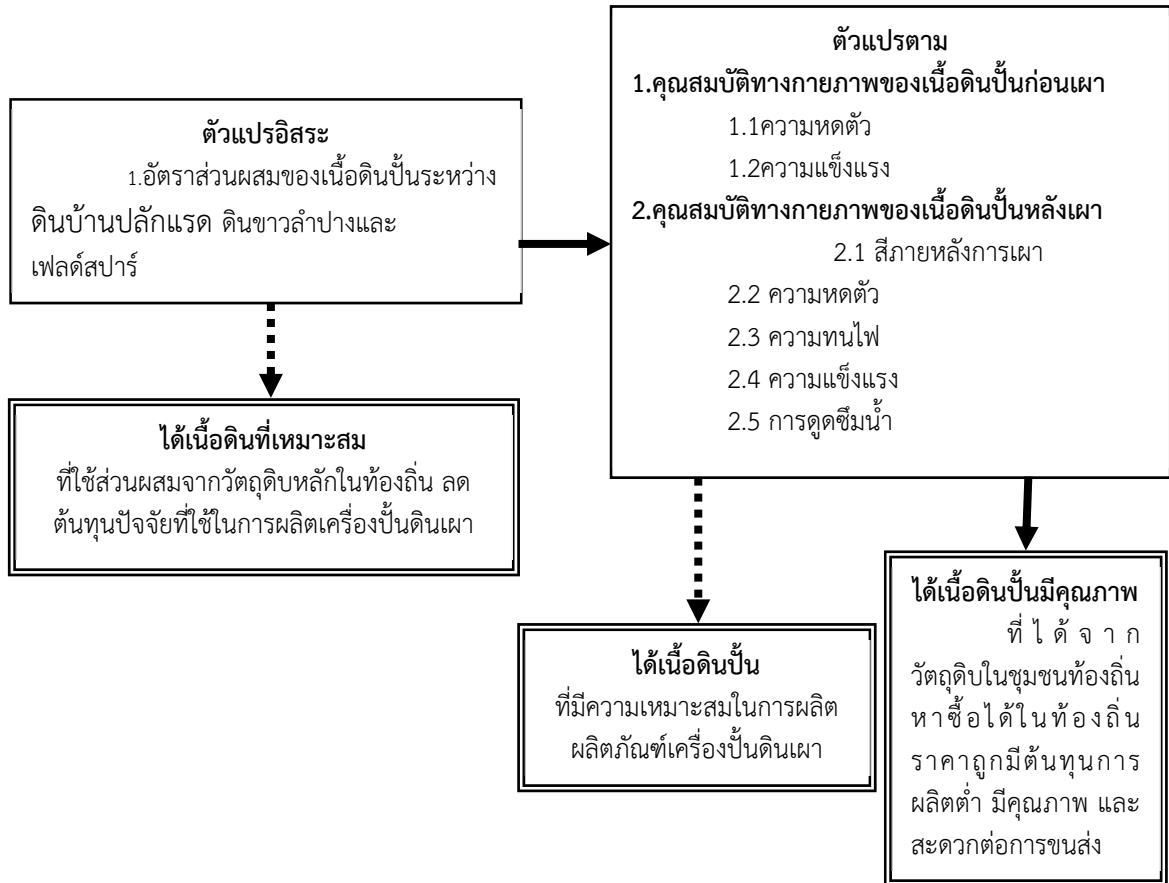
##### 4.2.5 การดูดซึมน้ำ วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Rhodes, 1974 หน้า 311) ดังนี้

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

โดย A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักดินที่อิมตัว  
D = น้ำหนักดินที่แห้ง

## 5. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## ผลการวิจัย

1. การทดลองเพื่อหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำ การทดลองหาอัตราส่วนผสมเนื้อดินปั้นจากดินบ้านปลักแรด (1-10) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมอย่างมีระบบจำนวน 360 สูตรส่วนผสม นำมาทำการอัดขึ้นรูปแท่งทดลองมีขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตรและหนา 1 เซนติเมตร เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินบ้านปลักแรด 1 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 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 และสูตรส่วนผสมที่ 29 ดินบ้านปลักแรด 2 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27, 28,29,30,31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.80 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 ดินบ้านปลักแรด 3 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.70 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 และสูตรส่วนผสมที่ 11 ดินบ้านปลักแรด 4 เนื้อดินปั้นก่อนเผา

















ครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 2.5.9 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 9 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,19,20,21,26 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,22,29,30,31,32,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33 2.5.10 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

## อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการทดลอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินบ้านปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

1.1 เนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินบ้านปลักแรดทั้ง 10 ตัวอย่าง อยู่ระหว่าง 1.00 - 5.00 จะเห็นได้ว่าปริมาณวัตถุดิบต่างกัน ส่งผลต่อการหดตัวของเนื้อดินปั้น ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดคือดินบ้านปลักแรด 3 มีลักษณะมีความเหนียวปนทรายมีสีส้มเนื่องจากมีส่วนผสมของเหล็กอยู่มากทนความร้อนได้ ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์เป็นวัตถุดิบที่ไม่มีมีความเหนียว ปรากฏว่า ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีดินบ้านปลักแรด ปริมาณสูงจะมีความหดตัวมาก ส่วนผสมที่มีดินขาวลำปางในปริมาณสูงจะมีค่าการหดตัวน้อยรองลงมาและส่วนผสมที่มีเฟลด์สปาร์ในปริมาณสูงจะมีค่าความหดตัวน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ (กระทรวงอุตสาหกรรม,2537 หน้า 205) กล่าวว่า การหดตัวเมื่อแห้งดินเหนียวจะมีการหดตัวมากน้อยแตกต่างกันไปตามแหล่งหรือชนิดของดินเหนียว ตรงกับคำกล่าวของ สอดคล้องกับ (โกลม รักช่วงศ์, 2531 หน้า 9) กล่าวว่า ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรมที่มีเม็ดละเอียดมีความเหนียวดีเหมาะกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์เมื่อยังไม่เผา นอกจากนี้ (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 หน้า 53) กล่าวว่า ดินเหนียวมีลักษณะพิเศษคือ มีสารอินทรีย์ปนอยู่เสมอ สารอินทรีย์นี้มีส่วนประกอบคล้ายลิแกนด์มาก ดินเหนียวเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูงและมีความหดตัวสูงเช่นกัน เมื่อผสมเนื้อดินปั้นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงตามด้วย ส่วนสูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุดจะมีส่วนผสมของควอตซ์ (Quartz) และเฟลด์สปาร์สูง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีมีความเหนียวส่งผลให้ความแข็งแรงลดลงด้วยเช่นกัน จากผลการทดลองขึ้นรูปแท่งทดลองพบว่าสูตรที่ควอตซ์ (Quartz) และเฟลด์สปาร์มากขึ้นความเหนียวจะลดลง

1.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนการเผาของดินบ้านปลักแรด ทั้ง 10 ตัวอย่าง การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินบ้านปลักแรด เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.50 (Kg/cm<sup>3</sup>) - 2.00 (Kg/cm<sup>3</sup>) จะเห็นว่าค่าความแข็งแรงภายหลังการเผา ดังที่ได้อภิปรายไว้ข้างต้นที่กล่าวถึงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีสัดส่วนปริมาณมากน้อยต่างกันส่งผลต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์และเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน โครงสร้างของวัตถุดิบในเนื้อดินปั้นเปลี่ยนแปลงบางส่วนเกิดการหลอมละลายทำให้เนื้อดินหลังเผามีความแข็งแรงสูงมากขึ้น ดังที่ (ประดุจฤดี สารสิทธิ์, 2542 หน้า 74) กล่าวว่า ค่าความแข็งแรงเมื่อแห้งจะเป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมถึงสมบัติด้านความเหนียวของเนื้อดินปั้น เพราะเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวสูงจะมีความแข็งแรงเมื่อแห้งสูงด้วย นอกจากนี้ความแข็งแรงหลังการเผาจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ผ่านการเผาที่อุณหภูมิถูกต้องหรือไม่ เพราะฉะนั้นจึงพบว่าความแข็งแรงภายหลังการเผาจะมีค่าสูงกว่าค่าความแข็งแรงก่อนเผา เนื่องจากอิทธิพลความร้อนที่มีต่อเนื้อดินปั้นทำให้โครงสร้าง ของเนื้อดินเปลี่ยนแปลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง มีความคงทนมากขึ้น

1.3 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นหลังเผาของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง จากผลการทดลองที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน

1.3.1 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาพบว่าเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรดทั้ง 10 ตัวอย่าง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.00 - 11.58 ค่าการหดตัวน้อยมากในทางตรงกันข้ามเนื้อดิน จะเห็นว่ามีปริมาณของดินเหนียวอยู่ในปริมาณที่สูง ซึ่งมีลักษณะของเนื้อดินที่มีความละเอียดและมีความเหนียวจึงทำให้ดูหนาไว้ในเนื้อดินปั้นมาก เมื่อผ่านกระบวนการเผาน้ำระเหยออกจากโครงสร้างเม็ดดินเข้าแทนที่น้ำเป็นสาเหตุให้มีการหดตัวมากกว่าสูตรส่วนผสมอื่นๆ สอดคล้องกับ (दनัย อารยะพงษ์, 2538 หน้า 15) กล่าวว่า การเผาเนื้อดินปั้นจะทำให้เกิดการหดตัวอีกครั้งหนึ่ง การหดตัวหลัง

เผาที่ค่าเป็นช่วงกว้าง เช่นเดียวกับการหดตัวหลังแห้งองค์ประกอบที่สำคัญคือ ชนิดของดิน ขนาดความละเอียดของดิน สารอินทรีย์ที่อยู่ในดิน วิธีการ ขึ้นรูปและอุณหภูมิการเผา

1.3.2 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังการเผาของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 1 ที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง ได้แก่ ร้อยละ 81.46 Kg/cm<sup>3</sup> - 237.84 Kg/cm<sup>3</sup> จะเห็นว่าค่าความแข็งแรงภายหลังการเผา ดังที่ได้อภิปรายไว้ข้างต้น ที่กล่าวถึงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีสัดส่วนปริมาณมากน้อยต่างกันส่งผลต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์และเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน โครงสร้างของวัตถุดิบในเนื้อดินปั้นเปลี่ยนแปลงบางส่วนเกิดการหลอมละลายทำให้เนื้อดินหลังเผา มีความแข็งแรงสูงมากขึ้น ดังที่ (ประจตุฎดี สารสิทธิ์, 2542 หน้า 74) กล่าวว่า ค่าความแข็งแรงเมื่อแห้งจะเป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมถึงสมบัติด้านความเหนียวของเนื้อดินปั้นเพราะเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวสูงจะมีความแข็งแรงเมื่อแห้งสูงด้วย นอกจากนี้ความแข็งแรงหลังการเผาจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ผ่านการเผาที่อุณหภูมิถูกต้องหรือไม่ เพราะฉะนั้นจึงพบว่าความแข็งแรงภายหลังการเผาจะมีค่าสูงกว่าค่าความแข็งแรงก่อนเผาเนื่องจากอิทธิพลความร้อนที่มีต่อเนื้อดินปั้นทำให้โครงสร้าง ของเนื้อดินเปลี่ยนแปลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง มีความคงทนมากขึ้น

1.3.3 การดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน พบว่า

ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของดินบ้านปลักแรด 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.00 - 9.17 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.00 - 15.40 ซึ่งสามารถสังเกตได้จากปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างหรือรูพรุนของเนื้อดินปั้นหลังจากการทดสอบด้วยการต้ม ดังนั้นเนื้อดิน ที่มีการหลอมหรือเผาถึงจุดสุกตัวรูพรุนจะเล็กลงทำให้เกิดช่องว่างเล็กลง ปริมาณน้ำที่เข้าไปภายในมีน้อยทำให้ค่าการดูดซึมน้ำน้อยแต่ถ้ามีรูพรุนมากและมีช่องว่างที่ใหญ่จะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำมากขึ้นเช่นกัน ดังที่ (ประจตุฎดี สารสิทธิ์, 2541 หน้า 96) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หลังจากการเผาแล้ววัตถุดิบจะหลอมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างใหม่แต่โครงสร้างของเซรามิกส์มักมีส่วนที่เป็นฟองอากาศขนาดเล็กปะปนอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเรียกว่า รูพรุน (Pore) นอกจากนี้ (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 หน้า 337) กล่าวไว้เช่นกันว่าความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์มีน้อยที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 1,100 - 1,200 องศาเซลเซียสและจะมีค่ามากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของรูพรุน รูพรุนนี้เกิดจากก๊าซซึ่งอาจมาจากน้ำ คาร์บอนเนตและซิลเฟส หรือเกิดจากการเผาไหม้ของคาร์บอน รูพรุนที่กล่าวนี้ซ่อนตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่เชื่อมต่อกับภายนอก ส่วนรูพรุนอีกชนิดหนึ่งจะเชื่อมต่อกับภายนอก รูพรุนชนิดนี้เกิดจากฟองอากาศ ที่ถูกกักอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ที่ปั้นเสร็จใหม่ และในระหว่างการเผาที่ไม่สามารถเชื่อมโยงรูพรุนเหล่านี้ให้ปิดสนิทได้ อย่างไรก็ตามเราสามารถลดรูพรุนชนิดนี้ได้ หรือทำให้หมดไปเลยโดยการควบคุมสภาวะการเผาที่เหมาะสมแต่เราไม่สามารถลดรูพรุนที่ซ่อนอยู่ภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ลงได้หมดด้วยวิธีปกติ

1.3.4 ความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน เนื้อดินบ้านปลักแรด 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้อยู่ระหว่าง ดินบ้านปลักแรด 10 - 80% ดินขาวลำปาง 10 - 80% เฟลด์สปาร์ 10 - 80% ซึ่งสอดคล้องกับ (โกมล รักษ์วงศ์, 2531 หน้า 25) กล่าวว่า ทฤษฎีให้ซิลิกาสูงใช้แทนหินเขียวหนุมนานได้หินเขียวหนุมนานนำมาใช้ในอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟได้ดีเนื่องจากเป็นวัตถุที่ทนความร้อนได้สูง นอกจากนี้สังเกตได้จากลักษณะของแท่งทดลองที่ยังคงรูปสัณฐานเดิมอยู่ได้ที่อุณหภูมิสูง

1.3.5 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่ของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่าแต่ละสูตรส่วนผสมจะให้สีใกล้เคียงกันค่าของสีเนื้อดินปั้นตั้งแต่สีครีม สีเทาอมครีม สีน้ำตาลอมครีม สีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม และสีน้ำตาลแดง สีที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่มาจากเฟอร์ริกออกไซด์จากเนื้อดิน ดังที่(องอาจ นฤภัยและคณะ .ม.ป.ป. หน้า 81) กล่าวว่า เนื้อดินที่มีปริมาณเฟอร์ริกออกไซด์ต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีน้ำตาลอ่อน ๆ ทำให้เนื้องานดูขาวขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ (มัลลิกา ชัยชนะ, 2545 หน้า 7) กล่าวว่า เนื้อดินที่มีเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถูกเผาไหม้ในบรรยากาศเผาไหม้แบบบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้สีของเนื้อดินหลังเผาเป็นสีส้มหรือสีน้ำตาลสำหรับบรรยากาศในการเผาไหม้แบบรีดักชันเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลดำ ซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพมีส่วนผสมของดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง อยู่ในปริมาณมากจึงเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภท สโตนแวร์ ที่จำเป็นต้องอาศัยเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวในการผลิต และมีส่วนผสมของดินขาวลำปางซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์ มีความขาวและมีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์เป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้ว

ในเนื้อดินปั้นอีกด้วย การวิจัยใน ครั้งนี้เนื้อดินปั้นที่ได้มีความเหมาะสมกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ เป็นอย่าง  
ยิ่ง

ซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีความเหมาะสมและความสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วย  
แป้นหมุนและด้วยวิธีการการขึ้นรูปด้วยใบมีดได้นั้น สูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นนั้นมีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านปลักแรด 10  
ตัวอย่าง อยู่ในปริมาณมากจึงทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวเพราะในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาซึ่งในการผลิตเซรามิกส์  
จำเป็นต้องอาศัยเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวมากในการผลิต มีส่วนผสมของดินขาวลำปางซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยให้  
ผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนเผาและหลังเผามีความแข็งแรงสูงทำให้เนื้อดินปั้นไม่แตกหักง่ายป้องกันการบิดเบี้ยว จุดหลอมตัวสูงซึ่งช่วยให้  
เนื้อดินปั้นมีความทนไฟสูงและมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำและมีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์เป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้วในเนื้อดิน  
ปั้นอีกด้วย

2. พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินปั้นที่ผ่านการทดลองขึ้นมาใหม่จำนวน 10 แบบ



ภาพ 2 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 1<sup>1</sup>



ภาพ 3 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 2<sup>1</sup>



ภาพ 4 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 3<sup>1</sup>



ภาพ 5 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 4<sup>1</sup>



ภาพ 6 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 5<sup>1</sup>



ภาพ 7 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 6<sup>1</sup>





ภาพ 8 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 7<sup>1</sup>



ภาพ 9 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 8<sup>1</sup>



ภาพ 10 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 9<sup>1</sup>



ภาพ 11 ผลิตภัณฑ์แบบที่ 10<sup>1</sup>

1

ภาพถ่ายโดย : อาจารย์วิมล ทองดอนกลิ้ง,2559

### 3. เปรียบเทียบความเสียหายกับผลิตภัณฑ์เดิม

จากการนำผลจากการทดลองเนื้อดินปั้นที่ได้ไปทดลองให้ผู้ประกอบการเซรามิกส์ กลุ่ม OTOP “บางแก้วเซรามิก” ทำการทดสอบการขึ้นรูปผลปรากฏว่าสูตรเนื้อดินปั้นที่คัดเลือกโดยผู้วิจัยจำนวน 10 ตัวอย่าง ได้แก่ เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 1 สูตร ส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 2 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 3 สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 4 สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 5 สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 6 สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 7 สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 8 สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 9 สูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 10 สูตรส่วนผสมที่ 10 ผลจากการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วยใบมีดคือสามารถขึ้นรูปได้ทุกตัวอย่างซึ่งเป็นที่น่าพอใจของผู้ประกอบการบางแก้วเซรามิกและผลของการวิจัยในครั้งนี้เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด ทั้ง 10 ตัวอย่าง และจากการทดลองเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินบ้านปลักแรดเป็นวัตถุดิบหลักผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายเพียง 3% จากเดิม 15 % อันเนื่องมาจากการบิดเบี้ยวและเกิดตำหนิบนตัวผลิตภัณฑ์ ที่ได้ทำการทดลองและพัฒนาขึ้นมา นั้นมีความเหมาะสมกับการผลิตเซรามิกส์เป็นอย่างดีการวิจัยในครั้งนี้เนื้อดินปั้นที่ได้มีความเหมาะสมกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์เป็นอย่างดี เข้าเกณฑ์เนื้อดินปั้นสโตนแวร์และจากการคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่ได้จากการทดลองนำไปให้ผู้ประกอบการจำนวน 10 สูตรส่วนผสม ดังนี้คือเนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 1 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 2 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 3 สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 4 สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 5 สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 6 สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 7 สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 8 สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 9 สูตรส่วนผสมที่ 34 และเนื้อดินปั้นบ้านปลักแรด 10 สูตร

ส่วนผสมที่ 10 ผลจากการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยใบมีดคือสามารถขึ้นรูปได้ทุกสูตรส่วนผสมซึ่งเป็นที่น่าพอใจของผู้ประกอบการบางแก้วเซรามิก

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1.1 การนำผลการทดลองไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาควรมีการทดลองใหม่อีกครั้งเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ อาจมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันกับวัตถุดิบ ที่ผู้วิจัยใช้ ในการทดลองซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงตามที่ต้องการ

1.2 เนื้อดินที่ใช้ในการทดลองถ้ามีการแห้งตัวเร็วจะเกิดการแตกร้าวบิดรูป เสียทรงในการทดลองครั้งต่อไปควรควบคุมการแห้งตัวของชิ้นงานให้แห้งตัวอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าว บิดเบี้ยวเสียรูปทรงของชิ้นงาน

#### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำดินทั้ง 10 ตัวอย่างไปหาผลวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือในทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2.2 ควรศึกษาวัตถุดิบท้องถิ่นเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เช่น ดินพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อให้เกิดความหลากหลายในด้านการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเกิดความหลากหลายในการนำไปใช้

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้โอกาสและได้รับทุนจากสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2558 ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้ที่ได้เห็นความสำคัญของการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ต้นสังกัดของผู้วิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมงานที่เป็นกำลังใจเป็นอย่างดีมาตลอดให้คำแนะนำในด้านต่างๆ เกี่ยวกับการวิจัยทำให้ผลการวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยและทุกท่านที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมดที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดจนทำให้การทำวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี ความดีทั้งหมดของวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ อันเป็นที่รักและเคารพอย่างสูงสุด ผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา ขอน้อมคารวะแด่ผู้เขียนตำราวิชาการที่ได้ศึกษาค้นคว้าและใช้อ้างอิงทุกท่าน

### เอกสารอ้างอิง

โกมล รักษ์วงศ์. (ม.ป.ป.). การทำเนื้อดินปั้นสโตนแวร์สำหรับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ. กรุงเทพฯ : อุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร.

งานวิจัยเตาเผาและเครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อยเพื่อสืบสารและอนุรักษ์ศิลปวัตถุโบราณของจังหวัดสิงห์บุรี. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏพระนคร, 2538 ก.

दनัย อารยะพงษ์. (ม.ป.ป.). "การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยการหล่อแบบ," เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีเซรามิกส์. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีดา พิมพ์ขาว. (2530). **เคลือบเซรามิกส์**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

ประจตุติ สารสิทธิ์. (2549). **การวิจัยเพื่อการบริหารงานอุตสาหกรรม**. นครศรีธรรมราช: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). **เนื้อดินเซรามิก**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). **รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อายุวัฒน์ สว่างผล. (2541). **วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์**. กำแพงเพชร : สถาบันราชภัฏ-กำแพงเพชร.

องอาจ นฤภัยและคณะ, (ม.ป.ป). : 81. **ปัญหาและการแก้ไขความเสียหายในผลิตภัณฑ์เซรามิก** พิมพ์ลักษณ์ กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม,