

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น โดยใช้ดินเหนียวสุโขทัย จากสามแหล่งคือ ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ดินเหนียวบ้านสวน และดินเหนียวเขาสีลำน ผสมกับหินฝุ่น ลานหอยและหินเขียวหุ่ฆาน เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภท สโตนแวร์ ที่เผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อทดลองหาอัตราส่วนผสมดินเหนียวสุโขทัย เพื่อใช้ทำเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ สำหรับ ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน
2. นำเอาเนื้อดินปั้นที่ผ่านการทดลองแล้ว โดยเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดนำไปขึ้นรูป ผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

#### วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อหาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่เผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส เป็นการทดลองนำดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ดินเหนียวบ้านสวน และดินเหนียวเขาสีลำน มาผสมกับหินฝุ่นลานหอยและหินเขียวหุ่ฆาน โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า คำนวณหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ได้เนื้อดินปั้นจำนวน 108 ตัวอย่าง โดยมีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ระหว่างร้อยละ 10 - 80 ดินเหนียวบ้านสวน ระหว่างร้อยละ 10 - 80 ดินเหนียวเขาสีลำน ระหว่างร้อยละ 10 - 80 หินฝุ่นลานหอย ระหว่างร้อยละ 10 - 80 และหินเขียวหุ่ฆาน ระหว่าง 10 - 80 ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นทั้งหมด 108 ตัวอย่าง โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า แล้วนำเนื้อดินปั้นที่มีอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ไปขึ้นรูปเป็นชิ้นทดสอบ และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ พร้อมกับนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบความเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้งหมุน ก่อนเผาตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. เป็นการนำเอาเนื้อดินปั้นที่มีอัตราส่วนผสมที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบทางกายภาพหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

#### เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดังนั้นผู้วิจัยได้แยกออกเป็น 2 หัวข้อ เพื่อสะดวกในการทำความเข้าใจ ดังนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์
  - 1.1 เครื่องบดดิน ผสมดิน
  - 1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า
  - 1.3 อ่างน้ำพลาสติก
  - 1.4 แผ่นปูนพลาสติก เกรอะดิน
  - 1.5 ตะแกรงร่อน ขนาด 120 เมช
  - 1.6 โตะนวดดิน
  - 1.7 แป้นหมุน
  - 1.8 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน
  - 1.9 เต้าเผาไฟฟ้า
  - 1.10 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไพโรเมตริก เทอร์โมคัปเปิล และหุ่นวัดไฟ ของ ซิงเกอร์และซิงเกอร์
2. วัตถุประสงค์ในการทดลองมีดังนี้
  - 2.1 ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย

- 2.2 ดินเหนียวบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
- 2.3 ดินเหนียวเขาสี่ล้าน อำเภอสรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย
- 2.4 หินผลานหอย อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย
- 2.5 หินเขียวหนุมาน จากจังหวัดตาก
- 2.6 โดโลไมท์ ชนิดที่ใช้ในการค้าทั่วไป
- 2.7 ดินขาว จากจังหวัดลำปาง
- 2.8 สังกะสีออกไซด์ ชนิดที่ใช้ในการค้าทั่วไป
- 2.9 หินปูน จากจังหวัดสระบุรี
- 2.10 หินพื้นม้า จากจังหวัดตาก

#### ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้แบ่งลำดับขั้นตอนการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีลำดับขั้นการทดลองดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นก่อนทำการเผา มีลำดับขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

1. คำนวณอัตราส่วนผสม
2. เตรียมวัตถุดิบ
3. ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนผสมที่คำนวณได้
4. บดในหม้อบดขนาดเล็กเป็นเวลา 10 ชั่วโมง
5. กรองผ่านตะแกรง 120 เมช และนำไปเกรอะให้หมาด
6. นวดและนำไปขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนโดยผู้เชี่ยวชาญ
7. นวดและนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นทดสอบตามกำหนด
8. นำชิ้นทดสอบที่แห้งสนิทมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของ เนื้อดินปั้นก่อนทำ

การเผา

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินบ้นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส มีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำชิ้นทดสอบที่แห้งแล้วชั่งขนาดความยาว จดบันทึกไว้
2. ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ จดบันทึกไว้
3. นำชิ้นทดสอบไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส
4. วัดขนาดความยาวภายหลังการเผา คำนวณหาการหดตัว
5. ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบภายหลังการเผา คำนวณน้ำหนักที่หายไปภายหลังการเผา
6. นำชิ้นทดสอบไปทดสอบการดูดซึมน้ำ
7. จดบันทึกสีของเนื้อดินบ้นแต่ละหมายเลข

#### สรุปผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของดินเหนียว 3 แหล่ง คือ ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ดินเหนียวบ้านสวน และดินเหนียวเขาสีล้าน ให้เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ โดยการนำไปผสมกับวัตถุดิบอย่างอื่นคือ หินมูลานหอยและหินเขียวทุมาน นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

#### 1. เนื้อดินบ้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบ้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ก่อนทำการเผา มีการหดตัวมากที่สุดเป็นเนื้อดินบ้นหมายเลข 8 คือหดตัวร้อยละ 7.0 เนื้อดินบ้นที่มีการหดตัวน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินบ้นหมายเลข 2, 13, 14 และ 17 คือหดตัวร้อยละ 2.0 เนื้อดินบ้นที่มีความแข็งแรงมากที่สุดมีค่าความแข็งแรง 18.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร คือดินหมายเลข 8 เนื้อดินบ้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดเป็นดินหมายเลข 35 คือมีค่าความแข็งแรง 8.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินบ้นที่ผ่านเกณฑ์กำหนดรวม 20 ตัวอย่าง เนื้อดินบ้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวมากที่สุด เป็นเนื้อดินบ้นหมายเลข 8 คือปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 23.00 เนื้อดินบ้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนือน้อยที่สุดเป็น

เนื้อดินชั้นหมายเลข 36 คือปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 18.36 จากการทดลองพบว่า ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวงเป็นวัตถุคิบที่ทำให้เกิดความเหนียว ในส่วนผสมของเนื้อดินชั้นที่มีดินบ้านทุ่งหลวงเพิ่มมากขึ้น ความเหนียวของเนื้อดินชั้นก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื้อดินชั้นหมายเลข 4-13 และ 16-24 เป็นเนื้อดินชั้นที่สามารถใช้ปั้นขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนได้ รวม 19 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านการประเมินการขึ้นรูปโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินชั้นที่มีส่วนผสมดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส เนื้อดินชั้นส่วนใหญ่สามารถทนความร้อนในระดับนี้ได้ การหดตัวของเนื้อดินชั้นอยู่ระหว่างร้อยละ 2.00 - 9.05 มีเนื้อดินชั้นที่มีการหดตัวผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 7.00 - 14.00 รวม 24 ตัวอย่าง การดูดซึมน้ำของเนื้อดินชั้นอยู่ระหว่าง 0.60 - 10.12 เนื้อดินชั้นที่ดูดซึมน้ำผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 2.50 รวม 19 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่คัดเลือกอัตราส่วนผสมของเนื้อดินชั้นโดยนำมาพิจารณารวมทั้งหมดแล้วจึงมีเนื้อดินชั้นที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก 30 ตัวอย่าง เหลือเนื้อดินชั้นที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกมาทำผลิตภัณฑ์ได้จำนวน 6 ตัวอย่าง คือเนื้อดินชั้นหมายเลข 6, 7, 8, 10, 11 และ 20 สีที่ปรากฏให้เห็นในเนื้อดินชั้นในทุกตัวอย่างจะให้สีที่ไม่แตกต่างกันคือเนื้อดินชั้นจะให้สีเป็นสีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม

## 2. เนื้อดินชั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านสวน

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินชั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านสวน ก่อนทำการเผา มีการหดตัวมากที่สุดเป็นเนื้อดินชั้นหมายเลข 8 คือหดตัวร้อยละ 8.0 เนื้อดินชั้นที่มีการหดตัวน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินชั้นหมายเลข 27, 35 และ 36 คือหดตัวร้อยละ 2.0 เนื้อดินชั้นที่มีความแข็งแรงมากที่สุดมีค่าความแข็งแรง 18.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร คือเนื้อดินชั้นหมายเลข 8 เนื้อดินชั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดเป็นดินหมายเลข 36 คือมีค่าความแข็งแรง 8.01 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินชั้นที่ผ่านเกณฑ์กำหนดรวม 22 ตัวอย่าง เนื้อดินชั้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวมากที่สุด เป็นเนื้อดินชั้นหมายเลข 8 คือปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 20.40 เนื้อดินชั้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวน้อยที่สุด เป็นเนื้อดินชั้นหมายเลข 36 คือปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 16.20 จากการทดลอง

พบว่า ดินเหนียวบ้านสวนเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เกิดความเหนียวในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีดินบ้านสวนเพิ่มมากขึ้น ความเหนียวของเนื้อดินปั้นก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื้อดินปั้นหมายเลข 3-13, 17-25 และ 28-31 เป็นเนื้อดินปั้นที่สามารถใช้ปั้นขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนได้รวม 24 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านการประเมินการขึ้นรูปโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมดินเหนียวบ้านสวน หลังการเผา ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส เนื้อดินปั้นส่วนใหญ่สามารถทนความร้อนในระดับนี้ได้ การหดตัวของเนื้อดินปั้นอยู่ระหว่าง 2.56 - 11.16 มีเนื้อดินปั้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 7.00 - 14.00 รวม 21 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์ การดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นอยู่ระหว่าง 0.00 - 16.52 เกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 0.00 - 2.50 เป็นเนื้อดินปั้นที่ผ่านเกณฑ์กำหนด รวม 19 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์ เมื่อพิจารณารวมทั้งหมดแล้วมีเนื้อดินปั้นที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก 29 ตัวอย่าง เหลือเนื้อดินปั้นที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกทำผลิตภัณฑ์ได้จำนวน 7 ตัวอย่าง คือเนื้อดินปั้นหมายเลข 12, 18, 20, 21, 22, 23 และ 24 สีที่ปรากฏในทุกตัวอย่างจะให้สีที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คือเนื้อดินปั้นจะให้สีเป็นสีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม

### 3. เนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวเขาสีลำน

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวเขาสีลำน ก่อนทำการเผา มีการหดตัวมากที่สุดเป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 8 และ 9 คือหดตัวร้อยละ 7.0 เนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินปั้น หมายเลข 16 และ 36 คือหดตัวร้อยละ 2.0 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงมากที่สุดมีค่าความแข็งแรง 18.06 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร คือเนื้อดินปั้นหมายเลข 8 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 16 คือมีค่าความแข็งแรง 7.16 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินปั้นที่ผ่านเกณฑ์กำหนดรวม 24 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด เนื้อดินปั้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวมากที่สุด เป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 8 คือใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 20.20 เนื้อดินปั้นที่ต้องใช้ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 1 คือปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 16.00 จากการทดลองพบว่า ดินเหนียวเขาสีลำนเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เกิดความเหนียว ในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีดินเขาสีลำนเพิ่มมากขึ้น ความเหนียวของเนื้อดินปั้นก็เพิ่มขึ้น

ตามไปด้วย เนื้อดินบ้นหมายเลข 5-13, 9-23 และ 30 เป็นเนื้อดินบ้นที่สามารถใช้ปั้นขึ้นรูปด้วย  
 แป้นหมุนได้รวม 15 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านการประเมินการขึ้นรูปโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบ้นที่มีส่วนผสมดินเหนียวเขาสีล้าน หลังการ  
 เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส เนื้อดินบ้นส่วนใหญ่สามารถทนความร้อนในระดับนี้ได้ การ  
 หดตัวของเนื้อดินบ้นอยู่ระหว่าง 1.01 - 11.11 มีเนื้อดินบ้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 7.00  
 - 14.00 รวม 33 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์ การดูดซึมน้ำของเนื้อดินบ้นอยู่ระหว่าง 0.00  
 - 16.52 เกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 0.00 - 2.50 เป็นเนื้อดินบ้นที่ผ่านเกณฑ์กำหนด รวม 23  
 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่ผ่านเกณฑ์ เมื่อพิจารณารวมทั้งหมดแล้วมีเนื้อดินบ้นที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก 27  
 ตัวอย่าง เหลือเนื้อดินบ้นที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกทำผลิตภัณฑ์ได้จำนวน 9 ตัวอย่าง คือเนื้อดินบ้น  
 หมายเลข 5, 6, 7, 8, 12, 20, 21, 22 และ 23 สีที่ปรากฏในทุกตัวอย่างจะให้สีที่ไม่  
 แตกต่างกันมากนัก คือเนื้อดินบ้นจะให้สีเป็นสีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม

จากการทดสอบทางกายภาพของเนื้อดินบ้นก่อนเผาและภายหลังการเผาทั้งสามแหล่ง รวม  
 108 ตัวอย่าง พบว่า เนื้อดินบ้นที่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือกนำไปใช้เป็นเนื้อดินบ้นสโตนแวร์ด้วยการขึ้นรูป  
 ด้วยแป้นหมุน มีจำนวนทั้งหมด 22 ตัวอย่าง เป็นเนื้อดินบ้นที่มีส่วนผสมของดินบ้านทุ่งหลวง 6  
 ตัวอย่าง ดินบ้านสวน 7 ตัวอย่าง และดินเขาสีล้าน 9 ตัวอย่าง เนื้อดินทั้งหมดนี้ผ่านเกณฑ์ที่  
 กำหนดคือ มีค่าความแข็งแรงตั้งแต่ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งเมื่อนำไปขึ้นรูป  
 ด้วยแป้นหมุนโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นว่ายเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน  
 เนื้อดินบ้นสามารถทรงตัวได้ดี ไม่แตกง่าย มีความแข็งแรง การเคลื่อนย้ายขณะแห้งก็สามารถทำ  
 ได้สะดวก มีการหดตัวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 7.00 - 14.00 การดูดซึมน้ำระหว่าง  
 ร้อยละ 0.00 - 2.50 และสีของเนื้อดินบ้นที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส สีที่  
 ได้ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันคือ มีสีน้ำตาลแดง สีน้ำตาลเข้ม

4. พิจารณาคูสมบัติของเนื้อดินบ้น เช่น การหดตัว การดูดซึมน้ำ การขึ้นรูป และการ  
 เผา ประกอบกันแล้ว ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเนื้อดินบ้นผสมดินบ้านทุ่งหลวง หมายเลข 20 ซึ่งมีอัตรา  
 ส่วนผสมดินเหนียวทุ่งหลวง 50 หินฟูลานหอย 20 และหินเขียวหนุมาน 30 นำไปขึ้นรูปด้วยแป้น  
 หมุน ด้วยเหตุผลที่ว่า เนื้อดินบ้นหมายเลข 20 มีมีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ

มีความเหนียวพอสำหรับการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน โดยผ่านการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านและ ได้ลงความเห็นว่าเป็นที่ที่ดีที่สุดสำหรับเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง มีความแข็งแรง 16.14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สามารถเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เมื่อแห้งได้โดยสะดวก ไม่แตกเสียหาย การหดตัวภายหลังการเผา ร้อยละ 7.53 การดูดซึมน้ำร้อยละ 1.98 และสามารถทนความร้อนได้ถึง 1,230 องศาเซลเซียส โดยไม่บิดเบี้ยว บูดบวม หรือเสียรูปทรงแต่อย่างใด เมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสทับแล้ว ผิวเคลือบที่ได้เป็นมัน เรียบ ไม่มีรูเข็มหรือตำหนิใด ๆ สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลแดง เนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินบ้านสวน เป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 12 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมดินเหนียวบ้านสวน 40 หินฟูลานหอย 40 และหินเขียวทึบ 20 นำไปขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน ด้วยเหตุผลที่ว่า เนื้อดินปั้นหมายเลข 12 มีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีความเหนียวพอเหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน โดยผ่านการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านและ ได้ลงความเห็นว่าเป็นที่ที่ดีที่สุดสำหรับเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวบ้านสวน มีความแข็งแรง 14.45 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การหดตัวภายหลังการเผา ร้อยละ 7.53 การดูดซึมน้ำร้อยละ 1.01 สามารถทนความร้อนได้ถึง 1,230 องศาเซลเซียส โดยไม่บิดเบี้ยว บูดบวมหรือเสียรูปทรงแต่อย่างใด เมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสทับแล้วผิวเคลือบที่ได้เป็นมันเรียบ ไม่มีรูเข็มหรือตำหนิใด ๆ เกิดขึ้น สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลแดง และเนื้อดินปั้นที่ผสมดินเขาสีล้าน เป็นเนื้อดินปั้นหมายเลข 12 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมดินเหนียวเขาสีล้าน 40 หินฟูลานหอย 40 และหินเขียวทึบ 20 นำไปขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน ด้วยเหตุผลที่ว่า เนื้อดินปั้นหมายเลข 12 มีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีความเหนียวพอเหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน โดยผ่านการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านและ ได้ลงความเห็นว่าเป็นที่ที่ดีที่สุดสำหรับเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวเขาสีล้าน มีความแข็งแรง 13.58 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สามารถเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เมื่อแห้งได้โดยไม่แตกหัก สะดวกแก่การทำงาน การหดตัวภายหลังการเผาร้อยละ 8.70 การดูดซึมน้ำร้อยละ 0.69 สามารถทนความร้อนได้ถึง 1,230 องศาเซลเซียส โดยไม่บิดเบี้ยว บูดบวมหรือเสียรูปทรงแต่อย่างใด เมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสทับแล้ว ผิวเคลือบที่ได้เป็นมันเรียบ ไม่มีรูเข็มหรือตำหนิอื่น ๆ สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลแดง



### อภิปรายผล

จากการทดลองนำดินเหนียวสุโขทัย จากสามแหล่งคือ ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวง ดินเหนียวบ้านสวน และดินเหนียวเขาสี่ล้าน มาผสมกับหินปูนลานหอยและหินเขี้ยวหนุมาน เพื่อหาส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่เหมาะสมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ โดยทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์จากดินเหนียวทั้งสามแหล่งทำการทดลองจำนวน 108 ตัวอย่าง เมื่อได้ทำการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพก่อนทำการเผา พบว่า การหดตัวของเนื้อดินทั้งสามแหล่ง เนื้อดินแห้งอยู่ในเกณฑ์ปกติ คืออยู่ระหว่างร้อยละ 2.00 - 8.00 ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เนื้อดินปั้นทั่วไปเมื่อผสมกับน้ำ ผึ่งลมทำให้แห้งน้ำจะระเหยออกไปทำให้เนื้อดินมีการหดตัวเล็กน้อย สอดคล้องกับ ปริดา พิมพ์ขาวจำ (2530 : 95) ซึ่งกล่าวว่า น้ำที่ผสมอยู่ในเนื้อดินปั้นขณะเตรียมการขึ้นรูปจะระเหยออกตามสภาพอากาศที่อยู่รอบข้าง ทำให้เนื้อดินปั้นเกิดการหดตัวเล็กน้อย และสอดคล้องกับ โรเดส (Rhodes. 1974 : 27) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นสโตนแวร์มีการหดตัวก่อนการเผาไม่เกินร้อยละ 10

ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นทั้งสามแหล่ง พบว่า เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงระหว่าง 7.16 - 18.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินปั้นที่ผสมดินเหนียวบ้านทุ่งหลวงมีความแข็งแรงมากที่สุด คืออยู่ระหว่าง 8.10 - 18.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเพราะว่าสภาพภูมิประเทศ เนื่องจากแหล่งดินเหนียวบ้านทุ่งหลวงอยู่ในที่ราบลุ่ม ในรอบหนึ่งปีจะมีน้ำจิ่งอยู่ประมาณ 3 - 4 เดือน จึงเกิดการตกตะกอนของเนื้อดินจำนวนมาก ซึ่งแตกต่างจากดินเหนียวอีก 2 แหล่ง ที่มีน้ำท่วมขังปริมาณน้อยและระยะเวลารวดเร็วกว่า จึงทำให้ดินเหนียวบ้านทุ่งหลวงมีส่วนผสมของดินเหนียวมากกว่า

ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว จากเนื้อดินปั้นทั้งสามแหล่งพบว่า การใช้น้ำมาผสมกับเนื้อดินปั้นทำให้เกิดความเหนียวใกล้เคียงกันทั้งสามแหล่ง คืออยู่ระหว่าง 20.5 - 32.0 มีสาเหตุมาจากเม็ดดินของเนื้อดินเหนียวมีความละเอียดใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อนำน้ำมาผสมกับเนื้อดินปั้นน้ำจะเข้าไปละลายเม็ดดินจำนวนพอ ๆ กัน ทำให้เกิดความเหนียว สอดคล้องกับ

ปริดา พิมพ์ขาวจำ (2530 : 98) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นเมื่อต้องการขึ้นรูปขณะดินเปียกต้องนำน้ำมาผสมเพื่อให้เกิดความเหนียว เพื่อการยึดเกาะระหว่างเนื้อดินด้วยกันและสะดวกแก่การขึ้นรูป และยังพบอีกว่า เนื้อดินที่ผสมดินเหนียวทุ่งหลวงใช้ปริมาณน้ำทำให้เกิดความเหนียวมากที่สุดระหว่าง 20.5 - 32.0 อาจเป็นเพราะว่าเม็ดของเนื้อดินมีความละเอียดมากกว่าดินจากแหล่งอื่น จึงทำให้น้ำสามารถซึมเข้าไปได้มาก

ความเหมาะสมในการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน พบว่า เนื้อดินทั้งสามแหล่งที่มีอัตราส่วนผสมเนื้อดินเหนียวร้อยละ 30 ขึ้นไป สามารถขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนได้ และเนื้อดินปั้นที่มีผสมดินเหนือน้อยกว่าร้อยละ 30 ไม่สามารถขึ้นรูปได้ มีสาเหตุมาจาก เนื้อดินปั้นที่สามารถขึ้นรูปได้นั้นมีเนื้อดินเหนียวผสมอยู่จำนวนมาก ส่วนเนื้อดินที่ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนได้มีส่วนผสมของเนื้อดินเหนือน้อย เป็นเหตุให้เนื้อดินไม่มีความเหนียวพอสำหรับการรีดดิน ดึงดินในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 110) กล่าวว่า การขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน เนื้อดินปั้นจำเป็นต้องมีความเหนียวพอเหมาะ เพราะกรรมวิธีขึ้นรูปต้องมีการจับศูนย์ รีดดิน ดึงดินให้เป็นรูปทรงของผลิตภัณฑ์ตามต้องการได้สะดวก และสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านที่ได้ทำการทดสอบการขึ้นรูปจากส่วนผสมตัวอย่าง

2. คุณสมบัติทางกายภาพภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส โดยการทดสอบการหดตัวภายหลังการเผาจากเนื้อดินปั้นทั้งสามแหล่งที่ผ่านการทดสอบก่อนการเผามาแล้ว พบว่า มีการหดตัวอยู่ระหว่าง 2.00 - 11.16 เป็นเพราะว่าน้ำที่อยู่ในโครงสร้างของดิน ( $Al_2O_3 \cdot 2Si_2 \cdot 2H_2O$ ) ในเกณฑ์ที่เหมาะสมระเหยออกเมื่อถูกความร้อน และแร่ธาตุตัวอื่น ๆ เมื่อถูกความร้อนจะหลอมละลายยึดเกาะ เข้าหากันจึงเกิดการหดตัว สอดคล้องกับ โรเดส (Rhodes, 1974 : 27) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นสโตนแวร์จะหดตัวภายหลังการเผาไม่เกินร้อยละ 15 และสอดคล้องกับ โกมล รักษ์วงศ์ (2531 : 106) ที่กล่าวว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดวัดได้ทั้งความยาวและปริมาตร เมื่อนำเนื้อดินปั้นผ่านการเผา

การดูดซึมน้ำ เนื้อดินปั้นจากแหล่งดินทั้งสามแหล่งมีการดูดซึมน้ำระหว่างร้อยละ 0.00 - 16.52 เป็นเพราะว่า การดูดซึมน้ำขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ผสมอยู่ในเนื้อดินปั้นว่ามีจุดหลอมละลายสูงหรือต่ำ ถ้าวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายต่ำผสมอยู่ในเนื้อดินปั้นซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวทำให้

เนื้อดินชั้นหลอมละลาย (Flux) เนื้อดินชั้นนี้ก็จะทนต่ออุณหภูมิในการเผาต่ำไปด้วย และเนื้อดินชั้นที่เผาถึงจุดสุดท้ายพอดีจะมีการดูดซึมน้ำเท่ากับ 0 ถ้าสุดท้ายไม่เต็มทีก็จะมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ โรเดส (Rhodes. 1974 : 27) ซึ่งกล่าวว่า เนื้อดินชั้นสโตนแวร์มีการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 5

น้ำหนักที่หายไปภายหลังการเผา จากอัตราส่วนผสมของเนื้อดินทั้งสามแหล่งพบว่า น้ำหนักที่หายไปภายหลังการเผาอยู่ระหว่าง 0.77 - 8.49 สาเหตุมาจากสารอินทรีย์ที่ผสมอยู่ในเนื้อดินชั้นนี้ได้ถูกการเผาไหม้หมดไป เป็นเหตุให้น้ำหนักของเนื้อดินชั้นลดลง สอดคล้องกับ โกลมร์กซ์วงส์ (2531 : 107) ซึ่งกล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงทางน้ำหนักเนื่องจากวัตถุดิบเมื่อผ่านการเผาแล้วน้ำหนักจะหายไปโดยเฉพาะดิน และยิ่งพบอีกว่าน้ำหนักที่หายไปมีจำนวนน้อย เป็นเพราะว่าแหล่งดินเหนียวของทั้งสามแหล่งเกิดขึ้นใกล้กับแหล่งกำเนิดของแม่น้ำ สารอินทรีย์จึงมีจำนวนน้อย เมื่อเกิดการตกตะกอน สอดคล้องกับ ทวี พรหมพฤษ (2525 : 72) กล่าวว่า เนื้อดินเหนียวส่วนมากเกิดจากแหล่งลุ่มแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณน้ำท่วมขังมาก่อน พร้อมกับทับถมสารอินทรีย์ ถ้าแหล่งดินเหนียวระยะทางไกลจากแหล่งกำเนิดของแม่น้ำทำให้สารอินทรีย์สะสมอยู่ในเนื้อดินมาก ทำให้เมื่อเผาน้ำหนักที่หายไปมากตามไปด้วย

สีของ เนื้อดินภายหลังการเผา มีสีที่ใกล้เคียงกันมากคือ สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้ม เป็นเพราะว่า เนื้อดินทั้งสามแหล่งมีแร่ธาตุผสมอยู่ในเนื้อดินชั้นโดยเฉพาะเหล็กออกไซด์มาก ซึ่งเมื่อเผาแล้วจะเห็นสีชัดเจน สอดคล้องกับ แชปเปิล (Chappel. 1977 : 17) ได้กล่าวว่า เนื้อดินชั้นสโตนแวร์ภายหลังการเผาจะเป็นสีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล จนถึงสีดำ ซึ่งขึ้นอยู่กับออกไซด์ของโลหะที่ผสมอยู่ในดิน

3. ผลการเคลือบและ เเผาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อดินชั้นที่ผสมดินบ้านทุ่งหลวง หมายเลข 20 ผสมดินบ้านสวน หมายเลข 12 และผสมดินเขาสีล้าน หมายเลข 12 พบว่า เนื้อดินชั้นทั้งสามตัวอย่าง น้ำเคลือบใสสามารถเคลือบติดผิวได้ง่าย ไม่หลุดร่อนเมื่อมีการจับผลิตภัณฑ์ เคลื่อนย้าย เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลแดงเคลือบเป็นมัน ไม่มีรูเข็ม ไม่เสียรูปทรง ซึ่งสอดคล้องกับ สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์ (2531 : 78) กล่าวว่า เคลือบใส คือเคลือบที่สามารถเห็นเนื้อของผลิตภัณฑ์ สีที่เห็นเป็นสีของเนื้อดินชั้นนั้น ๆ

4. ข้อสังเกตการทดลอง การทดลองครั้งนี้มีเนื้อดินบ้นที่ใช้สำหรับการทดลอง 108 ตัวอย่าง เนื้อดินบ้นตัวอย่างอื่น ๆ ที่ผู้วิจัยไม่ได้เลือกมาทำผลิตภัณฑ์ หรือไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในการวิจัยครั้งนี้ ไม่ได้หมายความว่าเนื้อดินบ้นเหล่านั้นจะนำไปทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ไม่ได้ ความจริงเนื้อดินบ้นเหล่านั้นอาจจะ เป็นเนื้อดินบ้นที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีอื่น เช่น การขึ้นรูปด้วยใบมีด วิธีหล่อพิมพ์ หรือวิธีอัดพิมพ์ เป็นต้น

#### ข้อเสนอแนะ

##### ข้อเสนอแนะในการนำผลของการวิจัยไปใช้

1. การนำผลการทดลองนี้ไปใช้เพื่อทำเนื้อดินบ้นสโตนแวร์ ควรมีการทดลองซ้ำอีกครั้ง
2. การนำผลการทดลองนี้ไปใช้กับน้ำเคลือบสูตรอื่น ควรมีการทดลองก่อนเช่นกัน เพราะน้ำเคลือบเปลี่ยนไปย่อมมีผลไม่เหมือนกัน
3. เนื้อดินบ้นที่ไม่ผ่านการทดสอบการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 5 สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ได้ โดยเลือกวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสม เช่น วิธีการขึ้นรูปด้วยการหล่อพิมพ์ หรือการขึ้นรูปด้วยวิธีอัดพิมพ์ เป็นต้น

##### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาทดลองนำอัตราส่วนผสมที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ไปพัฒนาการเผาในบรรยากาศรีดักชัน และใช้สูตรน้ำเคลือบหลาย ๆ สูตร เพื่อจะได้ทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ รูปแบบ เช่น ใช้เคลือบซี่เฝ้าจากพืช เคลือบเซรามิคเคลือบสีแดงจากเหล็ก เป็นต้น
2. ควรเปลี่ยนไปศึกษาดินเหนียวจากแหล่งอื่นบ้าง เพื่อทำให้ได้วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเนื้อดินบ้นสโตนแวร์มากยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาทดลองนำอัตราส่วนผสมที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ ไปพัฒนาให้มีคุณสมบัติเฉพาะด้าน เช่น ทำกระเบื้องปูพื้น ภาชนะใส่อาหาร เครื่องสุขภัณฑ์ เป็นต้น

4. ควรศึกษาทดลองเนื้อดินบั้นที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้าน เช่น เนื้อดินบั้นที่เป็นฉนวนทนความร้อน เนื้อดินบั้นโบนไชน่า เนื้อดินบั้นที่สามารถกรองน้ำได้ เป็นต้น
5. ควรศึกษาทดลองการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อจากแม่พิมพ์