

## บทที่ 5

### สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยการพัฒนาเนื่อดินบ้นสโตนแวร์อุณหภูมิต่ำของเนื่อดินบ้นบ้านมอญ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ โดยเลือกอุณหภูมิต่ำในการเผา 1,100 องศาเซลเซียส

#### สรุปผล

จากการวิจัยพัฒนา เนื่อดินบ้นสโตนแวร์อุณหภูมิต่ำโดยใช้เนื่อดินพื้นบ้านของชุมชนบ้านมอญ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ สรุปผลได้ดังนี้

1. ชั้นศึกษาสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย
  - 1.1 สมบัติของดินพื้นบ้านที่ใช้ในการวิจัย มีปริมาณของซิลิกา 57.2เปอร์เซ็นต์ อลูมินา 21.0 เปอร์เซ็นต์ เฟอริกออกไซด์ 6.3 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของแมงกานีสออกไซด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของสารเคมีกลุ่มต่าง 4.9 เปอร์เซ็นต์
  - 1.2 สมบัติของดินขาวลำปางที่ใช้ในการวิจัย มีปริมาณของซิลิกา 51.20เปอร์เซ็นต์ อลูมินา 36.40เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของเฟอริกออกไซด์ 1.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของสารเคมีมีกลุ่มต่าง 5.7 เปอร์เซ็นต์
  - 1.3 สมบัติของหินควอตซ์ ที่ใช้ในการวิจัยมีปริมาณซิลิกาสูงถึง 98.9 เปอร์เซ็นต์ อลูมินา 0.90 เปอร์เซ็นต์ คือ ได้ปริมาณซิลิกาบริสุทธิ์สูง
  - 1.4 สมบัติของหินฟันม้าชนิด โพรแตสเฟลด์สปาร์ มีปริมาณซิลิกา 67.70 เปอร์เซ็นต์ อลูมินา 18.70 เปอร์เซ็นต์ โพรแตสเซียมออกไซด์ 12.20 เปอร์เซ็นต์ และ โซเดียมออกไซด์ 2.60 เปอร์เซ็นต์ สารเคมีที่เป็นกลุ่มต่าง 15.7 เปอร์เซ็นต์

จากการนำส่วนผสมระหว่างดินพื้นบ้าน ดินขาวลำปาง ควอตซ์ และหินฟันม้าชนิดโพรแตสเฟลด์สปาร์ ผสมเข้าด้วยกันจำนวน 16 สูตรการทดลอง ทำเป็นแท่งทดลองโดยอัดลงพิมพ์ปูนพลาสติกให้แห้งแล้วนำไปผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่ำ 1,100 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าทั้ง 16 สูตรสามารถคงสภาพอยู่ได้ไม่เกิดความเสียหายหลังเผา

#### 2. ชั้นการผลิต

จากการวิจัยได้นำสูตรที่ 13 มาเตรียมวัตถุดิบใหม่โดยผ่านการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า

พบว่าเนื้อดินบ้นมีความเหนียวลดน้อยลงเนื่องจากเนื้อดินบ้นมีอัตราส่วนผสมเปลี่ยนไปจากเดิมที่อยู่ในธรรมชาติทำให้ความเหนียวลดลง แต่สามารถขึ้นรูปได้นำมาตกแต่งและตากให้แห้งนำมาเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

### 3. ชั้นทดสอบสมบัติของแท่งทดลอง

- 3.1 ความแข็งแรง จากการทดสอบความแข็งแรงทั้ง 16 สูตร พบว่า แท่งทดลองที่แข็งแรงที่สุดเหมาะสมที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์มีจำนวน 16 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 13 มีค่าความแข็งแรงคือ 219.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสูตรที่ 1 มีค่าความแข็งแรงต่ำที่สุด มีค่าความแข็งแรง 185.21 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- 3.2 การหดตัว จากการทดสอบการหดตัวของเนื้อดินทั้ง 16 สูตร พบว่า แท่งทดลองที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานไม่เกินร้อยละ 15 ผ่านหมดทุกสูตร โดยสูตรที่ 14 มีการหดตัวสูงสุดที่ 9.05 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่มีค่าการหดตัวน้อยที่สุด สูตรที่ 15 มีค่าการหดตัว 5.57 เปอร์เซ็นต์
- 3.3 การดูดซึมน้ำ จากการทดสอบการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน ทั้ง 16 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดคือ 8.71 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 12 การดูดซึมน้ำน้อยที่สุดคือ 4.91 เปอร์เซ็นต์
- 3.4 สีของเนื้อดินบ้นส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มทุกสูตร

## อภิปรายผล

จากการวิจัยพัฒนาเนื้อดินบ้นสโตนแวร์อุณหภูมิต่ำโดยใช้ดินชุมชนบ้านมอญ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ อภิปรายผลได้ดังนี้

### 1. ชั้นศึกษาสมบัติของวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในดินพื้นบ้านมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าดินขาว ซึ่งมีผลทำให้ดินพื้นบ้านทนอุณหภูมิได้ต่ำ เพราะออกซิเจนเป็นสารที่สามารถทนอุณหภูมิสูงถึง 2,050 องศาเซลเซียส ปริมาณเพอร์ริออกไซด์ 6.3 เปอร์เซ็นต์ แมงกานีสไดออกไซด์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ของดินพื้นบ้าน มีปริมาณสูง มีผลทำให้เนื้อดินพื้นบ้านมีสีเกิดขึ้นทำให้ดินมีความบริสุทธิ์ต่ำ สารเคมีกลุ่มต่างๆ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิปริมาณสูง ทำให้ดินพื้นบ้านมีจุดหลอมละลายต่ำกว่าดินขาว

จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนและซิลิกาของหินควอตซ์มีปริมาณซิลิกาบริสุทธิ์ถึง 98.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณออกซิเจน 0.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลทำให้การทนไฟ สามารถทนไฟที่อุณหภูมิสูงได้ถึง 1,100 องศาเซลเซียส

จากการวิเคราะห์ปริมาณอลูมาและซิลิกาของโปรแตสเฟลด์สปาร์มีปริมาณซิลิกาอยู่ 51.20 เปอร์เซ็นต์ อลูมินา 36.40 เปอร์เซ็นต์ โปรแตสเซียม 12.20 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมคาร์บอเนต 2.60 เปอร์เซ็นต์ ของโปรแตสเฟลด์สปาร์ ทำให้ช่วยลดอุณหภูมิในการเผา ได้เนื้อดินให้มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

## 2. ขั้นตอนการผลิต

จากการศึกษาความเหนียวของเนื้อดินการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยใช้แป้นหมุนไฟฟ้าซึ่งสามารถขึ้นรูปได้ แต่จะมีความยากง่ายแตกต่างกัน เนื่องจากอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เช่น สูตรที่มีอัตราส่วนของดินพื้นบ้านน้อย แต่มีหินพื้นม้า และควอตซ์มากก็就会有ความบริสุทธิ์ทำให้มีความเหนียวลดลงและในทางตรงข้ามสูตรที่มีปริมาณดินพื้นบ้านมาก ปริมาณหินพื้นมาและควอตซ์น้อย ก็จะมี ความเหนียวมากและสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งสังเกตได้จากสูตรที่ 13 มีอัตราส่วนเนื้อดินพื้นบ้าน 40 เปอร์เซ็นต์ ควอตซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ หินพื้นม้า 10 เปอร์เซ็นต์ และดินขาว 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 : 53)ธรรมชาติของดินเหนียว ดินชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย Kaolinite ที่มีผลึกขนาดเล็กกว่า ดินชนิดอื่นและผลึกมักจะไม่สมบูรณ์ แร่ที่มักพบปะปนอยู่ในดินเหนียวเสมอ เช่น Quartz ,mica และ iron ดินเหนียวมีลักษณะพิเศษคือมีสารอินทรีย์ปนอยู่ สารอินทรีย์นี้จะมีส่วนประกอบคล้ายลิกไนต์มาก ดินชนิดนี้เมื่อแห้งจะมีความแข็งแรงสูง และมีการหดตัวมากเช่นกัน

## 3. ขั้นตอนทดสอบสมบัติของแท่งทดลอง

จากผลการศึกษารูปแบบทดสอบสมบัติของแท่งทดลองสามารถอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

### 3.1 ด้านความแข็งแรง จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าอัตราส่วนสูตรที่ 13

มีค่าความแข็งแรง 219.32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบ คือ เนื้อดินพื้นบ้าน 40 เปอร์เซ็นต์ ควอตซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ ดินขาวลำปาง 40 เปอร์เซ็นต์ และโปรแตสเฟลด์สปาร์ 10 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาด้านความแข็งแรงทุกสูตร พบว่า จากตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมสูตรที่ 4 และ 8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ของดินพื้นบ้าน และดินขาวน้อยก็จะมีค่าความแข็งแรงลดน้อยลงโดยได้ค่าความแข็งแรง 185.61 และ 198.21 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับส่วนหินพื้นม้าและควอตซ์ที่มีปริมาณมากทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลาย จะเห็นได้ว่าสูตรที่มีค่าความแข็งแรงที่สุดคือสูตรที่ 13 กับมีปริมาณของหินพื้นม้าและควอตซ์ต่ำ แสดงว่าไม่ค่อยมีผลต่อความแข็งแรงมากนักแต่มีปริมาณของดินพื้นบ้านและดินขาวมาก คือ 40 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ฉะนั้นสูตรที่ 13 จึงมีค่าความแข็งแรงสุด (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 : 53)ธรรมชาติของดินเหนียว ดินชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย Kaolinite ที่มีผลึกขนาดเล็กกว่า ดินชนิดอื่นและผลึกมักจะไม่สมบูรณ์ แร่ที่มักพบปะปนอยู่ในดินเหนียวเสมอ เช่น Quartz ,mica และ iron ดินเหนียวมีลักษณะพิเศษ

คือมีสารอินทรีย์ปนอยู่ สารอินทรีย์นี้จะมีส่วนประกอบคล้ายลิกไนต์มาก ดินชนิดนี้เมื่อแห้งจะมีความแข็งแรงสูงและมีการหดตัวมากเช่นกัน

3.2 ด้านการหดตัว จากการศึกษาของแท่งทดลองทั้งหมด 16 สูตรอัตราส่วนผสมนั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานของการเป็นสโตนแวร์ และค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวแต่ละสูตรมีค่าอยู่ใน ช่วง 5 - 9 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สูตรที่มีการหดตัวสูงสุดคือ สูตรที่ 5 หดตัว 9.8 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่มีการหดตัวต่ำสุดคือ สูตรที่ 15 มีการหดตัว 5.57 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณของเนื้อดินพื้นบ้านมากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณของ ควอตซ์ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ และหินพื้นม้าที่ทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลาย 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณ ควอตซ์ และมีปริมาณดินขาว 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการหดตัวสูงสุดสูตรคือสูตรที่ 5 มีการหดตัวถึง 9.0 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่ามีปริมาณ ควอตซ์ต่ำมาก ซึ่ง(ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 : 56) กล่าวว่าการหดตัวของเนื้อดินเมื่อแห้งและหลังเผาดินเหนียวมีการหดตัวมากน้อยแตกต่างกันไปตามแหล่งหรือชนิดของดินเหนียวนั้นเช่นดินเหนียวที่มี ซิลิกาสูง แทบจะไม่มีมีการหดตัวเลยแต่ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมาก

3.3 ด้านการดูดซึมน้ำ จากการศึกษาพบว่าสูตรที่มีการดูดซึมน้ำมากที่สุดคือสูตรที่ 3 ดูดซึมน้ำ 8.17 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณของดินพื้นบ้านและดินขาวลดลงทำให้โครงสร้างของเนื้อดินปั่นใหญ่ขึ้นเนื่องจากควอตซ์และหินพื้นม้ามีขนาดใหญ่กว่าเมื่อผ่านการเผาจะเกิดช่องว่างจำนวนมากจึงทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อดินปั่นเป็นจำนวนมากจึงสามารถดูดซึมน้ำได้จำนวนมาก ส่วนสูตรที่ 12 มีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดคือ 4.91 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณของควอตซ์ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งควอตซ์จะเข้าไปแทรกอยู่ตามช่องว่างของโครงสร้างดินขาวและดินพื้นบ้านน้ำจึงไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปได้จึงทำให้เกิดช่องว่างในเนื้อดินน้อย รูพรุนในเนื้อดินก็น้อยลง การดูดซึมน้ำจึงน้อยลง ซึ่ง(Reed.1988:261) กล่าวว่าโครงสร้างของวัสดุเซรามิกส์ที่มีขนาดของเม็ดสารใหญ่และมีอินทรีย์สารสูงเมื่อผ่านการเผาเนื้อสารจะหลอมรวมกันได้ยากทำให้เกิดช่องว่างมากมายทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อวัสดุ น้ำและความชื้นจึงสามารถแทรกซึมได้ง่าย

3.4 สีของเนื้อดิน พบว่า ส่วนใหญ่แท่งทดลองเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นสีของเนื้อดินพื้นบ้านตามสัดส่วนของเนื้อดินพื้นบ้านที่ใช้ เช่น สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจากใช้ปริมาณของดินขาวมากทำให้ของเนื้อดินปั่นอ่อนลง จุดสีดำที่เกิดขึ้นเป็นอิทธิพลของแร่เหล็กที่ปนอยู่ในเนื้อดินพื้นบ้านเมื่อผ่านการเผาถึงจุดหลอมจึงเกิดเป็นสีดำตามลักษณะของสีเฟอริกออกไซด์ ส่วนผิวที่หยาบเป็นอิทธิพลของทรายละเอียดที่ปนมากับเนื้อดินพื้นบ้าน เมื่อผ่านการเผาทรายที่มีขนาดของอนุภาคใหญ่จากหลอมละลายยากในขณะเนื้อดินปั่นหลอมตัวเม็ดทรายเหล่านั้นจึงโผล่ขึ้นมาจากผิวของเนื้อดินปั่นลักษณะเป็นตุ่มเล็ก ๆ

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ ทำเนื่อดินปั้นสโตนแวร์ ควรมีการทดลองอัตราส่วนผสมใหม่อีกครั้ง เนื่องจากวัตถุดิบแต่ละแหล่งจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ผลที่ได้อาจจะไม่เหมือนกัน

1.2 ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตทางเซรามิกส์ ทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ที่เรียกว่า SMEs. เพื่อลดต้นทุนในการผลิตโดยไม่ต้องใช้ดินขาวที่มีราคาแพงในปริมาณมาก ๆ เนื่องจากดินพื้นบ้านเป็นดินที่หาง่าย

1.3 สามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ ไปผลิตผลิตภัณฑ์เป็นอุตสาหกรรมได้ หรือดินของบ้านมอญ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งอาจจะมีการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป ตามยุคตามสมัย

1.4 หากได้มีการสนับสนุนด้านการลงทุนระยะยาวจากธนาคารเพื่อการเกษตรหรือ กรมส่งเสริมการลงทุน คาดว่าจะสามารถผลิต ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จำพวกเครื่องประดับกระเบื้องประดับฝาผนัง ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิจัยวัตถุดิบจากแหล่งอื่นๆ มาทดลองทำเนื่อดินปั้นสโตนแวร์ ที่สามารถทนอุณหภูมิสูงได้มากกว่า ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายมากขึ้น

2.2 หากมีเครื่องมือที่ใช้วัดค่าสมบัติต่าง ๆ ของเนื่อดินปั้นที่เป็นมาตรฐานห้องทดลองก็จะทำให้ได้ผลที่ละเอียดกว่านี้