

## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาดินแดงท้องถิ่นเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร เป็น การวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบอัตรา ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่น สร้างและทดสอบอัตราส่วนผสมของเคลือบที่ เหมาะสม ทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่อง โต๊ะอาหาร และเพื่อออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์น้ำตาลมะพร้าวจากดินแดงท้องถิ่น โดยมีระเบียบ วิธีการวิจัยซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สูตรที่ใช้ในการทดลอง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสูตรที่ใช้

#### สูตรที่ใช้ในการทดลอง

1. การสร้างอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอม ปลูก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ โดยการ ทดสอบสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นที่ไม่ผสมกับวัตถุดิบชนิด ไต หากผลการทดลองไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบได้ หรือมีสีหลังเผาไม่สวยงาม จึง พิจารณาเลือกใช้วัตถุดิบในส่วนผสม เช่น ดินขาว หินฟันม้า ควอตซ์ เป็นต้น ตามสมบัติที่ได้
2. การสร้างอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น จากดินแดงบ้านสารภี ตำบลจอมปลูก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับ การขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบใช้การคำนวณสูตรเคลือบจากสูตรเอ็มไพริคัลเป็นสูตรร้อยละของ วัตถุดิบ

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อ การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร จากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลูก อำเภอบาง คนที จังหวัดสมุทรสงคราม มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ปีกเกอร์ กระจบอกรตวง หลอดหยด เครื่องชั่งไฟฟ้า นาฬิกาจับเวลา แบบพิมพ์ทดสอบอัตราการหล่อแบบ แบบพิมพ์หล่อแห้ง ทดสอบการหดตัว โกร่ง หม้อต้ม และเวอร์เนียแคลิเปอร์
2. เครื่องจักรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เตาอบขึ้นทดสอบ และเตาเผาชนิดเตาไฟฟ้า
3. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ดินแดงท้องถิ่น หินฟันม้า ควอตซ์ หินปูน บอแรกซ์ และโซเดียมซิลิเคต เป็นต้น

## ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้นำไปสู่การพัฒนาดินแดงท้องถิ่นเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบของท้องถิ่น นำไปสู่การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนในกลุ่มสินค้าเกษตรแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น น้ำตาลมะพร้าว กะปิ ขนมไทย ไอศกรีม เป็นต้น โดยใช้กระบวนการทดสอบทดลองที่แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอนโดยแสดงวิธีดำเนินการวิจัยตามตารางที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างและทดสอบอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1.1 ทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ได้แก่

1.1.1 ทดสอบสมบัติทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์เพื่อหาร้อยละของสารประกอบออกไซด์ในองค์ประกอบทางเคมีของดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ได้แก่ อะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide,  $Al_2O_3$ ) ซิลิคอนไดออกไซด์ (silicon dioxide,  $SiO_2$ ) โพแทสเซียมออกไซด์ (potassium oxide,  $K_2O$ ) โซเดียมออกไซด์ (sodium oxide,  $Na_2O$ ) แคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide,  $CaO$ ) ไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide,  $TiO_2$ ) แมกนีเซียมออกไซด์ (magnesium oxide,  $MgO$ ) เหล็กออกไซด์ (ferric oxide,  $Fe_2O_3$ ) แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide,  $MnO_2$ ) และมลทินที่หายไปหลังเผา (ignition loss หรือ loss of ignition, LOI)

1.1.2 ทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ ดังนี้

1) สมบัติของวัตถุดิบ โดยทดสอบลักษณะทางกายภาพ ปริมาณความชื้น ปริมาณกากค้ำตะแกรง และพิจารณาลักษณะกาก มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

(1) ทดสอบลักษณะทางกายภาพ โดยการพิจารณาลักษณะของแหล่งวัตถุดิบดินแดงท้องถิ่น และลักษณะของดินแดงท้องถิ่นที่ขุดได้จากแหล่งวัตถุดิบ

(2) ทดสอบปริมาณความชื้น โดยนำดินแดงท้องถิ่นมาชั่งน้ำหนักบันทึกเป็นน้ำหนักก่อนอบ (กรัม) หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงชั่งน้ำหนักหลังอบ (กรัม) และคำนวณตามสูตร

ร้อยละของความชื้น (% moisture) =

$$[(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) / \text{น้ำหนักก่อนอบ}] \times 100$$

(3) ทดสอบปริมาณกากค้ำตะแกรง ภายหลังจากหาปริมาณความชื้นของดินแดงท้องถิ่น นำร้อยละของความชื้นมาหาร้อยละของเนื้อวัตถุดิบแห้ง (% dry) สำหรับชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ บันทึกน้ำหนัก (กรัม) แล้วจึงเติมน้ำปริมาณตามความต้องการและกวนดินแดงท้องถิ่นในน้ำจนกระทั่งแตกตัว ไม่เกาะเป็นก้อน นำดินแดงท้องถิ่นที่แตกตัวแล้วไปเทลงบนตะแกรงที่ต้องการทดสอบขนาด 200 เมช ใช้น้ำล้างกากบนตะแกรงจนกระทั่งกากสะอาด โดยระวังไม่ให้กากบนตะแกรงกระเด็นออกนอกตะแกรง นำตะแกรงที่มีกากอบจนกระทั่งแห้ง นำกากที่ได้มาชั่งน้ำหนัก และคำนวณจากสูตร

ร้อยละของกากบนตะแกรง 200 เมช

$$= \frac{\text{น้ำหนักกากบนตะแกรง}}{A} \times 100$$

A

$$\text{เมื่อ } A = \frac{\text{น้ำหนักวัตถุดิบ} \times (\% \text{ dry})}{100}$$

(4) พิจารณานิตและปริมาณของกากของดินแดงท้องถิ่นจากแหล่งวัตถุดิบที่ค้ำบนตะแกรงจากการทดสอบปริมาณกากค้ำตะแกรง

2) สมบัติเพื่อการหล่อแบบ ได้แก่การทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป ค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณสารช่วยกระจายลอยตัว อัตราการหล่อแบบ และคุณภาพของการหล่อแบบ ได้แก่คุณภาพของผิวผลิตภัณฑ์ เวลาสำหรับการแข็งตัว ความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์ สมบัติในการตัดตกแต่ง และน้ำที่ค้ำในผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

(1) ทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป โดยชั่งน้ำหนักดินแดงท้องถิ่น โดยบันทึกน้ำหนักวัตถุดิบแห้ง (กรัม) นำดินแดงท้องถิ่นมาทำเป็นเนื้อดินปั้นเพื่อการหล่อแบบโดยการเติมน้ำ บันทึกปริมาตรน้ำที่เติมลงในเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่น จนกระทั่งได้น้ำดินที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.40–1.50 นำมาคำนวณตามสูตร

$$\text{ร้อยละของน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำที่ใช้}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง}} \times 100$$

(2) การหาค่าความถ่วงจำเพาะ โดยการชั่งน้ำหนักบีกเกอร์แห้ง (กรัม) เติมน้ำดินลงในบีกเกอร์จนได้ปริมาตรที่กำหนดไว้ ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ที่มีน้ำดิน (กรัม) คำนวณจากสูตร

ความถ่วงจำเพาะ

$$= \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์ที่มีน้ำดิน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์แห้ง}}{\text{ปริมาตรน้ำดินในบีกเกอร์}}$$

(3) หาปริมาณสารช่วยกระจายลอยตัว ในขณะที่ปรับน้ำดินให้มีค่าความถ่วงจำเพาะตามความต้องการ ใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารช่วยกระจายลอยตัว

(deflocculation) โดยบันทึกน้ำหนักของสารช่วยกระจายลอยตัวที่ใช้ปรับให้น้ำดินมีการไหลตัวดี นำมาคำนวณตามสูตร

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละของสารช่วยกระจายลอยตัว} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักสารช่วยกระจายลอยตัวที่ใช้}}{\text{น้ำหนักวัตฤติบแห้ง}} \times 100 \end{aligned}$$

(4) นำน้ำดินที่ปรับสมบัติด้านความหนาแน่นและการไหลตัวแล้วมากรองด้วยตะแกรงกรองขนาด 200 เมช ก่อนนำไปใช้ทดสอบอัตราการหล่อแบบ โดยเทน้ำดินที่ต้องการทดสอบลงในแบบพิมพ์ทดสอบให้เต็มจำนวน 2 แบบพิมพ์ เริ่มจับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ต้องการทดสอบได้แก่ที่ 10 นาที และ 20 นาที จึงเทน้ำดินออกจากแบบพิมพ์ และคว่ำแบบพิมพ์ไว้ เมื่อเนื้อดินปั้นที่เกาะแบบพิมพ์หมด ใช้มีดตัดเพื่อวัดความหนาของชั้นดิน บันทึกค่าอัตราการหล่อเป็นความหนาที่วัดได้ต่อเวลาที่ทดสอบ (เช่นติเมตรต่อ 10 นาที และ ต่อ 20 นาที)

(5) พิจารณาคุณภาพของการหล่อแบบด้านคุณภาพของผิวผลิตภัณฑ์ พิจารณาจากลักษณะผิวผลิตภัณฑ์ด้านในหลังการเทน้ำดินออกจากแบบพิมพ์ ว่าผิวด้านในมีลักษณะดี (good) พอใช้ (fair) หรือเลว (poor)

(6) ทดสอบเวลาสำหรับการแข็งตัว ได้แก่การจับเวลาตั้งแต่เทน้ำดินออกจากแบบพิมพ์ทดสอบอัตราการหล่อแบบหมด จนกระทั่งสามารถนำมาตัดหาอัตราการหล่อแบบได้ บันทึกเวลาที่ใช้เป็นเวลาสำหรับการแข็งตัว (นาที)

(7) พิจารณาคุณภาพของการหล่อแบบด้านความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์ โดยการพิจารณาจากผิวของผลิตภัณฑ์ด้านในแบบพิมพ์หลังจากเทน้ำดินออก ว่าผิวมัน (shiny surface) หรือไม่มัน (dull surface) และดึงเนื้อดินขึ้นมาวัดพิจารณาว่ามีสมบัติอ่อน (soft) พอใช้ (fair) ดี (good) หรือแข็ง (hard) ภายหลังจากทดสอบหาเวลาสำหรับการแข็งตัว

(8) พิจารณาคุณภาพของการหล่อแบบด้านสมบัติในการตัดตกแต่ง โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นที่ใช้ขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบ ภายหลังจากตัดตกแต่งว่าจะทำให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือแตกร้าวหรือไม่ โดยใช้การสังเกตขณะที่ตัดหาอัตราการหล่อแบบว่าตัดยากหรือง่ายเพียงใด รอยตัดเรียบหรือไม่ ผลิตภัณฑ์ตัดแล้วแตกหรือไม่ และบิดเบี้ยวระหว่างตัดหรือไม่

(9) ทดสอบหาปริมาณน้ำที่ค้างในผลิตภัณฑ์ โดยนำเนื้อดินที่ได้จากแบบพิมพ์จากการทดสอบหาอัตราการหล่อแบบ มาชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็นน้ำหนักก่อนอบ (กรัม) นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง นำเนื้อดินหลังอบแห้งมาชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็นน้ำหนักหลังอบ (กรัม) คำนวณหาร้อยละของน้ำที่ค้างในผลิตภัณฑ์จากสูตร

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละของน้ำที่ค้างในผลิตภัณฑ์} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \end{aligned}$$

3) สมบัติเมื่อแห้ง ได้แก่การทดสอบการหดตัวของเมื่อแห้ง โดยเทน้ำดินที่ปรับสมบัติแล้วลงในแบบพิมพ์เพื่อหล่อแห้งทดสอบ (มีระยะเวลาความยาวกำหนดไว้บนแบบพิมพ์เป็นความยาวเมื่อขึ้นรูป หน่วยเป็นมิลลิเมตร) นำแห้งทดสอบออกจากแบบพิมพ์นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำมาวัดระยะเป็นความยาวเมื่อแห้ง (มิลลิเมตร) คำนวณหาร้อยละการหดตัวของเมื่อแห้งแต่ละแห้งทดสอบ นำมาหาค่าเฉลี่ย โดยสูตรการหาร้อยละการหดตัวของเมื่อแห้งมีดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละการหดตัวของเมื่อแห้ง} \\ & = \frac{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป} - \text{ความยาวเมื่อแห้ง}}{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป}} \times 100 \end{aligned}$$

4) สมบัติหลังเผา โดยทดสอบการหดตัวหลังเผา สีหลังเผา การดูดซึมน้ำหลังเผา และความทนไฟ ที่ 5 ระดับอุณหภูมิคือ 1,000, 1,050, 1,100, 1,150 และ 1,200 องศาเซลเซียส มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

(1) นำแห้งทดสอบที่ทดสอบการหดตัวของเมื่อแห้งแล้วนำเข้าเผาที่อุณหภูมิ 1,000, 1,050, 1,100, 1,150 และ 1,200 องศาเซลเซียส ด้วยเตาไฟฟ้า จำนวนระดับอุณหภูมิละ 4 แห้งทดสอบ

(2) ภายหลังกการเผาที่ระดับอุณหภูมิที่กำหนด นำมาพิจารณาสีหลังเผา และความทนไฟหลังเผาที่อุณหภูมินั้น ๆ

(3) ทดสอบการหดตัวหลังเผาโดยการวัดระยะบนแห้งทดสอบแต่ละแห้ง บันทึกเป็นความยาวหลังเผา (มิลลิเมตร) คำนวณหาร้อยละการหดตัวหลังเผาแต่ละแห้งทดสอบ นำมาหาค่าเฉลี่ยสำหรับแห้งทดสอบที่มีอุณหภูมิการเผาในระดับเดียวกัน โดยสูตรการหาร้อยละการหดตัวหลังเผามีดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละการหดตัวหลังเผา} \\ & = \frac{\text{ความยาวเมื่อแห้ง} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวเมื่อแห้ง}} \times 100 \end{aligned}$$

(4) ทดสอบการดูดซึมน้ำหลังเผา โดยนำแห้งทดสอบที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิที่กำหนดแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังอบ ปล่อยให้เย็นตัว ชั่งน้ำหนักก่อนต้ม (กรัม) นำขึ้นทดสอบในน้ำกลั่นนาน 4 ชั่วโมง และแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เช็ดผิวด้วยผ้าแห้ง และชั่งน้ำหนักหลังต้ม (กรัม) คำนวณหาร้อยละของการดูดซึมน้ำหลังเผา นำมาหาค่าเฉลี่ยสำหรับแห้งทดสอบที่มีอุณหภูมิการเผาในระดับเดียวกัน โดยสูตรการหาร้อยละของการดูดซึมน้ำหลังเผามีดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละของการดูดซึมน้ำหลังเผา} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักหลังต้ม} - \text{น้ำหนักก่อนต้ม}}{\text{น้ำหนักก่อนต้ม}} \times 100 \end{aligned}$$

1.2 เลือกระดับอุณหภูมิในการเผาดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ทำให้มีสมบัติทางฟิสิกส์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหารได้ คืออุณหภูมิการเผาที่ทำให้ดินแดงสุกตัว ไม่หลอมละลาย และมีการดูดซึมน้ำหลังการเผาไม่เกินร้อยละ 8 มีอัตราการหล่อแบบและคุณภาพการหล่อแบบดี มีการหดตัวก่อนเผาและหลังเผาไม่สูง และพิจารณาสีหลังเผา

2. การสร้างและทดสอบอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ เมื่อได้เนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภีที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบแล้วจึงทดสอบเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เลือกไว้ ที่มีวิธีการทดลองดังนี้

2.1 สร้างอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ

2.2 ทดสอบสมบัติของอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ โดยการพิจารณาลักษณะของเคลือบและผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นหลังเผาเคลือบที่อุณหภูมิที่เลือกไว้ (1,000–1,200 องศาเซลเซียส) ได้แก่

- 1) ลักษณะความมันของเคลือบ
- 2) การสุกตัวของเคลือบ
- 3) การไหลตัวของเคลือบ
- 4) การรานตัวของเคลือบ
- 5) สีเคลือบ
- 6) ตำหนิเคลือบ

2.3 เลือกอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ เพื่อทดสอบความเหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร

3. การทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร โดยการทดสอบสมบัติอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานดังนี้

3.1 การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการด้านปริมาณตะกั่วและแคดเมียม ตาม มอก. 32-2546 วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546) โดยมีเกณฑ์มาตรฐานของปริมาณตะกั่วและแคดเมียมเป็นไปตาม มอก. 601-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เออร์เทนแวร์ นั้นคือปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่สกัดออกมาจากภาชนะจากดินแดงท้องถิ่นที่เป็นภาชนะ

แบบก้นลึกขนาดเล็ก ตะกั่วไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และแคดเมียมไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

วิธีการทดสอบที่กำหนดไว้ตาม มอก. 32-2546 ที่อ้างอิงถึง ISO 6486-1 : 1999 Ceramic ware, glass-ceramic ware and glass dinnerware in contact with food-Release of lead and cadmium-Part 1 : Test method มีวิธีการทดสอบ ดังนี้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546, หน้า 7-12)

1) เตรียมตัวอย่างจำนวน 4 ชิ้นที่มีขนาด รูปร่าง รูปทรง สีและการตกแต่งที่เหมือนกัน โดยล้างตัวอย่างอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียสด้วยผงซักฟอกที่ไม่เป็นกรด แล้วล้างในน้ำประปา ต่อด้วยล้างในน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีความบริสุทธิ์ ทำตัวอย่างให้แห้งโดยการใส่ผ้าเช็ดหรือนำเข้าเตาอบ

2) เติมสารละลายกรดอะซิติก (acetic acid test solution) ร้อยละ 4 ลงในตัวอย่างจนถึงระยะ 1 มิลลิเมตรจากแนวขอบน้ำล้นด้านบน ปิดฝาไว้นาน 24 ชั่วโมง +/- 30 นาที ที่อุณหภูมิ 22 +/- 2 องศาเซลเซียส

3) นำสารละลายที่ได้มาเติมสารละลายที่ใช้ทดสอบ แล้วจึงหาปริมาณตะกั่วหรือแคดเมียมในสารละลายที่สกัดได้ โดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer)

3.2 การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการตาม มอก. 601-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เออร์เทนแวร์ มีดังนี้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546)

1) การทดสอบความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน มอก. 601-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เออร์เทนแวร์ กำหนดไว้ว่าภาชนะเออร์เทนแวร์ต้องทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลันที่แตกต่างกัน 120 องศาเซลเซียส โดยเมื่อทดสอบตาม มอก. 564 โดยให้  $t_1 - t_2 = 120$  องศาเซลเซียสและทดสอบซ้ำจนครบ 3 ครั้งแล้ว ต้องไม่แตกร้าวและผิวเคลือบต้องไม่ร่อน การทดสอบความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลันใช้วิธีทดสอบตาม มอก. 564-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : พอร์ซเลน (หน้า 6) ดังนี้

(1) วางตัวอย่างภาชนะจำนวน 3 ใบในตู้อบที่ทำให้ร้อนก่อนแล้วที่อุณหภูมิ  $t_1$  ทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

(2) นำตัวอย่างออกจากตู้อบที่ละใบโดยใช้คีม ให้ใช้เวลาในการนำตัวอย่างแต่ละใบออกจากตู้อบประมาณ 5 วินาที

(3) จุ่มตัวอย่างให้จมมิดในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้อง  $t_2$  โดยที่  $t_1 - t_2 = 120$  องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่เกิน 2 นาที

(4) นำตัวอย่างออกมาเช็ดให้แห้งแล้วจุ่มลงในสารละลายเมทิลีนบลู

(5) ตรวจสอบรอยเสียหายหลังจากที่ทำความสะอาดตัวอย่างเสร็จแล้ว

(6) ทดสอบตัวอย่างแต่ละใบซ้ำตามวิธีการข้างต้นจนครบ 3 ครั้งแล้ว

ตรวจพินิจ

2) การทดสอบการดูดซึมน้ำ มอก. 601-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เออร์เทนแวร์ ระบุให้ภาชนะเออร์เทนแวร์มีค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยการทดสอบการดูดซึมน้ำตาม มอก. 564-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : พอร์ซเลน (หน้า 6) มีดังนี้

(1) ขึ้นทดสอบจำนวน 5 ชั้นที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของภาชนะที่ทำให้แตกใหม่ ๆ 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั้น โดยให้แต่ละชั้นมีพื้นผิวด้านเคลือบสองด้านรวมประมาณ 30 ตารางเซนติเมตร

(2) อบอุ่นทดสอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียสจนมีน้ำหนักคงที่

(3) ปล่อยให้เย็นในเดสิกเกเตอร์จนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งขึ้นทดสอบ

(4) นำไปแช่น้ำแล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ระวังอย่าให้น้ำแห้งจนมีระดับต่ำกว่าชั้นทดสอบ และไม่ให้ชั้นทดสอบแตะกันหรือข้างภาชนะโดยใช้ตะแกรงหรือวัสดุอื่นรองรับ

(5) ปล่อยให้เย็นในน้ำนั้นจนถึงอุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วนำชั้นทดสอบมาเช็ดน้ำที่เกาะอยู่ตามผิวโดยใช้ผ้าสำลีหมาด ๆ เช็ดแล้วชั่งทันที

(6) คำนวณค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของชั้นทดสอบแต่ละชั้น แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

ร้อยละของการดูดซึมน้ำหลังเผา

$$= \frac{\text{น้ำหนักหลังต้ม} - \text{น้ำหนักก่อนต้ม}}{\text{น้ำหนักก่อนต้ม}} \times 100$$

3) การทดสอบความทนต่อการราน มอก. 564-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : พอร์ซเลน (หน้า 7) ได้กำหนดคุณลักษณะและวิธีการทดสอบความทนต่อการรานเมื่อทดสอบการรานแล้วผิวเคลือบต้องไม่ร้าวหรือรอยราน ซึ่งวิธีการทดสอบความทนต่อการรานมีดังนี้

(1) ขึ้นทดสอบให้ใช้จำนวน 6 ชั้นที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของตัวอย่างอย่างน้อย 3 ใบ โดยให้แต่ละชั้นมีพื้นที่รวมสองด้านประมาณ 50 ตารางเซนติเมตร มีด้านเคลือบสองด้าน ในการทำให้แตกควรระวังไม่ให้ร้าวในเนื้อหรือเคลือบ ชั้นใดที่ร้าวให้ทิ้ง

(2) วางชั้นทดสอบในหม้อนึ่งอัดไอ แล้วอบด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิความดัน 0.5 +/- 0.02 เมกาปาสกาล (5.0 +/- 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(3) ค่อย ๆ ลดความดันจนถึงความดันบรรยากาศ ปล่อยให้ชั้นทดสอบเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องในหม้อนึ่งอัดไอดี

(4) นำชั้นทดสอบขึ้นมาเช็ดให้แห้งแล้วจุ่มลงในสารละลายสี เช่น เมทิลีนบลู

(5) ทำความสะอาดชั้นทดสอบแล้วตรวจดูรอยร้าวและราน



## (6) ทดสอบขั้นทดสอบทั้ง 6 ชั้นซ้ำตามวิธีการข้างต้นจนครบ 5 ครั้ง

4. การออกแบบและสร้างบรรจุกณ์ท์น้ำตาลมะพร้าวจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาลักษณะการใช้งานน้ำตาลมะพร้าวของกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยว จังหวัดสมุทรสงครามทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติจำนวน 300 คน ให้ได้มาซึ่งลักษณะการใช้งาน น้ำตาลมะพร้าว ความต้องการน้ำตาลมะพร้าว เพื่อใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบบรรจุกณ์ท์ ประมวลสภาพปัญหาและความต้องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

4.2 ออกแบบบรรจุกณ์ท์น้ำตาลมะพร้าวที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคและมีเอกลักษณ์ชุมชน โดยใช้ดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ภายใต้บรรทัดฐานเบื้องต้นใน 3 ด้านดังนี้

1) ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ (practical function) พิจารณาจาก (1) ความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน (2) ความเหมาะสมถูกต้องตามสรีระของผู้ใช้ (3) ความปลอดภัย (4) การบำรุงรักษา และ (5) ความแข็งแรงทนทาน

2) การสื่อสารความหมายบนผลิตภัณฑ์ (sign function) พิจารณาจาก (1) ความงามในการจัดองค์ประกอบ (2) ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ และ (3) การสื่อสารคุณค่าของผลิตภัณฑ์

3) เอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (symbolic function) พิจารณาจาก (1) ความมีเอกลักษณ์น่าสนใจ และ (2) ความต้องการของผู้บริโภค

4.3 จัดทำต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ โดยการสร้างตัวอย่างผลงานการออกแบบ (exemplar) จำนวน 3 แบบ

4.4 ศึกษาความคิดเห็นของประชาชนและนักท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรสงครามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ที่ได้จากการพัฒนาทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์จำนวน 200 คน

4.5 ปรับปรุงงานออกแบบให้สอดคล้องกับความเห็นของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค

4.6 ผลิตบรรจุกณ์ท์น้ำตาลมะพร้าวตามแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 100 ชิ้น

ตารางที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ (input)	ขั้นตอนการวิจัย (process)	การทดสอบ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสถานที่ดำเนินการ	ผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการ (output)
1. วัตถุดิบได้แก่ ดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม	1. ทดสอบสมบัติทางเคมี	วิเคราะห์หาร้อยละของสารประกอบออกไซด์ดังนี้ $Al_2O_3$ , $SiO_2$ , $K_2O$ , $Na_2O$ , $CaO$ , $TiO_2$ , $MgO$ , $Fe_3O_4$ , $MnO_2$ , LOI.  โดยหน่วยงานทดสอบและวิเคราะห์ภายนอก	1. องค์ประกอบทางเคมีของดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงครามที่สำคัญต่อการพัฒนาเนื้อดินปั้นและเคลือบในงานเซรามิก
1. วัตถุดิบได้แก่ ดินแดงท้องถิ่น โซเดียมซิลิเกต 2. เครื่องมือและอุปกรณ์ได้แก่ ปีกเกอร์ เครื่องชั่งไฟฟ้า นาฬิกาจับเวลา แบบพิมพ์ทดสอบอัตรา การหล่อแบบ แบบพิมพ์หล่อแห้ง ทดสอบการหดตัว เวอร์เนียร์แคลิเปอร์ และหม้อต้ม 3. เครื่องจักรได้แก่ เตาเผาชนิดเตาไฟฟ้า และเตาอบขึ้นทดสอบ	2. ทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์	ทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ดังนี้ 1. สมบัติของวัตถุดิบ 2. สมบัติเพื่อการหล่อแบบ 3. สมบัติเมื่อแห้ง 4. สมบัติหลังเผา ที่ 5 ระดับ อุณหภูมิคือ 1,000, 1,050, 1,100, 1,150 และ 1,200 องศาเซลเซียส  โดยผู้วิจัย ที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และโดยหน่วยงานทดสอบและวิเคราะห์ภายนอก	2. สมบัติทางฟิสิกส์ของดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี ตำบลจอมปลวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่สำคัญต่อ งานเซรามิก ใช้เป็นข้อมูลเพื่อการตัดสินใจสู่การพัฒนา
	3. เลือกระดับอุณหภูมิการเผาที่ดีที่สุด	เกณฑ์การเลือกอุณหภูมิการเผา มีดังนี้ 1. ระดับอุณหภูมิที่เนื้อดินปั้นทนไฟได้ยังไม่หลอมละลายเสียรูปทรง 2. ระดับอุณหภูมิที่มีการดูดซึมน้ำหลังเผาไม่เกินร้อยละ 8 3. อัตราการหล่อแบบและคุณภาพการหล่อแบบดี	3. ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับนำดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ไปใช้ขึ้นรูป ด้วยวิธีหล่อแบบและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วัตถุดิบ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ (input)	ขั้นตอนการวิจัย (process)	การทดสอบ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสถานที่ดำเนินการ	ผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการ (output)
		4. การหัดตัวก่อนเผาและหลัง เผาต่ำ 5. สีหลังเผา  โดยผู้วิจัย ที่คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	
1. วัตถุดิบได้แก่ ดิน แดงท้องถื่นบ้าน สารภี ตำบล จอมปลวก อำเภอ บางคนที จังหวัด สมุทรสงคราม ดินขาว หินฟันม้า ควอตซ์ หินปูน บอแรกซ์ โคลิมาไนต์ เป็นต้น 2. สูตรเอมไพริคัล	4. สร้างอัตรา ส่วนผสมของ เคลือบ	คำนวณสูตรเคลือบจากสูตรเอม ไพริคัลเปลี่ยนจำนวนโมลของ ออกไซด์เป็นร้อยละของวัตถุดิบ ตามชนิดของวัตถุดิบที่ต้องการใช้ งาน  โดยผู้วิจัย ที่คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	4. สูตรส่วนผสมของ เคลือบในรูปสูตรร้อยละ ของวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อ การนำไปทดสอบ
1. ขึ้นทดสอบที่ทำ จากเนื้อดินปั้นจาก ดินแดงท้องถื่น 2. เครื่องมือและ อุปกรณ์ได้แก่ เครื่องมือเพื่อการ เตรียมเคลือบ เช่น เครื่องชั่งไฟฟ้า โกร่ง หม้อต้ม เป็นต้น 3. เครื่องจักรได้แก่ เตาไฟฟ้า และเตาอบ	5. ทดสอบ สมบัติของ เคลือบ	ทดสอบสมบัติของเคลือบที่ เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของ เนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถื่น บ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธี หล่อแบบ ได้แก่ ลักษณะความ มันของเคลือบ การสุกตัวของ เคลือบ การไหลตัวของเคลือบ การรานตัวของเคลือบ สีเคลือบ และตำหนิเคลือบ  โดยผู้วิจัย ที่คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	5. สมบัติของเคลือบที่ เหมาะสมกับเนื้อดินปั้น จากดินแดงท้องถื่นบ้าน สารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ (input)	ขั้นตอนการวิจัย (process)	การทดสอบ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสถานที่ดำเนินการ	ผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการ (output)
-	6. เลือก อัตราส่วนผสม ของเคลือบ	เลือกอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่น บ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ โดยพิจารณาจากผิวเคลือบมัน วาว เคลือบสุกตัว เคลือบไม่ไหล ตัว เคลือบไม่รานตัว และมีตำหนิเคลือบน้อยหรือไม่มี  โดยผู้วิจัย ที่คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	6. อัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่น บ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ จำนวน 1-5 อัตราส่วนผสม
1. อัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินแดงท้องถิ่นบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ จำนวน 1-5 อัตราส่วนผสม	7. ทดสอบ สมบัติของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร	การทดสอบสมบัติอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานดังนี้ 1. ทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการด้านปริมาณตะกั่วและแคดเมียมตาม มอก. 32-2546 วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร 2. ทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการตาม มอก. 601-2546 ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : เออร์เทนแวร์ ดังนี้ 2.1 การทดสอบความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน 2.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ 2.3 การทดสอบความทนต่อการราน	7. อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นเพื่อการหล่อแบบ และเคลือบจากดินแดงท้องถิ่นที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องโต๊ะอาหาร

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ (input)	ขั้นตอนการวิจัย (process)	การทดสอบ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสถานที่ดำเนินการ	ผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการ (output)
		โดยหน่วยงานทดสอบและ วิเคราะห์ภายนอก	
1. แบบสัมภาษณ์	8. ศึกษา ลักษณะการใช้ งานน้ำตาล มะพร้าว	<p>1. ศึกษาลักษณะการใช้งาน น้ำตาลมะพร้าว และความ ต้องการน้ำตาลมะพร้าว จาก นักท่องเที่ยวจังหวัด สมุทรสงครามทั้งชาวไทยและ ชาวต่างชาติจำนวน 300 คน</p> <p>2. ศึกษาสภาพ ปัญหาและความ ต้องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์</p> <p>โดยผู้วิจัย ที่แหล่งท่องเที่ยวที่มี ชื่อเสียงของจังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 3 แห่งได้แก่ ตลาดน้ำ ท่าคา ตลาดน้ำอัมพวา และตลาด น้ำบางน้อย จากกลุ่มวิสาหกิจ ชุมชนบ้านสารภี อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม</p>	8. ความต้องการของ ผู้ผลิตและผู้บริโภค เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์น้ำตาล มะพร้าว
1. แบบสัมภาษณ์	9. ออกแบบ ทำ ต้นแบบ และ ปรับปรุงงาน ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์น้ำตาล มะพร้าว	<p>1. บรรทัดฐานเบื้องต้นใน 3 ด้าน คือ</p> <p>1) ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ ได้แก่ (1) ความสะดวกในการใช้ งาน (2) ความเหมาะสมถูกต้อง ตามสรีระของผู้ใช้ (3) ความ ปลอดภัย (4) การบำรุงรักษา และ (5) ความแข็งแรงทนทาน</p> <p>2) การสื่อสารความหมายบน ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) ความงามใน การจัดองค์ประกอบ (2) ความ เหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ และ (3) การสื่อสารคุณค่าของ ผลิตภัณฑ์</p>	9. บรรจุภัณฑ์น้ำตาล มะพร้าวที่มีรูปแบบ สอดคล้องกับความ ต้องการและความคิดเห็น ของผู้ผลิตและผู้บริโภค จำนวน 100 ชิ้น

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วัตถุดิบ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ (input)	ขั้นตอนการวิจัย (process)	การทดสอบ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และสถานที่ดำเนินการ	ผลผลิตที่ได้จาก กระบวนการ (output)
	9. ออกแบบ ทำ ต้นแบบ และ ปรับปรุงงาน ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์น้ำตาล มะพร้าว (ต่อ)	3) เอกลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) ความมีเอกลักษณ์ น่าสนใจ และ (2) ความต้องการ ของผู้บริโภค 2. สอบถามความคิดเห็นของ ประชาชนและนักท่องเที่ยวใน จังหวัดสมุทรสงครามที่มีต่อบรรจุ ภัณฑ์จำนวน 200 คนที่มีต่อ ผลงานออกแบบ  โดยผู้วิจัย ที่แหล่งท่องเที่ยวที่มี ชื่อเสียงของจังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 3 แห่งได้แก่ ตลาดน้ำ ท่าคา ตลาดน้ำอัมพวา และตลาด น้ำบางน้อย	

### การวิเคราะห์ข้อมูลและสูตรที่ใช้

การทดลองในห้องปฏิบัติการใช้การทดสอบโดยการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏให้เห็นได้  
ด้วยสายตา และมีสูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าที่แสดงถึงสมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อดินบับดังต่อไปนี้

1. ปริมาณความชื้น

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

2. ปริมาณกากค้ำตะแกรง

$$\text{ร้อยละของกากบนตะแกรง} = \frac{R1}{A} \times 100$$

เมื่อ R1 หมายถึง น้ำหนักกากบนตะแกรง

$$A = \frac{W1}{100} \times (\% \text{ dry})$$

W1 หมายถึง น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

3. ปริมาณน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป  
ร้อยละของน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป =  $\frac{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง}} \times 100$
4. ค่าความถ่วงจำเพาะ  
ความถ่วงจำเพาะ =  $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์ที่มีน้ำดิน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์แห้ง}}{\text{ปริมาณน้ำดินในบีกเกอร์}}$
5. ปริมาณสารช่วยกระจายลอยตัว  
ร้อยละของสารช่วยกระจายลอยตัว =  $\frac{\text{น้ำหนักสารช่วยกระจายลอยตัวที่ใช้}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง}} \times 100$
6. การหดตัวเมื่อแห้ง  
ร้อยละการหดตัวเมื่อแห้ง =  $\frac{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป} - \text{ความยาวเมื่อแห้ง}}{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป}} \times 100$
7. การหดตัวหลังเผา  
ร้อยละการหดตัวหลังเผา =  $\frac{\text{ความยาวเมื่อแห้ง} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวเมื่อแห้ง}} \times 100$
8. การหดตัวรวม  
ร้อยละการหดตัวรวม =  $\frac{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวเมื่อขึ้นรูป}} \times 100$
9. การดูดซึมน้ำหลังเผา  
ร้อยละการดูดซึมน้ำหลังเผา =  $\frac{\text{น้ำหนักหลังต้ม} - \text{น้ำหนักก่อนต้ม}}{\text{น้ำหนักก่อนต้ม}} \times 100$