

การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน

The Design and Development of plaster molds for Large Industrial Pottery for the Community and Household Business

ฉัตรชัย แก้วดี^{1*}

Chatchai Kaewdee^{1*}

¹ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: aj.chatchai@gmail.com

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 8 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 20 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 29 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกและหาอัตราส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่และออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน ผลการวิจัยพบว่า 1) ขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ของชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ การสร้างด้วยมือที่ละชิ้นโดยผสมกับเส้นใยจากเปลือกมะพร้าว 2) ขนาดของผลิตภัณฑ์มีความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร ระยะเวลาในการผลิตไม่ควรเกิน 7 วัน นับตั้งแต่การสร้างแม่แบบจนได้แม่พิมพ์และสามารถได้แม่แบบที่ผลิตชิ้นงานได้ไม่น้อยกว่า 60 ชิ้นต่อแม่พิมพ์ 1 ชุด 3) อัตราส่วนสำหรับการทำแม่พิมพ์พลาสติกเป็นส่วนผสมระหว่าง ปูนพลาสติก: ปูนซีเมนต์: ปูนยาแนว ที่อัตราส่วน 90: 5: 5 และ 4) ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายสินค้า และอาจารย์ผู้สนใจผลิตภัณฑ์ดินเผามีความพึงพอใจในแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$)

คำสำคัญ: แม่พิมพ์พลาสติก, ผลิตภัณฑ์ดินเผา

Abstract: This research aims to study the process of making plaster molds and to investigate the mixture ratio to form the large terracotta products and to design the plaster molds to create the large terracotta products which is suitable for household industrial production. The results showed that: 1) the appropriate process for creating plaster molds to form the large-scale terracotta products of the community, terracotta manufactures, and local materials in Nakhon Si Thammarat was to create each product by hand and mixed with the fibers from coconut husks; 2) the height of the product was in the range between 120 centimeters. The production period should not exceed seven days from the template and mole were created and such template should produce at least 60 pieces per mold; 3) The ratio for making plaster molds was a mixture between plaster, cement, and grout at the ratio of 90: 5: 5; and 4) manufacturers, suppliers and academic staff who interested

in terracotta products were satisfied with the plaster mold for the production of large-sized workpieces at the highest level ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$).

Key words: Plaster molds, Pottery

1. บทนำ

ปัจจุบันองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตดินเผา ในเขตพื้นที่จังหวัดในภาคใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัด นครศรีธรรมราชลดน้อยลง เนื่องจากผู้ประกอบการ ระดับครัวเรือนขาดแรงกระตุ้นจากตลาด เศรษฐกิจ และ ภาวะโรคติดต่อ โควิด 19 ต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562-2564 เกิดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของโลก นานัปการ [1] ผู้ประกอบการในวิสาหกิจขนาดกลางและ ขนาดย่อมต่าง ๆ จึงต้องปรับตัวให้ก้าวทันตามความ เปลี่ยนแปลง และพัฒนานตนเองจะต้องมีการวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค [2] หน่วยงาน ทางการศึกษา ซึ่งไม่มีการส่งเสริมการเรียนรู้ชุมชนและ ไม่ผลิตนักศึกษา เพื่อตอบสนองความต้องการธุรกิจขนาด เล็กในชุมชนท้องถิ่น ขัดแย้งกับสภาพความเป็นจริงของ สังคมไทยที่เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงขนาดของธุรกิจเล็กลง แต่เน้นคุณภาพ การสร้างธุรกิจขนาดเล็ก ในชุมชนหรือ ต่างจังหวัดจึงเพิ่มขึ้น ทั้งเหตุจากราคาค่าแรงงานที่สูงขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ย้ายฐานการผลิต การผลิต เพื่อการส่งออกเปลี่ยนแปลงเป็นการผลิตทาง เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีมากขึ้น แต่ความต้องการ ผลิตภัณฑ์ทดแทนภายในประเทศยังคงสูง และภาคใต้ เป็นแหล่งท่องเที่ยว ที่สำคัญต้องการผลิตภัณฑ์ดินเผา สำหรับการตกแต่งสถานที่และสวนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้การตอบสนองความต้องการใช้วิธีการขนส่งมาจาก ภาคกลาง และภาคเหนือของประเทศ ราคาผลิตภัณฑ์ จึงสูงจากค่าขนส่ง ในขณะที่ ศักยภาพของผู้ผลิต ในท้องถิ่นสามารถผลิตสินค้าได้เมื่อให้องค์ความรู้ ที่เหมาะสมกับผู้ผลิตในชุมชน โดยแม่พิมพ์พลาสติก เป็นเครื่องมือสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ซ้ำได้อย่าง เหมาะสมและยังสามารถผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะ เหมือนกันและสลับซับซ้อนที่ไม่สามารถขึ้นรูปได้ด้วย

วิธีการอื่น ๆ [3] จากการผลิตให้ได้ขนาด รูปแบบ รายละเอียดเหมือนกันได้จำนวนมาก ผลิตได้ในรูปแบบ ที่ซับซ้อน และทันต่อความต้องการของตลาด สามารถ ผลิตได้หลากหลายรูปแบบ ลดการใช้แรงงานฝีมือโดย การสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ และสร้าง ต้นแบบสินค้าที่แตกต่างจากสินค้า [4] ที่ผลิตได้โดย สามารถคงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของ ตลาด และไม่ยุ่งยากต่อการผลิต ราคาไม่แพงและ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงพัฒนารูปแบบ ที่หลากหลายเพิ่มทางเลือกกับลูกค้าได้เป็นอย่างดี การสร้างองค์ความรู้เพื่อผลิตแม่พิมพ์พลาสติกโดยปรับ อัตราส่วนผสมให้เสริมความแข็งแรงและเหมาะสมต่อ การอัดขึ้นรูปดินเผาจึงเป็นแนวทางที่สามารถสร้าง แม่พิมพ์คุณภาพสำหรับชุมชน โดยมีการวิจัยนำทราย และซีเมนต์เพื่อผลิตเป็นอิฐประสานและการศึกษาสมบัติ การแข็งตัวของแบบปูนพลาสติกมาพัฒนาอย่าง ต่อเนื่อง [5] จึงเป็นสิ่งสำคัญและเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชน ได้อย่างเป็นรูปธรรม และเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ให้กับ นักศึกษามหาวิทยาลัย เพื่อนำไปถ่ายทอดสู่ท้องถิ่นของ ตนเองหรือสร้างอาชีพในท้องถิ่นจากการเรียนรู้อย่าง เป็นระบบ การสังเคราะห์ประเด็นปัญหาและความ ต้องการที่เกิดขึ้นจริงในเชิงลึกอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ได้ ประเด็นที่สอดคล้องกับบริบทในภาพรวมที่จะทำให้ มองเห็นถึงปัญหาที่จะนำไปสู่การบริหารจัดการและการ แก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบหรือสามารถเป็นตัวช่วยในการ จัดระบบ หมวดยุทธศาสตร์เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยง และสร้างความเข้าใจในกระบวนการแก้ไขได้อย่างตรงจุด [6]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก และหาอัตราส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผา

ขนาดใหญ่และออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

3.1.1.1 วัตถุดิบสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกจากการสำรวจแหล่งการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก พบว่า เป็นการนำวัตถุดิบ 3 ชนิด มาใช้เป็นส่วนผสมของแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ 1) ปูนปลาสเตอร์ ปริมาณร้อยละ 80-100 2) ปูนซีเมนต์ ปริมาณร้อยละ 2-6 3) ปูนซีเมนต์ยาแนว ปริมาณร้อยละ 2-6 และ 4) ใช้ปริมาณน้ำตามความเหมาะสมระหว่างร้อยละ 40 -60.00 ด้วยเทคนิคการผสมปูนปลาสเตอร์ด้วยการใช้มือกวนผสม

3.1.1.2 วัสดุประสานสำหรับทำให้ปูนปลาสเตอร์ยึดเกาะและเพิ่มความแข็งแรงให้กับแม่พิมพ์ ได้แก่ ชุยมะพร้าว

3.1.1.3 ดินสำหรับขึ้นรูปแบบการตกแต่งใช้วัสดุในแหล่งผลิตในท้องถิ่นบ้านมะยิง และเผาผลิตภัณฑ์ ในระดับอุณหภูมิที่ชุมชนผลิตเป็นพื้นฐาน

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 อุปกรณ์สำหรับการผสมและผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ กะละมัง อุปกรณ์ผสม อุปกรณ์ตกแต่งแม่พิมพ์ เป็นต้น

3.1.2.2 อุปกรณ์ทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์และเครื่องมือประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์ ได้แก่ ตาชั่ง เครื่องชั่งตวงวัด ความแข็งแรง และเตาอบ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพในส่วนที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาใหม่ของชุมชนในเขตจังหวัดนครราชสีมา การเก็บ

รวบรวมข้อมูลจึงอาศัยแหล่งข้อมูลภาคสนามในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสังเกตในขณะเก็บรวบรวมข้อมูล หลายพื้นที่ เช่น กลุ่มแม่บ้านปากมะยิง ประกอบด้วยผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านและกลุ่มผู้ผลิตดินเผาโดยใช้แม่พิมพ์พลาสติกนำมาประกอบกับการศึกษาเอกสารการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและการสำรวจภาคสนามในสถานที่จริงของแหล่งผลิตที่ประสบความสำเร็จในการผลิตสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง เช่น ด่านเกวียน ปากเกร็ด และเข้าร่วมกิจกรรมการจำหน่ายสินค้าภายในและต่างประเทศนำเสนอเปรียบเทียบรูปแบบและวิธีการผลิตแม่พิมพ์ฯ เพื่อให้ทราบแนวทางในการสร้างสร้งงานเชิงอุตสาหกรรมในชุมชน และได้มาตรฐานสินค้าตรงตามความต้องการของตลาดในเขตชุมชนผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน และตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 สืบค้นและจัดหาข้อมูลที่เป็นทั้งทางด้านเอกสารและภาคสนาม ทั้งแหล่งปฐมภูมิจาก 1) ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 10 คน 2) ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 12 คน 3) นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรออกแบบเครื่องเคลือบดินเผา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม จำนวน 5 คน และทุติยภูมิจาก 1) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาชุมชน 2) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับปูนปลาสเตอร์ 3) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชน 4) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการธุรกิจชุมชน 5) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ภายใต้หัวข้อรูปแบบการผลิต เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดแนวปฏิบัติการดำเนินงานโดยรวมและใช้เป็นพื้นฐานการกำหนดวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนางานวิจัยที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง

มีข้อมูลที่ครอบคลุมกับระบบการผลิตของกลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษา สามารถนำรูปแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านมาประยุกต์ใช้กับแม่พิมพ์พลาสติกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และตรงตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน โดยการวิจัยครั้งนี้กำหนดแหล่งในการสืบค้นและจัดหาข้อมูล

4.2 ศึกษาข้อมูลเอกสารจากการรวบรวมโดย

1) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นมาจัดหมวดหมู่รวบรวมลักษณะของข้อมูลเป็นกลุ่ม เปรียบเทียบตรวจสอบความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอดคล้องกับการวิจัยที่ครอบคลุมกับตัวแปรจากทฤษฎีที่ใช้ได้ แล้วแปลงเป็นแนวคิดในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัยที่สามารถแสดงให้เห็นตัวแปร ทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อนำไปใช้กำหนดแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการต่อไป และ 2) สร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล แบบประเมิน แบบบันทึก แบบทดลอง และแบบสอบถาม โดยเครื่องมือแต่ละชนิดหมายถึง ตัวแปรในแต่ละข้อที่ครอบคลุมตัวแปรที่กำหนดไว้ในการศึกษา

4.3 จัดทำเอกสารราชการประสานงานกับ

หน่วยงานราชการและเอกชน โดย 1) ศึกษารูปแบบเอกสารการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชนแต่ละประเภทเพื่อการขอความร่วมมือในการให้ข้อมูล และการประสานงานกับชุมชนในการลงเก็บข้อมูลภาคสนามและการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ 2) ร่างหนังสือราชการและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องกับสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และนำเสนอตามขั้นตอนเพื่อการประสานงาน 3) จัดส่งเอกสารไปหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งราชการและเอกชนผ่านช่องทางราชการตามลำดับ 4) รอการตอบรับและวิเคราะห์ใบตอบรับเพื่อดำเนินงานตามการวิจัยที่กำหนดตามวัตถุประสงค์ และวิธีการวิจัยที่กำหนดไว้ และ 5) ดำเนินการประสานงานตามกรอบแนวทางที่กำหนดไว้ในการศึกษา

4.4 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

โดยนำเครื่องมือที่จัดทำขึ้นไปสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย โดยเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling simple) ซึ่งเป็นการเลือกที่สอดคล้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดผู้ประกอบการระดับชุมชนที่มีผลผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านที่ชัดเจน และมีการประกอบกิจการอย่างต่อเนื่อง มีความประสงค์ในการเข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตามกรอบที่กำหนดไว้ในการศึกษา

4.5 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล โดย 1) นำ

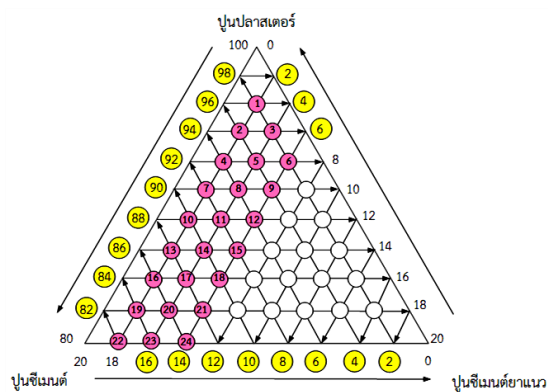
ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือต่าง ๆ มารวบรวม แปลผลข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 2) กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical requirement) โดยการใช้วิธีการสืบค้นผลงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อนำมาผลิตเครื่องปั้นดินเผาสำหรับการตกแต่งอาคารหรือสวนขนาดใหญ่ ซึ่งข้อกำหนดหนึ่งอาจสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการได้หลากหลายความต้องการ เมื่อได้ข้อกำหนดทางเทคนิคซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแล้ว ทำการกำหนดเป้าหมาย (Target values) ของข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด เพื่อการวัดค่า และกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย (Movement of target) และ 3) ทดสอบความคิดเห็นของผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่างโดยนำรูปแบบและข้อมูลในการดำเนินการวิจัยไปสัมภาษณ์ ประเมินความพึงพอใจผู้ประกอบการและนำมาวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการและสังเคราะห์ผลเพื่อนำมาประกอบการวางแผนการทดลองและปฏิบัติการออกแบบแม่พิมพ์เพื่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.6 ทดลองหาอัตราส่วนผสมปูนพลาสติก

โดย 1) ศึกษาข้อมูลทฤษฎีเกี่ยวกับแหล่งการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อนำมาพิสูจน์วัตถุดิบที่เหมาะสมในการหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติก โดยกำหนด

ศึกษาผู้ประกอบการที่ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกจริง และมีการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากแม่พิมพ์ปูนพลาสติก จำนวน 3 ราย และสถานศึกษา จำนวน 2 ราย เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดเริ่มต้นของอัตราส่วนผสม 2) ทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิตามการกำหนดไว้โดยสำรวจใน 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะก่อนใช้งาน และหลังใช้งาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพ และศักยภาพของแม่พิมพ์พลาสติก โดยใช้แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ 3) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดหมวดหมู่ รวบรวมคุณลักษณะที่ต้องการต่าง ๆ และ 4) สร้างตารางการทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการทำแม่พิมพ์ในการทำเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ เพื่อนำไปทดลองต่อไป

4.6.1 อัตราส่วนผสม การวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติก โดยใช้วิธีหาอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Tri-axial diagram) จากวัตถุดิบพื้นฐานที่กำหนด [3] และความเหมาะสมในการขึ้นรูป ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ และคุณภาพหลังการใช้งาน โดยกลุ่มทดลองประกอบด้วยปูนพลาสติก ปูนซีเมนต์ และยาแนว ห่างกันจุดละร้อยละ 2 จำนวน 24 จุด โดยทุกสูตรต้องมีวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1

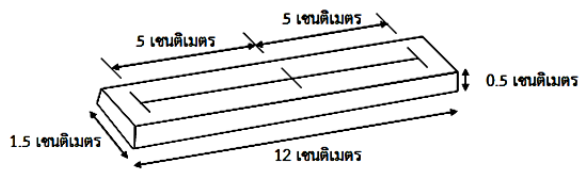


ภาพที่ 1 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

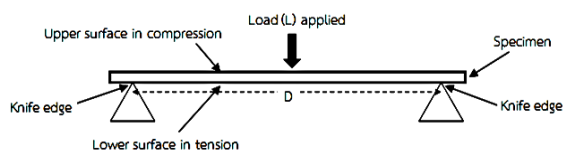
Formula No.	Material (%)			Sum
	Plaster	Cement	Grout	
1	96	2	2	100
2	94	4	2	100
3	94	2	4	100
4	92	6	2	100
5	92	4	4	100
6	92	2	6	100
7	90	2	8	100
8	90	4	6	100
9	90	8	2	100
10	88	2	10	100
11	88	4	8	100
12	88	6	6	100
13	86	2	12	100
14	86	4	10	100
15	86	6	8	100
16	84	2	14	100
17	84	4	12	100
18	84	6	10	100
19	82	2	16	100
20	82	4	14	100
21	82	6	12	100
22	80	2	18	100
23	80	4	16	100
24	80	6	14	100

4.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ ดำเนินการดังนี้ 1) ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนสูตรละ 100 กรัม 2) บดส่วนผสมทั้งหมดรวมกันด้วยโกร่งบดมือ เติมน้ำลงไปบดสูตรละ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาทีจนวัตถุดิบทั้งสามส่วนเป็นเนื้อเดียวกัน 3) นำปูนพลาสติกที่บดไปเทลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนเพื่อขึ้นรูปเป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยม ขนาด 2.0 X 12.0 X 0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แท่งทดสอบปูนพลาสติก

4) ทำแท่งทดสอบจำนวนสูตรละ 2 แท่ง 5) นำแท่งทดสอบปูนพลาสติกไปชั่งน้ำหนักก่อนการอบแห้ง และบันทึกผลเพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซึมน้ำหลังอบแห้ง และ 6) นำแท่งทดสอบ 1 แท่งทดสอบความแข็งแรงในขั้นตอนการทำแม่พิมพ์พลาสติก โดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงแท่งทดสอบวางบนลิ่มปลายแหลม 2 จุด และแรงกดทางด้านบนของแผ่นทดสอบ

ทำการวิเคราะห์ด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$MOR = \frac{8LD}{2bd^2} \dots\dots\dots (1)$$

L	แทน	ค่าน้ำหนักแรงกดที่แท่งทดสอบหัก
D	แทน	ระยะห่างของลิ่มที่รองรับแผ่นทดสอบ
b	แทน	ความกว้างของแผ่นทดสอบ
d	แทน	ความหนาของแผ่นทดสอบ

7) นำแท่งทดสอบ 1 แท่งต่อสูตร อบแท่งทดสอบโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง จนแท่งทดลองแห้งสนิท ปล่อยให้มีความชื้นเท่าอุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกตรวจสอบปริมาณน้ำในปูนพลาสติก โดยวิธีการหาน้ำหนักของวัตถุที่หายไปและนำไปวิเคราะห์ความพรุนตัว (apparent porosity) ของปูนพลาสติกด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความพรุนตัว} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักเปียก}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

8) นำน้ำหนักจากการชั่งแท่งทดสอบในข้อ 7) มีค่าความหนาแน่น (density) ของปูนพลาสติก ด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล (น้ำหนักกรัม)}}{\text{ปริมาตร (มิลลิเมตร)}} \dots\dots\dots (3)$$

9) นำแท่งทดสอบไปทดสอบความสามารถในการเป็นแม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผา โดยนำดินปั้นที่มีความชื้นเทียบเท่าการใช้งานกดดินบนแม่พิมพ์พลาสติกจริงมาใช้ในการทดสอบ ด้วยการกดซ้ำที่เดิมอย่างต่อเนื่อง 10 ครั้ง และวิเคราะห์ผลการหลุดล่อนของดินจากปูนพลาสติกจากการวิเคราะห์และประเมินผลบันทึกลงในแบบบันทึก ดังตารางที่ 2 โดยผลปรากฏไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบประเมินการหลุดล่อนของดิน

Formula No.	Texture	Slip off plaster after pressing	Clay after pressing
1			
2			

10) นำแท่งทดสอบ หลังทดสอบความสามารถในการเป็นแม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผาไปแช่น้ำระยะเวลา 5 นาที [8] แล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงเพื่อทดสอบหลังการได้รับความชื้น บันทึกผลเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปูนพลาสติกหลังแห้งและหลังได้รับความชื้น นำมาวิเคราะห์ตามสมการในข้อ (1)

4.6 การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ ทำโดยการศึกษาข้อมูลเอกสารและผลการสำรวจภาคสนาม มีขั้นตอนได้แก่ 1) วางแผนการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ ทั้งเอกสาร หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสืบค้นแหล่งผู้ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชนในรูปแบบเดียวกันกับงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบกับข้อมูลข้อจำกัดของการขึ้นรูปแม่พิมพ์พลาสติกขนาดใหญ่เพื่อการผลิต

เครื่องปั้นดินเผา 2) นำข้อมูลมาเรียบเรียงและวิเคราะห์แหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยเลือกแหล่งข้อมูลที่มีลักษณะงานตรงกับผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่าง สามารถผลิตได้จริง และตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ 3) วางแผนจัดสรรงบประมาณเพื่อการเก็บรวบรวมภาคสนาม และเดินทางเก็บภาคสนามในสถานประกอบการจริง โดยการติดต่อประสานงานและขอความร่วมมือเพื่อการสอบถาม และ 4) นำข้อมูล ที่ได้จากการเก็บรวบรวมภาคสนามมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อวางแผนในการออกแบบแม่พิมพ์ ปูนพลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ต่อไป

4.7 การออกแบบและทดลองสร้างเครื่องมือ มีขั้นตอนการดำเนินการ คือ 1) นำผลการสังเคราะห์จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม มาสร้างและจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์พลาสติก โดยการกำหนดให้สอดคล้องและมีความเป็นไปได้กับกลุ่มตัวอย่าง สภาพเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีระดับชุมชน เพื่อช่วยต่อการจัดหาและทดแทนภายหลังการเสียหาย 2) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับการผลิตแม่พิมพ์เพื่อตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพในการทำงาน เครื่องมือใดมีปัญหา ให้นำมาแก้ไขปรับปรุงให้ได้คุณภาพสำหรับการใช้งานจริง และ 3) สร้างเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพแล้วมาผลิตในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแม่พิมพ์จริง

4.8 ทดลองสร้างแม่พิมพ์พลาสติกตามสภาพจริง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ 1) ร่างรูปแบบของต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขายขนาดตามร้อยละของการหดตัวของเนื้อดินหลังเผา เพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ขนาดและสัดส่วนที่ถูกต้อง และกำหนดภาพร่างเป็นโครงสร้างแผ่น เขียนลงบนแผ่นโฟม เพื่อตัดและสร้างโครงสร้างแบบก้างปลา (Fishbone structure) นำโครงสร้างที่ได้ประกอบให้เป็นรูปร่าง 3 มิติ และบุพื้นที่ว่างด้วยวัสดุเบา เช่น กระจาดขยาเป็นก้อน ภายหลังเกรอะด้วยปูนพลาสติก และตกแต่งผิวให้เรียบ

2) นำต้นแบบที่ได้มาทำแม่พิมพ์พลาสติก โดยนำอัตราส่วนผสมที่ได้จากการทดลองผสมเคล้ากับเส้นใยจากกาบมะพร้าวเพิ่มการยึดเกาะและความแข็งแรง จนได้แม่พิมพ์พลาสติกตามที่ต้องการ โดยแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อช่วยต่อการถอดแม่พิมพ์ออกจากชิ้นงาน 3) ตรวจสอบความหนา คุณภาพ รอยร้าว และความเรียบร้อยของแม่พิมพ์ และปรับปรุงคุณภาพของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และ 4) นำแม่พิมพ์ที่ได้ไปผึ่งแดดให้แห้งรอการนำทดสอบการใช้งานกดดินขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

4.9 วิเคราะห์และประเมินผล โดยนำแม่พิมพ์ที่แห้งดี แล้วไปทดสอบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยนำดินมากดบนแม่พิมพ์ให้ได้มาตรฐานตามที่ต้องการ เมื่อดินอยู่ตัวทำการถอดแม่พิมพ์ออกจากผลิตภัณฑ์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้งานโดยการสังเกตในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความยากง่ายของการถอดแม่พิมพ์ 2) พื้นผิวของแม่พิมพ์และดินภายหลังการถอดแม่พิมพ์ 3) รอยต่อของแม่พิมพ์และดิน ภายหลังการกดดิน บนแม่พิมพ์ และ 4) การแตกร้าวและสภาพเสียหายของแม่พิมพ์ภายหลังการใช้งาน

4.10 การถ่ายทอดองค์ความรู้ โดย 1) ศึกษาและวางแผนการถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยจัดประชุมและมอบหมายงานนักศึกษาเพื่อปฏิบัติงานการสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ รูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก ขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก และองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับการทำแม่พิมพ์ 2) ทดลองสร้างแม่พิมพ์พลาสติกที่เหมาะสมกับการ ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ในการผลิตดินเผาในชุมชน ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ แม่พิมพ์ที่เหมาะสม เทคนิคการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ และข้อจำกัดในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ 3) จัดการถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลการดำเนินโครงการ 4) จัดการสอบถามความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฯ และ 5) จัดประชุม นำเสนอผลงาน และอภิปรายผลการปฏิบัติงานในกลุ่มนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก

5.1.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก จากการศึกษาขั้นตอน ที่สร้างแม่พิมพ์พลาสติกจากแหล่งข้อมูลทั้งปฐมภูมิ จำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ 1) โรงงานเอ้าชงไถ อำเภอมือง จังหวัดราชบุรี 2) ภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม และ 3) ผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าโดยสรุปมีลักษณะของการสร้างแม่พิมพ์ปูนพลาสติกเพื่อใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านแบบเดียวกันทั้งการขึ้นรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน หรืองานศิลปะทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ดังนี้ 1) รูปแบบของแม่พิมพ์พลาสติกเป็นแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปแบบการกดอัดลงแม่พิมพ์แบบสามมิติ คือ การกดอัดโดยรอบภายในของแม่พิมพ์ในทุกมุม ไม่เฉพาะแนวนอนหรือแนวตั้ง แต่แม่พิมพ์จะมีการยกขึ้นเป็นส่วนๆ แยกและประกบกันให้เป็นแม่พิมพ์รวมชุดได้ ดังภาพที่ 4 และ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การแยกและประกบแม่พิมพ์พลาสติก

(ก) การอัดดินเข้าแม่พิมพ์พลาสติก (ข) การถอดชิ้นงานจากแม่พิมพ์พลาสติก



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 แม่พิมพ์พลาสติกแบบแยกชิ้นและชิ้นงาน

(ก) แม่พิมพ์แบบแยกชิ้น (ข) ชิ้นงานหลังประกบแม่พิมพ์

5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบการผลิตดินเผาขนาดใหญ่ ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษาแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ของแหล่งกรณีศึกษา 2 แห่ง ประกอบด้วย ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาชุมชนบ้านมะยง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 10 คน และผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 12 คน เพื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ พบว่าทั้ง 2 แห่งมีทักษะในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมาก โดยผู้ผลิตในชุมชนบ้านมะยงไม่มีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์พลาสติกในการขึ้นรูป แต่ใช้วิธีการปั้นด้วยแป้นหมุนในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่เป็นหลักและตกแต่งโดยการเขียนสีจากสีฝุ่นก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยชิ้นงานจะมีรูปร่างใกล้เคียงกัน การผลิตต้องอาศัยช่างฝีมือในการขึ้นรูปและผลิตได้ครั้งละชิ้น ชิ้นงานเป็นแบบทรงกลมสองส่วนซ้ายขวาเท่ากัน ไม่สามารถผลิตเป็นชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิตอื่นได้ การตกแต่งใช้การชุบขีด ปั้นติดด้วยมือ ในขณะที่ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียนนำแม่พิมพ์พลาสติกมาใช้ในการอัดแบบสามารถสร้างรูปแบบชิ้นงานที่หลากหลายและผลิตได้ในเชิงอุตสาหกรรม ด้วยมาตรฐานชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนกัน ผลิตได้จำนวนมาก [9]

5.2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

5.2.1 ผลทดลองหาอัตราส่วนผสมปูนพลาสติก จากอัตราส่วนผสม ปรากฏผลการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ 1) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) 2) ความแข็งแรง (Strength) 3) ความพรุนตัว (Porosity) 4) ความหนาแน่น (Density) และ 5) การหลุดร่อนของดิน (Slipping) [7] ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์

พลาสติกจากการทดลองหาอัตราส่วนผสม

Mix Ratio (%)					Qualification		
No.	Material			Water Absorption	Strength	Porosity	Density
	Plaster	Cement	Grout	%	kg./c.m. ²	%	gram/ml.
1	96	2	2	47.5	26.20	51.08	0.093
2	94	4	2	42.5	30.64	51.40	0.095
3	94	2	4	43.0	22.64	52.25	0.096
4	92	6	2	43.1	31.53	50.45	0.098
5	92	4	4	48.3	20.67	51.23	0.097
6	92	2	6	45.3	21.31	52.04	0.096
7	90	2	8	45.7	28.86	52.14	0.097
8	90	4	6	47.2	29.75	52.93	0.106
9	90	8	2	40.2	34.63	48.25	0.113
10	88	2	10	45.9	25.75	50.22	0.098
11	88	4	8	43.8	26.20	48.15	0.092
12	88	6	6	43.5	27.28	47.11	0.090
13	86	2	12	44.0	25.53	49.50	0.087
14	86	4	10	43.6	26.64	50.87	0.086
15	86	6	8	43.2	33.75	48.15	0.085
16	84	2	14	43.0	31.96	49.25	0.091
17	84	4	12	42.8	30.54	49.68	0.089
18	84	6	10	42.7	29.42	50.44	0.089
19	82	2	16	42.6	24.51	48.10	0.087
20	82	4	14	42.5	25.11	47.85	0.085
21	82	6	12	42.3	27.64	47.69	0.087
22	80	2	18	41.2	25.30	46.57	0.084
23	80	4	16	40.5	27.20	45.12	0.082
24	80	6	14	40.2	27.05	45.08	0.088
X	-	-	-	44.02	27.65	50.05	0.094

ตารางที่ 4 แบบประเมินการหลุดล่อนของดิน

Formula No.	Texture	Slip off	Plaster after pressing	Clay after pressing
1	Smooth	5	5	5
2	Smooth	5	5	5
3	Smooth	5	5	5
4	Smooth	5	5	5
5	Smooth	5	5	5
6	Smooth	5	5	5
7	Smooth	5	5	5
8	Smooth	5	5	5
9	Smooth	5	5	5
10	Smooth	5	5	5

Formula No.	Texture	Slip off	Plaster after pressing	Clay after pressing
11	Smooth	5	5	5
12	Smooth	5	5	5
13	Smooth	5	5	5
14	Smooth	5	5	5
15	Smooth	5	5	5
16	Smooth	5	5	5
17	Smooth	5	5	5
18	Smooth	4	5	5
19	Smooth	4	4	4
20	Smooth	4	4	4
21	Smooth	4	4	4
22	Smooth	4	4	4
23	Smooth	4	4	4
24	Smooth	4	4	4
25	Smooth	4	4	4

**หมายเหตุ 5 = , best 4 = good

ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติของพลาสติก สูตร 8 จาก
การทดลองหาอัตราส่วนผสม

Physical properties of plaster Formula 8	Analysis results
Weight (grams)	32.5
Water absorption (%)	47.2
Strength (kg./cm. ²)	29.75
Porosity (%)	52.93
Density (gram/ml.)	0.106
Slipping off (level)	best

จากตารางที่ 5 ผลสรุปคุณสมบัติของพลาสติกของอัตราส่วนผสมสูตรที่ 8 มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นแม่พิมพ์พลาสติก โดยมีน้ำหนัก 1.08 กรัมต่อตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำ (Water absorption) หลังแห้ง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ร้อยละ 47.2 ความแข็งแรง (Strength) 29.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนตัว (Porosity) ร้อยละ 52.93 ความหนาแน่น (Density) 0.106 กรัมต่อมิลลิเมตร และการหลุดล่อนของดินจากผิวพลาสติก (Slipping off) ในระดับดีมากที่สุด

5.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนา

รูปแบบแม่พิมพ์พลาสติกอร์ ภายหลังการได้อัตรา ส่วนผสมของพลาสติกอร์ที่เหมาะสมเพื่อนำมาทำแม่พิมพ์ พลาสติกอร์สำหรับการขึ้นรูปแม่พิมพ์ โดยใช้รูปแบบ ผลิตภัณฑ์ลักษณะแฉกกันเพื่อการตกแต่งอาคารขนาดใหญ่ ความสูง 120 เซนติเมตร ความกว้างสูงสุด 90 เซนติเมตร และใช้ใยมะพร้าวเป็นตัวประสานเพื่อความแข็งแรงของ ปูนปลาเตอร์ โดยมีการออกแบบและพัฒนาแบบ แม่พิมพ์พลาสติกอร์ ที่เหมาะสมด้วยโครงสร้างต้นแบบ ก้างปลา และนำมาสร้างต้นแบบก่อนทำแม่พิมพ์ ภายหลังการทดลอง ดำเนินการศึกษารูปแบบที่มีความ แข็งแรงต่อการทำแม่พิมพ์แบบแบ่งส่วน โดยจาก การศึกษาแม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น, 4 ชั้น และ 8 ชั้น พบว่า การใช้แม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น มีปัญหาเกี่ยวกับการขึ้นรูปดินโดย การอัดแม่พิมพ์ เนื่องจากดินเกิดการหลุดตัวและฉีกขาด ระหว่างรอยต่อของแม่พิมพ์ เนื่องจากผิวของแม่พิมพ์ มีความกว้างเกินไป และดึงดินออกตามรอยแยก และ แม่พิมพ์แบบ 8 ชั้นมีปัญหาในการรัดแม่พิมพ์ให้ประกบ สนิทกันสำหรับการอัดแบบทำให้ภายหลังการขึ้นรูป ขึ้นงานมีตำหนิมาก และไม่ต่อกันสนิท ทำให้เกิดการ แตกร้าวของชิ้นงานภายหลังแข็งตัว แม่พิมพ์ที่เหมาะสม ต่อการ ขึ้นรูปโดยการอัดแบบของดินจึงเหมาะสมต่อการ แบ่งแม่พิมพ์พลาสติกอร์เป็น 4 ชั้น แต่แม่พิมพ์จากการ วิจัยต้องอาศัยการทำแบบแบ่ง 4 ชั้น แบ่งกลางชิ้นงาน แต่ไม่เหมาะกับการแบ่งแม่พิมพ์แบบแบ่งกลีบส้ม ซึ่งแบบ แบ่งบน-ล่างสามารถถอดดินจากแม่พิมพ์ได้ดีที่สุด และ ดินสามารถหลุดล่อนจากแม่พิมพ์โดยไม่แตกร้าว ดังภาพ ที่ 5



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 5 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์พลาสติกอร์
(ก) การสร้างต้นแบบพลาสติกอร์โดยใช้โครงสร้างก้างปลา ด้วยวัสดุเบา (ข) การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ พลาสติกอร์ 4 ชั้น (ค) การอัดดินในแม่พิมพ์แบบแบ่ง บน-ล่าง (ง) ดินที่เกิดจากการอัดพิมพ์แบบแบ่งบน-ล่าง ชิ้นงานไม่หลุดตัว

5.2.3 ผลการทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิง อุตสาหกรรมระดับครัวเรือน ภายหลังการผลิตแม่พิมพ์ พลาสติกอร์แบบ 4 ชั้น แบบแบ่งบน-ล่าง เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำแม่พิมพ์มาทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผา ขนาดใหญ่จริง โดยการทดสอบการอัดแม่พิมพ์ แบบต่อเนื่อง 3 ครั้ง และนำแม่พิมพ์แบบทดสอบขนาด เล็กมาทดสอบการกดพิมพ์ ซ้ำแบบต่อเนื่องกัน 100 ครั้ง ผลปรากฏว่า แม่พิมพ์พลาสติกอร์ที่ผลิตสามารถรองรับ การกดแม่พิมพ์ได้เป็นอย่างดี สามารถถอดชิ้นงานออก จากแม่พิมพ์ในระยะเวลาที่กำหนด 48 ชั่วโมงต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น และสามารถกดแม่พิมพ์ต่อเนื่องได้ทันทีภายหลัง การถอดชิ้นงาน ในด้านแม่พิมพ์ทดสอบผลปรากฏว่า ชิ้นแม่พิมพ์ทดสอบสามารถทนต่อสภาพการกดดิน จำนวน 100 ครั้ง ได้โดยไม่เกิดการแตกร้าวและการเปื่อย ยุ่ยของพลาสติกอร์ ดังภาพที่ 6



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์พลาสติก 4 ชิ้น แบบแบ่งบน-ล่าง
(ก) การทดลองขึ้นรูปชิ้นงานแบบกดด้วยแม่พิมพ์พลาสติก (ข) ชิ้นงานภายหลังการขึ้นรูปและเผาผลิตภัณฑ์

เมื่อประเมินผลประสิทธิภาพของการใช้งานโดยการสังเกตในประเด็นต่าง ๆ พบว่า 1) ความยากง่ายของการถอดแม่พิมพ์ แม่พิมพ์มีความง่ายต่อการถอดดินออกจากแม่พิมพ์ เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง โดยจะต้องวางไว้ในแม่พิมพ์ขึ้นล่างเพิ่มเติมอีก 24 ชั่วโมงก่อนถอดออกจากชิ้นงาน สรุปผลได้ว่าแม่พิมพ์จะต้องประกอบตัวชิ้นงานไม่น้อยกว่า 71 ชั่วโมง จึงสามารถถอดออกได้ครบทั้งชุด 2) พื้นผิวของแม่พิมพ์และดินภายหลังการถอดแม่พิมพ์อยู่ในสภาพดีมาก ประเมินโดยการสังเกตร้อยละ 90 โดยมีผิวของชิ้นงานติดกับแม่พิมพ์บ้างในบางจุด และสามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้ทัลคัม (Talcum) หรือแป้งทาตัวประคบเบาๆ บนผิวแม่พิมพ์พลาสติก ก่อนการกดดินบนผิว 3) รอยต่อของแม่พิมพ์และดินภายหลังการกดดินบนแม่พิมพ์ 4) การแตกร้าวและสภาพเสียหายของแม่พิมพ์ภายหลังการใช้งาน

5.2.4 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่

ชุมชน จากผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านมะยง อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้

ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

6. การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป

ผลการดำเนินโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน พบว่าผู้ผลิตในชุมชนมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากการนำภูมิปัญญาและรูปลักษณะของท้องถิ่นมาใช้ในการออกแบบในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.97$, $SD = 0.07$) อาจเป็นเพราะว่าผู้ผลิตเห็นช่องทางการพัฒนาอาชีพ และการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่ตอบโจทย์ของชุมชน โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีหรือการลงทุนเพิ่มเติม สามารถผลิตได้จริง และเกิดผลิตภัณฑ์แบบใหม่ขึ้นในตลาด สร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภค ทำให้จำหน่ายสินค้าได้เพิ่มขึ้น [10] และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากเดิมที่ผลิตเป็นกระถางต้นไม้ราคาถูกเน้นปริมาณและราคาถูก ทำให้ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก งานมีความยากลำบาก วัตถุดิบสำหรับนำมาผลิตต้องใช้ในปริมาณมาก ขณะที่ผู้ผลิตในรูปแบบเดิม ๆ มีผู้ผลิตหลายรายเกิดการแข่งขันจนไม่สามารถได้ราคาที่เหมาะสมสำหรับการครองชีพได้ จึงละทิ้งอาชีพเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน

ไปประกอบอาชีพอื่น ๆ ทอดแทน การวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางที่ได้รับการตอบรับที่ดี และสนใจจากผู้ประกอบการรุ่นใหม่ ในชุมชน เพื่อรักษาอาชีพชุมชนของบรรพบุรุษ ไม่ต้องย้ายถิ่นไปทำงานในเมืองหลวง สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำในท้องถิ่นแบบดั้งเดิมเพื่ออนุรักษ์การผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนไว้ แต่พยายามพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ [11] เช่นเดียวกับการวิจัยเรื่อง ภูมิบ้าน ภูมิเมือง ภูมิปัญญา ด้านงานช่างฝีมือพื้นบ้าน เครื่องปั้นดินเผาบ้านมะยง อำเภอนครหลวง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อศึกษารูปแบบและวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านของชุมชนบ้านมะยงและแนวทางในการพัฒนาให้สามารถดำรงอยู่ต่อไปได้ [12] สอดคล้องกับงานวิจัยปูนปลาสเตอร์กับการนำกลับมาใช้ ในเอกสารสัมมนา เขรามิกก้าวใหม่ใช้วัสดุเหลือทิ้งซึ่งทำการศึกษารูปแบบดั้งเดิม และพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้ชุมชนเพื่อสร้างแนวทางการผลิตสินค้าตอบสนองตลาดในท้องถิ่นให้ชุมชนสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน [13]

ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจากการวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีจากความร่วมมือของทั้งภาคการศึกษา ภาคประชาชนและภาครัฐ โดยความร่วมมือทั้ง 3 ฝ่ายเป็นการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ด้วยความร่วมมือของหมู่บ้าน ผู้นำกลุ่มชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน นายกอบต. อุตสาหกรรมจังหวัด มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นักศึกษา และผู้ประกอบการในพื้นที่ชุมชนบ้านมะยง อาจเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนอย่างชัดเจน และเป็นการเพิ่มคุณค่าของประเพณี วัฒนธรรม และอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจึงสามารถปฏิบัติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดความรู้อย่างยั่งยืนทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และวิชาการตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากการดำเนินงานตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนประสบความสำเร็จด้วยดี โดยสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครราชสีมา 2) เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน และ 3) เพื่อสร้างแนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผาในจังหวัดนครราชสีมา โดยการทำการศึกษาร่วมกับชุมชนที่สามารถผลิตต่อยอดผลิตสินค้าชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านมะยง (เครื่องปั้นดินเผา) ได้ดังนี้

6.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตรูปแบบของแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน

พบว่า ชุมชนบ้านมะยงมีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาครบทั้ง 3 รูปแบบ คือ กระจ่าง ของตกแต่งและของเล่น ซึ่งรูปแบบกระจ่างมีผู้ผลิตจำนวน 5 ราย ของตกแต่งบ้านมีผู้ผลิตจำนวน 2 ราย และของเล่นมีผู้ผลิตจำนวน 2 ราย รวมกำลังการผลิตทั้งสิ้น 7,000 ชิ้นต่อเดือน โดยผลิตกระจ่างจำนวน 6,100 ชิ้นต่อเดือน ของตกแต่งบ้านจำนวน 400 ชิ้นต่อเดือน และของเล่นจำนวน 500 ชิ้นต่อเดือน และสามารถได้อัตรส่วนของปูนปลาสเตอร์ที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นแม่พิมพ์เชิงอุตสาหกรรม โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์ : กาวยาแนว : ซีเมนต์ เท่ากับ 90 : 5 : 5 โดยมีสมบัติทางกายภาพ คือ ละลายน้ำได้ในระดับดีมาก (5.00), เนื้อปูนปลาสเตอร์ละเอียดในระดับดีมาก (5.00), มีความหนืดในขณะผสมน้ำเพื่อการขึ้นรูปในระดับดีมาก (5.00) มีฟองอากาศในเนื้อปูนปลาสเตอร์น้อยอยู่ใน

ระดับดีมาก (5.00) มีความแข็งแรงเท่ากับ 29.74 และการดูดซึมน้ำเท่ากับ 34.56 การประเมินการหลุดร่อนของดินของอัตราส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ สูตร B อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$) โดย 1) ลักษณะของผิวปูนปลาสเตอร์ก่อนการอัดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 2) การหลุดร่อนของดินจากแม่พิมพ์หลังการกดลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 3) สภาพของปูนปลาสเตอร์หลังการกดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.60$) และ 4) สภาพของดินหลังการกดลงบนแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) การทำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่าแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้นมีความคงทนดี มีน้ำหนักเบา และสามารถประกอบและแยกส่วนของแม่พิมพ์ได้ง่าย จึงทำการทดสอบคุณภาพของแม่พิมพ์ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยดินพื้นบ้านโดยนำดินจากแหล่งผลิตของชุมชนบ้านมะยง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดนครราชสีมา โดยการเตรียมวัตถุดิบ การนวด และรีดดินจากชุมชนจริงมาทดสอบการขึ้นรูปผลปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาได้ดี แต่ดินมีการทรุดตัวภายหลังการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยแม่พิมพ์มีสภาพดี เมื่อปรับดินให้มีโครงสร้างแข็งแรงเพิ่มขึ้น ลดความชื้น และขึ้นรูปโดยการกดเป็นเส้น สภาพของดินทรงตัวได้ดี และสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เกิดความเสียหายของดินปั้น และแม่พิมพ์

6.2 แนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผา กลุ่มตัวอย่างในจังหวัด นครศรีธรรมราชที่เหมาะสม ผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ตามโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้าน

มะยง อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน และได้องค์ความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการออกแบบ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

6.3 ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิต จากผลการวิจัยทุกกลุ่มมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$) และให้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากการสามารถผลิตได้ในขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากเกิดความแตกต่างและแปลกใหม่ โดยในการสำรวจความคิดเห็นของผู้ผลิตได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดี เพราะมองเห็นความแตกต่างจากกลุ่มตลาดจำหน่าย และมีการเข้ามาสอบถามราคาสินค้าเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจในการทำสินค้าเพื่อการจำหน่ายเพิ่มขึ้น แต่ความกังวลของผู้ผลิต คือ ระยะเวลาการผลิต ที่เพิ่มขึ้น แรงงานฝีมือที่ขาดแคลน ในขณะที่ผู้ซื้อกังวลเรื่องราคาสินค้า และการขนส่งในส่วนของผู้จำหน่ายกังวลเรื่องปริมาณการผลิตที่อาจไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย ระยะเวลาของผลิตที่ไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า และราคาต้นทุนที่อาจสูง

7. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปพัฒนางานวิจัยต่อยอดและปรับปรุงงานวิจัยในอนาคต ไว้ดังนี้

7.1 ด้านการส่งเสริมและยกระดับอาชีพงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น ควรมีการพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ เช่น การมอบรางวัลเชิดชูเกียรติ การเป็นวิทยากรแก่หน่วยงาน หรือสถาบันการศึกษา การประกวดช่างฝีมือภูมิปัญญา

ท้องถิ่นประเภทต่าง ๆ เพื่อเป็นกำลังใจในการวิจัยต่อยอดหรือการพัฒนาอาชีพของชุมชนอย่างเนื่อง

7.2 ด้านการยกระดับคุณค่า และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการพาสมาชิกศึกษาดูงานระหว่างพื้นที่เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลประสบการณ์ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตงานภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการภูมิปัญญาอย่างยั่งยืน

7.3 ด้านการจัดการองค์ความรู้ และภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ควรมีการพัฒนาศูนย์การผลิตงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นในแต่ละชุมชน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาในท้องถิ่น และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชนท้องถิ่น และส่งเสริมการขึ้นทะเบียนหรือจดลิขสิทธิ์งานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อป้องกันปัญหาการลอกเลียนแบบ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาชิกชุมชนกลุ่มบ้านมะยิง ต.โพธิ์ทอง อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยเสมอมา และขอบคุณนักศึกษา หลักสูตรออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ร่วมทำงานวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Medical Services, Ministry of Public Health. (2020). "Guidelines for providing services to support patients with coronavirus infection Coronavirus 2019," in *Title of COVID-19*. institutions of the Department of Mental Health, issue 1/2020. Bangkok: Department of Medical Services, Ministry of Public Health. (In Thai)
- [2] Virit, T. (2022). "Factors influencing business success of entrepreneurs (SMEs) in Pathum Thani Province during the COVID-19 pandemic," *Journal of Educational*

- Innovation and Research*. 6(2): pp. 458-473. (In Thai)
- [3] Ingsirawat, P. (1998). *Ceramic clay*. Bangkok: The Oldient Store Press. (In Thai)
- [4] Kaewdee, C., Jinwan, W., and Pansrinual, W. (2015). "The Development of clay slip casting from red Local clay for ceramic household production," *Wichcha Journal*. 34(2): pp. 27-44. (In Thai)
- [5] Pansukhumthana, P.(2009). "Plaster and how to recycle," *Ceramics Newsletter*, 13(3): pp. 34-36. (In Thai)
- [6] Kewsuwun, N., Kwiecien, K., and Sae-Chan, C. (2019). "Knowledge structure of research for development in relation to problems and needs of people in Southern provinces," *Silpakorn University Journal*. 39(1): pp. 41-62. (In Thai)
- [7] Pimkhawkhram, P. (2004). *Ceramics*. Bangkok: Chulalongkorn University. (In Thai)
- [8] Andrews, A.L. (1957). *Ceramic test and calculation*. New York: John Milley and Sons.
- [9] Kosiyanan, S. (1999). *Materials science*. Bangkok: study document for class 461. department of pottery. Bangkok: School of Industrial Arts, Phra Nakhon Teacher's College. (In Thai)
- [10] Khiewmang, K. (2007). "The utilization waste plaster mold from ceramic industry for design and product development," Ph.D. Dissertation, Ubon Ratchathani University. (In Thai)
- [11] Inthip, S. (2009). *Study and product development of plaster souvenirs and souvenirs. packaging of Pathum Thani*

Province. Pathum Thani: Faculty of Fine and Applied Arts Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (In Thai)

- [12] Ministry of Culture. (2016). *Promotion and development of cultural products and services in Nakhon Ratchasima Province (CPOT) for the year 2015*. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=cEQYq6GioJU> Accessed 24 June 2022. (In Thai)
- [13] Phan Sukhumthana, L. (2009). "Plaster and reuse," *Ceramic Journal*. 13(31): pp. 34. (In Thai)