

การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน

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

ฉัตรชัย แก้วดี¹Chatchai Kaewdee¹

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 ปูนปลาสเตอร์: ปูนซีเมนต์: ปูนยาแนว ที่อัตราส่วน 90: 5: 5 และ 4) ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายสินค้า และอาจารย์ผู้สนใจผลิตภัณฑ์ดินเผาที่มีความพึงพอใจในแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$)

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 นานักการ [1] ผู้ประกอบการในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต่าง ๆ จึงต้องปรับตัวให้ก้าวทันตามความเปลี่ยนแปลง และพัฒนาตนเองจะต้องมีการวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค [2] หน่วยงานทางการศึกษา ซึ่งไม่มีการส่งเสริมการเรียนรู้สู่ชุมชนและไม่ผลิตนักศึกษา เพื่อตอบสนองความต้องการธุรกิจขนาดเล็กในชุมชนท้องถิ่น ชัดแย้งกับสภาพความเป็นจริงของสังคมไทยที่เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงขนาดของธุรกิจเล็กลง แต่เน้นคุณภาพ การสร้างธุรกิจขนาดเล็ก ในชุมชนหรือต่างจังหวัดจึงเพิ่มขึ้น ทั้งเหตุจากราคาค่าแรงงานที่สูงขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ย้ายฐานการผลิต การผลิต เพื่อการส่งออกเปลี่ยนแปลงเป็นการผลิตทางเครื่องจักรกลและเทคโนโลยีมากขึ้น แต่ความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนภายในประเทศยังคงสูง และภาคใต้เป็นแหล่งท่องเที่ยว ที่สำคัญต้องการผลิตภัณฑ์ดินเผา สำหรับการตกแต่งสถานที่และสวนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้การตอบสนองความต้องการใช้วิธีการขนส่งมาจากภาคกลาง และภาคเหนือของประเทศ ราคาผลิตภัณฑ์จึงสูงจากค่าขนส่ง ในขณะที่ศักยภาพของผู้ผลิตในท้องถิ่นสามารถผลิตสินค้าได้เมื่อให้องค์ความรู้ที่เหมาะสมกับผู้ผลิตในชุมชน โดยแม่พิมพ์พลาสติกเป็นเครื่องมือสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ซ้ำได้อย่างเหมาะสมและยังสามารถผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนกันและสลับซับซ้อนที่ไม่สามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการอื่น ๆ [3] จากการผลิตให้ได้ขนาด รูปแบบ

รายละเอียดเหมือนกันได้จำนวนมาก ผลิตได้ในรูปแบบที่ซับซ้อน และทันต่อความต้องการของตลาด สามารถผลิตได้หลากหลายรูปแบบ ลดการใช้แรงงานฝีมือโดยการสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ และสร้างต้นแบบสินค้าที่แตกต่างจากสินค้า [4] ที่ผลิตได้โดยสามารถงูรูปแบบของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาด และไม่ยุ่งยากต่อการผลิต ราคาไม่แพงและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงพัฒนารูปแบบที่หลากหลายเพิ่มทางเลือกกับลูกค้าได้เป็นอย่างดี การสร้างองค์ความรู้เพื่อผลิตแม่พิมพ์พลาสติกโดยปรับอัตราส่วนผสมให้เสริมความแข็งแรงและเหมาะสมต่อการอัดขึ้นรูปดินเผาจึงเป็นแนวทางที่สามารถสร้างแม่พิมพ์คุณภาพสำหรับชุมชน โดยมีการวิจัยนำทรายและซีเมนต์เพื่อผลิตเป็นอิฐประสานและการศึกษาสมบัติการแข็งตัวของแบบปูนพลาสติกมาพัฒนาอย่างต่อเนื่อง [5] จึงเป็นสิ่งสำคัญและเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม และเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัย เพื่อนำไปถ่ายทอดสู่ท้องถิ่นของตนเองหรือสร้างอาชีพในท้องถิ่นจากการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การสังเคราะห์ประเด็นปัญหาและความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในเชิงลึกอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ได้ประเด็นที่สอดคล้องกับบริบทในภาพรวมที่จะทำให้มองเห็นถึงปัญหาที่จะนำไปสู่การบริหารจัดการและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบหรือสามารถเป็นตัวช่วยในการจัดระบบ หมวดหมู่ โครงสร้างเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงและสร้างความเข้าใจในกระบวนการแก้ไขได้อย่างตรงจุด [6]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกและหาอัตราส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่และออกแบบและพัฒนาแบบแม่พิมพ์

พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

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

3.1.1.2 วัสดุประสานสำหรับทำให้ปูนพลาสติกยึดเกาะและเพิ่มความแข็งแรงให้กับแม่พิมพ์ ได้แก่ ขุยมะพร้าว

3.1.1.3 ดินสำหรับขึ้นรูปแบบการตกแต่งใช้วัสดุในแหล่งผลิตในท้องถิ่นบ้านมะยิง และเผาผลิตภัณฑ์ในระดับอุณหภูมิที่ชุมชนผลิตเป็นพื้นฐาน

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 อุปกรณ์สำหรับการผสมและผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ กะละมัง อุปกรณ์ผสม อุปกรณ์ตกแต่งแม่พิมพ์ เป็นต้น

3.1.2.2 อุปกรณ์ทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกและเครื่องมือประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์ ได้แก่ ตาชั่ง เครื่องชูดิน เครื่องวัดความแข็งแรง และเตาอบ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาใหม่ของชุมชนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงอาศัยแหล่งข้อมูลภาคสนามในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสังเกต

ในขณะที่เก็บรวบรวมข้อมูล หลายพื้นที่ เช่น กลุ่มแม่บ้านปากมะยิง ประกอบด้วยผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านและกลุ่มผู้ผลิตดินเผาโดยใช้แม่พิมพ์พลาสติกนำมาประกอบกับการศึกษาเอกสารการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและการสำรวจภาคสนามในสถานที่จริงของแหล่งผลิตที่ประสบความสำเร็จในการผลิตสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง เช่น ด่านเกวียน ปากเกร็ด และเข้าร่วมกิจกรรมการจำหน่ายสินค้าภายในและต่างประเทศ นำเสนอเปรียบเทียบรูปแบบและวิธีการผลิตแม่พิมพ์ฯ เพื่อให้ทราบแนวทางในการสร้างสรรค์งานเชิงอุตสาหกรรมในชุมชน และได้มาตรฐานสินค้าตรงตามความต้องการของตลาดในเขตชุมชนผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน และตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 สืบค้นและจัดหาข้อมูลที่จำเป็นทั้งทางด้านเอกสารและภาคสนาม 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) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับปูนพลาสติก 3) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชน 4) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารและจัดการธุรกิจชุมชน 5) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ภายใต้หัวข้อรูปแบบการผลิต เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดแนวปฏิบัติการทำงานโดยรวมและใช้เป็นพื้นฐานการกำหนดวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนางานวิจัยที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง มีข้อมูลที่ครอบคลุมกับระบบการผลิตของกลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษา สามารถนำรูปแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

พื้นบ้านมาประยุกต์ใช้กับแม่พิมพ์พลาสติกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และตรงตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน โดยการวิจัยครั้งนี้กำหนดแหล่งในการสืบค้นและจัดหาข้อมูล

4.2 ศึกษาข้อมูลเอกสารจากการรวบรวมโดย

1) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นมาจัดหมวดหมู่ รวบรวมลักษณะของข้อมูลเป็นกลุ่ม เปรียบเทียบ ตรวจสอบความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอดคล้องกับการวิจัย ที่ครอบคลุมกับตัวแปรจากทฤษฎีที่ใช้ได้ แล้วแปลงเป็นแนวคิดในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัยที่สามารถแสดงให้เห็นตัวแปร ทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อนำไปใช้กำหนดแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการต่อไป และ 2) สร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล แบบประเมิน แบบบันทึก แบบทดลอง และแบบสอบถาม โดยเครื่องมือแต่ละชนิดหมายถึง ตัวแปรในแต่ละข้อที่ครอบคลุมตัวแปรที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.3 จัดทำเอกสารราชการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชน โดย 1) ศึกษารูปแบบเอกสารการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชนแต่ละประเภทเพื่อการขอความร่วมมือในการให้ข้อมูล และการประสานงานกับชุมชนในการลงเก็บข้อมูลภาคสนามและการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ 2) ร่างหนังสือราชการและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องกับสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และนำเสนอตามขั้นตอนเพื่อการประสานงาน 3) จัดส่งเอกสารไปหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งราชการและเอกชนผ่านช่องทางราชการตามลำดับ 4) รอการตอบรับและวิเคราะห์ใบตอบรับเพื่อดำเนินงานตามการวิจัยที่กำหนดตามวัตถุประสงค์ และวิธีการวิจัยที่กำหนดไว้ และ 5) ดำเนินการประสานงานตามกรอบแนวทางที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.4 สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยนำเครื่องมือที่จัดทำขึ้นไปสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย โดย

เลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling simple) ซึ่งเป็นการเลือกที่สอดคล้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดผู้ประกอบการระดับชุมชนที่มีผล การผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านที่ชัดเจน และมีการประกอบกิจการอย่างต่อเนื่อง มีความประสงค์ในการเข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตามกรอบที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.5 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล โดย 1) นำ

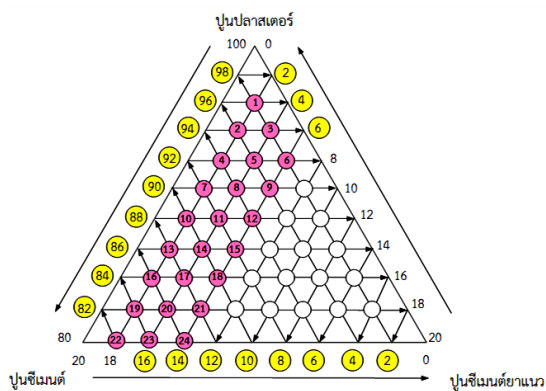
ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือต่าง ๆ มารวบรวม แปลผลข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 2) กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical requirement) โดยการใช้วิธีการสืบค้นผลงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อนำมาผลิตเครื่องปั้นดินเผาสำหรับการตกแต่งอาคารหรือสวนขนาดใหญ่ ซึ่งข้อกำหนดหนึ่งอาจสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการได้ หลากหลายความต้องการ เมื่อได้ข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแล้ว ทำการกำหนดเป้าหมาย (Target values) ของข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด เพื่อการวัดค่า และ กำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย (Movement of target) และ 3) ทดสอบความคิดเห็นของผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่างโดยนำรูปแบบและข้อมูลในการดำเนินการวิจัยไปสัมภาษณ์ ประเมินความพึงพอใจผู้ประกอบการและนำมาวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการและสังเคราะห์ผล เพื่อนำมาประกอบการวางแผนการทดลองและปฏิบัติการออกแบบแม่พิมพ์เพื่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.6 ทดลองหาอัตราส่วนผสมปูนพลาสติกอร์

โดย 1) ศึกษาข้อมูลทฤษฎีเกี่ยวกับแหล่งการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อนำมาพิสูจน์วัตถุดิบที่เหมาะสมในการหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกอร์ โดยกำหนดศึกษาผู้ประกอบการที่ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกอร์จริง และมีการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากแม่พิมพ์ปูนพลาสติกอร์ จำนวน 3 ราย และสถานศึกษา

จำนวน 2 ราย เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดเริ่มต้นของอัตราส่วนผสม 2) ทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิตามการกำหนดไว้ โดยสำรวจใน 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะก่อนใช้งาน และหลังใช้งาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพ และศักยภาพของแม่พิมพ์พลาสติก โดยใช้แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ 3) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดหมวดหมู่ รวบรวมคุณลักษณะที่ต้องการต่าง ๆ และ 4) สร้างตารางทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการทำแม่พิมพ์ในการทำเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ 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



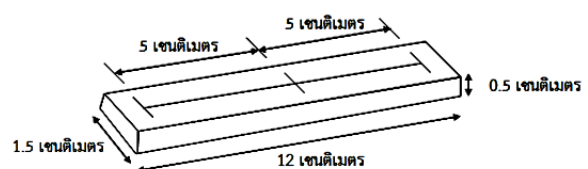
ภาพที่ 1 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

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

Formula No.	Material (%)			Sum
	Plaster	Cement	Grout	
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

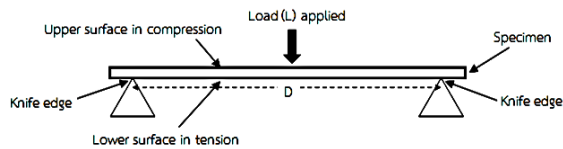
4.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ ดำเนินการดังนี้ 1) ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนสูตรละ 100 กรัม 2) บดส่วนผสมทั้งหมดรวมกันด้วยโกร้งบดมือ เติมน้ำลงไปบดสูตรละ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที จนวัตถุดิบทั้งสามส่วนเป็นเนื้อเดียวกัน 3) นำปูนพลาสติกที่บดไปเทลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนเพื่อขึ้นรูปเป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยม ขนาด 2.0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



ภาพที่ 2 แท่งทดสอบปูนพลาสติก

4) ทำแท่งทดสอบจำนวนสูตรละ 2 แท่ง 5) นำแท่งทดสอบปูนพลาสติกไปแช่น้ำหนักก่อนการอบแห้ง และบันทึกผลเพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซึมน้ำ

น้ำหลังอบแห้ง และ 6) นำแท่งทดสอบ 1 แท่งทดสอบ ความแข็งแรงในขั้นตอนการทำแม่พิมพ์พลาสติก โดย ใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรง (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 อบแท่งทดสอบโดยใช้ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง จนแห้ง ทดลองแห้งสนิท ปล่อยให้มียุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกตรวจสอบ ปริมาณน้ำในปูนพลาสติก โดยวิธีการหาน้ำหนักของ วัสดุที่หายไปและนำไปวิเคราะห์ความพรุนตัว (apparent porosity) ของปูนพลาสติกด้วยสมการ [3] ดังนี้

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

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

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

9) นำแท่งทดสอบไปทดสอบความสามารถในการเป็น แม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผา โดยนำดินปั้นที่มีความชื้น เทียบเท่าการใช้งานกดดินบนแม่พิมพ์พลาสติกจริงมา

ใช้ในการทดสอบ ด้วยการกดซ้ำที่เดิมอย่างต่อเนื่อง 10 ครั้ง และวิเคราะห์ผลการหลุดล่อนของดินจาก ปูนพลาสติกจากการดูวิเคราะห์และประเมินผลบันทึก ลงในแบบบันทึก ดังตารางที่ 2 โดยผลปรากฏไว้ในตาราง ที่ 4

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบประเมินการหลุดล่อนของดิน

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

10) นำแท่งทดสอบ หลังทดสอบความสามารถในการ เป็นแม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผาไปแช่น้ำระยะเวลา 5 นาที [8] แล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงเพื่อทดสอบ หลังการได้รับความชื้น บันทึกผลเพื่อเปรียบเทียบ คุณภาพของปูนพลาสติกหลังแห้งและหลังได้รับความชื้น นำมาวิเคราะห์ตามสมการในข้อ (1)

4.6 การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับ

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ ทำโดยการศึกษา ข้อมูลเอกสารและผลการสำรวจภาคสนาม มีขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผนการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ แม่พิมพ์พลาสติกโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่ง ทูติยภูมิ ทั้งเอกสาร หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง เพื่อสืบค้นแหล่งผู้ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อ การผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชนในรูปแบบเดียวกันกับ งานวิจัยครั้งนี้ ประกอบกับข้อมูลข้อจำกัดของการขึ้นรูป แม่พิมพ์พลาสติกขนาดใหญ่ เพื่อ การผลิต เครื่องปั้นดินเผา 2) นำข้อมูลมาเรียบเรียงและวิเคราะห์ แหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูล ภาคสนาม โดยเลือกแหล่งข้อมูลที่มีลักษณะงานตรงกับ ผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่าง สามารถผลิตได้จริง และตรง ตามวัตถุประสงค์ของการงานวิจัยครั้งนี้ 3) วางแผน จัดสรรงบประมาณเพื่อการเก็บรวบรวมภาคสนาม และ เดินทางเก็บภาคสนามในสถานประกอบการจริง โดยการ ติดต่อประสานงานและขอความร่วมมือเพื่อการสอบถาม และ 4) นำข้อมูล ที่ได้จากการเก็บรวบรวมภาคสนามมา

วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อวางแผนในการออกแบบแม่พิมพ์ ปูนปลาสเตอร์ สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ต่อไป

4.7 การออกแบบและทดลองสร้างเครื่องมือ มีขั้นตอนการดำเนินการ คือ 1) นำผลการสังเคราะห์จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม มาสร้างและจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ โดยการกำหนดให้สอดคล้องและมีความเป็นไปได้กับกลุ่มตัวอย่าง สภาพเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีระดับชุมชน เพื่อง่ายต่อการจัดหาและทดแทนภายหลังการเสียหาย 2) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับการผลิตแม่พิมพ์เพื่อตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพในการทำงาน เครื่องมือใดมีปัญหาให้นำมาแก้ไขปรับปรุงให้ได้คุณภาพสำหรับการใช้งานจริง และ 3) สร้างเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพแล้วมาผลิตในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแม่พิมพ์จริง

4.8 ทดลองสร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ตามสภาพจริง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ 1) ร่างรูปแบบของต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขนาดตามร้อยละของการหดตัวของเนื้อดินหลังเผา เพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ขนาดและสัดส่วนที่ถูกต้อง และกำหนดภาพร่างเป็นโครงสร้างแผ่น เขียนลงบนแผ่นโฟม เพื่อตัดและสร้างโครงสร้างแบบก้างปลา (Fishbone structure) นำโครงสร้างที่ได้ประกอบให้เป็นรูปร่าง 3 มิติ และบุพื้นที่ว่างด้วยวัสดุเบา เช่น กระดาษขยำเป็นก้อน ภายหลังเกรอะด้วยปูนปลาสเตอร์ และตกแต่งผิวให้เรียบ 2) นำต้นแบบที่ได้มาทำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ โดยนำอัตราส่วนผสมที่ได้จากการทดลองผสมเคล้ากับเส้นใยจากกาบมะพร้าวเพิ่มการยึดเกาะและความแข็งแรง จนได้แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ตามที่ต้องการ โดยแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อง่ายต่อการถอดแม่พิมพ์ออกจากชิ้นงาน 3) ตรวจสอบความหนา คุณภาพ รอยร้าว และความเรียบร้อยของแม่พิมพ์ และปรับปรุงคุณภาพของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และ 4) นำแม่พิมพ์ที่ได้

ไปฝังแดดให้แห้งรอการนำทดสอบการใช้งานกดดินขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

4.9 วิเคราะห์และประเมินผล โดยนำแม่พิมพ์ที่แห้งดีแล้วไปทดสอบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา 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 รูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ และองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับการทำแม่พิมพ์ฯ 2) ทดลองสร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ในการผลิตดินเผาในชุมชน ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ แม่พิมพ์ที่เหมาะสม เทคนิคการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ และข้อจำกัดในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ 3) จัดการถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลการดำเนินโครงการ 4) จัดการสอบถามความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฯ และ 5) จัดประชุม นำเสนอผลงาน และอภิปรายผลการปฏิบัติงานในกลุ่มนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์

5.1.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ จากการศึกษาขั้นตอน ที่สร้างแม่พิมพ์ปลาสเตอร์จากแหล่งข้อมูลทั้งปฐมภูมิ จำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ 1) โรงงานเจ้าฮงไถ่ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 2) ภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา อำเภอเมือง

จังหวัดนครปฐม และ 3) ผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าโดยสรุปมีลักษณะของการสร้างแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านแบบเดียวกันทั้งการขึ้นรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน หรืองานศิลปะทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ดังนี้

- 1) รูปแบบของแม่พิมพ์ปลาสเตอร์เป็นแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปแบบการกดอัดลงแม่พิมพ์แบบสามมิติ คือ การกดอัดโดยรอบภายในของแม่พิมพ์ในทุกมุม ไม่เฉพาะแนวนอนหรือแนวตั้ง แต่แม่พิมพ์จะมีการยกขึ้นเป็นส่วนๆ แยกและประกบกันให้เป็นแม่พิมพ์รวมชุดได้ ดังภาพที่ 4 และ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การแยกและประกบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์

(ก) การอัดดินเข้าแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ข) การถอดชิ้นงานจากแม่พิมพ์ปลาสเตอร์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 แม่พิมพ์ปลาสเตอร์แบบแยกชิ้นและชิ้นงาน

(ก) แม่พิมพ์แบบแยกชิ้น (ข) ชิ้นงานหลังประกบแม่พิมพ์

5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบการผลิตดิน

เผาขนาดใหญ่ ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษารูปแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ของแหล่งกรณีศึกษา 2 แห่ง ประกอบด้วย ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 10 คน และ

ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 12 คน เพื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ พบว่าทั้ง 2 แห่งมีทักษะในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมาก โดยผู้ผลิตในชุมชนบ้านมะยิงไม่มีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ในการขึ้นรูป แต่ใช้วิธีการปั้นด้วยแป้นหมุนในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่เป็นหลักและตกแต่งโดยการเขียนสีจากสีฝุ่นก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยชิ้นงานจะมีรูปร่างใกล้เคียงกัน การผลิตต้องอาศัยช่างฝีมือในการขึ้นรูปและผลิตได้ครั้งละชิ้น ชิ้นงานเป็นรูปแบบทรงกลมสองส่วนซ้ายขวาเท่ากัน ไม่สามารถผลิตเป็นชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิตอื่นได้ การตกแต่งใช้การชุบขีด ปั้นติดด้วยมือ ในขณะที่ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียนนำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์มาใช้ในการอัดแบบสามารถสร้างรูปแบบชิ้นงานที่หลากหลายและผลิตได้เชิงอุตสาหกรรม ด้วยมาตรฐานชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนกัน ผลิตได้จำนวนมาก [9]

5.2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบ

แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

5.2.1 ผลทดลองหาอัตราส่วนผสมปูน

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

ปลาสเตอร์จากการทดลองหาอัตราส่วนผสม

Mix Ratio (%)				Qualification			
No.	Material	Water	Strength	Porosity	Density		
	Plaster	Cement	Grout	Water Absorption			
				%	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

Mix Ratio (%)				Qualification			
No.	Material			Water Absorption %	Strength kg./c.m. ²	Porosity %	Density gram/ml.
	Plaster	Cement	Grout				
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
\bar{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
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

Formula No.	Texture	Slip off	Plaster after pressing	Clay after pressing
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 สรุปคุณสมบัติของปลาสเตอร์ 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 ผลสรุปคุณสมบัติของปลาสเตอร์ของอัตราส่วนผสมสูตรที่ 8 มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ 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 และการหลุดล่อนของดินจากผิวปลาสเตอร์ (Slipping off) ในระดับดีมากที่สุด

5.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนา รูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ภายหลังจากได้อัตราส่วนผสมของปลาสเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อนำมาทำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับการขึ้นรูปแม่พิมพ์ โดยใช้รูปแบบผลิตภัณฑ์ลักษณะแฉกกันเพื่อการตกแต่งอาคารขนาดใหญ่ ความสูง 120 เซนติเมตร ความกว้างสูงสุด 90 เซนติเมตร และใช้ใยมะพร้าวเป็นตัวประสานเพื่อความแข็งแรงของ

ปูนปลาสเตอร์ โดยมีการออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ที่เหมาะสมด้วยโครงสร้างต้นแบบก้างปลา และนำมาสร้างต้นแบบก่อนทำแม่พิมพ์ ภายหลังจากทดลอง ดำเนินการศึกษารูปแบบที่มีความแข็งแรงต่อการทำแม่พิมพ์แบบแบ่งส่วน โดยจากการศึกษาแม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น, 4 ชั้น และ 8 ชั้น พบว่าการใช้แม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น มีปัญหาเกี่ยวกับการขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ เนื่องจากดินเกิดการทรุดตัวและฉีกขาดระหว่างรอยต่อของแม่พิมพ์ เนื่องจากผิวของแม่พิมพ์มีความกว้างเกินไป และดึงดินออกตามรอยแยก และแม่พิมพ์แบบ 8 ชั้นมีปัญหาในการรัดแม่พิมพ์ให้ประกบสนิทกันสำหรับการอัดแบบทำให้ภายหลังจากขึ้นรูปชิ้นงานมีตำหนิมาก และไม่ต่อกันสนิท ทำให้เกิดการแตกร้าวของชิ้นงานภายหลังแข็งตัว แม่พิมพ์ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปโดยการอัดแบบของดินจึงเหมาะสมต่อการแบ่งแม่พิมพ์ปลาสเตอร์เป็น 4 ชั้น แต่แม่พิมพ์จากการวิจัยต้องอาศัยการทำแบบแบ่ง 4 ชั้น แบ่งกลางชิ้นงาน แต่ไม่เหมาะกับการแบ่งแม่พิมพ์แบบแบ่งกลีบส้ม ซึ่งแบบแบ่งบน-ล่างสามารถถอดดินจากแม่พิมพ์ได้ดีที่สุด และดินสามารถหลุดล่อนจากแม่พิมพ์โดยไม่แตกร้าว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ก) การสร้างต้นแบบปลาสเตอร์โดยใช้โครงสร้างก้างปลา ด้วยวัสดุเบา (ข) การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์

ปลาสเตอร์ 4 ชั้น (ค) การอัดดินในแม่พิมพ์แบบแบ่งบน-ล่าง (ง) ดินที่เกิดจากการอัดแม่พิมพ์แบบแบ่งบน-ล่าง ชิ้นงานไม่ทรุดตัว

5.2.3 ผลการทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน ภายหลังจากผลิตแม่พิมพ์ปลาสเตอร์แบบ 4 ชั้น แบบแบ่งบน-ล่าง เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำแม่พิมพ์มาทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่จริง โดยการทดสอบการอัดแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง 3 ครั้ง และนำแม่พิมพ์แบบทดสอบขนาดเล็กมาทดสอบการกดพิมพ์ ซ้ำแบบต่อเนื่องกัน 100 ครั้ง ผลปรากฏว่า แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ที่ผลิตสามารถรองรับการกดแม่พิมพ์ได้เป็นอย่างดี สามารถถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ในระยะเวลาที่กำหนด 48 ชั่วโมงต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น และสามารถกดแม่พิมพ์ต่อเนื่องได้ทันทีภายหลังจากถอดชิ้นงาน ในด้านแม่พิมพ์ทดสอบผลปรากฏว่า ชิ้นแม่พิมพ์ทดสอบสามารถทนต่อสภาพการกดดินจำนวน 100 ครั้ง ได้โดยไม่เกิดการแตกร้าวและการเปื่อยยุ่ยของปลาสเตอร์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ 4 ชั้น แบบแบ่งบน-ล่าง (ก) การทดลองขึ้นรูปชิ้นงานแบบกดด้วยแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ข) ชิ้นงานภายหลังการขึ้นรูปและเผาผลิตภัณฑ์

เมื่อประเมินผลประสิทธิภาพของการใช้งานโดยการสังเกตในประเด็นต่าง ๆ พบว่า 1) ความยากง่ายของการถอดแม่พิมพ์ แม่พิมพ์มีความง่ายต่อการถอดดินออกจาก

แม่พิมพ์ เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง โดยจะต้องวางไว้ในแม่พิมพ์ชั้นล่างเพิ่มเติมอีก 24 ชั่วโมงก่อนถอดออกจากชิ้นงาน สรุปผลได้ว่าแม่พิมพ์จะต้องประกอบตัวชิ้นงานไม่น้อยกว่า 71 ชั่วโมง จึงสามารถถอดออกได้ครบทั้งชุด 2) พื้นผิวของแม่พิมพ์และดินภายหลังการถอดแม่พิมพ์อยู่ในสภาพดีมาก ประเมินโดยการสังเกตร้อยละ 90 โดยมีผิวของชิ้นงานติดกับแม่พิมพ์บ้างในบางจุด และสามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้ทัลคัม (Talcum) หรือแป้งทาตัวประเภทเบาๆ บนผิวแม่พิมพ์พลาสติก ก่อนการกดดินบนผิว 3) รอยต่อของแม่พิมพ์และดินภายหลังการกดดินบนแม่พิมพ์ 4) การแตกร้าวและสภาพเสียหายของแม่พิมพ์ภายหลังการใช้งาน

5.2.4 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่

ชุมชน จากผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านมะยิง อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

6. การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป

ผลการดำเนินโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่าผู้ผลิตในชุมชนมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากการนำภูมิปัญญาและรูปลักษณะของท้องถิ่นมาใช้ในการออกแบบในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.97$, $SD = 0.07$) อาจเป็นเพราะว่าผู้ผลิตเห็นช่องทางของการพัฒนาอาชีพ และการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่ตอบโจทย์ของชุมชน โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีหรือการลงทุนเพิ่มเติม สามารถผลิตได้จริง และเกิดผลิตภัณฑ์แบบใหม่ขึ้นในตลาด สร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภค ทำให้จำหน่ายสินค้าได้เพิ่มขึ้น [10] และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากเดิมที่ผลิตเป็นกระถางต้นไม้ราคาถูกเน้นปริมาณและราคาถูก ทำให้ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก งานมีความยากลำบาก วัตถุประสงค์สำหรับนำมาผลิตต้องใช้ในปริมาณมาก ขณะที่ผู้ผลิตในรูปแบบเดิม ๆ มีผู้ผลิตหลายรายเกิดการแข่งขันจนไม่สามารถได้ราคาที่เหมาะสมสำหรับการครองชีพได้ จึงละทิ้งอาชีพเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านไปประกอบอาชีพอื่น ๆ ทอดแทน การวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางที่ได้รับการตอบรับที่ดี และสนใจจากผู้ประกอบการรุ่นใหม่ ในชุมชน เพื่อรักษาอาชีพชุมชนของบรรพบุรุษ ไม่ต้องย้ายถิ่นไปทำงานในเมืองหลวง สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำในท้องถิ่นแบบดั้งเดิมเพื่ออนุรักษ์การผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนไว้ แต่พยายามพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ [11] เช่นเดียวกับการวิจัยเรื่อง ภูมิบ้าน ภูมิเมือง ภูมิปัญญา ด้านงานช่างฝีมือพื้นบ้าน เครื่องปั้นดินเผาบ้านมะยิง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อศึกษารูปแบบและวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านของชุมชนบ้านมะยิงและแนวทางในการพัฒนาให้สามารถดำรงอยู่ต่อไปได้ [12] สอดคล้องกับงานวิจัยปูนปลาสเตอร์กับการนำกลับมาใช้ ในเอกสารสัมมนาเซรามิกก้าวใหม่ใช้วัสดุเหลือทิ้งซึ่งทำการศึกษารูปแบบดั้งเดิม และพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้ชุมชน

เพื่อสร้างแนวทางการผลิตสินค้าตอบสนองตลาดในท้องถิ่นให้ชุมชนสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน [13]

ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจากการวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีจากความร่วมมือของทั้งภาคการศึกษา ภาคประชาชนและภาครัฐ โดยความร่วมมือทั้ง 3 ฝ่ายเป็นการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ด้วยความร่วมมือของหมู่บ้าน ผู้นำกลุ่มชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน นายกอบต. อุตสาหกรรมจังหวัด มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช นักศึกษา และผู้ประกอบการในพื้นที่ชุมชนบ้านมะยง อ่างเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนอย่างชัดเจน และเป็นการเพิ่มคุณค่าของประเพณี วัฒนธรรม และอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจึงสามารถปฏิบัติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดความรู้ที่ยั่งยืนทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และวิชาการตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากการดำเนินงานตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนประสบความสำเร็จด้วยดี โดยสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช 2) เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน และ 3) เพื่อสร้างแนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ นักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผาในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการทำการศึกษาร่วมกับชุมชนที่สามารถผลิตต่อยอดผลิตสินค้าชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านมะยง (เครื่องปั้นดินเผา) ได้ดังนี้

6.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตรูปแบบของแม่พิมพ์พลาสติก และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่า 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 และสามารถได้อัตราส่วนของปูนพลาสติกที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นแม่พิมพ์เชิงอุตสาหกรรมโดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนผสมระหว่างปูนพลาสติก : กาวยาแนว : ซีเมนต์ เท่ากับ 90 : 5 : 5 โดยมีสมบัติทางกายภาพ คือ ละลายน้ำได้ในระดับดีมาก (5.00), เนื้อปูนพลาสติกละเอียดในระดับดีมาก (5.00), มีความหนืดในขณะผสมน้ำเพื่อการขึ้นรูปในระดับดีมาก (5.00) มีฟองอากาศในเนื้อปูนพลาสติกน้อยอยู่ในระดับดีมาก (5.00) มีความแข็งแรงเท่ากับ 29.74 และการดูดซึมน้ำเท่ากับ 34.56 การประเมินการหลุดร่อนของดินของอัตราส่วนผสมปูนพลาสติก สูตร B อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$) โดย 1) ลักษณะของผิวปูนพลาสติกก่อนการอัดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 2) การหลุดร่อนของดินจากแม่พิมพ์หลังการกดลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 3) สภาพของปูนพลาสติกหลังการกดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.60$) และ 4) สภาพของดินหลังการกดลงบนแบบพิมพ์ปูนพลาสติกเกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) การทำแม่พิมพ์พลาสติก และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่าแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้นมีความคงทนดี มีน้ำหนักเบา และสามารถประกอบและแยกส่วนของแม่พิมพ์ได้ง่าย จึงทำการทดสอบคุณภาพของแม่พิมพ์ในการขึ้นรูป

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยดินพื้นบ้านโดยนำดินจากแหล่งผลิตของชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการเตรียมวัตถุดิบ การนวด และรีดดินจากชุมชนจริงมาทดสอบการขึ้นรูป ผลปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาได้ดี แต่ดินมีการหดตัวภายหลังการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยแม่พิมพ์มีสภาพดี เมื่อปรับดินให้มีโครงสร้างแข็งแรง เพิ่มขึ้น ลดความชื้น และขึ้นรูปโดยการกดเป็นเส้น สภาพของดินทรงตัวได้ดี และสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เกิดความเสียหายของดินปั้น และแม่พิมพ์

6.2 แนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผา กลุ่มตัวอย่างในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่เหมาะสม ผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ตามโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านมะยิง อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน และได้องค์ความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการออกแบบ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

6.3 ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญผู้ผลิต จากผลการวิจัยทุกกลุ่มมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$) และให้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากการสามารถผลิตได้ในขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากเกิดความแตกต่างและแปลกใหม่ โดยในการสำรวจความคิดเห็นของผู้ผลิตได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดี เพราะมองเห็นความแตกต่างจากกลุ่มตลาด

จำหน่าย และมีการเข้ามาสอบถามราคาสินค้าเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจในการทำสินค้าเพื่อการจำหน่ายเพิ่มขึ้น แต่ความกังวลของผู้ผลิต คือระยะเวลาการผลิต ที่เพิ่มขึ้น แรงงานฝีมือที่ขาดแคลน ในขณะที่ผู้ซื้อกังวลเรื่องราคาสินค้า และการขนส่งในส่วนของผู้จำหน่ายกังวลเรื่องปริมาณการผลิตที่อาจไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย ระยะเวลาของผลิตที่ไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า และราคาต้นทุนที่อาจสูง

7. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปพัฒนางานวิจัยต่อยอดและปรับปรุงงานวิจัยในอนาคต ไว้ดังนี้

7.1 ด้านการส่งเสริมและยกระดับอาชีพงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น ควรมีการพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ เช่น การมอบรางวัลเชิดชูเกียรติ การเป็นวิทยากรแก่หน่วยงาน หรือสถาบันการศึกษา การประกวดช่างฝีมือภูมิปัญญาท้องถิ่นประเภทต่าง ๆ เพื่อเป็นกำลังใจในการวิจัยต่อยอดหรือการพัฒนาอาชีพของชุมชนอย่างเนื่อง

7.2 ด้านการยกระดับคุณค่า และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการพหุสาขาศึกษาดูงานระหว่างพื้นที่เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลประสบการณ์ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตงานภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการภูมิปัญญาอย่างยั่งยืน

7.3 ด้านการจัดการองค์ความรู้ และภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ควรมีการพัฒนาศูนย์การผลิตงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นในแต่ละชุมชน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาในท้องถิ่น และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชนท้องถิ่น และส่งเสริมการขึ้นทะเบียนหรือจดลิขสิทธิ์งานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อป้องกันปัญหาการลอกเลียนแบบ

8. กิตติกรรมประกาศ

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

ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ร่วมทำงานวิจัยครั้งนี้

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] Ingsiriwat, 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] Pimkhawham, P. (2004). *Ceramics*. Bangkok: Chulalongkorn University. (In Thai)
- [8] Andrews, A.L. (1957). *Ceramic test and calculation*. New York: John Milley and Sons.
- [9] Kosiyapan, S. (1999). *Materials science*. Bangkok: study document for class 461. department of pottery. Bangkok: School of Industrial Arts, Phra Nakhon Teacher's College.
- [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.