

การพัฒนาส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบสำหรับทำแบบพิมพ์
ต้นทุนต่ำในอุตสาหกรรมเซรามิกของท้องถิ่น
DEVELOPMENT OF A MIXTURE OF PLASTER AND HUSK ASH
FOR USE LOW COSTS PLASTER MOULD
IN THE LOCAL CERAMIC INDUSTRY

สนธิ ปิ่นสกุล
Sanit Phinsakul

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University
*corresponding author email: sanit17@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ทดลองสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบในสัดส่วนที่แตกต่างกันสำหรับการทำแบบพิมพ์ 2) ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ 3) สร้างแบบพิมพ์ที่ได้จากสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบเพื่อนำไปขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิก และ 4) เปรียบเทียบผลการใช้งานแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบกับแบบพิมพ์ที่ขึ้นรูปจากปูนปลาสเตอร์ล้วน ทดลองสูตรส่วนผสมจากวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ ปูนปลาสเตอร์และเถ้าแกลบ จำนวน 25 ตัวอย่าง ขึ้นรูปขึ้นทดสอบโดยการหล่อด้วยแบบพิมพ์โลหะ ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ ระยะเวลาก่อตัว ความแข็งแรง น้ำหนักหลังอบแห้ง อัตราการหล่อ และความสามารถในการขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิก ผลการวิจัยพบว่าส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับทำแบบพิมพ์เซรามิก คือ ปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 90 และเถ้าแกลบร้อยละ 10 ส่วนผสมสามารถขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ได้ดี และแบบพิมพ์สามารถขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดี ระยะเวลาก่อตัวของแบบพิมพ์ 23 นาที ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 39.30 ± 5.37 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 1.13 ± 0.04 ก./ลบ.ซม. และอัตราการหล่อโดยใช้เวลา 10 นาที เท่ากับ 3.86 มม. ผู้วิจัยนำแบบพิมพ์ที่ผลิตจากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ และแบบพิมพ์ที่ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ล้วนเปรียบเทียบการหล่อขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกพบว่าแบบพิมพ์ทั้ง 2 ชนิดสามารถขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดีไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การพัฒนา ปูนปลาสเตอร์ เถ้าแกลบ แบบพิมพ์

Abstract

The objectives of this research were to: 1) test a formula of plaster mixed with husk ash in different ratios; 2) test the physical property of the plaster mixed with husk ash; 3) create a mold from plaster mixed with husk ash; and 4) to compare the efficiency of molds using the plaster mixed with husk ash and that of general plaster. The samples in this study were 25 of both types. Physical properties included

formability of mold, setting time, strength, post drying weight, casting rate, and formability of ceramics. The results showed that the proper formula consisted of 90% of plaster and 10% of husk ash. The setting time of the mold was 23 minutes at an average strength of 39.30 ± 5.37 kg/cm², an average density of 1.13 ± 0.04 g/cm³, and 10-minute molding time. The comparison of formability of ceramics revealed that there were no significant differences between the two types of molds.

Keywords: development, plaster, husk ash, plaster mould

บทนำ

ปูนปลาสเตอร์เป็นวัสดุที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลายาวนานกว่า 9,000 ปี มาแล้ว จากหลักฐานพบว่าการใช้งานในดินแดนอนาโตเลีย (ปัจจุบันคือประเทศตุรกี และซีเรีย) เช่นเดียวกับชาวอียิปต์ผลิตปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้เป็นวัสดุประสานก่อสร้างพีระมิด ในคริสต์ศตวรรษที่ 18 กรุงปารีสได้ชื่อว่าเป็นเมืองหลวงของปูนปลาสเตอร์ เนื่องจากกษัตริย์ฝรั่งเศสได้ออกกฎหมายให้ชาวกรุงปารีสใช้ปูนปลาสเตอร์ฉาบบ้านไม้เพื่อป้องกันไฟไหม้ เกิดโรงงานผลิตปูนปลาสเตอร์ขนาดใหญ่ขึ้นที่กรุงปารีส จนเป็นที่มาของคำว่า Plaster of Paris อันเป็นชื่อเรียกปูนปลาสเตอร์ในภาษาอังกฤษในปัจจุบัน ปูนปลาสเตอร์ได้มาจากแร่ยิปซัม (Department of Primary Industries and Mines, 2009) โดยทำการเผาแร่ยิปซัมที่อุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียส ในภาชนะที่เป็นเหล็ก น้ำจะระเหยออกจากแร่ยิปซัมได้ผงสีขาวที่เรียกว่า ปูนปลาสเตอร์ (Choeycharoen, 2014) สำหรับประเทศไทยมีการผลิตปูนปลาสเตอร์มานานกว่า 50 ปี โดยบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด เป็นรายแรก ทำเหมือนแร่ยิปซัมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ อยู่ที่บ้านวังกระทะ ตำบลวังจัว อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร (Department of Primary Industries and Mines, 2009) นอกจากนี้ยังพบแหล่งแร่ยิปซัมบริเวณอำเภอกู่ใหญ่ อำเภอดง และในพื้นที่ต่อเนื่องกับกิ่งอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครสวรรค์ (Waithayawongsakul, 2008) ในระยะแรกยิปซัมถูกนำไปใช้เฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์อย่างเดียว ต่อมามีการนำยิปซัมไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงในการผลิตเซรามิกทางด้านการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อที่นิยมในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากปูนปลาสเตอร์มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ เช่น เก็บรายละเอียดของแม่แบบได้อย่างดี สามารถดูดซึมน้ำได้ตามต้องการ ตลอดจนราคาไม่แพง (Choeycharoen, 2014) และยังสามารถผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนกันหรือชิ้นงานที่มีความสลับซับซ้อนที่ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการอื่น ๆ ได้ (Ingsiriwat, 1998) จากสภาวะโลกร้อนหลายประเทศตระหนักถึงผลเสียของการนำวัสดุที่ทำจากยิปซัมมาทิ้งเมื่อหมดอายุใช้งาน เนื่องจากเชื่อว่ายิปซัมเพิ่มความเสี่ยงของการสร้าง Hydrogen Sulphide ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดสภาวะโลกร้อนได้ ในประเทศไทยให้ความสำคัญของการนำปูนปลาสเตอร์ที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่เช่นเดียวกัน โดยมีการวิจัยนำแบบพิมพ์ปลาสเตอร์ใช้แล้วกลับมาใช้ เช่น ผสมกับทรายซิลิกา และซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เพื่อผลิตเป็นอิฐประสาน และการศึกษาสมบัติการแข็งตัวของแบบปูนปลาสเตอร์ใช้แล้วจากอุตสาหกรรมเซรามิก เป็นต้น (Pansukhumthana, 2009) ทั้งนี้การนำวัสดุชนิดอื่นเข้าไปผสมในปูนปลาสเตอร์เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนปลาสเตอร์ แต่ยังคงให้คุณภาพดีเหมือนเดิมหรือดีกว่า เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณการใช้ปูนปลาสเตอร์ได้ ผู้วิจัยเห็นว่าเถ้าแกลบ (Husk Ash) เป็นวัสดุชนิดหนึ่งนำมาเป็นส่วนผสมในปูนปลาสเตอร์ได้ เถ้าแกลบ เมื่อเผาแล้วจะได้ซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูง ตั้งแต่ร้อยละ 85-99

(Sai-inwong, 2009) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำงานวิจัย เรื่องการพัฒนาส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบสำหรับทำแบบพิมพ์ต้นทุบในอุตสาหกรรมเซรามิกของท้องถิ่น โดยศึกษาสูตรส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์กับเถ้าแกลบแล้วทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่มีความเหมาะสมไปผลิตแบบพิมพ์ และทดลองใช้งานแบบพิมพ์ต่อไป ผลจากการวิจัยจะได้แบบพิมพ์ที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและช่วยลดต้นทุนในการทำแบบพิมพ์ในอุตสาหกรรมเซรามิกได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นต้นแบบสำหรับแนวคิดในการพัฒนา เพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์วัตถุดิบในท้องถิ่นและวัสดุเหลือทิ้งให้มีคุณค่า และลดปริมาณการใช้แร่ปิซัมที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนปลาสเตอร์ได้ทางหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของไทยให้คงอยู่สืบไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอนตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การกำหนดสูตรส่วนผสม

คำนวณอัตราส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ ด้วยวิธี Biaxial Blend เพื่อกำหนดส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ ปูนปลาสเตอร์และเถ้าแกลบ โดยปูนปลาสเตอร์เริ่มจากร้อยละ 98-50 และเถ้าแกลบเริ่มจากร้อยละ 2-50 ได้ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ จำนวน 25 ตัวอย่าง อัตราส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ในแต่ละสูตร (Table 1)

Table 1 The ratio of mixtures between plaster and husk ash

Formula No.	Raw Ingredients		Formula No.	Raw Ingredients	
	Plaster	Husk ash		Plaster	Husk ash
1A	98	2	14A	72	28
2A	96	4	15A	70	30
3A	94	6	16A	68	32
4A	92	8	17A	66	34
5A	90	10	18A	64	36
6A	88	12	19A	62	38
7A	86	14	20A	60	40
8A	84	16	21A	58	42
9A	82	18	22A	56	44
10A	80	20	23A	54	46
11A	78	22	24A	52	48
12A	76	24	25A	50	50
13A	74	26	AA	100	0

2. การเตรียมวัตถุดิบ

นำเถ้าแกลบมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปบดด้วยหม้อบดเล็ก (Ball Mill) โดยวิธีบดแห้ง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำไปชั่งน้ำหนักส่วนผสมของวัตถุดิบ สูตรละ 1 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากันและผสมน้ำ จำนวน 800 กรัม เพื่อให้ได้ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ที่มีค่า Consistency 80 ซึ่งเป็นอัตราส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแบบพิมพ์ที่ใช้ในงานหล่อ

3. การขึ้นรูปขึ้นทดลอง

นำส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบแต่ละสูตรหล่อขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองขนาด 15x4x4 เซนติเมตร ด้วยแบบพิมพ์โลหะ สูตรละ 3 แท่ง และหล่อขึ้นรูปเป็นแท่งทรงกระบอกกลวงขนาด 15x10 เซนติเมตร เพื่อนำไปใช้ทดสอบอัตราการหล่อ สูตรละ 1 แท่ง

4. การทดสอบวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบการขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์และระยะเวลาก่อตัวทดสอบพร้อมกัน โดยความสามารถในการขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์วิเคราะห์ โดยพิจารณาว่าแท่งทดลองที่ขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์โลหะ สูตรละ 3 แท่ง แกะออกจากแบบพิมพ์แล้วมีความสมบูรณ์ทั้งหมดหรือไม่ ถ้ามีความสมบูรณ์ดี แสดงว่าสามารถขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ได้ ส่วนระยะเวลาก่อตัววิเคราะห์โดยการจับเวลาหน่วยเป็นนาที ตั้งแต่เทปูนปลาสเตอร์ลงในแบบพิมพ์จนถึงปูนปลาสเตอร์แข็งตัวแกะออกจากแบบพิมพ์ได้ วิธีการทดสอบระยะเวลาก่อตัวประยุกต์จากวิธีการศึกษาสมบัติการแข็งตัวของปูนปลาสเตอร์ (Pimkhawkharn, 2004) ทดสอบค่าความแข็งแรงของปูนปลาสเตอร์ โดยการทดสอบความทนทานต่อแรงกดของแท่งปูนปลาสเตอร์หลังผ่านการอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การวิเคราะห์โดยใช้สูตร (Andrews, 1957) ทดสอบความหนาแน่นรวม โดยการคำนวณจากค่ามวลของสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรตามสูตรการหาความหนาแน่นรวมทั่วไป ทดสอบอัตราการหล่อ โดยเทน้ำดินเทลงในแบบพิมพ์ปลาสเตอร์รูปทรงกระบอกกลวงทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเทน้ำดินออก หลังจากนั้นทิ้งไว้อีก 60 นาที เมื่อขึ้นงานในแบบหลุ่ร่อนออกมานำมาผ่าวัดความหนาของชิ้นงานด้วยเวอร์เนียร์บันทึกข้อมูล (Ingsirawat, 1998) ทดสอบความสามารถในการขึ้นรูปเป็นชิ้นงานเซรามิก วิเคราะห์โดยนำน้ำดินเทลงในแบบพิมพ์เมื่อได้ความหนา 1 เซนติเมตร เทน้ำดินออก ปล่อยให้งานขึ้นงานหลุ่ร่อนออกจากแบบพิมพ์ พิจารณาว่าชิ้นงานสามารถขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์ได้หรือไม่ จดบันทึกข้อมูล

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ โดยใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด คือ ปูนปลาสเตอร์และเถ้าแกลบ ได้ส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ จำนวน 25 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Table 2)

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบพบว่า สูตรส่วนผสมตั้งแต่สูตรที่ 1 ถึง 21 สามารถขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองและแบบพิมพ์สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานเซรามิกได้ สูตรส่วนผสมตั้งแต่สูตรที่ 22 ถึง 25 ไม่สามารถขึ้นรูปได้ สูตรส่วนผสมที่มีระยะเวลาก่อตัวมากที่สุด คือ สูตรส่วนผสมที่ 20 สูตรส่วนผสมที่มีระยะเวลาก่อตัวน้อยที่สุด คือ สูตรส่วนผสมที่ 1 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงเฉลี่ยมากที่สุด คือ สูตรที่ 4 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 21 สูตรส่วนผสมที่มีความหนาแน่นรวมมากที่สุด คือ สูตรที่ 1, 2 และ 3 สูตรส่วนผสมที่มีความหนาแน่นร่วนน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 21 ปริมาณเถ้าแกลบที่เพิ่มมากขึ้นในส่วนผสม มีแนวโน้มทำให้ส่วนผสมไม่สามารถขึ้นรูปได้ ส่วนผสมมีระยะเวลาก่อตัวเพิ่มสูงขึ้น ความแข็งแรงและความหนาแน่นร่วนน้อยลงและยังส่งผลทำให้ส่วนผสมมีอัตราการหล่อสูงขึ้น สูตรส่วนผสมที่มีอัตราการหล่อมากที่สุด คือ สูตรที่ 12 สูตรส่วนผสมที่มีอัตราการหล่อน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 1

Table 2 The result of data analysis in physical properties of plaster and husk ash mixtures

Formula No.	Physical Properties of Plaster and Husk Ash Mixtures					
	Forming in the test tube	Forming in ceramic block	Forming duration (Minutes)	Casting Rate (mm.)	Average strength (kg/cm ²)	Bulk density (g/cm ³)
1	Formed	Formed	22	2.96	41.77±2.77	1.16±0.06
2	Formed	Formed	25	3.69	41.61±3.61	1.16±0.06
3	Formed	Formed	24	3.41	42.25±3.18	1.16±0.06
4	Formed	Formed	24	3.32	42.73±3.65	1.14±0.00
5	Formed	Formed	23	3.86	39.30±5.37	1.13±0.04
6	Formed	Formed	26	3.82	37.31±4.94	1.14±0.06
7	Formed	Formed	23	4.03	37.55±1.45	1.13±0.07
8	Formed	Formed	36	3.94	35.40±1.73	1.14±0.06
9	Formed	Formed	33	3.79	31.17±2.63	1.12±0.06
10	Formed	Formed	33	4.10	33.08±2.85	1.12±0.00
11	Formed	Formed	34	4.03	26.31±1.66	1.07±0.04
12	Formed	Formed	35	4.91	31.49±3.86	1.11±0.06
13	Formed	Formed	35	4.11	26.15±2.15	1.07±0.04
14	Formed	Formed	36	3.87	24.15±2.04	1.05±0.06
15	Formed	Formed	42	3.99	24.87±2.49	1.03±0.04
16	Formed	Formed	43	4.16	23.12±1.38	1.04±0.04
17	Formed	Formed	42	3.88	18.81±1.46	0.99±0.00
18	Formed	Formed	40	3.12	17.38±1.92	0.99±0.00
19	Formed	Formed	42	4.02	20.01±0.27	1.00±0.00
20	Formed	Formed	44	4.10	16.10±2.63	1.00±0.00
21	Formed	Formed	41	4.02	11.16±1.11	0.97±0.00
AA	Formed	Formed	25	3.86	44.16±2.45	1.15±0.07

Remark The 22nd-25th Formula cannot be formed

2. ผลการสร้างแบบพิมพ์ที่ได้จากสูตรส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ

ผู้วิจัยคัดเลือกส่วนผสมสำหรับผลิตแบบพิมพ์ โดยเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพของแท่งทดลองที่ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ล้วน พบว่าสูตรที่ 5 มีคุณสมบัติเหมาะสม สูตรส่วนผสมมีปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 90 และเถ้าแกลบร้อยละ 10 ขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ได้ดี และแบบพิมพ์สามารถขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดี ระยะเวลาการก่อตัวของแบบพิมพ์ 23 นาที ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 39.30 ± 5.37 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 1.13 ± 0.04 ก./ลบ.ซม. และอัตราการหล่อโดยใช้เวลา 10 นาที เท่ากับ 3.86 มิลลิเมตร ผู้วิจัยนำส่วนผสมสูตรที่ 5 ไปขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ชนิดหล่อกลางจำนวน 2 ชุด ผึ่งให้แห้งและนำไปทดสอบการขึ้นรูปในขั้นตอนต่อไป การขึ้นรูปแบบพิมพ์ (Figure 1)

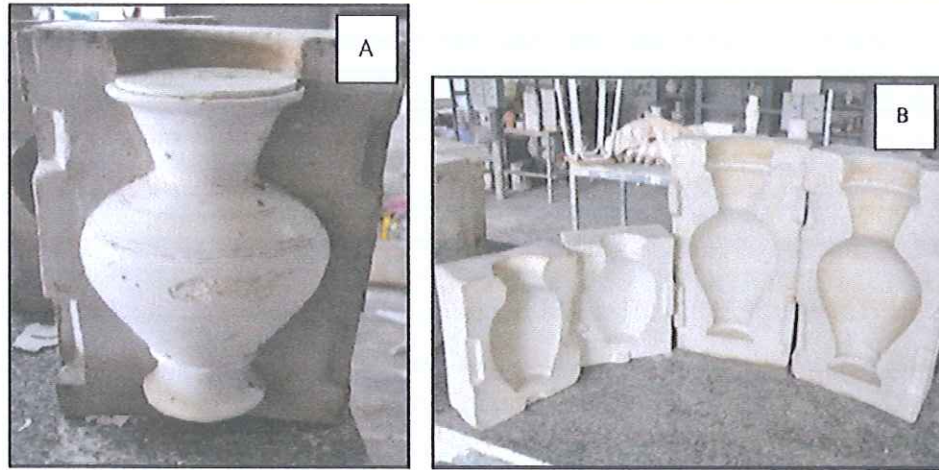


Figure 1 The forming from the block using the mixtures of plaster and husk ash
A) The forming block is clearly adjusted B) The ready-to-use forming block for casting

3. ผลการเปรียบเทียบการใช้งานแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบกับแบบพิมพ์ที่ขึ้นรูปจากปูนปลาสเตอร์ล้วน

ผู้วิจัยนำแบบพิมพ์ที่ทำจากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบจำนวน 2 ชุด และแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ล้วน จำนวน 2 ชุด ที่มีรูปทรงใกล้เคียงกันนำไปหล่อขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกด้วยน้ำดิน (slip) โดยใช้ดินที่มีการไหลตัวดีและมีความถ่วงจำเพาะอยู่ที่ 1.75 ผลการทดลองพบว่าแบบพิมพ์ที่ทำจากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบสามารถนำมาหล่อขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดีเหมือนกับแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ล้วน ตัวอย่างชิ้นงานที่หล่อขึ้น Figure 2

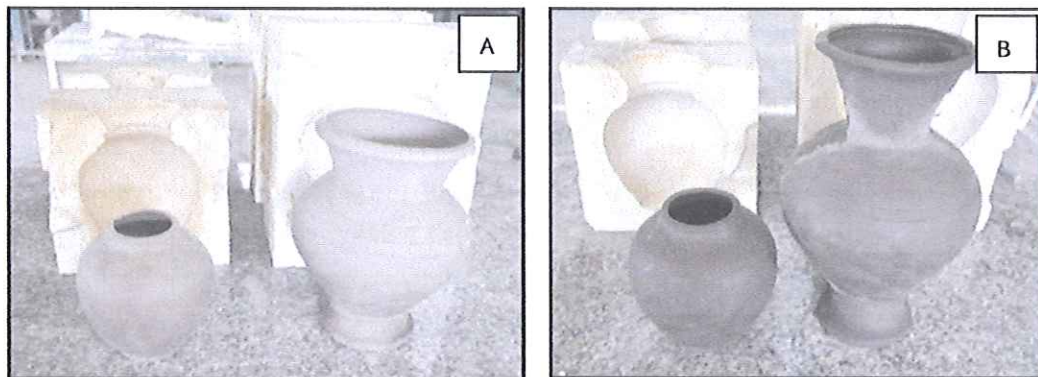


Figure 2 The product formed from the total plaster and the product formed from the forming block with plaster and husk ash
A) The product formed from the total plaster
B) The product formed from the forming block with plaster and husk ash

อภิปรายผล

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบครั้งนี้ ใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด คือปูนปลาสเตอร์และเถ้าแกลบ โดยปูนปลาสเตอร์เริ่มต้นจากร้อยละ 98-50 และเถ้าแกลบ เริ่มต้นจากร้อยละ

42 ความหนาแน่นรวมของส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์หลังอบแห้งในภาพรวมตั้งแต่สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 21 มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของเถ้าแกลบที่เพิ่มสูงขึ้นในสูตรส่วนผสม เนื่องจากว่าเถ้าแกลบเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยมีน้ำหนักเบาเมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสม จึงส่งผลทำให้แห้งทดลองมีน้ำหนักเบามากตามมาและทำให้ความหนาแน่นรวมลดน้อยลง ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงทำให้เกิดการใช้งานเถ้าแกลบมาเป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างน้ำหนักเบา เช่น ฝักันความร้อนน้ำหนักเบา (Sai-inwong, 2009) สูตรส่วนผสมที่มีอัตราการหลอมมากที่สุด คือ สูตรที่ 12 อัตราการหล่อ 4.91 มิลลิเมตร ในสูตรส่วนผสมมี ปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 76 เถ้าแกลบร้อยละ 24 สูตรส่วนผสมที่มีอัตราการหลอมน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 1 อัตราการหล่อ 2.96 มิลลิเมตร ในสูตรส่วนผสมมีปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 98 เถ้าแกลบร้อยละ 2 โดยปกติแล้วปูนปลาสเตอร์เมื่อแห้งจะมีความพรุนตัวสามารถดูดซึมน้ำที่อยู่ในเนื้อดินได้ ในทางเชรามิกจึงนำมาใช้ในการทำแบบพิมพ์เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานเชรามิก และยังสามารถนำมาสร้างแบบพิมพ์ให้มีรูพรุนดูดซึมน้ำได้ตามต้องการ (Pimkhawkhram, 2004) ดังนั้นแบบพิมพ์ที่มีความพรุนตัวสูงจะมีอัตราการหล่อสูงตามมาจากผลการทดลองเห็นได้ว่าสูตรส่วนผสมปูนปลาสเตอร์สูตรที่ 12 มีเถ้าแกลบผสมอยู่ร้อยละ 24 มีอัตราการหล่อสูงกว่าสูตรส่วนผสมที่ 1 มีเถ้าแกลบผสมอยู่ร้อยละ 2 เถ้าแกลบจึงมีส่วนช่วยให้แบบพิมพ์มีความพรุนตัวสูงสามารถดูดซึมน้ำได้ดี ทำให้มีอัตราการหล่อสูง แบบพิมพ์ที่มีอัตราการหล่อดี ส่งผลทำให้สามารถผลิตชิ้นงานได้จำนวนมากโดยใช้แบบพิมพ์น้อยและถอดชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ได้เร็ว (Tiamson, 2012)

สำหรับการคัดเลือกสูตรส่วนผสมในการผลิตแบบพิมพ์จากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบ โดยเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพของแห้งทดลองที่ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ล้วน พบว่าสูตรส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบสูตรที่ 5 มีคุณสมบัติเหมาะสมและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแห้งทดลองที่ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ล้วนสามารถนำไปใช้ผลิตแบบพิมพ์ได้ ในสูตรส่วนผสมมีปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 90 และเถ้าแกลบร้อยละ 10 ระยะเวลาการก่อตัวของแบบพิมพ์ 23 นาที ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 39.30 ± 5.37 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 1.13 ± 0.04 ก./ลบ.ซม. และอัตราการหล่อโดยใช้เวลา 10 นาที เท่ากับ 3.86 มิลลิเมตร ผู้วิจัยได้ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของวัตถุดิบจำนวน 10 กิโลกรัม หลังจากนั้นผสมให้เข้ากันแล้วขึ้นรูปแบบพิมพ์ชนิดหล่อกลวงจำนวน 2 ชุด ในขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ขึ้นรูปแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ล้วนควบคู่กันเพื่อเปรียบเทียบโดยใช้ต้นแบบชนิดเดียวกัน การขึ้นรูปแบบพิมพ์จากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ทั้ง 2 ประเภท สามารถหล่อขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ได้ดีเช่นเดียวกัน มีความแตกต่างกันเพียงสีของแบบพิมพ์เท่านั้น กล่าวคือสีของแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบจะมีสีเทาเนื่องจากเป็นสีของเถ้าแกลบที่มีอยู่ในส่วนผสม ส่วนแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ล้วนจะมีสีขาว ในความเห็นของผู้วิจัยคิดว่าสีของแบบพิมพ์ไม่ได้ส่งผลเสียหรือเป็นอุปสรรคต่อการหล่อขึ้นรูปชิ้นงานเชรามิกแต่อย่างใด หลังจากขึ้นรูปแบบพิมพ์เสร็จแล้ว ฝั่งให้แห้งเพื่อนำไปทดสอบการหล่อขึ้นรูปในขั้นตอนต่อไป การเปรียบเทียบผลการใช้งานแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบกับแบบพิมพ์ที่ขึ้นรูปจากปูนปลาสเตอร์ล้วน ผู้วิจัยนำแบบพิมพ์อย่างละ 2 ชุด ที่มีรูปทรงใกล้เคียงกัน นำไปหล่อขึ้นรูปเป็นชิ้นงานเชรามิกพร้อมกันด้วยน้ำดิน โดยใช้ดินที่มีการไหล ตัวดีและควบคุมความถ่วงจำเพาะของน้ำดินอยู่ที่ 1.75 จากผลการทดลองขึ้นรูปเป็นชิ้นงานเชรามิก พบว่าแบบพิมพ์ที่ทำจากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบสามารถนำมากล่อขึ้นรูปชิ้นงานเชรามิกได้ดีเหมือนกับแบบพิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ล้วน ในความเห็นของผู้วิจัยคิดว่าเถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งที่นำสนใจนำมาใช้เป็นส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนปลาสเตอร์ในการสร้าง

แบบพิมพ์ได้ ทำให้ประหยัดต้นทุนในการทำแบบพิมพ์ได้ร้อยละ 10 เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกในท้องถิ่นหรืออุตสาหกรรมเซรามิกทั่วไปที่ต้องการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบในสัดส่วนที่ต่างกัน พบว่าสามารถนำไปใช้สร้างแบบพิมพ์สำหรับการขึ้นรูปเซรามิกด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ โดยส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์ร้อยละ 90 เถ้าแกลบร้อยละ 10 (โดยน้ำหนัก) ส่วนผสมสามารถขึ้นรูปเป็นแบบพิมพ์ได้ดี และแบบพิมพ์สามารถขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดี ระยะเวลาก่อตัวของแบบพิมพ์ 23 นาที ค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 39.30 ± 5.37 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 1.13 ± 0.04 ก./ลบ.ซม. และอัตราการหล่อใช้เวลา 10 นาที เท่ากับ 3.86 มม. การเปรียบเทียบผลการใช้งานแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบกับแบบพิมพ์ที่ขึ้นรูปจากปูนปลาสเตอร์ล้วน พบว่าแบบพิมพ์ทั้ง 2 ชนิดสามารถขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกได้ดีไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยนำองค์ความรู้การสร้างแบบพิมพ์จากส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ผสมเถ้าแกลบถ่ายทอดให้กับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาบ้านเตาไหาดำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้งนี้พบว่าสามารถลดต้นทุนในการสร้างแบบพิมพ์ให้กับกลุ่มผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นได้ร้อยละ 10

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอคุณสาขาวิชาเซรามิก คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้ให้ความสนับสนุนสถานที่สำหรับดำเนินการวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Andrews, A.I. (1957). *Ceramic Test and Calculation*. New York: John Milley and Sons.
- Choeycharoen, P. (2014). Plaster. <http://www2.mtec.or.th/>. September 17, 2014. [In Thai].
- Department of Primary Industries and Mines. (2009). *The Usefulness of Gypsum*. Bangkok: Ministry of Industry. [In Thai].
- Ingsiriwat, P. (1998). *Ceramic Clay*. Bangkok: The Odient Store Press. [In Thai].
- Pansukhumthana, L. (2009). Plaster and how to recycle. *Ceramics Newsletter*, 13(30), 34-36. [In Thai].
- Pichayapai boon, P. (1995). *Ceramic Porcelain and the Creative Producing Methods*. Bangkok: Chulalongkorn University. [In Thai].
- Pimkhawkhram, P. (2004). *Ceramics*. Bangkok: Chulalongkorn University. [In Thai].
- Sai-inwong, K. (2009). Husk Ash-Amazing Ingredient for Ceramic Products. http://www.thaiceramicsociety.com/rm_paint_chaff.php. September 14, 2009. [In Thai].
- Tiamson, W. (2012). *Ceramics for Construction and Technical Work*. Bangkok: The Odient Store Press. [In Thai].
- Waithayawongsakul, S. (2008). A Brief History of Plaster and Gypsum. <http://www.vcharkarn.com/include/vcafe/>. June 30, 2008. [In Thai].