การพัฒนาเนื้อดินแดงบ้านป่าตาลให้มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง
A development of strong and lightweight banpatan red clay body

1

ลดา พันธ์สุขุมธนา[1*], วรรณา ต.แสงจันทร์[1], ศันศนีย์ รักไทยเจริญชีพ[1], ศศิธร พละบุญ[1]
Lada Punsukumtana[1**], Wanna T.saengchantara[1], Sansanee Rugthaicharoencheep[1], Sasithorn Pharaboon[1]

บทคัดย่อ

รายงานการศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเนื้อดินแดงของ บ้านป่าตาล ตำบลสันผักหวาน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ใช้สำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ให้มีน้ำหนักที่เบาหรือมีความหนาแน่นที่ลดลง โดยเนื้อดินแดงยังคงมีความแข็งแรงเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส การวิจัยได้คัดเลือกวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบเป็นอินทรีย์สาร หรือมีโครงสร้างจุลภาคพรุน รวมถึงมีองค์ประกอบเคมีของธาตุที่มีสมบัติลดอุณหภูมิสุกตัวของเนื้อดิน ได้แก่ แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ และเยื่อกระดาษ เป็นสารเติมลงในดินแดง

ผลการศึกษาวิจัยเมื่อใช้สารเติมชนิดแกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ และเยื่อกระดาษ เติมลงในดินแดงที่ร้อยละ 5 เผาที่อุณหภูมิ 800 900 และ 1000 องศาเซลเซียส พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิของการเผา มีผลให้ การดูดซึมน้ำลดลง การหดตัว ความหนาแน่น และความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้น โดยชนิดของสารเติมที่ใช้มีผลต่อสมบัติกายภาพของเนื้อดินแดงแตกต่างกัน เนื้อดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดเถ้าแกลบและถ่านไม้มีสมบัติการหดตัวสูงกว่าดินแดงที่ไม่เติมสารและเนื้อดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดแกลบดิบ และเยื่อกระดาษ สารเติมมีผลให้สมบัติการดูดซึมน้ำของเนื้อดินแดงเพิ่มขึ้น โดยเนื้อดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดเยื่อกระดาษมีค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าการใช้สารเติมชนิดแกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ สารเติมมีผลให้ความหนาแน่นของเนื้อดินลดลง เรียงตามลำดับของการใช้สารเติม ดังนี้ แกลบดิบและเยื่อกระดาษ < ถ่านไม้ < เถ้าแกลบ โดยชนิดของสารเติมมีผลต่อความต้านแรงดัดของเนื้อดินเรียงตามลำดับ ดังนี้ ถ่านไม้ > แกลบดิบ เยื่อกระดาษ และดินแดง > เถ้าแกลบ และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติความหนาแน่นหลังเผากับความต้านแรงดัด พบว่า ที่ความหนาแน่นในระดับเดียวกัน เนื้อดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดถ่านไม้มีค่าความต้านแรงดัดสูงสุด

ผลการศึกษาวิจัยนี้สรุปได้ว่าการใช้สารเติมชนิดถ่านไม้ร้อยละ 5 ในดินแดงจากบ้านป่าตาล ตำบลสันผักหวาน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากที่เผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เนื้อดินแดงที่ได้มีความหนาแน่นลดลง ความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อดินแดงมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงมากกว่าเนื้อดินแดงใช้ในการผลิตในปัจจุบัน ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย

Abstract

This research aimed to develop a lighter weight or lower density red clay body which was used for pottery production in Ban Patan, Sanphakwan district, Chiang Mai province. The body should also have high fired strength, at 1000°C, closed to the body strength used in the current production. The light and strong body would be easier to transport and strong enough to handle. The research was carried out by a selection of raw materials containing organic compounds or porous microstructure. Their chemical elements which could effect on lowering the body temperature had also been considered. The selected raw materials were rice husk, rice hask ash, charcoal, and pulp. Five percents of these raw materials were added into the body and the bodies were fired at 800°C, 900°C, 1000°C. Then the shrinkage, water absorption, density, and bending strength were tested.

The study showed that increase the sintering temperature reduced the water absorption but increased shrinkage, density, and bending strength of the body. The additives differently affected the body. The body with rice husk ash or charcoal had higher shrinkage than the red clay or the body with rice husk or pulp. The additives increased the water absorption which pulp gave higher value than rice hash, rice husk ash, and charcoal. As a result, the density changed as the following order: rice husk and pulp < charcoal < rice hask. The strength changed as the following order: charcoal> rice husk, pulp, and red clay > rice hask ash. When comparing the strength at the same density, it was found that the charcoal addition provided the maximum bending strength.

In conclusion, five percent charcoal adding into the red clay, Ban Patan, Sanphakwan district, Chiang Mai province, fired at 1000°C caused a decrease in density but an increase in bending strength which resulted in light and strong red clay body to enable easier handling.

คำสำคัญ: ดินแดง เนื้อดินเบา เครื่องปั้นดินเผา

Keyword: Red clay, Light weight body, Pottery

[1] กรมวิทยาศาสตร์บริการ

[*] Corresponding author E-mail address : lada@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาหนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล (OTOP) ของไทยมีอยู่แทบทุกภูมิภาคของประเทศ สามารถสร้างงานและรายได้ กลุ่มหนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล (OTOP) ที่พบจากการสำรวจ คือ กลุ่มประติมากรรมดินเผาบ้านป่าตาล จังหวัดเชียงใหม่ มีสมาชิกรวมกว่า 70 คน เป็นกลุ่มที่มีการพัฒนาการผลิตในระดับหนึ่ง คือ ตั้งเดิมสมาชิกในกลุ่มจะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท อิฐ คนโท ออมสิน ต่อมามีการพัฒนารูปแบบใหม่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท ตุ๊กตา กลุ่มนี้ผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้เนื้อดินท้องถิ่นในการผลิต ใช้วิธีขึ้นรูปด้วยมือ และเผาในเตาด้วยฟืนหรือแก๊สที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความพรุนตัวและไม่แข็งแรงเท่าที่ควร และใช้เทคนิคตกแต่งหลังเผาด้วยสีน้ำมัน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาที่ผลิตมีขนาดต่างๆกันตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาที่มีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก ขนส่งลำบาก เสียหายได้ง่าย จึงมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ มีน้ำหนักที่ลดลง โดยยังคงมีความแข็งแรงดังเดิมหรือดีขึ้นกว่าเดิม

เครื่องปั้นดินเผาที่ผลิตในท้องถิ่นโดยทั่วไปมักจะใช้ดินในพื้นที่ใกล้เคียง ผสมกับวัตถุดิบอื่นอีกไม่กี่ชนิด เช่น ดินเชื้อ (ดินผสมแกลบหรือทรายเผา) หรือ ทราย มีวิธีการเตรียมวัตถุดิบและเนื้อดิน โดยการนำดินมาผสมกับดินเชื้อ หรือทราย ใช้วิธีประมาณการสัดส่วน หมัก และผสมให้เข้ากันอย่างง่าย ก่อนเกราะ นวด ให้เป็นเนื้อดินที่พร้อมสำหรับการขึ้นรูป การพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาที่มีน้ำหนักลดลง สามารถทำโดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำเป็นส่วนผสม หรือการทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อ แต่การทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อทำให้ความแข็งแรงลดลง

วัตถุดิบอื่นๆ ในท้องถิ่นที่พบทั่วไปได้แก่ แกลบ เถ้าไม้ ถ่าน ฯลฯ วัตถุดิบเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะคือ แกลบมีความพรุนตัวสูง เถ้าไม้มีองค์ประกอบของสารช่วยลดอุณหภูมิ ถ่านไม้มีสารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้หมดไป วัตถุดิบเหล่านี้จึงน่าสนใจที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมกับดินแทนดินเชื้อหรือทรายที่มีความหนาแน่นค่อนข้างสูงที่ใช้อยู่เดิม ส่วนการเพิ่มความแข็งแรงแก่เนื้อดินหลังเผาทำได้โดย การลดรูพรุนในเนื้อดิน หรือการเพิ่มเฟสหลังเผาที่ให้ความแข็งแรง โดยการเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น หรือการใช้สารช่วยลดอุณหภูมิการสุกตัวของเนื้อดิน ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการลดน้ำหนักและการเพิ่มความแข็งแรงเป็นกระบวนการที่ให้สมบัติขัดแย้งกัน การวิจัยจึงต้องทำโดยการสร้างให้เกิดความสมดุลในสมบัติทั้งสอง

การที่ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาใช้อุณหภูมิการเผาต่ำ ทำให้มีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีที่ ไม่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักลดลงและมีความแข็งแรงได้ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ เพื่อนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแก้ปัญหา และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเนื้อดินในท้องถิ่นที่ใกล้แหล่งผลิตให้เหมาะสม

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

2.1 วัตถุดิบ และการทดสอบสมบัติวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย ดินแดงจาก บ้านป่าตาล ตำบลสันผักหวาน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ โดยสุ่มวัตถุดิบจากที่ใช้อยู่ทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ ส่วนเยื่อกระดาษจากกล่องกระดาษลูกฟูก ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มเยื่อและกระดาษ กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ทดสอบสมบัติของวัตถุดิบต่าง ๆ ดังนี้ ทดสอบองค์ประกอบเคมีของ ดินแดง แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ ด้วย X-ray fluorescence spectroscopy (XRF, Bruker AS-8, ประเทศเยอรมนี) ทดสอบการกระจายขนาดอนุภาคของดินด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของแสง (Laser Diffraction Technique, Matersizer 300 ประเทศอังกฤษ) ทดสอบเฟสของดินด้วย X-ray diffractometer (XRD, Bruker D8 Advance, ประเทศเยอรมนี) และทดสอบโครงสร้างทางจุลภาคของ แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ และเยื่อกระดาษ ด้วย Scanning electron microscope (SEM, JEOL JSM-6610LV, ประเทศญี่ปุ่น)

2.2 การศึกษาปริมาณการใช้สารเติมที่ใช้ชนิดแกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้และเยื่อกระดาษเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อดินแดง

2.2.1 เตรียม แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ โดยการอบให้แห้ง ในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส บดด้วยโกร่ง คัดขนาดด้วยการร่อนผ่านตะแกรง 50 หรือ 100 เมช และเตรียมเยื่อกระดาษโดยการตัดกระดาษจากกล่องกระดาษลูกฟูกให้มีขนาดประมาณ 3x3เซนติเมตร2 นำมาแช่น้ำที่เติมสารกันบูด (sodium Benzoate) ร้อยละ 0.1 น้ำหนักแห้งของเยื่อกระดาษ เป็นเวลา 2 คืน แล้วจึงนำมาผสมน้ำและกระจายเยื่อด้วยเครื่องปั่นอาหาร เพื่อให้เยื่อกระดาษกระจายตัว

2.2.2 เตรียมอัตราส่วนของเนื้อดินแดงกับสารเติมแต่ละชนิด โดยการชั่งน้ำหนักดินแดงและสารเติมที่ใช้แต่ละชนิดตามส่วนผสมที่กำหนด ให้ชื่อตัวอย่าง P1 - P9 แสดงในตารางที่ 1 เตรียมตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อดินแดงต่อน้ำเป็น 1 : 1 ยกเว้นอัตราส่วนระหว่างดินแดงเติมเยื่อกระดาษกับน้ำเป็น 1:2 เนื่องจากเนื้อดินแดงที่เติมเยื่อกระดาษมีความหนืดสูง เตรียมส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นอาหารเป็นเวลา 3 นาที ก่อนนำมาเกรอะในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์พอหมาด นำมานวด และหมักทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำมาอัดขึ้นรูปในแบบพิมพ์ทองเหลืองขนาด 30x120x10 มิลลิเมตรด้วยมือ อบส่วนผสมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสให้แห้ง

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของดินแดงกับสารเติม

ตัวอย่าง	ดินแดง	แกลบดิบ (-50 เมช)	แกลบดิบ (-100 เมช)	เถ้าแกลบ (-50 เมช)	เถ้าแกลบ (-100 เมช)	ถ่านไม้ (-50 เมช)	ถ่านไม้ (-100 เมช)	เยื่อกระดาษ
P1	100							
P2	95	5						
P3	95		5					
P4	95			5				
P5	95				5			
P6	95					5		
P7	95						5	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

P7.1	90						10	
P7.2	85						15	
P7.3	80						20	
P8	95							5
P9	80			10		10		

2.2.3 เผาตัวอย่าง P1 - P9 ด้วยเตาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการเผา 2.5 องศาเซลเซียส/นาที ยืนไฟ 30 นาที ตามลำดับ

2.2.4 ทดสอบสมบัติกายภาพของตัวอย่าง P1 - P9 จากตารางที่ 1 ดังนี้

- สมบัติการหดตัว ตามวิธีใน ASTM C326-09
- การดูดซึมน้ำ และความหนาแน่น ตามวิธีใน ASTM C373-88
- ความต้านแรงดัดแบบ 3 จุด ด้วยเครื่อง Universal testing machine (Shimazu Autograph AG-X plus, ประเทศญี่ปุ่น) ที่อัตรา 1 มม./นาที ใช้ชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น/อัตราส่วนผสม
- โครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด (SEM, JEOL JSM-6610LV ประเทศญี่ปุ่น)

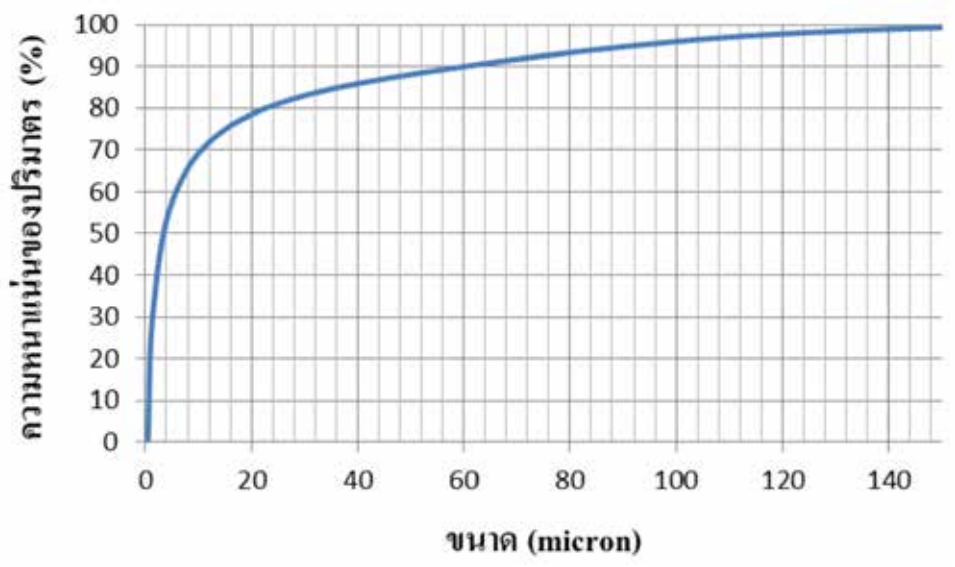
3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 ผลการทดสอบสมบัติของเนื้อดินแดงและสารเติมที่ใช้แต่ละชนิด

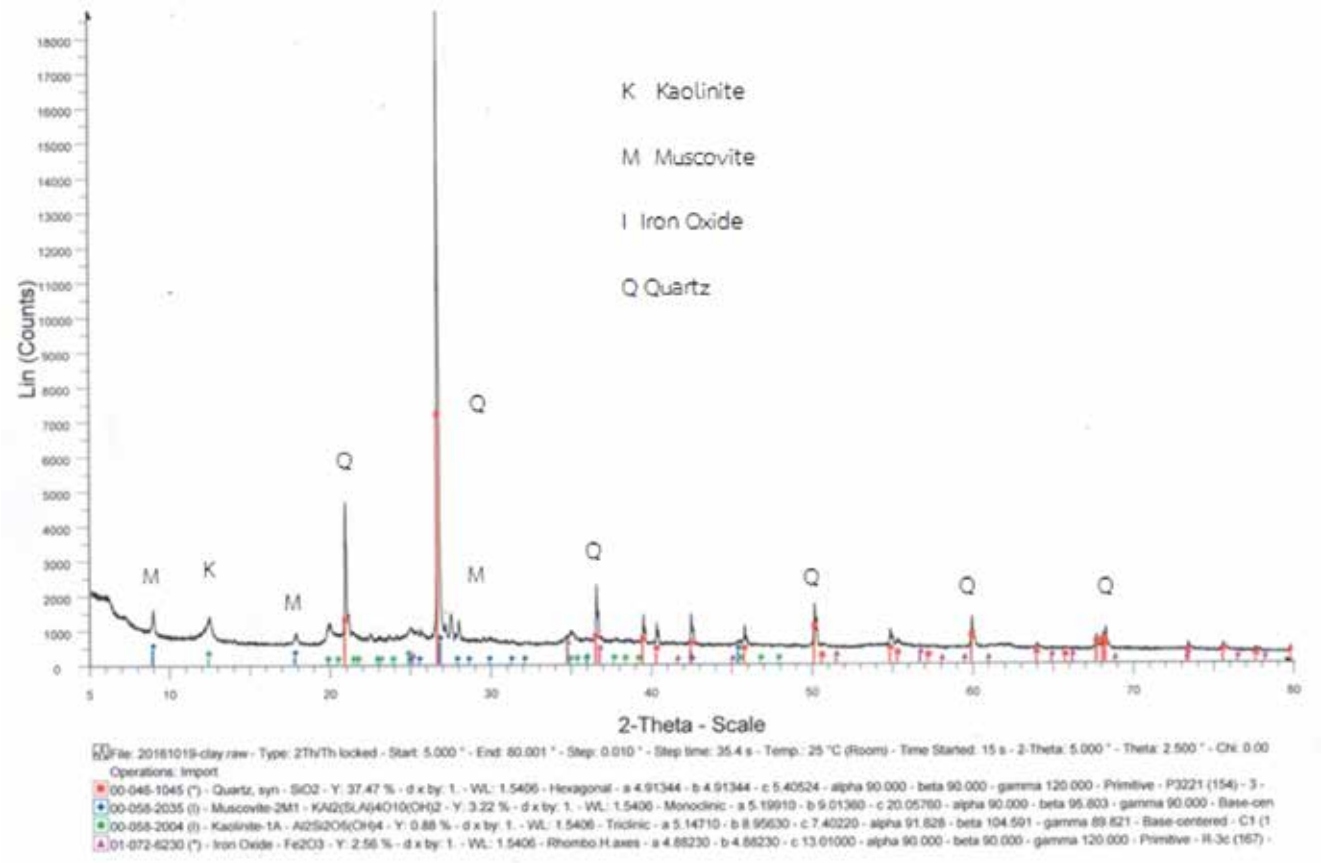
ผลการทดสอบองค์ประกอบเคมีของ ดินแดง และสารเติมที่ใช้ชนิด แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ เยื่อกระดาษ แสดงดังตารางที่ 2 เนื่องจากเยื่อกระดาษมีค่าน้ำหนักที่หายไปหลังเผา (LOI) สูงมากจึงไม่ได้ทดสอบองค์ประกอบเคมี การกระจายขนาดอนุภาคและเฟสของดินแดงแสดงดังรูปที่ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และผลทดสอบโครงสร้างทางจุลภาคของ แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ แสดงดังรูปที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของ ดินแดง แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้

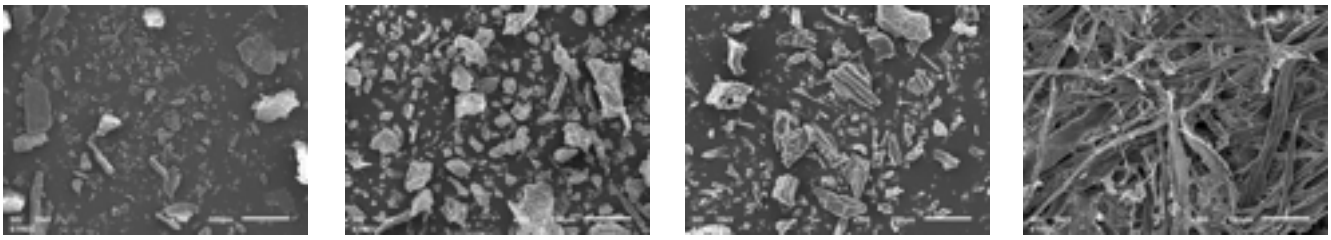
องค์ประกอบเคมี	**ดินแดง (wt.%)**	**สารเติม (wt.%)**		
		แกลบดิบ	**เถ้าแกลบ**	**ถ่านไม้**
SiO_2	58.28	17.79	61.66	0.52
Al_2O_3	19.47	0.12	2.66	0.16
Fe_2O_3	8.11	0.02	1.70	0.03
TiO_2	1.26	-	0.25	-
Na_2O	0.19	0.02	0.12	-
K_2O	3.23	0.45	5.91	2.07
CaO	0.82	0.12	10.22	4.66
MgO	1.36	0.10	1.40	0.58
BaO	0.09	-	0.04	0.03
MnO	0.16	0.02	-	0.02
P_2O_3	0.05	0.19	1.83	0.16
SO_3	-	0.11	1.59	0.27
ZrO_2	0.06	-	0.02	-
LOI	6.92	81.05	12.60	91.50



รูปที่ 1 แสดงการกระจายขนาดอนุภาคของดินแดง



รูปที่ 2 แสดงเฟสของดินแดง



แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ เยื่อกระดาษ

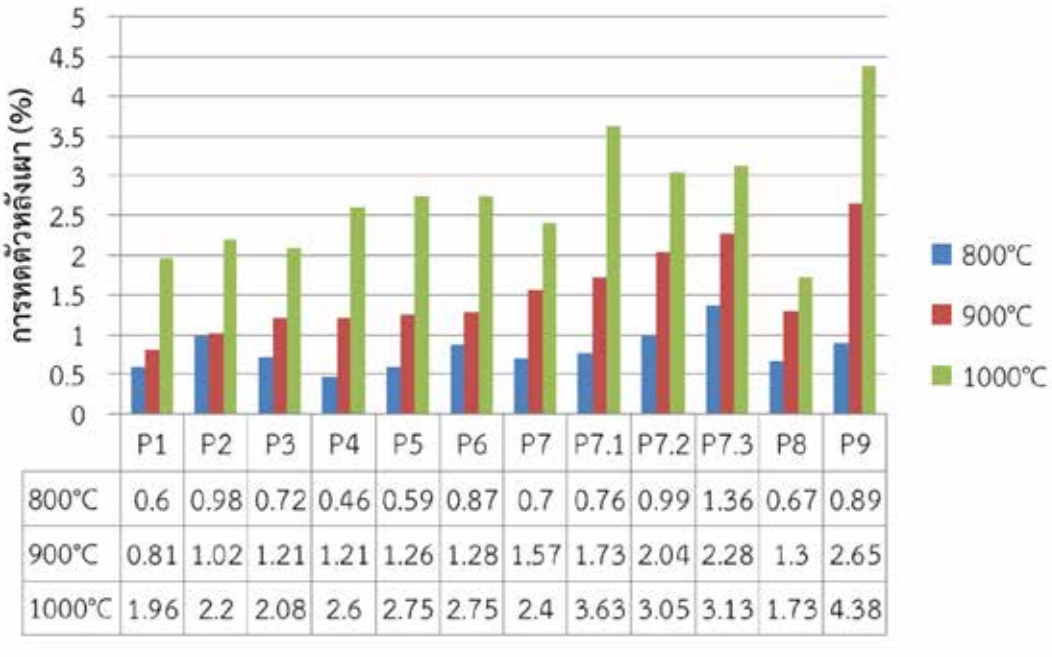
รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างทางจุลภาคของ แกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ และเยื่อกระดาษ

ผลการทดสอบดินแดงแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบเคมีหลักคือ SiO_2 Al_2O_3 ร้อยละ 58.28 และ 19.47 ตามลำดับ และมี Fe_2O_3 สูงถึงร้อยละ 8.11 รวมทั้งมีธาตุอัลคาไล อัลคาไลเอิร์ท ปนอยู่ เช่น Na_2O K_2O CaO MgO ปรากฏเป็นเฟส ควอตซ์ มัสโคไวท์ เกาลินไนท์ และเหล็กออกไซด์ โดยมีขนาดมัธยฐานที่ 3.82 ไมครอน เมื่อเทียบกับแร่เกาลินไนท์จัดเป็นดินที่มี SiO_2 สูง Al_2O_3 ต่ำ มีความความละเอียด ความเหนียวสูง และเมื่อเผาจะมีสีแดงที่เกิดจาก Fe_2O_3 รวมทั้งจะมีความทนไฟค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีธาตุอื่นเจือปนสูง

ผลการทดสอบองค์ประกอบเคมีของ แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ พบว่า แกลบดิบและเถ้าแกลบประกอบด้วย SiO_2 เป็นองค์ประกอบเคมีหลัก มีส่วนประกอบของธาตุ อัลคาไลเอิร์ท อัลคาไล เช่น CaO K_2O MgO สูง แกลบดิบยังมีค่า LOI สูงถึงร้อยละ 81.05 และเถ้าแกลบมีค่า LOI ร้อยละ 12.60 ส่วนถ่านไม้ประกอบด้วย อัลคาไลเอิร์ท อัลคาไล เป็นองค์ประกอบเคมีหลัก เช่น CaO K_2O และมีค่า LOI สูงถึงร้อยละ 91.50 สมบัติของ อัลคาไลเอิร์ท อัลคาไล ในวัตถุดิบนี้จะทำให้วัตถุดิบนั้นมีสมบัติลดอุณหภูมิจุดสุกตัวของดินได้ ส่วนค่า LOI นี้สัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์สารที่สามารถถูกเผาไหม้หมดไปทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อดินหลังเผาได้ สอดคล้องกับโครงสร้างจุลภาคของ แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ ที่แสดงให้เห็นโครงสร้างที่มีลักษณะพรุน และโครงสร้างจุลภาคของเยื่อกระดาษมีลักษณะเป็นเส้น

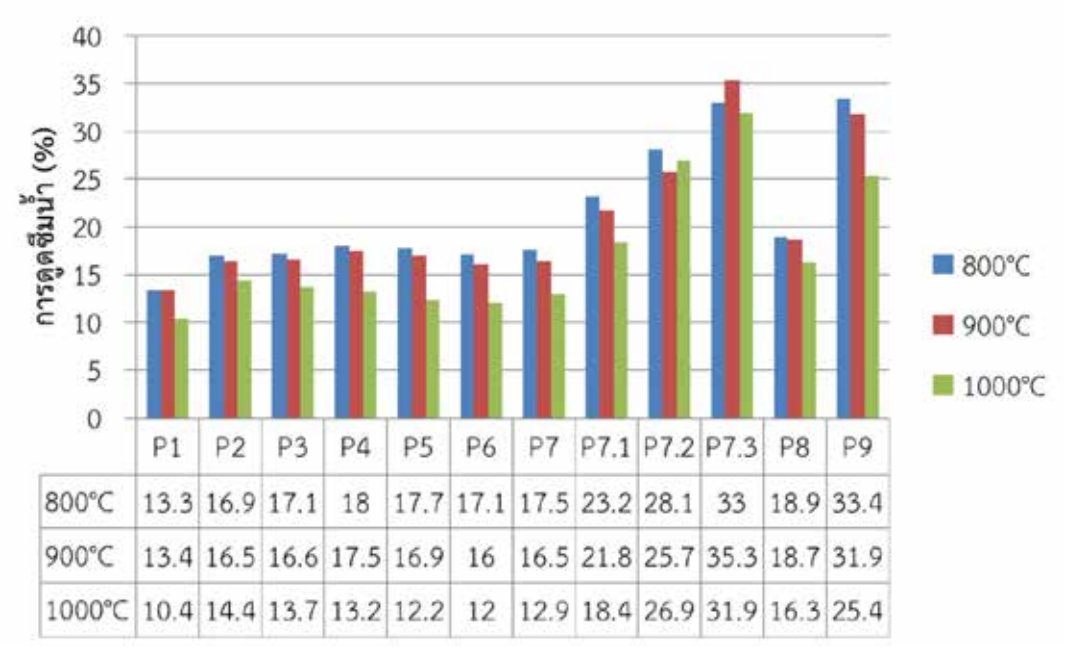
3.2 ผลการทดสอบอัตราส่วนของดินแดงกับสารเติมที่ใช้แต่ละชนิด

ผลการทดสอบสมบัติการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และ ความต้านแรงดัดของดินแดงผสมสารเติม หลังเผาที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 4-7 และโครงสร้างทางจุลภาคของตัวอย่างดินแดงผสมสารเติม P1 P2 P4 P6 และ P8 หลังเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 8



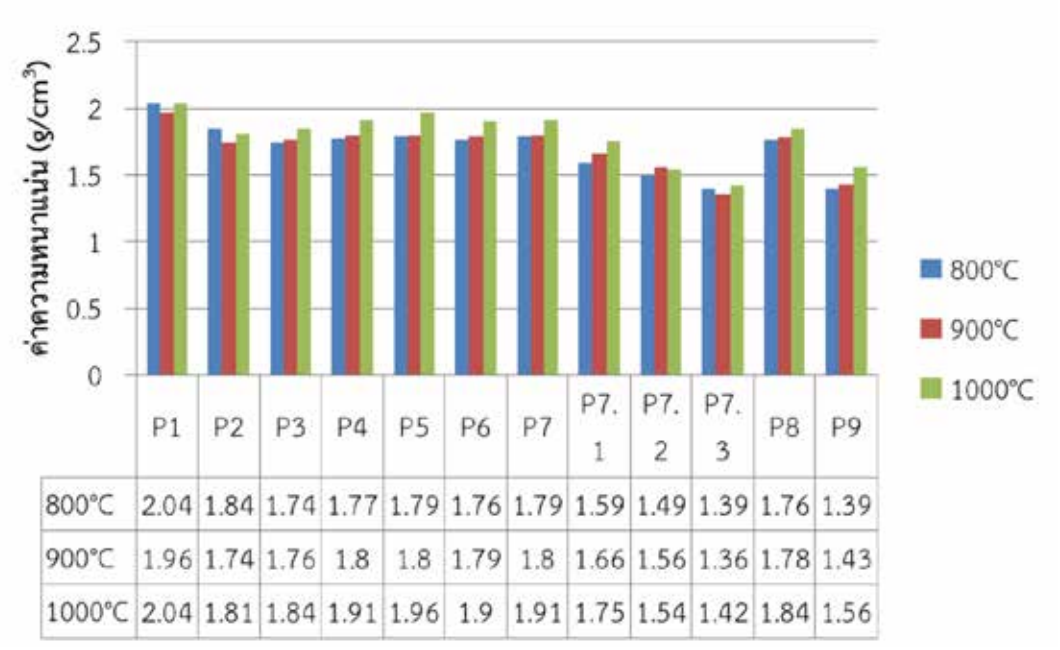
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7.1	P7.2	P7.3	P8	P9
800°C	0.6	0.98	0.72	0.46	0.59	0.87	0.7	0.76	0.99	1.36	0.67	0.89
900°C	0.81	1.02	1.21	1.21	1.26	1.28	1.57	1.73	2.04	2.28	1.3	2.65
1000°C	1.96	2.2	2.08	2.6	2.75	2.75	2.4	3.63	3.05	3.13	1.73	4.38

รูปที่ 4 แสดงสมบัติการหดตัวของของตัวอย่างดินแดงและดินแดงผสมสารเติม หลังเผาที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส



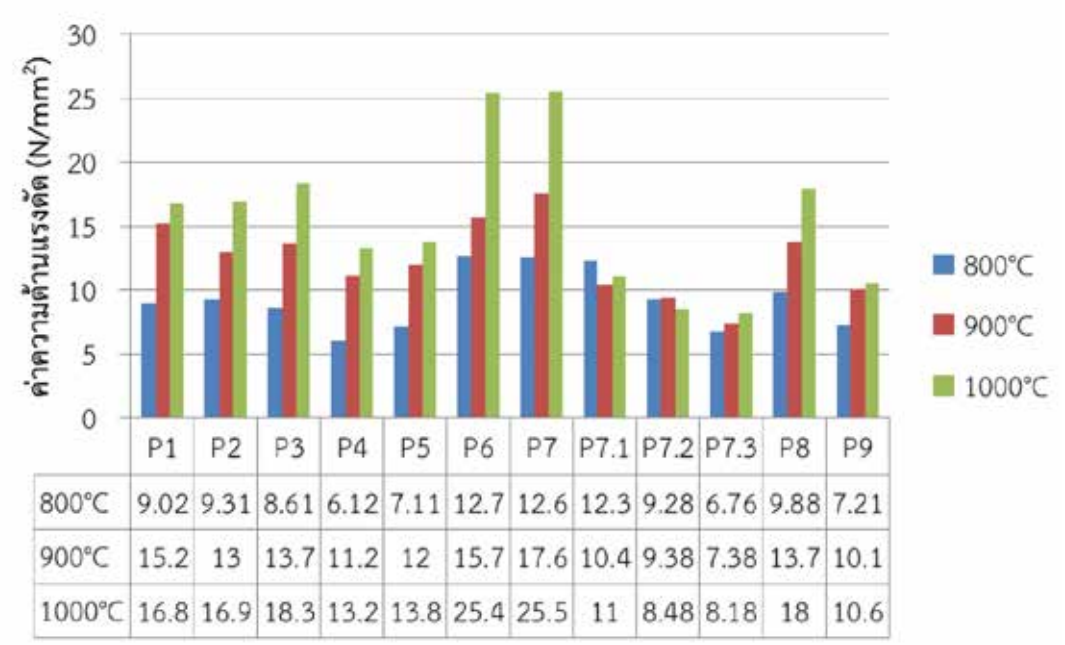
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7.1	P7.2	P7.3	P8	P9
800°C	13.3	16.9	17.1	18	17.7	17.1	17.5	23.2	28.1	33	18.9	33.4
900°C	13.4	16.5	16.6	17.5	16.9	16	16.5	21.8	25.7	35.3	18.7	31.9
1000°C	10.4	14.4	13.7	13.2	12.2	12	12.9	18.4	26.9	31.9	16.3	25.4

รูปที่ 5 แสดงสมบัติการดูดซึมน้ำ ของตัวอย่างดินแดงและดินแดงผสมสารเติม หลังเผา
ที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส



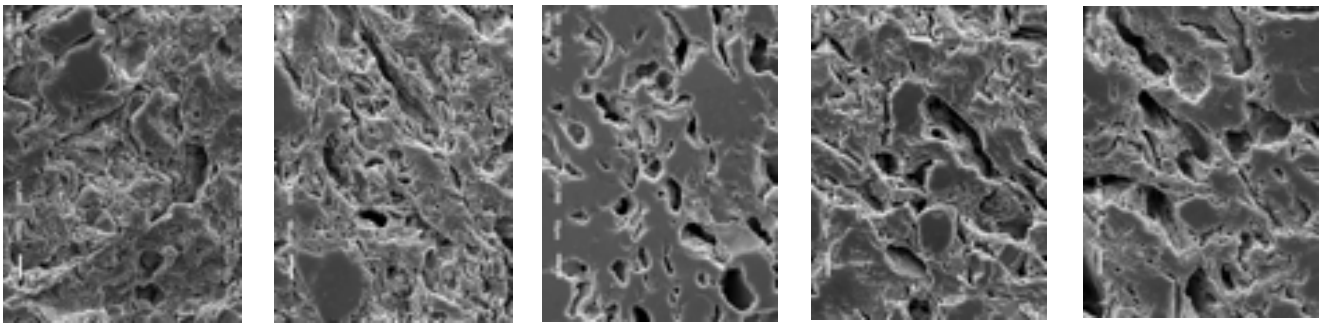
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7. 1	P7. 2	P7. 3	P8	P9
800°C	2.04	1.84	1.74	1.77	1.79	1.76	1.79	1.59	1.49	1.39	1.76	1.39
900°C	1.96	1.74	1.76	1.8	1.8	1.79	1.8	1.66	1.56	1.36	1.78	1.43
1000°C	2.04	1.81	1.84	1.91	1.96	1.9	1.91	1.75	1.54	1.42	1.84	1.56

รูปที่ 6 แสดงสมบัติความหนาแน่น ของตัวอย่างดินแดงและดินแดงผสมสารเติม หลังเผา
ที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7.1	P7.2	P7.3	P8	P9
800°C	9.02	9.31	8.61	6.12	7.11	12.7	12.6	12.3	9.28	6.76	9.88	7.21
900°C	15.2	13	13.7	11.2	12	15.7	17.6	10.4	9.38	7.38	13.7	10.1
1000°C	16.8	16.9	18.3	13.2	13.8	25.4	25.5	11	8.48	8.18	18	10.6

รูปที่ 7 แสดงสมบัติความต้านแรงดัด ของตัวอย่างดินแดงและดินแดงผสมสารเติม
หลังเผาที่อุณหภูมิ 800 900 1000 องศาเซลเซียส



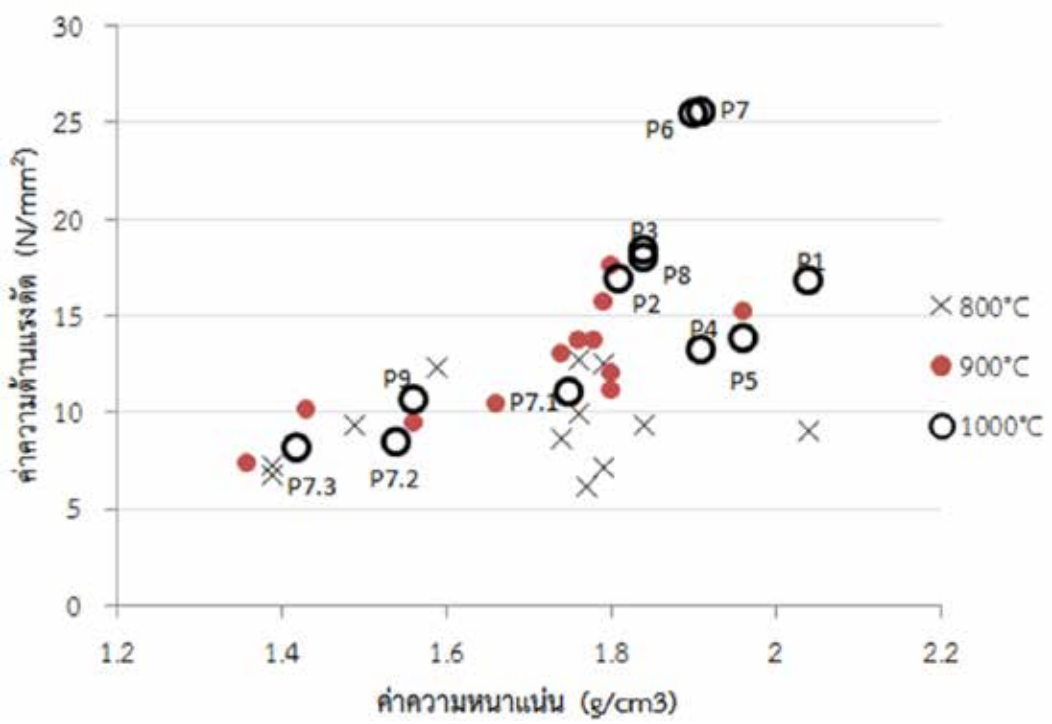
P1 P2 P4 P6 P8

รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างดินแดงและดินแดงผสมสารเติม P1 P2 P4 P6 และ P8

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอุณหภูมิการเผามีผลให้ การดูดซึมน้ำลดลง การหดตัว ความหนาแน่นและความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติม P4 P5 (เถ้าแกลบ) P6 P7 (ถ่านไม้) มีสมบัติการหดตัวสูงกว่าตัวอย่างดินแดงไม่เติมสาร P1 (ดินแดง) และตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติม P2 P3 (แกลบดิบ) และ P8 (เยื่อกระดาษ) ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าสารเติมเพิ่มสมบัติการดูดซึมน้ำของดินแดง โดยตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติม P8 (เยื่อกระดาษ) มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติม P2 P3 (แกลบดิบ) และ P4 P5 (เถ้าแกลบ) และ P6 P7 (ถ่านไม้) ทำให้ความหนาแน่นมีแนวโน้มลดลงเรียงลำดับตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดต่างๆ ดังนี้ P4 P5 (เถ้าแกลบ) P6 P7 (ถ่านไม้) > P2 P3 (แกลบดิบ) และ P8 (เยื่อกระดาษ) และทำให้ความต้านแรงดัดเรียงเพิ่มขึ้นเรียงลำดับตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดต่างๆ ดังนี้ P6 P7 (ถ่านไม้) > P2 P3 (แกลบดิบ) P8 (เยื่อกระดาษ) และ P1 (ดินแดง) > P4 P5 (เถ้าแกลบ) แสดงให้เห็นแนวโน้มของสารเติมที่ใช้ที่มี LOI สูงมีแนวโน้มทำให้เนื้อดินแดงมีความพรุนตัว ทำให้เนื้อดินแดงหลังเผามีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นลดลง โครงสร้างจุลภาคแสดงลักษณะของรูพรุนที่ปรากฏในเนื้อดินหลังเผามีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสารเติมที่มีอัลคาไล อัลคาไลเอิร์ท สูงมีแนวโน้มทำให้เนื้อดินแดงหลังเผามีการดูดซึมน้ำลดลง ความหนาแน่นสูงขึ้น และความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมบัติกายภาพหลังเผาของสารเติมที่ใช้ ที่ขนาด -50 เมช และ -100 เมช ของตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติม P2-P3 P4-P5 P6-P7 พบว่ามีผลต่อการแปรเปลี่ยนสมบัติกายภาพไม่มากนัก แต่การเพิ่มปริมาณสารเติมในดินแดง P7.1-P7.3 (ถ่านไม้) และ P9 (เถ้าแกลบและถ่านไม้) จากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 10-20 นั้นมีผลให้การหดตัว การดูดซึมน้ำ เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นและความต้านแรงดัดลดลง แสดงให้เห็นว่าขนาดของสารเติม (-50 เมช และ -100) ที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลต่อสมบัติกายภาพหลังเผามากนัก แต่การแปรปริมาณร้อยละ 10 – 20 มีผลต่อการเปลี่ยนสมบัติกายภาพหลังเผาเป็นอย่างมาก

ดำเนินการเปรียบเทียบความต้านแรงดัดระหว่างตัวอย่างที่มีความหนาแน่นเท่ากันดังภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างดินแดงที่ใช้สารเติมชนิดถ่านไม้ P6 P7 ให้ค่าความต้านแรงดัดสูงกว่าดินแดงที่ไม่เติมสาร P1 โดยดินแดงที่ไม่เติมสาร P1 มีความหนาแน่น 1.96-2.04 g/cm^3 เมื่อเติมสารชนิดถ่านไม้ร้อยละ 5 (P6 P7) หลังเผา 800-1000 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นจะลดลงเหลือ 1.76-1.91 g/cm^3 ดินแดงที่ไม่เติมสาร P1 มีค่าความต้านแรงดัด 9.02-16.81 N/mm^2 เมื่อเติมสารชนิดถ่านไม้ร้อยละ 5 (P6 P7) หลังเผา 800-1000 องศาเซลเซียส มีความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้นเป็น 12.55-25.51 N/mm^2



รูปที่ 9 แสดงสมบัติความต้านแรงดัดและความหนาแน่นของตัวอย่างดินแดงผสมสารเติมชนิดต่างๆ

4. สรุป (Conclusion)

ผลการศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารเติมชนิดแกลบดิบ เถ้าแกลบ ถ่านไม้ เยื่อกระดาษ ในเนื้อดินแดงบ้านป่าตาล ตำบลสันผักหวาน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ หลังเผาที่ 800 900 และ1000 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มทำให้การหดตัว การดูดซึมน้ำ เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นลดลง ในขณะที่สมบัติความต้านแรงดัดขึ้นกับโครงสร้างทางจุลภาคและองค์ประกอบทางเคมีของสารเติมที่ใช้ในแต่ละชนิด โดยผลการศึกษาวิจัยนี้สรุปได้ว่าสารเติมชนิดถ่านไม้ ซึ่งมี อัลคาไล อัลคาไลเอิร์ท และค่า LOI สูง เมื่อเติมในเนื้อดินแดงที่ร้อยละ 5 หลังเผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เนื้อดินแดงที่ได้มีความหนาแน่นลดลง ความต้านแรงดัดเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อดินแดงมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงสูงกว่าเนื้อดินแดงใช้ในการผลิตในปัจจุบัน ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณ นางสาวอุษณีย์ พันธุลาภ ที่ทดสอบองค์ประกอบเคมีของ ดิน แกลบดิบ เถ้าแกลบ และถ่านไม้ ด้วย X-ray fluorescence spectroscopy และขอบคุณ นางสาวเนตรนภา สุภนาม ที่ทดสอบโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] *ดินยิ้ม บ้านป่าตาล* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.sunpukwan.go.th/index.php?_mod=b3RvcA&no=1

[2] ลดา พันธ์สุขุมธนา และคณะ. การปรับปรุงสมบัติดินในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามด้วยการเติมดินเชื้อ. *Bulletin of Applied Science.* 2015, 4(4), 9-17.

[3] ลดา พันธ์สุขุมธนา และคณะ. การศึกษาสมบัติกายภาพของเซรามิกเนื้อพรุน เพื่อการพัฒนาเซรามิกที่มีกลิ่นหอม. *Bulletin of Applied Science.* 2013, 2(2), 9-16.

[4] SCHEFFER, M. and P. COLOMBO. *Cellular Ceramics Structure, Manufacturing, Properties and Applications,* Weinheim : Wiley, 2005, pp 33.