

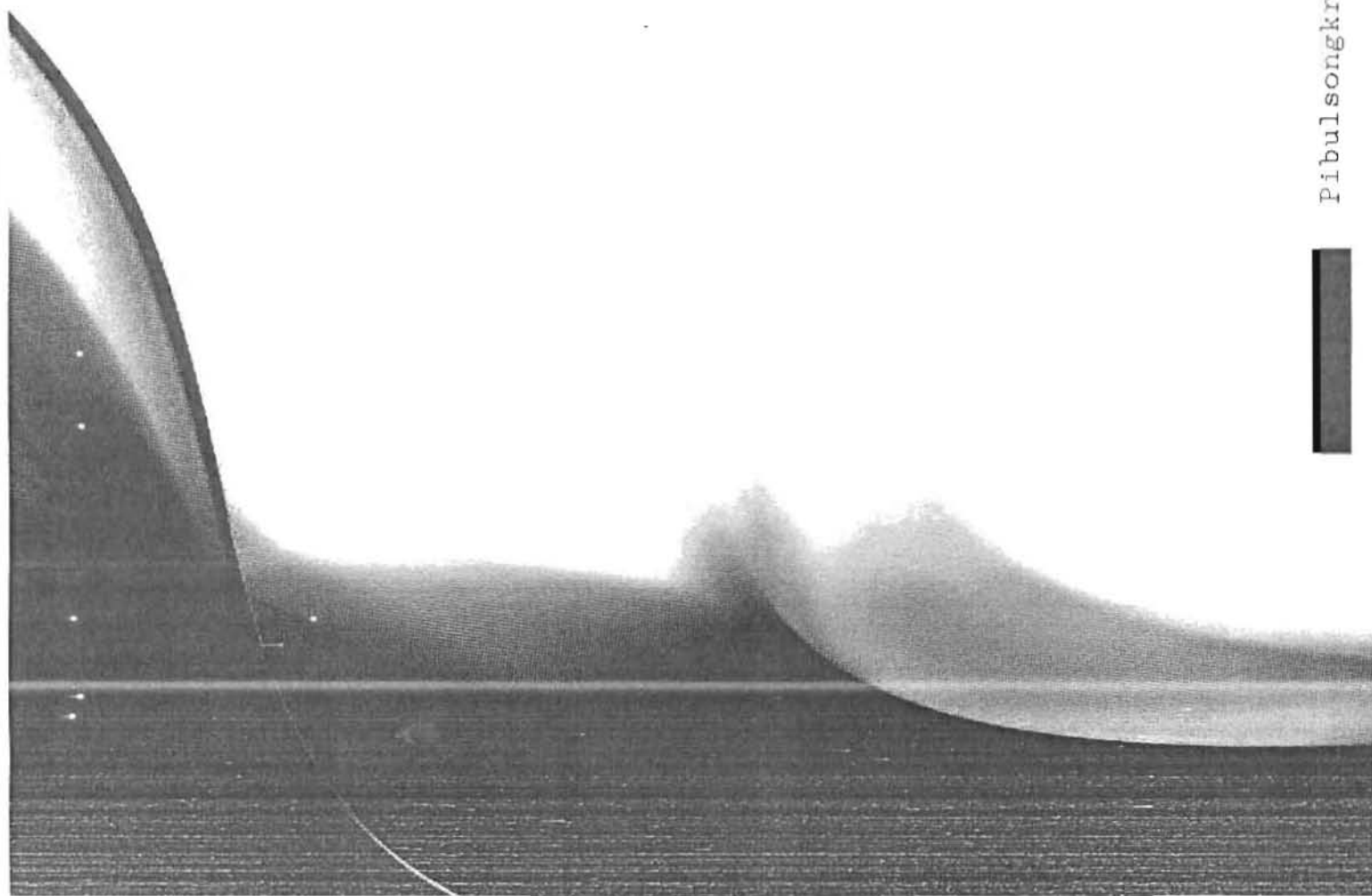


RAJABHAT JOURNAL OF SCIENCE, HUMANITIES & SOCIAL SCIENCES

Vol.13 No.1 January - June 2012

ISSN 1905 - 3193

Pibulsongkram Rajabhat University



บทความวิชาการ

การวิจัยและการศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น : Research and education for local development

วิศุทธิ์ ใบไม้

1

Interesting or rare Xylariaceae from Thailand

Anthony JS Whalley, Cherdchai Phosri, Nutthapom Ruchikachom, Prakitsin Sihanonth, Ek Sangvichien, Nuttika Suwannasai, Surang Thienhirun and Margaret Whalley

9

บทความวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักเชื่อมอบแห้งสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ : Product development of osmotic-dehydrated-wax gourd containing antioxidant herbs

ปิยวรรณ ศุภวิหิตพัฒนา

20

การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มจากตะไคร้ผสมใบเตย : Study on production of beverage from lemon grass (*Cymbopogon citratus*) and pandanus palm (*Pandanus tectorius*)

พิมพ์ชนก พรวิบูลย์จันทร์

27

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ : Development of gummy candies added with various antioxidant herbs

น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป สุขสมาน สังโยคะ และ ปวีณา น้อยทัฬห

34

ผลของสารสกัดหยาบจากใบรางแดง (*Ventilago denticulata* Willd.) ต่อการเจริญของ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Fusarium oxysporum* : Effect of crude extracts from Rang Daeng (*Ventilago denticulata* Willd.) leaves on growth of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Fusarium oxysporum*

รัฐพล ศรประเสริฐ ภากร นอแสงศรี และ อนงค์ หัมพานนท์

42

ความเป็นไปได้ของการใช้กากตะกอนเคมีจากการผลิตน้ำประปาร่วมกับปูนซีเมนต์ในซีเมนต์มอร์ต้าและอิฐบล็อกประสาน : Potential use of chemical sludge from water treatment system with cement in cement mortar and soil cement block

นิชาดา ฉัตรสถาปัตยกุล มณฑล วังเวียง และ ภัทรา เพ็งธรรมกิริติ

48

การพัฒนาอิฐทนไฟฉนวนจากเถ้ากลบ : Development of insulating firebricks from rice husk ash

สนิท ปิ่นสกุล

55

มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

การพัฒนาเด็กและเยาวชนหลายชุมพลเพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ : Development of children for building up a society based learning at Plaichoompol village

ชญาธิษฐ์ ศศิวิมล

62

การพัฒนาอิฐทนไฟฉนวนจากเถ้าแกลบ

สนธิ ปิ่นสกุล

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

e-mail : sanit17@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวนทั้งก่อนเผาและหลังเผา อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ และเพื่อทดลองผลิตอิฐทนไฟฉนวน โดยการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก สูตรส่วนผสมได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยม จำนวน 36 ตัวอย่าง วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมหลัก คือ เถ้าแกลบ อะลูมิเนียมออกไซด์ ดินคำสุราษฎร์ เติมน้ำมันเบนโทไนต์ ร้อยละ 10 เพื่อเพิ่มความเหนียว และซีลีอัส ร้อยละ 20 เพื่อเพิ่มความพรุนตัว ผลการวิจัยพบว่าเนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เหมาะสมในการผลิตอิฐทนไฟฉนวนได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 ในสูตรส่วนผสม มีเถ้าแกลบ ร้อยละ 65 อะลูมิเนียมออกไซด์ ร้อยละ 22 ดินคำสุราษฎร์ ร้อยละ 13 เติมน้ำมันเบนโทไนต์ ร้อยละ 10 และซีลีอัส ร้อยละ 20 เนื้อดินปั้นขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกได้มีความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ -2.25 ± 0.06 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 6.63 ± 0.16 ความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ย 0.22 ± 0.04 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 3.45 ± 0.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.87 ± 0.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อดินปั้นมีสีเทาอ่อน และทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ได้ ผลจากการทดลองนำเนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 ไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อิฐทนไฟฉนวนด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก โดยใช้แบบพิมพ์โลหะ พบว่าสูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวนขึ้นรูปได้ดี หลังผ่านการเผานำไปใช้งานได้

คำสำคัญ : อิฐทนไฟฉนวน เถ้าแกลบ เซรามิกส์

Development of Insulating firebricks from rice husk ash

Sanit Phinsakul

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, phitsanulok, Thailand

e-mail : sanit17@hotmail.com

Abstract

The purposes of this research were to study the physical properties of insulated firebrick body prior and post burning at 1300 °C at oxidation atmosphere, and to experimental by producing insulated firebricks using hydraulic press. The ingredients were randomly chosen from a truncated prism with 36 samples. The main ingredients were rice ash, Aluminum Oxide, Surat Ball Clay, 10% of Bentonite for developing stickiness, and 20% of fly ash to generate porosity. The results of the study showed that amount of clay body that is appropriate for making insulating firebricks is a clay body formula 10 which consisted of 65% of rice husk ash, 22% of Aluminum Oxide, 13% of Surat Ball Clay, 10% of Bentonite, and 20% of fly ash. The clay body was formed by a hydraulic press, The shrinkage prior burning was $-2.25 \pm 0.06\%$, and post burning was $6.63 \pm 0.16\%$. The Strength of the body before burning was $0.22 \pm 0.04 \text{ kg/cm}^2$, and after burning was $3.45 \pm 0.23 \text{ kg/cm}^2$. The mean bulk density of the body was $0.87 \pm 0.07 \text{ g/cm}^3$ on average. The color of the body was light grey and the heat tolerance was at 1300 °C under oxidation atmosphere. As a result. the body clay formula 10 is the most appropriate for forming insulating firebricks by hydraulic press.

keywords : insulating firebricks, rice husk ash, ceramics

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีสินค้าจากภาคการเกษตรหลายชนิดติดอันดับต้นๆ ในตลาดโลก และหนึ่งในนั้นก็คือ “ข้าว” ซึ่งข้าวจากประเทศไทยเป็นที่ยอมรับและนิยมกันมาก ด้วยคุณภาพและมาตรฐานที่ขึ้นชื่อ อุตสาหกรรมการผลิตข้าว เป็นอุตสาหกรรมใหญ่ประเภทหนึ่งที่มีวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตข้าวในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะในขั้นตอนของการสีข้าวเปลือกซึ่งจะมีแกลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งในปริมาณค่อนข้างมากเฉลี่ยในแต่ละปีจะมีปริมาณแกลบเหลือทิ้งถึงปีละกว่า 7 ล้านตัน (สิริลักษณ์, 2552) ซึ่งได้สร้างปัญหาให้กับสังคมและสิ่งแวดล้อมมาก แม้ว่าจะได้มีความพยายามที่จะนำแกลบไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น เชื้อเพลิง ชีวมวล อาหารสัตว์ วัสดุปรับปรุงดิน วัสดุเพาะกล้าไม้ แต่ยังมีแกลบอีกจำนวนมากที่ต้องนำไปกำจัด ซึ่งปัจจุบันใช้วิธีฝังกลบ ซึ่งทำให้เกิดปัญหามลภาวะทั้งทางน้ำและอากาศ นอกจากนี้ในกระบวนการเผาอิฐมอญใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการเผา เมื่อกระบวนการเผาเสร็จสิ้นทำให้ได้แกลบจำนวนมากเป็นผลพลอยได้ ถึงแม้ว่าแกลบส่วนหนึ่งได้นำกลับไปใช้ผสมในดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญก็ตามแต่ก็ยังคงมีแกลบจำนวนมากที่ต้องขจัดทิ้งไป แกลบเมื่อเผาแล้วจะได้ซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูงและมีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูงมาก ซึ่งซิลิกาก็คือวัตถุดิบสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ซิลิกาที่อยู่ในแกลบนั้นเกิดขึ้นจากการดูดซึมธาตุอาหารของต้นข้าว โดยรากของข้าวก็จะทำการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ ที่เป็นรวมทั้งธาตุซิลิคอน (Si) ด้วย จากนั้นสารละลายซิลิคอนก็จะมาถูกสะสมอยู่ที่บริเวณผิวด้านนอกของเปลือกเมล็ดข้าวและกลายเป็นซิลิกาที่รวมตัวกับเส้นใยประเภทเซลลูโลสและลิกนิน เกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของเปลือกข้าวหรือที่เราเรียกกันว่าแกลบนั่นเอง โดยในส่วนของสารอนินทรีย์นั้นองค์ประกอบหลักก็คือซิลิกา ซึ่งมีช่วงอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 85-99 นอกจากนั้นยังมี Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO และอื่นๆ ปริมาณซิลิกาและมลทินเหล่านี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่เพาะปลูกข้าว ชนิดของข้าวและปุ๋ยที่ใช้ด้วย ตัวอย่างแกลบข้าวหอมมะลิอำเภอเสนาให้จังหวัดสระบุรี แกลบดิบที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส ปริมาณออกไซด์ต่างๆ ดังนี้ SiO_2 ร้อยละ 95-96 Al_2O_3 ร้อยละ 1-1.5 Fe_2O_3 ร้อยละ 0.5-0.8 CaO ร้อยละ 0.2-0.5 Na_2O ร้อยละ 0.1-0.2 K_2O ร้อยละ 1.3-1.5 MgO ร้อยละ 0.3-0.5 Specific surface area (m^2/g) 15-30 และแกลบดิบผ่านการล้างเผาอุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส ปริมาณออกไซด์ต่างๆ ดังนี้ SiO_2 ร้อยละ 98.5-99.5 Al_2O_3 ร้อยละ 0.5-0.8

Fe_2O_3 ร้อยละ 0.05 CaO ร้อยละ 0.05 Na_2O ร้อยละ 0 K_2O ร้อยละ 0.1-0.3 MgO ร้อยละ 0 Specific surface area (m^2/g) 250-350 แกลบนอกจากใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์แล้วซิลิกาจากแกลบยังสามารถใช้ทดแทนซิลิกาที่มาจากแหล่งแร่ตามธรรมชาติได้ในอุตสาหกรรมพลาสติก ยาง และโพลีเมอร์ โดยเป็นสารเพิ่มความแข็งแรงใช้เติมลงในพวกจารบี สี หมึก และเครื่องสำอาง เพื่อช่วยเพิ่มความหนืด ใช้เติมในยาสีฟันเพื่อเป็นสารขัดถูเป็นต้น (คชินท์, 2552)

อิฐทนไฟสามารถทนความร้อนได้สูงเกินกว่า 1,300 องศาเซลเซียส มี 2 ชนิดคือ อิฐหนักและอิฐเบา อิฐหนักเรียกสั้นๆว่าอิฐทนไฟ ส่วนอิฐเบาเรียกว่าอิฐฉนวน อิฐเบาใช้สร้างเตาเผาช่วยประหยัดเชื้อเพลิง สามารถเปิดเตาเผาเอาผลิตภัณฑ์ออกได้เร็วขึ้น อิฐมีรูพรุนตั้งแต่ได้ง่ายและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างเฉียบพลันได้ดีกว่าอิฐตัน อิฐทนไฟทำจากดินขาวมีเปอร์เซ็นต์ของอะลูมินาอยู่ระหว่าง ร้อยละ 37-39 ผสมดินดำและซีลีออร์อนละเอียด หลังการเผาเศษซีลีออร์จะถูกเผาไหม้หมดกลายเป็นรูพรุนในเนื้ออิฐ รูพรุนเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันไม่ให้ความร้อนออกไปสู่ด้านนอก ตัวอย่างอิฐทนไฟฉนวนของศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดลำปาง เผาที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ ส่วนผสมมี ดินขาวระนองร้อยละ 40-50 ดินดำสุราษฎร์ร้อยละ 25-30 ซีลีออร์ร้อยละ 15-20 (ไพจิตร, 2541) จากตัวอย่างสูตรส่วนผสมอิฐทนไฟฉนวนของศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดลำปาง จะเห็นได้ว่ามีดินขาวระนองมากถึงร้อยละ 50 ดินดำสุราษฎร์ร้อยละ 30 ดินทั้งสองชนิดเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวเป็นสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) (โกมล, 2531) จากผลวิเคราะห์ทางเคมีดินขาวระนองหลังเผาอุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส พบว่ามี ซิลิการ้อยละ 54.5 อะลูมินาร้อยละ 41.3 และผลวิเคราะห์ทางเคมีของดินดำสุราษฎร์พบว่ามีซิลิการ้อยละ 50.94 อะลูมินาร้อยละ 31.70 (ไพจิตร, 2541) อิฐทนไฟฉนวนระดับชั้นคุณภาพที่สามารถทนความร้อนอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส ราคาจำหน่ายตามท้องตลาดก่อนละ 120 บาท ซึ่งถือว่ามีราคาสูงสำหรับผู้ประกอบการเซรามิกส์และผู้ใช้งานอิฐทนไฟระดับท้องถิ่นที่มีทุนน้อยทำให้ไม่สามารถนำมาสร้างเตาเผาเซรามิกส์ได้ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่า แกลบซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้ง และมีอยู่มากในท้องถิ่น เป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี สามารถนำมาพัฒนาเป็นอิฐทนไฟฉนวนที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาดได้ ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพัฒนาสูตรส่วนผสมของอิฐทนไฟฉนวนโดยใช้

เจ้าแกลบเป็นวัตถุดิบหลักในสูตรส่วนผสม เพื่อผลิตอิฐทนไฟนวนรากลาก และสามารถใช้ประโยชน์จากเจ้าแกลบที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการเผาอิฐออกมาได้อย่างคุ้มค่า ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งของท้องถิ่นอย่างคุ้มค่าต่อเนื่องและยั่งยืนตลอดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อหาสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวนและทดลองผลิตอิฐทนไฟนวน โดยใช้เจ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสม

ดำเนินการทดลอง 2 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวนก่อนเผา และหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ สูตรส่วนผสมได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยม ได้ส่วนผสมจำนวน 36 ตัวอย่าง โดยใช้วัตถุดิบหลัก 3 ชนิด ได้แก่ เจ้าแกลบ อะลูมิเนียมออกไซด์ ดินดำสุราษฎร์ เพิ่มเติมน้ำมันในร้อยละ 10 และซีลีอรร้อยละ 20 เพื่อทำให้เกิดความเหนียวและเกิดความพรุนตัวในเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวน อัตราส่วนผสมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวนที่ได้จากตารางสามเหลี่ยม (ไพจิตร, 2541)

สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ(กรัม)			สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ(กรัม)		
	เจ้าแกลบ	อะลูมิเนียมออกไซด์	ดินดำสุราษฎร์		เจ้าแกลบ	อะลูมิเนียมออกไซด์	ดินดำสุราษฎร์
1	71	22	7	19	61	26	13
2	69	24	7	20	61	24	15
3	69	22	9	21	61	22	17
4	67	26	7	22	59	34	7
5	67	24	9	23	59	32	9
6	67	22	11	24	59	30	11
7	65	28	7	25	59	28	13
8	65	26	9	26	59	26	15
9	65	24	11	27	59	24	17
10	65	22	13	28	59	22	19
11	63	30	7	29	57	36	7
12	63	28	9	30	57	34	9
13	63	26	11	31	57	32	11
14	63	24	13	32	57	30	13
15	63	22	15	33	57	28	15
16	61	32	7	34	57	26	17
17	61	30	9	35	57	24	19
18	61	28	11	36	57	22	21

ซึ่งส่วนผสมสูตรละ 1,000 กรัม แล้วผสมส่วนผสมให้เข้ากันหลังจากนั้นผสมกับน้ำเพื่อให้เนื้อดินปั้นมีความชื้นเหมาะสมกับการขึ้นรูป นำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นทดลองด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก สูตรส่วนผสมละ 10 ชิ้น โดยใช้แรงอัดที่ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปลอ่ยชิ้นทดลองให้แห้งจากนั้นทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา ได้แก่ ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ความหดตัว และความแข็งแรง หลังจากนั้นนำไปเผาทดลองด้วยเตาแก๊ส อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา ได้แก่ ความหดตัวคำนวณจากความต่างกันของความยาวตามท้องตลาด

แห่งทดลองเปรียบกับความยาวของแห่งทดลองที่เผาแล้ว ความแข็งแรงด้วยการกดหักโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งแรง ความทนไฟด้วยการนำแห่งทดลองวางไว้บนคานนำไปเผาแล้วสังเกตการโค้งงอของแห่งทดลอง ความหนาแน่นรวมคำนวณจากการวัดมิติทั้งสามและการชั่งน้ำหนัก และสีด้วยการใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐาน (Pantone Formula Guides) จากนั้นคัดเลือกสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวนที่มีความเหมาะสม ไปทดลองผลิตอิฐทนไฟนวนในขั้นที่ 2 โดยการเทียบเคียงคุณสมบัติทางกายภาพหลังเผาของอิฐทนไฟนวน ARM C2 ที่จำหน่าย

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟนวน โดยใช้เก้าอี้กลับเป็นวัตถุบดในสูตรส่วนผสมก่อนเผาและหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ พบว่า เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรส่วนผสมมีค่าความหดตัวก่อนเผาเป็นลบ เนื่องจากการขึ้นรูปใช้วิธีการอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก และในสูตรส่วนผสมมีซีลี้อยู่ร้อยละ 20 หลังจากขึ้นรูปและนำขึ้นทดลองออกจากแบบพิมพ์ทำให้ชิ้นงานเกิดการคลายตัวจึงขยายใหญ่ขึ้นส่งผลทำให้การคำนวณค่าความหดตัวก่อนเผาดิตลบ เนื้อดินปั้นที่ขยายตัวมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 เนื้อดินปั้นที่ขยายตัวน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 และ 36 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 33 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้น

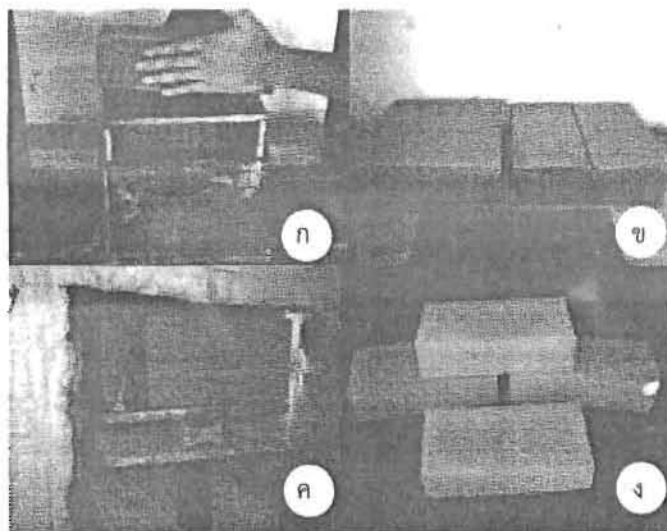
สูตรที่ 29 เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรส่วนผสมขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 34 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 33 เนื้อดินปั้นที่มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรสามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียสได้ สีของเนื้อดินปั้นมีสีใกล้เคียงกันคือสีเทาอ่อนผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา และหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์

สูตรที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา			คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา		
	ค่าความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรงเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรงเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่นรวม (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	
1	2.53±0.13	0.11±0.00	6.45±0.21	2.60±0.24	0.82±0.01	
2	2.36±0.01	0.10±0.03	5.73±0.23	2.53±0.18	0.82±0.02	
3	2.39±0.04	0.17±0.05	5.67±0.07	2.52±0.22	0.83±0.01	
4	2.47±0.12	0.10±0.00	5.64±0.14	2.30±0.17	0.83±0.01	
5	2.42±0.00	0.13±0.04	6.08±0.27	2.70±0.11	0.87±0.00	
6	2.36±0.01	0.10±0.02	6.02±0.25	2.71±0.22	0.85±0.01	
7	2.33±0.13	0.20±0.00	6.51±0.31	3.02±0.20	0.90±0.01	
8	2.44±0.15	0.21±0.03	6.53±0.26	3.25±0.15	0.88±0.05	
9	2.31±0.17	0.22±0.00	6.68±0.00	3.08±0.38	0.87±0.01	
10	2.25±0.06	0.22±0.04	6.63±0.16	3.45±0.23	0.87±0.01	
11	2.22±0.12	0.23±0.04	6.68±0.38	3.23±0.16	0.88±0.01	
12	2.31±0.17	0.22±0.03	5.84±0.15	2.32±0.28	0.84±0.01	
13	2.25±0.06	0.22±0.05	5.62±0.22	2.42±0.03	0.86±0.01	
14	2.28±0.11	0.24±0.03	5.89±0.33	2.63±0.18	0.87±0.01	
15	2.17±0.10	0.25±0.04	5.82±0.12	3.05±0.13	0.85±0.01	
16	2.25±0.00	0.22±0.01	5.51±0.20	2.46±0.15	0.85±0.01	
17	2.04±0.16	0.23±0.00	5.55±0.06	2.38±0.22	0.84±0.01	
18	2.22±0.12	0.25±0.04	5.33±0.14	2.37±0.16	0.84±0.01	
19	2.39±0.04	0.24±0.01	4.80±0.19	1.95±0.22	0.83±0.02	
20	2.36±0.10	0.29±0.05	5.48±0.10	2.54±0.27	0.87±0.12	
21	2.39±0.04	0.22±0.04	5.15±0.35	1.80±0.27	0.84±0.01	
22	2.47±0.12	0.14±0.06	4.85±0.23	1.57±0.16	0.81±0.00	
23	2.36±0.01	0.11±0.00	4.10±0.06	1.32±0.10	0.81±0.01	
24	2.28±0.11	0.15±0.05	4.32±0.33	1.61±0.20	0.83±0.01	
25	2.22±0.12	0.16±0.04	4.51±0.34	1.24±0.09	0.84±0.01	
26	2.33±0.03	0.13±0.02	4.56±0.06	1.50±0.52	0.82±0.01	
27	2.31±0.17	0.15±0.04	4.10±0.13	1.23±0.17	0.81±0.01	
28	2.36±0.01	0.23±0.04	4.07±0.06	1.33±0.12	0.82±0.01	
29	2.58±0.14	0.00±0.00	2.57±0.16	0.25±0.07	0.58±0.12	
30	2.50±0.04	0.07±0.04	5.61±0.03	2.54±0.23	0.81±0.01	
31	2.11±0.04	0.30±0.06	6.96±0.23	5.06±0.58	0.94±0.01	
32	2.22±0.12	0.29±0.06	5.84±0.20	3.91±0.20	0.91±0.00	
33	2.19±0.17	0.40±0.07	6.31±0.04	4.83±0.35	0.96±0.08	
34	2.25±0.06	0.35±0.00	6.95±0.43	5.28±0.26	0.93±0.01	
35	2.31±0.17	0.36±0.05	6.76±0.06	5.20±0.24	0.94±0.01	
36	2.11±0.04	0.36±0.04	6.91±0.09	5.17±0.29	0.93±0.11	

ผลการวิเคราะห์การผลิตอิฐทนไฟฉนวนโดยใช้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสม หลังจากที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวนทั้งก่อนเผาและหลังเผา เปรียบเทียบกับการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐทนไฟฉนวน ARM C2 โดยเทียบเคียงกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงหลังเผา ความหนาแน่นรวมและสี ซึ่งกระบวนการทดสอบใช้วิธีการทดสอบและเครื่องมือเช่นเดียวกันกับการทดสอบแท่งทดลองเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวน ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐทนไฟฉนวน ARM C2 พบว่า มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 3.23 ± 0.22 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.84 ± 0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สีขาวครีม

จากการเทียบเคียงคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าเนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 3.45 ± 0.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.87 ± 0.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สีเทาอ่อน ผู้วิจัยนำสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 ไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อิฐทนไฟฉนวนด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก โดยใช้แบบพิมพ์โลหะ สูตรส่วนผสมอิฐทนไฟขึ้นรูปได้ดี หลังผ่านการเผาสามารถนำมาใช้เป็นอิฐทนไฟฉนวนในเตาเผาได้ อิฐทนไฟฉนวนที่ขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์โลหะและการเผาอิฐทนไฟฉนวนดังภาพที่ 1(ก-ง) ตามลำดับ



ภาพที่ 1 การขึ้นรูปอิฐทนไฟฉนวนด้วยแบบพิมพ์โลหะ และการเผาอิฐทนไฟฉนวน คือ การนำอิฐทนไฟฉนวนออกจากแบบพิมพ์ (ก) การเผอิฐทนไฟฉนวนให้แห้ง (ข) การเผาอิฐทนไฟฉนวน (ค) อิฐทนไฟฉนวนที่ผ่านการเผาแล้ว (ง)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวน โดยใช้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสมก่อนเผาและหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟก่อนเผา ความหดตัวก่อนเผา เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรส่วนผสมมีค่าความหดตัวก่อนเผาเป็นลบ คือขึ้นทดลองเกิดการขยายตัว ส่งผลทำให้การคำนวณค่าความหดตัวก่อนเผาเป็นลบเนื้อดินปั้นที่มีค่าความหดตัวก่อนเผาเป็นลบมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ -2.58 ± 0.14 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความหดตัวก่อนเผาเป็นลบน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 และ 36 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ -2.11 ± 0.04 สาเหตุที่ทำให้

ขึ้นทดลองเกิดการขยายตัว หลังจากนำออกจากแบบพิมพ์อัด อาจเกิดจากซีเมนต์ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวน ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างหยาบในขณะที่ขึ้นรูปเกิดการหดตัวด้วยแรงอัด หลังจากนำออกจากแบบพิมพ์อัดจึงเกิดการคลายตัวส่งผลทำให้ชิ้นงานมีการขยายตัวและมีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วเนื้อดินปั้นที่มีวัตถุดิบชนิดมีความเหนียวและใช้น้ำเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นจะเกิดการหดตัวก่อนเผา เนื่องจากมีน้ำที่เป็นสาเหตุทำให้เนื้อดินปั้นหรือผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัว ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นก่อนเผา เป็นคุณสมบัติที่แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อแรงที่มากกระทบกระเทือนหรือแรงกด เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเนื้อดินปั้น (Andrews, 1957) เนื้อดินปั้นอิฐทนไฟฉนวนทั้ง 36 สูตรส่วนผสมโดยเฉลี่ยแล้วมีค่าความ

แข็งแรงน้อย ทั้งนี้เนื่องจากค่าความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นก่อนเผาขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมถ้าในสูตรส่วนผสมมีวัตถุดิบชนิดที่มีความเหนียวอยู่มากจะทำให้เนื้อดินปั้นนั้นความแข็งแรงสูงไม่แตกหักง่าย (Singer, 1963) ตัวอย่างเนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ เนื้อดินปั้นสูตรที่ 33 ความแข็งแรงเฉลี่ย 0.40 ± 0.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในสูตรส่วนผสมมีเถ้าแกลบร้อยละ 57 อะลูมิเนียมออกไซด์ร้อยละ 28 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 15 เติมน้ำมันเบนโทไนต์ร้อยละ 10 และซีลีอ์ร้อยละ 20 เมื่อพิจารณาสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 33 พบว่ามีส่วนผสมที่มีความเหนียวซึ่งได้แก่ดินคำสุราษฎร์และเบนโทไนต์ในสูตรส่วนผสมรวมกันถึงร้อยละ 25 จึงส่งผลทำให้ค่าความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นก่อนเผามีมาก แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าในสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีความเหนียวอยู่น้อยก็จะทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงก่อนเผาน้อยตามมา ดังตัวอย่างเนื้อดินปั้นสูตรที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 ความแข็งแรงเฉลี่ย 0.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในสูตรส่วนผสมมีเถ้าแกลบร้อยละ 57 อะลูมิเนียมออกไซด์ร้อยละ 36 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 7 เติมน้ำมันเบนโทไนต์ร้อยละ 10 และซีลีอ์ร้อยละ 20 เมื่อพิจารณาสูตรส่วนผสมพบว่ามีส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีความเหนียวซึ่งได้แก่ดินคำสุราษฎร์และเบนโทไนต์ในสูตรส่วนผสมรวมกันร้อยละ 17 ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัด เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรส่วนผสมขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ เนื่องจากในสูตรส่วนผสมมีวัตถุดิบในกลุ่มที่มีความเหนียวอันได้แก่ ดินคำสุราษฎร์ เบนโทไนต์ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ นอกจากนี้การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกใช้แรงอัดที่ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นแรงอัดที่สูงจึงมีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้

สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟ ฉนวนหลังเผาความหดตัวของเนื้อดินปั้นหลังเผา เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 6.96 ± 0.23 สาเหตุที่ทำให้เนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 มีความหดตัวเฉลี่ยหลังเผามากที่สุดเนื่องจาก ในสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 31 อยู่ในกลุ่มของสูตรส่วนผสมที่มีเถ้าแกลบอยู่ในปริมาณน้อยในสูตรส่วนผสมคือร้อยละ 57 เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบที่มีสารประกอบของซิลิกาสูง ถ้ามีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจะมีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวน้อยตามมา โกมล (2531) กล่าวว่า วัตถุดิบที่ให้ซิลิกาสูงมีอยู่หลายชนิด เช่น ควอตซ์ เมื่อนำไปผสมเนื้อดินปั้น จะทำให้เนื้อดินปั้น

แข็งแรง เป็นโครงสร้างป้องกันการหดตัวของผลิตภัณฑ์ เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 2.57 ± 0.16 สาเหตุที่ทำให้เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 มีความหดตัวหลังเผาน้อยที่สุดเนื่องจากในสูตรส่วนผสมมีปริมาณของอะลูมิเนียมออกไซด์มากที่สุดถึงร้อยละ 36 อะลูมิเนียมออกไซด์เป็นวัตถุดิบในกลุ่มวัตถุดิบไฟเมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจึงทำให้เนื้อดินปั้นมีจุดสุกตัวที่สูงและส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวน้อยตามมา ไพจิตร (2541) กล่าวว่า อลูมินาเป็นวัตถุดิบที่มีความทนไฟสูง มีจุดหลอมละลายที่ 2,050 องศาเซลเซียส ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผา เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 34 ความแข็งแรงเฉลี่ย 5.28 ± 0.26 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 ความแข็งแรงเฉลี่ย 0.25 ± 0.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างแต่อย่างหนึ่งที่สำคัญคือความสุกตัวของเนื้อดินปั้นโดยปกติแล้วเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบกลุ่มที่เป็นวัตถุดิบไฟอยู่สูงจะทำให้เนื้อดินปั้นเกิดความทนไฟและไม่สุกตัวส่งผลทำให้ความแข็งแรงน้อยดังตัวอย่างเนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมออกไซด์อยู่สูงจึงทำให้เนื้อดินปั้นเกิดความทนไฟไม่สุกตัวเป็นเนื้อเดียวกันจึงทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงน้อยที่สุด ส่วนเนื้อดินปั้นสูตรที่ 34 มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมออกไซด์น้อยกว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 จึงทำให้เนื้อดินปั้นสุกตัวมากกว่าความแข็งแรงจึงมากกว่าสอดคล้องกับค่ากล่าวของ आयวัฒน์ (2543) ที่กล่าวว่า อลูมินาเป็นตัวทำให้ดินมีความทนไฟได้ในอุณหภูมิช่วงกว้างกว่าธาตุอื่นๆ ความทนไฟของเนื้อดินปั้น เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรสามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียสได้ ความทนไฟของเนื้อดินปั้นเกิดจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ถ้าในสูตรส่วนผสมมีวัตถุดิบในกลุ่มที่เป็นวัตถุดิบไฟอยู่สูงจะส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความทนไฟมากตามมา ทั้งนี้เนื้อดินปั้นทั้ง 36 สูตรมีวัตถุดิบซึ่งได้แก่ ซีลีอ์และอะลูมิเนียมออกไซด์ ในสูตรส่วนผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 57-71 และ ร้อยละ 22-34 ตามลำดับ วัตถุดิบทั้งสองชนิดเป็นวัตถุดิบในกลุ่มวัตถุดิบไฟเมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจึงทำให้เนื้อดินปั้นสามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียสได้สอดคล้องกับค่ากล่าวของโกมล (2531) ที่กล่าวว่า อลูมินาเป็นสารทนความร้อนใช้มากในอุตสาหกรรมวัตถุดิบไฟ ความหนาแน่นรวมของเนื้อดินปั้น เนื้อดินปั้นที่มีความหนาแน่นรวมมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 33 ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.96 ± 0.08 กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื้อดินปั้นที่มีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.58 ± 0.12 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรค่าความหนาแน่นรวม เป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัดภูมิความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น สาเหตุที่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 มีค่าความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดเนื่องมาจากในสูตรส่วนผสมมีปริมาณของอะลูมิเนียมออกไซด์อยู่มาก อะลูมิเนียมออกไซด์เป็นวัตถุดิบที่ทนความร้อนสูงเมื่อมีอยู่ภายในสูตรส่วนผสมมีผลทำให้เนื้อดินปั้นทนไฟสูงไม่ลุกตัว และยังส่งผลให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวน้อยตามมา ตามเหตุผลที่นักวิชาการได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น เมื่อเนื้อดินปั้นเกิดการหดตัวน้อย จึงทำให้ผลการคำนวณปริมาตรของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 มีค่ามากเมื่อนำมาคำนวณค่าความหนาแน่นรวม จึงส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 29 มีค่าน้อย สีของเนื้อดินปั้น เนื้อดินปั้นมีสีใกล้เคียงกันคือสีเทาอ่อน สีของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟผ่นวนที่ปรากฏภายหลังการเผาเกิดจากสีของ เถ้าแกลบ อะลูมิเนียมออกไซด์ ดินดำสุราษฏร์ และ เบนโทไนต์ ซึ่งวัตถุดิบดังกล่าวเมื่อผ่านการเผา จะได้เนื้อดินปั้นที่มีสีเทาหรือสีขาวครีมโดยเฉพาะดินดำสุราษฏร์และเบนโทไนต์ซึ่งมีสิ่งเจือปนทำให้สีที่ปรากฏหลังเผาไม่ขาวมากนัก ดังคำกล่าวของ สมศักดิ์ (2549) ที่กล่าวว่า ดินดำโดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยสิ่งเจือปนหลายๆอย่าง เช่น เหล็กออกไซด์ โทเทเนียมไดออกไซด์ เมื่อเผาแล้วทำให้สีไม่ค่อยขาวและยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีดา (2547) ที่กล่าวว่า ในบอลล์เคลย์มักมีสิ่งสกปรก เช่น เหล็กออกไซด์ โทเทเนียมไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณ โทเทเนียมไดออกไซด์ มาก

การผลิตอิฐทนไฟผ่นวนโดยใช้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสม หลังจากที่ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟผ่นวนทั้งก่อนเผาและหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส

เอกสารอ้างอิง

- โกมล รักช่วงศ์. 2531. วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.
- คชินท์ สายอินทวงศ์. 2552. แกลบวัตถุดิบมหัศจรรย์สำหรับงานเซรามิก. กรุงเทพฯ: เซรามิกคอนซัลติงส์.
- ปรีดา พิมพ์ขาวข้า. 2547. เซรามิกส์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541. เนื้อดินเซรามิก. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สมศักดิ์ ขวาลาวัณย์. 2549. เซรามิกส์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ มาเปรียบเทียบกับ การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐทนไฟผ่นวน ARM C2 ที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปโดยเทียบเคียงกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงหลังเผา ความหนาแน่นรวมและสี ซึ่งกระบวนการทดสอบใช้วิธีการและเครื่องมือเช่นเดียวกันกับการทดสอบแห่งทดลองเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟผ่นวน ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐทนไฟผ่นวน ARM C2 พบว่า มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 3.23 ± 0.22 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.84 ± 0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีสีขาวครีม จากการเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟผ่นวน ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 ในสูตรส่วนผสม มีเถ้าแกลบร้อยละ 65 อะลูมิเนียมออกไซด์ร้อยละ 22 ดินดำสุราษฏร์ร้อยละ 13 เบนโทไนต์ร้อยละ 10 และ ซีเลียร้อยละ 20 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 3.45 ± 0.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.87 ± 0.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สีเทาอ่อน ผู้วิจัยนำสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 10 ไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อิฐทนไฟผ่นวนด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก โดยใช้แบบพิมพ์โลหะ สูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นอิฐทนไฟผ่นวนสามารถขึ้นรูปได้ดี อิฐทนไฟผ่นวนหลังผ่านการเผาลำบากนำไปใช้งานได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเซรามิกสคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีเสมอมา ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

- สิริลักษณ์ เจียรกร. 2552. ศูนย์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Andrews Al. 1957. Ceramic test and calculation. New York: John Milley and Sons.
- Singer F, Sonja S. 1963. Industrial ceramic. New York: Chemical publishing Co.