วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

บทความวิจัย

การพัฒนาอิฐมอญดูดซับโดยการใช้ผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย

บุญสิน นาดอนดู่[1] ธงชัย เครือผือ[1*] เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์[2] ปริญญวัตร ทินบุตร[3] และ ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมนาคจาด[4]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการเชื่อม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ขอนแก่น

[4] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

[*] ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: Thongchai.k@pcru.ac.th

วันที่รับบทความ: 12 มิถุนายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 18 กรกฎาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 15 ตุลาคม 2567
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 19 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มุ่งทำการพัฒนาอิฐมอญดูดซับจากส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเมียเพื่อศึกษาอัตราส่วนผสม ดินเหนียว ผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย และแกลบละเอียดร้อยละ 95-0-5, 90-5-5, 80-15-5, 70-25-5, 60-35-5 และ 50-45-5 ตามลำดับ ซึ่งจากการวิจัย พบว่า การดูดซับกลิ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้น ซึ่งมีค่า 28.5-44.3 มิลลิลิตรต่อลูกบาศก์เมตร การดูดซึมน้ำในตัวแปรที่ 2-4 มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 11.0-16.1% และตัวแปรที่ 5 และ 6 มีค่าการดูดซึมน้ำเกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีค่า 22.3 และ 27.7% ตามลำดับ การดูดซับความชื้นจะมีค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้นตามลำดับของอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.42-1.53% การทดสอบความต้านแรงอัดในตัวแปรที่ 3 และ 4 มีค่าความต้านแรงอัดตามมาตรฐานซึ่งมีค่า 30.6 และ 33.1 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าจะสามารถเพิ่มกำไรจากเดิมได้ประมาณ 12,700-37,700 บาท/ ครั้ง และความพึงพอใจในการถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยทำการประเมินทั้งหมด 9 ด้าน มีระดับความพึงพอใจของในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 มีค่าคะแนนความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: อิฐมอญดูดซับ; ผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย; การดูดซับความชื้น; การดูดซับกลิ่น

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

บทความวิจัย

Development of Absorbing Brick using Macadamia Shell Charcoal Powder

Boonsin Nadondu[1], Thongchai Khrueaphue[1*], Sermsak Thipwong[2], Parinyawatr Dhinnabutra[3] and Saksit Chuenchomnakjad[4]

[1] Program in Production Technology, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University

[2] Program in Industrial Electrical Technology, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University

[3] Program of Welding Engineering, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen

[3] Program in Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok

[*] Corresponding author, E-mail: Thongchai.k@pcru.ac.th

Received: 12 June 2024; Revised 18 July 2024; Accepted: 15 October 2024

Online Published: 19 December 2024

Abstract: The objective of this research is to create bricks that are composed of a blend of macadamia shell charcoal powder. The focus of the investigation is the ratio of fine rice husk, macadamia shell charcoal powder, and clay at 95-0-5, 90-5-5, 80-15-5, 70-25-5, 60-35-5, and 50-45-5, respectively. The research results suggest that the absorption of odors increases as the ratio of macadamia shell charcoal powder increases, with a range of 28.5 to 44.3 Milliliters per cubic meter. Variables 2–4 water absorption falls within the standard range of 11.0–16.1%, while variables 5 and 6 surpass the standard with values of 22.3 and 27.7%, respectively. The moisture absorption increases as the macadamia shell charcoal powder ratio increases, with a range of 0.42% to 1.53%. The standard is met by the compressive strength test results in variables 3 and 4, which are 30.6 and 33.1 kilograms/square centimeter, respectively. When analyzing the worthiness, it will be possible to increase the profit from the original approximately 12,700-37,700 baht/time. The satisfaction with knowledge transmission was assessed in nine different areas, resulting in an average satisfaction level of 4.45, a standard deviation of 0.39, and a high level of satisfaction.

Keywords: Absorbing brick; Macadamia shell charcoal powder; Moisture absorption; Odor absorption

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

บทความวิจัย

1. บทนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง มีประชากรอาศัยอยู่ทั้งชาวไทยและชาวไทยภูเขา สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอเขาค้อซึ่งมีความโดนเด่นด้านการท่องเที่ยวและทำการเกษตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าและเนินเขา จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจปัญหาและความต้องการ พบว่า ปัจจุบันชาวไทยภูเขาทำการเกษตรเป็นอาชีพหลัก และนอกจากนี้ยังมีผลิตผลอีกหนึ่งชนิดที่มีความสำคัญกับชาวไทยภูเขา คือ ถั่วแมคคาเดเมียซึ่งนิยมปลูกในพื้นที่เชิงเขาเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับชาวไทยภูเขาอำเภอเขาค้อเป็นอย่างมาก ซึ่งปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ ทำการรับซื้อเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ประมาณ 55-70 ตันต่อปี มีผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นชื่อ คือ แมคคาเดเมียเขาค้อ ตรา แมค พี.วาย ซึ่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ผลิตภัณฑ์แมคคาเดเมียได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้มีการกระตุ้นกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือมีวัสดุเหลือทิ้งมากมายจากกระบวนการผลิต เช่น เศษกะลาแมคคาเดเมีย ดังรูปที่ 1 (ก) ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ กะลาแมคคาเดเมียมีลักษณะแข็ง มันวาว [1-3] และที่สำคัญเมื่อนำไปเผาให้อยู่ในรูปของถ่านกัมมันต์จะมีลักษณะของความพรุนหรือรูพรุนในกะลาเป็นจำนวนมาก เหมาะแก่การนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ดูดซับกลิ่น ความชื้น และวัสดุตกแต่งต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อได้นำไปทิ้งหรือใส่โคนต้นไม้เพื่อเป็นวัสดุคลุมหน้าดินหรือคลุมวัชพืช และทำการเผาทิ้งดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำเอาเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งไปใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าให้มากที่สุด ซึ่งเศษกะลาแมคคาเดเมียที่ได้จากการกะเทาะออกจากเมล็ดนั้นมีปริมาณ 30-40 ตันต่อปี คิดเป็นร้อยละ 70 [1, 4] ถือได้ว่ามีปริมาณของเศษกะลาเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก โดยในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งไปทำการเผาให้อยู่ในรูปแบบของถ่านกัมมันต์ ดังรูปที่ 1 (ข) แล้วนำไปทำการบดละเอียด หลังจากนั้นนำไปเป็นส่วนผสมหลักในการพัฒนาเป็นอิฐมอญดูดซับกลิ่น ที่สามารถนำไปเป็นวัสดุตกแต่งภายในบ้าน ห้องครัว ห้องน้ำ หรือบริเวณที่มีความชื้นและกลิ่นอับ เพื่อดูดซับกลิ่น ดูดซับความชื้น โดยคุณสมบัติเด่นของถ่านกะลาแมคคาเดเมียมีการจัดเรียงตัวของธาตุคาร์บอนระหว่างกระบวนการเผาทำให้โครงสร้างมีความเป็นระเบียบ โครงสร้างเป็นลักษณะหกเหลี่ยมและมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ทั่วโมเลกุล มีรูพรุนเกิดขึ้นจำนวนมาก โดยถ่านแมคคาเดเมียจำนวน 1 กรัม ประกอบด้วยรูพรุนประมาณ 250 ตารางเมตร อีกทั้งยังมีความแข็ง สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย ไม่เป็นเชื้อราในสภาพอากาศชื้น [1, 5, 6] จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากเศษกะลาแมคคาเดเมียไปทำการพัฒนาเป็นอิฐมอญดูดซับกลิ่น และศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการผลิตอิฐมอญจากผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย วิเคราะห์ความคุ้มค่าเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตอิฐมอญแบบเดิม รวมไปถึงถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

(ก) (ข)

รูปที่ 1 วัสดุกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้ง (ก) ถ่านกะลาแมคคาเดเมีย (ข)

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 การเตรียมวัสดุในการทดลอง

งานวิจัยนี้ใช้วัสดุในการทดลองขึ้นรูปอิฐมอญดูดซับ 3 ชนิด คือ ดินเหนียวผสมกับผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย และแกลบบดละเอียด ซึ่งดินเหนียวจะได้จากดินร่วนปนทราย (ทรายจะช่วยป้องกันการหดตัว การแตกร้าว และเสริมความแข็งแรงให้กับก้อนอิฐ) ที่มีเนื้อละเอียดโดยการกรองเศษเจือปนออกด้วยตะแกรงผ้าแล้วทำการผสมกับน้ำทำให้มีความชื้นประมาณ 33-35% ซึ่งค่าที่ได้เกิดจากการทดลองเบื้องต้น โดยจากการทดลองพบว่า หากดินเหนียวมีความชื้นน้อยกว่า 33% จะทำให้ก้อนอิฐเกิดการแตกหักระหว่างการอัดเป็นก้อน ดังรูปที่ 2(ก) และหากดินเหนียวมีความชื้นมากกว่า 35% จะทำให้ก่อนอิฐเกิดการอ่อนตัวทำให้เกิดการหักและผิดรูป ดังรูปที่ 2(ข) และวัสดุผสมหลักเป็นผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย โดยการนำเศษกะลาแมคคาเดเมียไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ให้กะลาแมคคาเดเมียอยู่ในรูปของในถ่านกัมมันต์ ซึ่งความร้อนที่สูงถ่านจะถูกกระตุ้นทางกายภาพมีรูพรุนเกิดขึ้นในเนื้อวัสดุเป็นจำนวนมาก ซึ่งรูพรุนนี้ช่วยในการดูดซับความชื้นและดูดซับกลิ่นได้เป็นอย่างดี [2, 3, 5]

(ก) (ข)

รูปที่ 2 ลักษณะการแตกหัก (ก) และการผิดรูปของอิฐมอญดูดซับ (ข) ระหว่างกระบวนการขึ้นรูป

หลังจากทำการเผาถ่านกะลาแมคคาเดเมียเสร็จสิ้น จึงนำไปทำการบดย่อยให้ละเอียดด้วยเครื่องบดถ่านกะลาแมคคาเดเมียให้มีขนาดผงอยู่ที่ 0.5 ไมครอน ถึง 2 มิลลิเมตร ทำการวัดขนาดผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียด้วยตะแกรงเมช และแกลบละเอียดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประสานของเนื้อวัสดุ และงานวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดอัตราส่วนผสมการทดลองทั้งสิ้น 6 ตัวแปร โดยที่ตัวแปรที่ 1 เป็นสูตรดั้งเดิมของโรงอัดก้อนอิฐ คุณเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ ตำบลบ้านติ้ว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และตัวแปรที่ 2- 6 เป็นสูตรที่ทำการทดลองในงานวิจัยนี้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของอิฐมอญดูดซับ

ตัวแปร	ดินเหนียว (%)	ผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย (%)	แกลบละเอียด (%)
1	95	0	5
2	90	5	5
3	80	15	5
4	70	25	5
5	50	35	5
6	50	45	5

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

2.2 ขั้นตอนการทดลองอัดก้อนอิฐมอญ

ขั้นตอนที่ 1 นำดินเหนียวกับผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียและแกลบผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นทำการเติมน้ำและคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยทำการวัดความชื้นของดินด้วยเครื่องวัดความชื้นให้อยู่ระหว่าง 33-35% [7] ดังรูปที่ 3 (ก) โดยทำการผสมตัวแปรละ 30 กิโลกรัม

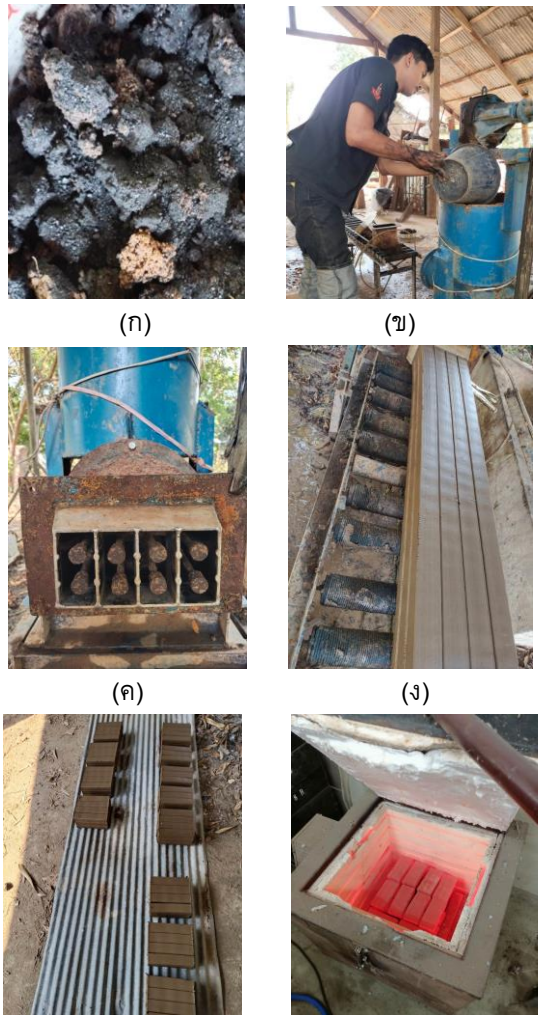
ขั้นตอนที่ 2 นำวัสดุที่ทำการผสมเสร็จใส่ในชุดเบ้าอัดก้อนอิฐ ดังรูปที่ 3(ข) ซึ่งชุดเบ้าอัดก้อนอิฐจะทำหน้าที่บดอัดและผลักดินให้ไหลไปสู่ชุดบีบอัดก้อนอิฐด้านล่างเครื่อง ซึ่งเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบ่งเป็น 4 ช่อง และบริเวณตรงกลางเป็นเดือยสำหรับทำให้ก้อนอิฐมอญเป็นรูจำนวนช่องละ 2 รู ตามมาตรฐาน มอก.153-2540 ดังรูปที่ 3 (ค)

ขั้นตอนที่ 3 ทำการตัดก้อนอิฐมอญดูดซับที่ไหลออกมาจากชุดบีบอัดก้อนอิฐผ่านชุดรางเลื่อน ดังรูปที่ 3(ง) โดยใช้เส้นลวดตัดให้ได้ขนาดความกว้าง 65 ยาว 145 และสูง 35 มิลลิเมตร (เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาดก้อนอิฐแดงตาม มอก. 77-2565 มีค่า ± 2)

ขั้นตอนที่ 4 นำก้อนอิฐมอญที่ผ่านการตัดไปตากแดดไว้ประมาณ 1-2 วัน กับวัสดุแผ่นรองเพื่อทำการไล่ความชื้น ดังรูปที่ 3(จ) เพื่อให้อิฐแข็งตัวและนำไปจัดเรียงในเตาอบทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน หลังจากนั้นจึงทำการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน [5] ดังรูปที่ 3 (ฉ)

2.3 ขั้นตอนการทดสอบอิฐมอญดูดซับ

1. การทดสอบการดูดซับกลิ่น ซึ่งทำการเตรียมกล่องแก้วขนาดกว้าง 10 ยาว 18 สูง 5 เซนติเมตร ใส่อิฐมอญดูดซับลงไปในกล่อง หลังจากนั้นทำการเตรียมก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่ครั้งละ 1 มวล โดยการจุดไฟแล้วใส่ลงในกล่องทิ้งไว้ จนบุหรี่ดับรอจน



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ)

รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง

เกิดสภาวะสมดุลและบันทึกความเข้มข้นของก๊าซด้วยเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทุก ๆ 10 นาที เป็นเวลา 120 นาที [6, 8]

2. การทดสอบการดูดซึมน้ำ ดังสมการที่ (1) (มาตรฐาน มอก.77-2565 ชั้นคุณภาพ ข เฉลี่ย 5 ก้อน ไม่ควรเกิน 22% และอิฐมอญที่ดีจะต้องดูดซึมน้ำ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

ประมาณ 10-17% ของน้ำหนักของอิฐ) [9-11] โดยการนำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการแช่ในน้ำ และหลังจากนั้นนำอิฐมอญไปทำการแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง [12] ดังภาพที่ 4 (ก) เมื่อครบกำหนดเวลาจึงนำมาเช็ดให้แห้งด้วยผ้าแล้วทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกค่านำไปแทนค่าในสมการ

$$\text{การดูดซึมน้ำ (\%)} = \frac{Wsat - Wdry}{Wdry} \; x100 \qquad (1)$$

เมื่อ W_{sat} คือ น้ำหนักอิ่มตัวด้วยน้ำชั่งในอากาศ
W_{dry} คือ น้ำหนักอบแห้งชั่งในอากาศ

3. การทดสอบการดูดซับความชื้น ดังสมการที่ (1) ตามมาตรฐาน มอก. 153-2565 (อิฐกลวงก่อแผงไม่รับน้ำหนัก) โดยการนำไปชั่งน้ำหนักก่อนการอบและหลังจากนั้นนำไปทำการอบด้วยเต้าอบควบคุมอุณหภูมิได้ที่อุณภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง [12, 13] ดังภาพที่ 4(ข) แล้วทำการชั่งน้ำหนักหลังการอบ

4. การทดสอบความต้านแรงอัด ดังสมการที่ (2) ใช้เกณฑ์มาตรฐานของ ASTM C 62–10 ซึ่งค่าการรับแรงอัดไม่ควรต่ำกว่า 30-35 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร [14, 16, 17] ซึ่งทำการกำหนดค่า P จากแรงที่ใช้ในการอัดขณะทำการทดสอบที่ทำให้ก้อนอิฐมอญแตก และค่า A จากขนาดของพื้นที่หน้าตัดของก้อนอิฐมอญขนาดความกว้าง 65 ยาว 145 และสูง 35 มิลลิเมตร

$$\text{ความต้านแรงอัด } (Fa) = \frac{P}{A} \qquad (2)$$

เมื่อ Fa แทน ความต้านแรงอัด (kg/cm^2)
P แทน การรับแรงอัด (kg)
A แทน พื้นที่รับแรงอัด (cm^2)

(ก) (ข)

รูปที่ 4 ขั้นตอนการทดลองการดูดซึมน้ำ (ก) และการดูดซับความชื้น (ข)

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลของลักษณะทางกายภาพอิฐมอญดูดซับ

ลักษณะทางกายภาพของอิฐมอญที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูป ดังตารางที่ 2 พบว่า ทั้ง 6 ตัวแปรมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ ±2 ตามมาตรฐาน มอก. 77-2565 ซึ่งมีรูปร่างไม่บิดตัว สุกสม่ำเสมอตลอดทั้งก้อน และพบว่าลักษณะผิวของอิฐมอญมีความละเอียดที่อัตราส่วนผสมตัวแปรที่ 1 และจะมีลักษณะผิวหยาบมากขึ้นจนถึงอัตราส่วนผสมตัวแปรที่ 6 ซึ่งจะมีลักษณะผิวหยาบมากที่สุด เนื่องจากอัตราส่วนผสมของดินเหนียวกับผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มีปริมาณไกล้เคียงกัน และเป็นผลมาจากขนาดของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียมีลักษณะใหญ่กว่าเนื้อดินเหนียว

3.2 ผลการทดสอบอิฐมอญดูดซับ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบอิฐมอญดังตารางที่ 3 พบว่า ตัวแปรที่ 3 เป็นการทดสอบหาค่าอิฐมอญสูตรดั้งเดิม ซึ่งมีค่าการดูดซับกลิ่น 21.2 มิลลิลิตรต่อลูกบาศก์เมตร การดูดซึมน้ำ 9.4% ซึ่งมีค่าไกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน การดูดซับความชื้น 0.42% และ ค่าความ-

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

ตารางที่ 2 ผลลักษณะทางกายภาพอิฐมอญดูดซับ

ตัวแปรที่	ลักษณะทางกายภาพของอิฐมอญ	ตัวแปรที่	ลักษณะทางกายภาพของอิฐมอญ
1		4	
2		5	
3		6	

ต้านแรงอัด 37.8 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่ามากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้เล็กน้อยการดูดซับกลิ่นของอิฐมอญจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้น ซึ่งมีค่า 28.5-44.3 มิลลิลิตรต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากรูพรุนที่อยู่ภายในผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียสามารถดูดซับกลิ่นได้ดี [5, 6] แต่ข้อเสียของการมีรูพรุนในอิฐมอญมากเกินไปอาจส่งผลต่อการรับแรงเมื่อนำไปใช้งาน [11] การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ พบว่า ตัวแปรที่ 5 และ 6 มีค่าการดูดซึมน้ำเกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีค่า 22.3 และ 27.7 % ตามลำดับ เนื่องจากขนาดความโตและขนาดของรูพรุนจากผงถ่านกะลาแมคคาเมียทำให้

อิฐมอญมีหลุมฟองอากาศหรือมีความพรุนเกิดขึ้นในเนื้อวัสดุมากตามไปด้วย [13] และตัวแปรที่ 2-4 มีค่าการดูดซับน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอยู่ที่ 11.0-16.1 % การดูดซับความชื้นของอิฐมอญมีค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้นตามลำดับของอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.42-1.53% เนื่องจากปริมาณของส่วนผสมจากผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียมีผลต่อการดูดซับความชื้นของอิฐมอญและยังส่งผลต่อความพรุนของเนื้ออิฐมอญ ซึ่งอิฐมอญที่มีค่าความชื้นน้อยจะแสดงให้เห็นว่าอิฐมอญนั้นมีค่าความหนาแน่นมากกว่าอิฐมอญที่มีค่าความชื้นในระดับมาก [18] การทดสอบความต้านแรงอัด พบว่า ตัวแปรที่ 3 และ 4 มีค่าความต้านแรงอัดตามมาตรฐานซึ่งมีค่า 30.6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 33.1 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และตัวแปรที่ 5 และ 6 มีค่าความต้านแรงอัดที่ต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งมีค่า 25.6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 27.7 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

อันเนื่องมาจากส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียมีผลต่อการประสานเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างเนื้อดินเหนียวกับผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียไม่สมบูรณ์ [18] ทำให้ค่าความต้านแรงอัดของอิฐมอญลดลงตามอัตราส่วนผสมที่มากขึ้น [19]

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอิฐมอญดูดซับ

ตัวแปร	การดูดซับกลิ่น (มิลลิลิตร/ลูกบาศก์เมตร)	การดูดซึมน้ำ (%)	การดูดซับความชื้น (%)	ความต้านแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)
1	21.2	9.3	0.42	37.8
2	28.5	11.0	0.65	35.5
3	30.4	13.7	0.78	33.1
4	34.6	16.1	0.94	30.6
5	39.7	22.3	1.21	27.7
6	44.3	27.7	1.53	25.6

จากตารางที่ 3 เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการทดลองระหว่างตัวแปรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรดั้งเดิม กับตัวแปรที่ 2-6 ซึ่งเป็นสูตรจากการทดลองในงานวิจัยนี้ โดยหลังจากการทดลองพบว่า ตัวแปรที่ 1 มีค่าการดูดซับกลิ่นและค่าการดูดซับความชื้นน้อยกว่าตัวแปรที่ 2-6 มาก เนื่องจากไม่มีส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่ช่วยในการดูดซับกลิ่นและความชื้นในเนื้ออิฐมอญ และจากการเปรียบเทียบตัวแปรที่ 2-6 พบว่า ตัวแปรที่มีค่าการดูดซับน้ำและค่าความต้านแรงอัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ ตัวแปรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีความเหมาะสมทั้งสองตัวแปรขึ้นอยู่กับการเลือกไปใช้งาน โดยหากนำไปใช้งานในลักษณะที่มีการรับน้ำหนักหรือมีภาระงานที่มากก็สามารถเลือกนำตัวแปรที่ 3 ไปใช้งานได้ ซึ่งจะมีค่าความต้านแรงอัดที่สูงกว่าตัวแปรที่ 4 และหากเลือกไปใช้งานในลักษณะงานที่มีภาระการรับน้ำหนักไม่มากนัก ใช้ทำเป็นวัสดุตกแต่งในบ้าน วัสดุดูดซับกลิ่นหรือดูดซับความชื้นในห้องครัว ห้องน้ำ และวัสดุในการดูดซึมน้ำ ก็สามารถเลือกตัวแปรที่ 4 ไปใช้งานได้ตามความเหมาะสม

3.3 การวิเคราะห์ความคุ้มค่า

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของงานวิจัยในการขึ้นรูปอัดก้อนอิฐมอญดูดซับจากตารางที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าระหว่างการอัดก้อนอิฐมอญแบบดั้งเดิมกับการอัดก้อนอิฐมอญที่ได้รับการพัฒนา โดยค่าที่ได้ทำการอ้างอิงข้อมูลจากกระบวนการอัดก้อนอิฐมอญแบบดั้งเดิมของ คุณเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ ปัจจุบันทำการจำหน่ายก้อนละ 1 บาท ในกำลังการผลิตต่อครั้งประมาณ 50,000 ก้อน จะมีกำไรประมาณ 23,640 บาท/ครั้ง

อย่างไรก็ตามจากการประยุกต์งานวิจัยตัวแปรที่ 4 มาทำการวิเคราะห์หาความคุ้มค่า ซึ่งเป็นตัวเลือกไปใช้งานในลักษณะงานวัสดุตกแต่ง งานดูดซับกลิ่น งานดูดซับความชื้น และงานดูดซึมน้ำ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของดินเหนียว ผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย และแกลบละเอียด ในปริมาณ 70:25:5 ตามลำดับ เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบและพิจารณาจากคุณสมบัติเด่นเฉพาะงานที่เพิ่มเข้ามาจากอิฐมอญแบบดั้งเดิม จะสามารถขายได้ในราคา 1.5-2 บาท/ก้อน ในกำลังการผลิตต่อครั้งประมาณ 50,000 ก้อน จะมีกำไรประมาณ 36,340-61,340 บาท/ครั้ง

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

ที่	รายละเอียด	อิฐมอญดั้งเดิม		อิฐมอญดูดซับตัวแปรที่ 4	
		จำนวน	ราคา (บาท)	จำนวน	ราคา (บาท)
1	ดินเหนียว (ราคาเหมาโดยประมาณ)	9,500 กก.	750	7,000 กก.	550
2	ค่าจ้างเผาและบดผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย	-	-	2,500 กก.	12,500
3	แกลบบดละเอียด	500 กก.	2,500	500 กก.	2,500
4	ค่าไฟฟ้าเครื่องอัดก้อนอิฐ มอเตอร์ 5 แรงม้า	80 ชม.	2,310	80 ชม.	2,310
5	ค่าน้ำเฉลี่ย	10 วัน	300	10 วัน	300
6	ค่าแรงขึ้นรูปก้อนอิฐและนำเข้าเตาเผา 2 คน	10 วัน	8,000	10 วัน	8,000
7	แกลบเผา 100 กิโลกรัม	5,500 กก.	11,000	5,500 กก.	11,000
8	ค่าแรงเผาและนำออกจากเตาเผา 1 คน	5 วัน	1,500	5 วัน	1,500
	รวมต้นทุน	-	26,360	-	38,660
	การขาย (ผลิตครั้งละ 50,000 ก้อน)	1 บาท/ก้อน	50,000	1.5-2 บาท/ก้อน	75,000-100,000
	รวมกำไร	-	23,640	-	36,340-61,340

3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จำนวน 20 คน เป็นเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 10 คน โดยทำการประเมินทั้งหมด 9 ด้าน คือ ด้านกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ ด้านความรู้-ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ด้านความพึงพอใจ ด้านเนื้อหา ด้านวิทยากร ด้านบริหารจัดการ ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม และด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม พบว่า มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 มีค่าคะแนนความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 และด้านที่มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนยังไม่มีเครื่องอัดก้อนอิฐมอญ อีกทั้งราคาของเครื่องในท้องตลาดมีราคาแพง วิสาหกิจชุมชนจึงไม่สามารถนำไปต่อยอดเองได้ทั้งหมด ซึ่งปัจจุบันต้องนำไปจ้างขึ้นรูปก้อนอิฐมอญ อย่างไรก็ตามผลโดยภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาอิฐมอญจากผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย ไม่มีข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์จากตัวชี้วัดของโครงการ (Key Results: KRs) ที่กำหนดไว้ [1]

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

4. สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการพัฒนาอิฐมอญดูดซับกลิ่น ซึ่งผลจากการดูดซับกลิ่นจะมีค่าการดูดซับได้มากขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 28.5-44.3 มิลลิลิตรต่อลูกบาศก์เมตร ผลจากการดูดซับน้ำในตัวแปรที่ 2-4 มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอยู่ที่ 11.0-16.1% ผลจากการดูดซับความชื้นจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นมีปริมารการดูดซับได้เพิ่มมากขึ้นตามลำดับของอัตราส่วนผสมของผงถ่านกะลาแมคคาเดเมียที่มากขึ้นซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.42-1.53% ผลจากการทดสอบความต้านแรงอัดในตัวแปรที่ 3 และ 4 มีค่าการรับกำลังอัดตามมาตรฐานซึ่งมีค่า 30.6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 33.1 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรตามลำดับ และผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรดั้งเดิม มีค่าการดูดซับกลิ่นและค่าการดูดซับความชื้นน้อยกว่าตัวแปรที่ 2-6 ซึ่งเป็นสูตรจากการวิจัย และจากการเปรียบเทียบตัวแปรที่ 2-6 ตัวแปรที่มีค่าการดูดซึมน้ำและค่าความต้านแรงอัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ ตัวแปรที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความเหมาะสมที่สุดในการเลือกไปใช้งาน โดยตัวแปรที่ 3 เหมาะสำหรับนำไปใช้งานที่มีค่าความต้านแรงอัดหรือการรับแรง และตัวแปรที่ 4 เหมาะสำหรับนำไปใช้ในลักษณะงานตกแต่ง งานดูดซับกลิ่นดูซับความชื้น ดูดซึมน้ำ และใช้งานในลักษณะที่ไม่ต้องรับแรงมากเมื่อทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้วยคุณสมบัติเด่นหลายประการจะสามารถเพิ่มกำไรจากเดิมได้ประมาณ 12,700-37,700 บาท/ ครั้ง

อย่างไรก็ตามจากการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยทำการประเมินทั้งหมด 9 ด้าน พบว่ามีระดับความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.45 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 มีค่าคะแนนความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เมื่อสรุปโดยภาพรวมไม่มีข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์จากตัวชี้วัดของโครงการที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าองค์ความรู้ในการพัฒนาอิฐมอญดูดซับกลิ่นสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ครั้งนี้ และขอขอบคุณโรงอัดก้อนอิฐของคุณเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนใช้เครื่องอัดก้อนอิฐพร้อมสูตรการผลิตอิฐมอญ รวมไปถึงคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน ขอนแก่น และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบอิฐมอญ และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ข้อมูลประกอบการวิจัยเพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี และได้นำองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาอิฐมอญจากผงถ่านกะลาแมคคาเดเมีย ไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำจนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

6. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Khrueaphue, A. Chanpahol, S. Srisawad, S. Thiakthum and P. Rienglard, Development of exfoliating products from macadamia shell scraps for the community enterprise of khao kho macadamia producer and processing group Phetchabun province, Science and Technology Journal, 2021, 5(2), 57-69. (In Thai)

[2] L.G. Mereles, E.A. Ferro, N.L. Alvarenga, S.B. Caballero, L.N. Wiszovaty, P.A. Piris and B.J. Michajluk, Chemical composition of macadamia integrifolia (Maiden and Betche) nuts from Paraguay, International Food Research Journal, 2017, 24(6), 2599-2608.

[3] A.Wechsler M. Zaharia, A. Crosky and V. Sahajwalla, Macadamia (Macadamia integrifolia) shell and castor (Ricinos communis) oil based sustainable particleboard: A comparison of its properties with conventional wood based particleboard, Materials and Design, 2013, 50, 117-123.

[4] P. Thanpattranon and N. Lekrungroenggid, Agricultural waste recycling by using para-wood Ash as composite material for interlocking block, Thai Society of Agricultural Engineering Journal, 2020, 26(2), 47-52. (In Thai)

[5] J. Sakdapipanich, P. Rodgerd and S. Nijpanich, A pressure-sensitive adhesive made from macca carbon for medical use, Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology, 2023, 39(1), 26-39.

[6] K. Khiaomang, Activated carbon from cassava rhizomes for the design of odor-absorbing products, Fine and Applied Arts, Burapha University, 2020.

[7] N. Chanpetch and W. Kokkumhang, Testing the ability to bear fruit the strength of the Thailand coordination block, Thai Science and Technology Journal, 2016, 4(2), 196-206. (In Thai)

[8] J. Phansuwan, J. Aunwong and P. Intharaphat, A study of factors affecting on the efficiency of An odor absorbing rubber, The 6th Academic conference Ubon Ratchathani University Research, Proceeding, Thailand, 2012, 36-45.

[9] S. Chanbuala, Product development of clay brick products in Phra Nakhon Si Ayutthaya and Angthong provinces, SDU Research Journal of Sciences and Technology, 2012, 5(1), 12-22.

[10] N. Tatujirangkul and K. Jitchaiyapoom, Physical properties of lightweight fired clay made from diatomite Earth mixed with foam, 25th National Convention on Civil Engineering, Chonburi Thailand, 2020, 1-8.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2024.12.005

[11] K. Nokkaew, S. Phaikaew, K. Harnchai, M. Meetham and N.Suksin, Quality evaluation of mon brick produced in SanukGroup province, Twenty-seventh National Convention on Civil Engineering, Chiang Rai, Thailand. 2022, 1-7.

[12] N. Phonphuak, Development of clay brick process with glass cullet additions, Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University, 2021, 1(2), 1-11.

[13] S. Maneewan, S. Prachakiew and P. Amorsakchai, The effect of air bubbles on absorb moisture In construction materials of building, The 21th Thailand Mechanical Engineering Conference, visit Chonburi, 2007, 1-6.

[14] N. Chanpetch, Improvement the quality of bricks without burn with straw fiber in central region for sustainable commercial use, Annual Report, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Thailand, 2019, 1-63. (In Thai)

[15] A. Pornprasert and P. Pornprasert, An appropriate raw materials ratio study affect to strength properties of the clay brick : A case study in mun riverside communities, warin chamrap district, Ubon Ratchathani Province, Journal of Srivanalai Vijai, 2019, 9(2), 81-91.

[16] S. Janbuala and T. Wasanapiarnpong, The development of lightweight clay brick with added bagasse ash, Research Journal Science and Technology, 2017, 10(1), 14-30. (In Thai)

[17] P. Chuchaisong and S. Wongthong, Study of the properties of clay bricks produced in Chon Buri province, Annual Report, Burapha University, Thailand, 2009.

[18] K. Pimraksa and P. Chindaprasirt, Lightweight bricks made of diatomaceous earth, lime and gypsum, Ceramics International, 2009, 35(1), 471-78.

[19] A. Just and B. Middendorf, Microstructure of high-strength foam concrete, Materials Characterization, 2009, 60(7), 741-748.