ส่วนผสมของแกลบและทรายกับดินชุดปากช่องที่เหมาะสมต่อการผลิตก้อนอิฐดินดิบเพื่อใช้ก่อสร้างบ้านดิน

The appropriate mixing of rice husk and sand with Pak Chong series to make adobe brick for earth construction

ธัชสรัญ หวังรัตนาเจริญ [1] ปุญญิศา ตระกูลยิ่งเจริญ [1*] กุมุท สังขศิลา [1] และ อัญธิชา พรมเมืองคุก [1]

Tuchsarun Vangrattanacharoen [1] Punyisa Trakoonyingcharoen [1*]

Kumut Sangkhasila [1] and Aunthicha Phommuangkhuk [1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ เพื่อต้องการทราบสัดส่วนผสมของแกลบ ทราย และชุดดินปากช่อง (Very fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiustox) ที่เหมาะสม สำหรับการทำก้อนอิฐดินดิบ เพื่อป้องกันความเสียหายในกระบวนการผลิตก้อนอิฐ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 6 ตำรับการทดลอง 3-5 ซ้ำ โดย T1 คือ ตำรับควบคุม ก้อนอิฐมีดินอย่างเดียว ส่วน T2, T3, T4, T5 และ T6 คือตำรับก้อนอิฐที่มีสัดส่วนดิน:แกลบ:ทรายที่ 1:0.5:0.5, 1:1:1, 1:1.5:1.5, 1:2:2 และ 1:2.5:2.5 ตามลำดับ ทดสอบสมบัติทางกายภาพของก้อนอิฐดินดิบ ได้แก่ รอยแตกร้าว กำลังรับแรงอัด การหดตัวเชิงปริมาตร และระดับความชื้นโดยมวล ผลการศึกษาพบว่า T1 คือตำรับควบคุมก้อนอิฐมีดินอย่างเดียว และตำรับ T5 และ T6 คือก้อนอิฐที่มีสัดส่วนของดิน:แกลบ:ทราย ที่ 1:2:2 และ 1:2.5:2.5 ตามลำดับ มีรอยแตกร้าวชัดเจน ตำรับการทดลอง T2, T3 และ T4 ไม่พบรอยแตกร้าว สำหรับกำลังรับแรงอัด การหดตัวเชิงปริมาตรและความชื้น ลดลงตามสัดส่วนของแกลบและทรายที่เพิ่มขึ้น จากการประเมินคุณภาพก้อนอิฐโดยวิธีการรวมคะแนน พบว่า T3 คือก้อนอิฐที่มีสัดส่วนของดิน:แกลบ:ทราย ที่ 1:1:1 มีคะแนนรวมสูงสุด

Abstract

This study aimed at finding the appropriate ratio of rice husk and sand to mix with Pak Chong series (Very fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiustox) in order to make adobe brick which would prevent the brick cracking. The experiment

คำสำคัญ : สัดส่วนผสมของแกลบและทราย, ก้อนอิฐดินดิบ, ชุดดินปากช่อง, สมบัติทางกายภาพของก้อนอิฐดินดิบ

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Soil Science Department, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Nakhonpathom, 73140

[*] Corresponding author: agrpyst@ku.ac.th

design was CRD (Completely Randomized Design) with 6 treatment and 3-5 replication. Treatments were control treatment, T1 (Soil without mixing), and T2, T3, T4, T5 and T6 were soil mixed with rice husk and sand ratio of 1:.0.5:0.5, 1:1:1, 1:1.5:1.5, 1:2:2 and 1:2.5:2.5, respectively. The following adobe brick properties were analyzed for their stable; number of crack, degree of volumetric shrinkage, compressive strength and moisture content. Results showed that T1 treatment (control), T5 and T6 (soil mixed with rice husk and sand at ratio 1:2:2 and 1:2.5:2.5 respectively) were found clearly brick's cracking. The brick made from T2, T3 and T4 had no cracking. The compressive strength, degree of volumetric shrinkage and moisture content decreased with increasing the rake of rice husk and sand in material. Brick quality assessment using total score found that T3 (soil mixed with rice husk and sand ratio 1:1:1) had the highest total scores.

คำนำ

ดิน (soils) เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ดินเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ หรือที่เรียกว่า "วัตถุต้นกำเนิด" ที่แตกต่างกัน จึงทำให้ดินมีหลายประเภท มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยดินที่มีแร่ดินเหนียวกิจกรรมต่ำ มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการผลิตพืช และเป็นดินที่พบทั่วไปในประเทศและในเขตร้อน (Trakoonyingcharoen *et al*., 2006) อย่างไรก็ตาม ดินที่มีปัญหาเหล่านี้น่าจะสามารถนำมาทำประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น การสร้างบ้านดิน เครื่องปั้นดินเผา และสร้างถนน เนื่องจากแร่ดินเหนียวส่วนใหญ่ของดินประเภทนี้คือแร่เคโอลิไนต์ มีโครงสร้างแบบ 1:1 ประกอบด้วยแผ่นซิลิกาและอะลูมินา มีสมบัติไม่ยืดหรือหดตัว เมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนเป็นชื้นหรือแห้ง (อัญชลี, 2553) ดังเช่นชุดดินปากช่อง ซึ่งเป็นดินปัญหาประเภท low activity clay จำแนกได้เป็น Very fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandiustox เป็นดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ เศษหินเชิงเขาของหินดินดานที่แทรกกับหินปูน ในสภาพภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst topography) องค์ประกอบเชิงแร่ของดินที่พบมาก คือแร่ดินเหนียวชนิดเคโอลิไนต์ เวอร์มิคูไลต์ชนิด hydroxyl Al interlayer vermiculite (HIV) แร่ควอตซ์ แร่เหล็กและอะลูมินัมออกไซด์ พบปริมาณเล็กน้อยในดินประเภทนี้ สภาพการระบายน้ำดี มีการชะล้างสูง และมีสภาพการเกิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชั่น ประกอบด้วยกระบวนการเกิดดินหลัก 2 กระบวนการใหญ่ๆ คือ laterization และ ferrugination (อัญชลี และคณะ, 2528)

ปัจจุบันเริ่มมีผู้คนสนใจเกี่ยวกับการสร้างบ้านดินเพิ่มมากขึ้น ด้วยสมบัติต่างๆ ที่โดดเด่นของบ้านดิน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องอุณหภูมิที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสภาพภูมิอากาศ ราคาถูก ความแข็งแรงคงทนของบ้านดิน ที่สามารถคงอยู่ได้เป็นร้อยๆ ปี ถ้ามีการสร้างที่ถูกวิธีและใช้วัสดุที่มีคุณภาพ บ้านดินสามารถทำได้ด้วยตนเองและ

วัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่หาง่าย จึงทำให้บ้านดินเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การก่อสร้างบ้านดินมีด้วยกันอยู่หลายวิธี โดยจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัสดุผสมที่สามารถหาได้ในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งวิธีที่นิยมสร้างในประเทศไทยเป็นแบบการก่อด้วยอิฐดินดิบ

การสร้างบ้านดินด้วยวิธีการก่อด้วยอิฐดินดิบ คล้ายกับการสร้างอาคารบ้านเรือนทั่วไป เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก ใช้แรงงานจำนวนไม่มากในการสร้าง โดยจะนำก้อนอิฐดินดิบมาก่อเป็นผนังแล้วฉาบทับด้วยดินเหนียว เพื่อป้องกันการชะล้างจากฝน ซึ่งก้อนอิฐที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม จึงจะทำให้ก้อนอิฐแข็งแรงและคงทน แต่สัดส่วนผสมมักไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน ธนา (2548) กล่าวว่า ดินที่เหมาะสมสำหรับการนำมาสร้างบ้านควรจะมีส่วนผสมดินเหนียวอยู่ประมาณร้อยละ 20-50 โดยอัตราส่วนที่นิยมใช้คือ ดินเหนียว 1 ส่วน ทราย 1-2 ส่วน และวัสดุเส้นใย เช่น แกลบหรือฟางเส้นสั้น 1.5 ส่วน ซึ่งในปัจจุบันยังมีงานวิจัยจำนวนไม่มากพอ ที่บ่งชี้และเผยแพร่เกี่ยวกับสัดส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบที่เหมาะกับดินประเภทต่างๆ การศึกษานี้จึงเป็นการทดลองหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมของดินในชุดดินปากช่อง ซึ่งเป็นดินปัญหาชนิดหนึ่ง เพื่อนำมาทำก้อนอิฐดินดิบในสัดส่วนผสมต่างๆ สำหรับการสร้างบ้านดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาสัดส่วนผสมของ ดิน:แกลบ:ทราย ที่เหมาะสมต่อการทำก้อนอิฐดินดิบใช้ชุดดินปากช่อง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 6 ตำรับการทดลอง โดยกระทำ 5 ซ้ำ ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐดินดิบ และกระทำ 3 ซ้ำ ในการทดสอบรอยแตกร้าว การหดตัวเชิงปริมาตร และระดับความชื้น โดยมวลของก้อนอิฐดินดิบ สัดส่วนของ ดิน:ทราย:แกลบ แสดงใน Table 1

Table 1 Rice husk and sand mixer ratio to make adobe bricks with Pak Chong soil Series (by volume)

Treatment	Soil	Sand	Rice husk
T1	1	0.0	0.0
T2	1	0.5	0.5
T3	1	1.0	1.0
T4	1	1.5	1.5
T5	1	2.0	2.0
T6	1	2.5	2.5

1. การเก็บตัวอย่างดิน

ตรวจสอบลักษณะดินและสภาพแวดล้อมตรงกับชุดดินที่ต้องการ ตามวิธีการทำคำอธิบายหน้าตัดดิน (เอิบ, 2552) เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-30 เซนติเมตร มาทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ประกอบไปด้วย เนื้อดิน วิเคราะห์โดยวิธี pipette method (Gee and Bauder, 1986) พีเอช (pH) เครื่องวัดพีเอชที่อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 ปริมาณอินทรียวัตถุ วิเคราะห์โดยวิธี wet digestion (Walkley and Black, 1934) และเหล็กทั้งหมด โดยวิธีสกัดด้วยกรดไนทริก-เพอร์คลอริก (จำเป็น, 2547) ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินปากช่อง ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่าชุดดิน

ปากช่องมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) พบก้อนเซสควิกออกไซต์ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร โดยมีอนุภาคดินเหนียว 64% อนุภาคทรายแป้ง 5% และมีอนุภาคทราย (โดยส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียด) 31% ค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.56) ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง (OM 1.83%) และปริมาณเหล็กทั้งหมด 219.21 มิลลิกรัม/ดิน 100 กรัม

2. การทำก้อนอิฐดินดิบ

นำไม้แบบแช่ในน้ำเพื่อให้ไม้แบบมีความชื้น ดินจะได้ไม่ติดไม้แบบ เติมน้ำลงในกระบะผสมก่อน แล้วจึงใส่ดิน เพื่อให้น้ำซึมเข้าสู่ดินได้ง่าย หรืออาจแช่ดินไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำก่อนทำการย่ำดิน ย่ำดินให้เป็นโคลน ทยอยใส่วัสดุผสมแกลบ และทรายตามสัดส่วนที่กำหนดใน Table 1 สัดส่วนละ 3 ก้อน โดยโปรยแกลบให้ทั่ว สลับกับการย่ำดินเพื่อให้ดินและแกลบเข้ากัน (ให้สังเกตว่ามองไม่เห็นแกลบถือว่าใช้ได้ แสดงว่าดินและแกลบเข้ากันแล้ว) การใส่น้ำในขั้นตอนแรกควรใส่เผื่อไว้จำนวนหนึ่ง เพราะแกลบจะดูดน้ำไว้ ทำให้ดินแห้งลง หรืออาจใส่น้ำเพิ่มได้ภายหลัง ถ้าดินแห้งจนเกินไป จากนั้นนำดินใส่ถัง แล้วนำไปเทใส่แบบ โดยใช้นิ้วมือกดดินบริเวณตามมุมและขอบลงไปให้แน่น ปาดหน้าให้เรียบพอประมาณ และยกพิมพ์ออกทันที หากดินเหลวเกินไปสามารถทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้วค่อยนำแบบออก แล้วจึงนำไปตากแดดทิ้งไว้จนอิฐแข็งพอที่จะสามารถพลิกได้ (ประมาณ 2-3 วัน) แล้วจึงพลิกอิฐให้ตั้งขึ้น เพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้ ทำให้อิฐแห้งเร็วยิ่งขึ้น ตากไว้จนครบ 7 วัน หรืออาจนานกว่านั้นแล้วแต่สภาพอากาศ

3. การทดสอบสมบัติกายภาพของก้อนอิฐดินดิบเชิงวิศวกรรม

3.1 การทดสอบรอยแตกร้าว (cracking) ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE STANDARD 21-9 (UBC, 1967) ได้กำหนดว่าก้อนอิฐต้องไม่มีรอยร้าวจากการหดตัวมากกว่า 3 รอย และความยาวรอยร้าวไม่เกิน 76 มิลลิเมตร ความกว้างรอยร้าวไม่เกิน 3.2 มิลลิเมตร

3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (compressive strength) ตามมาตรฐาน UNIFORM BUILDING CODE STANDARD 21-9 นำตัวอย่างก้อนอิฐดินดิบที่มีน้ำหนักคงที่มาวัดขนาดพื้นที่ผิวด้านที่จะรับน้ำหนัก แล้วจึงนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบวัสดุเอนกประสงค์ (Universal testing machine) โดยวางก้อนอิฐดินดิบ ให้เส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องและก้อนตัวอย่างตรงกัน จากนั้นให้น้ำหนักกดตามแนวแกน ในอัตราเร็วการกดทับไม่เกิน 1.27 มิลลิเมตร/นาที จนก้อนอิฐเกิดการวิบัติหรือก้อนอิฐแตก และบันทึกค่าที่เครื่องอ่านได้ แล้วจึงทำการคำนวณผลการทดสอบกำลังอัด (จรุญศรี, 2553) มีสมการดังนี้

กำลังรับแรงอัดสูงสุด = P_{max} /A กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P_{max} = กำลังอัดสูงสุดที่กระทำบนหน้าตัดอิฐดินดิบ, กิโลกรัม

A = พื้นที่หน้าตัดอิฐดินดิบ, ตารางเซนติเมตร

3.3 การทดสอบการหดตัวเชิงปริมาตร (volumetric shrinkage) วัดขนาดก้อนอิฐดินดิบ กว้าง×ยาว×สูง คือ 10×10×10 เซนติเมตร (ขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ โดยก้อนอิฐสามารถคงรูปอยู่ได้) ซึ่งจะได้ค่าปริมาตรขณะเปียก (V_1) จากนั้นนำก้อนอิฐดินดิบที่ผ่านการตากแดดเป็นเวลา 28 วันมาวัดขนาด ซึ่งจะได้ค่าปริมาตรขณะแห้ง (V_2) แล้วจึงทำการคำนวณหาค่าร้อยละการหดตัวเชิงปริมาตร (จรุญศรี, 2553) ด้วยสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตร} = \frac{(V_1 - V_2) \times 100}{V_1}$$

V_1 = ปริมาตรก้อนอิฐดินดิบขณะเปียก, ลูกบาศก์เซนติเมตร

V_2 = ปริมาตรก้อนอิฐดินดิบขณะแห้ง, ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.4 การวัดระดับความชื้น (moisture content) นำตัวอย่างดินที่ได้จากก้อนอิฐดินดิบแต่ละตำรับการทดลองใส่กระป๋อง (can) ที่ทราบมวลแล้วทำการชั่งน้ำหนัก ซึ่งจะได้มวลของดินชื้น (M_s+M_w) จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100-115 องศาเซลเซียสจนดินแห้งและน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักกระป๋องใส่ดินที่ผ่านการอบแล้วอีกครั้ง ซึ่งจะได้มวลของดินแห้ง (M_s) แล้วจึงคำนวณปริมาณความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำต่อน้ำหนักแห้ง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2555) มีสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยมวล} = \frac{(M_s + M_w) - M_s \times 100}{M_s}$$

3.5 การประเมินคุณภาพโดยรวมของก้อนอิฐดินดิบ โดยการรวมคะแนน นำค่าที่วิเคราะห์ได้ของแต่ละสมบัติ ประเมินคุณภาพก้อนอิฐดินดิบดัง Table 2 แล้วนำมาคิดเป็นคะแนนรวม

Table 2 Criteria for assessing brick quality (modified from Uniform building code standard 21-9 and 21-1)

Brick properties	Score (point)			
	5	3	2	0
Cracking (number)	0	1	2-3	>3
Compressive strength (kg/cm^2)	≥17.60	14.00-17.59	10-13.99	<10
Volumetric shrinkage (%)	≤10	10-20	20-30	>30
Moisture content (%)	≤4	4-8	8-12	>12

4. นำสมบัติของก้อนอิฐดินดิบมาวิเคราะห์ตามหลักการทางสถิติ โดยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social) ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติกายภาพของก้อนอิฐดินดิบเชิงวิศวกรรม

1. รอยแตกร้าวจากการหดตัวของก้อนอิฐดินดิบที่ผลิตจากชุดดินปากช่อง

การตรวจสอบก้อนอิฐดินดิบพบรอยแตกร้าวในตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งทำจากดินอย่างเดียว และตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นรอยแตกร้าวที่ชัดเจน โดยตำรับการทดลองที่ 1 ก้อนอิฐมีรอยแตกร้าวความยาว 58 มิลลิเมตร และความกว้าง 1 มิลลิเมตร แต่อยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ตามมาตรฐาน ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 มีรอยแตกร้าวและส่วนผสมหลุดร่วง จนไม่สามารถวัดขนาดรอยแตกได้ ตำรับการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ไม่พบรอยแตกร้าวจากการหดตัว ดังปรากฏใน Table 3 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนทรายและแกลบ ทำให้ก้อนอิฐดินดิบไม่มีรอยแตกร้าว

2. กำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐดินดิบ

ค่ากำลังรับแรงอัดมีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยค่ากำลังรับแรงอัดในตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีค่ากำลังรับแรงอัด 14.39, 12.38, 10.79, 8.05, 7.14 และ 8.05 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดคือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 14.39 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และตำรับการทดลองที่มีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำสุดคือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 7.14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ใกล้เคียงกับตำรับการทดลองที่ 4 และ 6 (Table 4) แสดงให้เห็นว่า การใช้ดินปากช่องโดยไม่มีวัสดุอื่นผสม ก้อนอิฐดินดิบมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงที่สุด และค่ากำลังรับแรงอัดลดลง เมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนผสมแกลบและทรายที่เพิ่มมากขึ้น โดยค่ากำลังรับแรงอัดเป็นดังนี้ T1 > T2 > T3 > T4 = T6 > T5 สัดส่วนผสมของดิน:แกลบ:ทราย ตั้งแต่ตำรับการทดลองที่ 4

Table 3 Mean of number of brick's cracking (n=3)

Treatment; ratio of Soil:Sand:Rice husk	Cracking	Length (mm)	Width (mm)
T1; 1:0:0	1	58	1
T2; 1:0.5:0.5	0	0	0
T3; 1:1:1	0	0	0
T4; 1:1.5:1.5	0	0	0
T5; 1:2:2	>1	>76	>3.2
T6; 1:2.5:2.5	>1	>76	>3.2

Table 4 Average compressive strength, volumetric shrinkage and moisture content of adobe bricks from Pak Chong soil series

Treatment; ratio of Soil:Sand:Rice husk	Compressive strength (kg/cm^2)	Volumetric shrinkage (%)	Moisture content (%)
T1; 1:0:0	14.39 [a]	38.58 [a]	8.25
T2; 1:0.5:0.5	12.38 [ab]	21.60 [b]	8.56
T3; 1:1:1	10.79 [bc]	21.69 [b]	6.05
T4; 1:1.5:1.5	8.05 [cd]	16.54 [bc]	5.61
T5; 1:2:2	7.14 [d]	9.57 [cd]	4.88
T6; 1:2.5:2.5	8.05 [cd]	5.88 [d]	3.89
P-value	<0.001	<0.001	0.047

Note Compressive strength (n=5)
Volumetric shrinkage and Moisture content (n=3)
*Statistical analysis by Duncan The significance level of 0.01

(1:1.5:1.5) ทำให้ก้อนอิฐดินดิบรับแรงอัดได้ต่ำที่สุด การมีสัดส่วนผสมแกลบและทรายยิ่งมากค่ากำลังรับแรงอัดลดลง อาจเนื่องจากภายในโครงสร้างของแกลบเป็นโพรง (ภูษิต และจตุพร, ม.ป.ป.) เมื่อมีแรงกดจึงเกิดการยุบตัวได้มาก โดยขณะทำการทดสอบ สังเกตพบว่าก้อนอิฐดินดิบในตำรับการทดลองที่ 6 มีการยืดหยุ่นตัวสูงมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีดินปากช่องเป็นองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงที่สุด อาจมีสาเหตุมาจากอนุภาคดินส่วนใหญ่เป็นอนุภาคดินเหนียว เป็นอนุภาคขนาดเล็กมาก เมื่อนำดินมาขึ้นรูปก้อนอิฐดินดิบ ดินเหนียวจึงเกาะเชื่อมตัวกันแน่น ไม่มีช่องว่างหรือมีรูพรุนเล็กน้อย ทำให้แข็งแกร่งมาก ประกอบกับชุดดินปากช่องมีการสะสมแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์เป็นแร่หลัก (Trakoonyingcharoen *et al*., 2006) ซึ่งมีความเหนียวมาก เมื่อแห้งจะยึดหรือมีความเชื่อมแน่นได้ดี มีความแข็งแรงมาก แต่เมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนผสมของทรายหยาบซึ่งเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ทำให้ภายในก้อนอิฐดินดิบมีช่องว่างเพิ่มขึ้น และการเพิ่มแกลบทำให้แร่เคโอลิไนต์ลดน้อยลง ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของแกลบ ความเหนียวลดลงจึงทำให้การจับตัวของวัสดุผสมลดลง

3. การหดตัวเชิงปริมาตรของก้อนอิฐดินดิบ

การหดตัวเชิงปริมาตรของก้อนอิฐดินดิบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในแต่ละตำรับการทดลอง โดยตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีค่าการหดตัวเชิงปริมาตร 38.58, 21.60, 21.69, 16.54, 9.57 และ 5.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีการหดตัวเชิงปริมาตรสูงสุด และลดลงตามสัดส่วนวัสดุผสมที่เพิ่มขึ้น การไม่เติมส่วนผสมในดินจะทำให้ก้อนอิฐ

ดินดิบมีการหดตัวเชิงปริมาตรชัดเจน เนื่องจากชุดดินปากช่องมีแร่เคโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบหลักและมีแร่ hydroxyl Al interlayer vermiculite (HIV) เล็กน้อย (Trakoonyingcharoen *et al*., 2006) จึงทำให้ก้อนอิฐดินดิบมีการหดตัวเมื่อแห้ง ซึ่งสัมพันธ์กับการพบรอยแตกร้าว ในตำรับการทดลองที่ 1 สำหรับก้อนอิฐดินดิบที่มีการเพิ่มวัสดุแกลบและทรายเป็นส่วนผสมจะช่วยลดการหดตัวของก้อนอิฐดินดิบได้ เนื่องจากแกลบมีพื้นที่ผิวให้ดินเกาะตัวได้มาก อีกทั้งแกลบไม่มีสมบัติยืดหดตัวเมื่อดินเกาะบนวัสดุที่ไม่มีสมบัติยืด-หดตัว (ธนาชัย, มปป.) จึงทำให้ก้อนอิฐดินดิบมีการหดตัวที่น้อยลง และเมื่อเพิ่มสัดส่วนของแกลบ ทำให้ปริมาณแร่ hydroxyl Al interlayer vermiculite (HIV) ลดลงตามสัดส่วนของแกลบที่เพิ่มขึ้น

4. ระดับความชื้นโดยมวลของก้อนอิฐดินดิบ

ความชื้นโดยมวลในตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีค่าความชื้น 8.25, 8.56, 6.05, 5.61, 4.88 และ 3.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ระดับความชื้นโดยมวลของก้อนอิฐดินดิบทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) แต่มีแนวโน้มว่าการเพิ่มสัดส่วนวัสดุผสมในก้อนอิฐดินดิบทำให้ความชื้นโดยมวลลดลง อาจเนื่องจากการเพิ่มสัดส่วนวัสดุผสมมากขึ้น ทำให้ช่องว่างขนาดใหญ่ในก้อนอิฐดินดิบเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งช่องว่างขนาดใหญ่ ความสามารถดูดยึดน้ำจะน้อยกว่าช่องขนาดเล็ก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2555) โดยความชื้นจะพบมากในตำรับการทดลองที่ไม่มีวัสดุผสม หรือตำรับการทดลองที่มีวัสดุผสมในสัดส่วนต่ำๆ

5. การประเมินคุณภาพโดยรวมของก้อนอิฐดินดิบที่ผลิตจากชุดดินปากช่อง

ผลการประเมินพบว่า ตำรับการทดลองที่ 3 มีผลคะแนนสูงสุด ดังแสดงใน Table 5 โดยไม่พบรอยแตกร้าว ค่ากำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง การหดตัวเชิงปริมาตรต่ำ แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และมีความชื้นของก้อนอิฐค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่น

Table 5 Brick quality assessment using sum scoring

Treatment	Cracking (Number)	Compressive strength (kg/cm^2)	Volumetric shrinkage (%)	Moisture content (%)	Total score (point)
T1	3	3	0	2	8
T2	5	2	2	2	11
T3	5	2	2	3	12
T4	5	0	3	3	11
T5	0	0	5	3	8
T6	0	0	5	5	10

สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มสัดส่วนของแกลบและทรายในก้อนอิฐดินดิบที่ผลิตจากชุดดินปากช่อง ส่งผลให้ก้อนอิฐดินดิบมีกำลังรับแรงกด ระดับความชื้นโดยมวล และการหดตัวเชิงปริมาตรลดลง โดยการหดตัวเชิงปริมาตรที่ลดลง สัมพันธ์กับการไม่พบรอยแตกร้าวของก้อนอิฐดินดิบ ดังนั้นการเลือกสัดส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการทำก้อนอิฐดินจากชุดดินปากช่อง ควรเลือกตำรับการทดลองที่ไม่พบรอยแตกร้าว รับกำลังรับแรงอัดได้มาก การหดตัวต่ำ ดังเช่นตำรับการทดลองที่ 3 สัดส่วนของ ดิน:แกลบ:ทราย ที่ 1:1:1 ที่เมื่อใช้เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนนทุกๆ สมบัติแล้วมีคะแนนรวมสูงที่สุด ดังแสดงใน Table 5

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนเงินทุน และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณ คุณจิรวัฒน์ พุ่มเพชร ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างดิน รวมทั้งขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน ช่วยอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์และเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2555. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. พิมพ์ครั้งที่ 2.

จรุญศรี โชคศิริวรรณา. 2553. คุณสมบัติทางกายภาพและความร้อนของก้อนอิฐดินดิบผสมกากอ้อยเพื่อการสร้างบ้านดิน.

กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. แหล่งที่มา: http://digi.library.tu.ac.th /thesis/ra/0215/01TITLE-ILLUSTRATIONS.pdf [เข้าถึงเมื่อ 5 กรกฎาคม 2559].

ธนา อุทัยภัตรากูร. 2548. จากดินสู่บ้าน สร้างบ้านด้วยดิน คู่มือการสร้างบ้านดินฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์สวนเงินมีมา, กรุงเทพฯ.

ธนาชัย จงสุวรรณไพศาล. ม.ป.ป. ผนังดูดซับความชื้นด้วยซิลิกาที่สกัดจากแกลบ. บริษัท ดีบี สตูดิโอ จำกัด. 63 หน้า. แหล่งที่มา:http://www.tds.tu.ac.th/jars/download/jars/v6-1/04_Rice-Husk%20Silica%20Dehumidifying%20Wall%20Unit_Tanachai.pdf [เข้าถึงเมื่อ 24 ธันวาคม 2559].

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และจตุพร ตั้งศิริสกุล. ม.ป.ป. ผลของวัสดุทางธรรมชาติที่มีต่อคุณสมบัติของก้อนอิฐดินดิบสำหรับการก่อสร้างบ้านดิน. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 199 หน้า. แหล่งที่มา: http://www.tds.tu.ac.th/jars/download/jars/v51/11%20Effect%20of%20Natural%20Materials%20on%20Properties.pdf [เข้าถึงเมื่อ 6 กรกฎาคม 2559].

อัญชลี สุทธิประการ. 2553. แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 280 หน้า

อัญชลี สุทธิประการ, เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และกรรณิการ์ อยู่ทอง. 2528. การกำเนิด สัณฐานวิทยา และองค์ประกอบเชิงแร่ของดินเหลืองและดินแดงที่ปลูกมันสำปะหลัง

ในประเทศไทย. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2528. หน้า.71-72.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2552. คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, 2552. 180 หน้า

Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle-sized analysis, pp. 383-411. *In* A. Kulte *et al*. (eds.). Method of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, WI.

Trakoonyingcharoen P., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2006. Properties of kaolins in red Oxisols and red Ultisols in Thailand. Applied Clay Science 32: 25-39.

Uniform Building Code. 1967. International conference of building officials. 5 th. USA. 557 p.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjureff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. Soil Sci. 37: 29-35.