เครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊ม

Hydraulic Press Machine with Hand Pump for Making Oil Palm Frond Brick

อาริษา โสภาจารย์[1*] ภาณุมาศ สุยบางดำ[1] และ สุพัตรา เพ็งเกลี้ยง[2]

Arrisa Sopajarn[1*], Panumas Suybangdum[1] and Supattra Pangkleang[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอัดอิฐตกแต่งที่สามารถควบคุมการทำงานได้ง่าย สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ใช้จำนวนคนในการทำงานน้อย และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ซึ่งเครื่องอัดอิฐตกแต่งที่สร้างขึ้นอาศัยหลักการอย่างง่ายในการอัด คือ ใช้ไฮดรอลิกส์ชนิดแฮนด์ปั๊มเป็นต้นกำลัง และควบคุมการทำงานได้ด้วยแรงงาน 1 คน โดยในการทดลองได้ทำการอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันใช้แรงอัดคงที่ความดันเท่ากับ 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 12×25 เซนติเมตร ที่อัตราส่วนโดยมวลของทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.5:0.5 0.4:0.6 และ 0.3:0.7 พบว่าที่อัตราส่วน 0.3:0.7 เป็นอัตราส่วนที่อิฐตกแต่งมีความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงสูงสุดเท่ากับ 671 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 44.72 เมกกะพาสคาล ตามลำดับ และเครื่องมีสมรรถนะในการอัดอิฐตกแต่งได้ประมาณ 72 ก้อนต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องอัดอิฐ, ทางปาล์มน้ำมัน, อิฐมวลเบา

[1] สาขาอุตสาหกรรม วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 414 หมู่ที่ 14 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180

[1] Department of Industrial, Rattaphum College, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 414 Moo 14, Tachamoung, Rattaphum, Songkhla 90180, Thailand.

[2] สาขาศึกษาทั่วไป วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 414 หมู่ที่ 14 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180

[2] Department of General of Arts, Rattaphum College, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 414 Moo 14, Tachamoung, Rattaphum, Songkhla 90180, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): am_rarrisa@hotmail.com

ABSTRACT

This research article presented fabrication and testing of hydraulic press machine with hand pump to produce the oil palm frond brick. The research aimed to produce the prototype machine that was convenient to control and move, required few workers to operate and low cost in production. The principle of brick-making was very easy because there was a hydraulic hand pump machine controlled by one worker. In the experiment, the hydraulic press machine with hand pump was operated with the pressure of 200 kg/cm^2 to produce 1 kg of the brick loaf with a width of 12 cm. and a length of 25 cm. The mass ratio of oil palm frond on Calcium Sulfate Hemihydrate was 0.5:0.5, 0.4:0.6 and 0.3:0.7. The result found that the mass ratio of 0.3:0.7 was a proper ratio of brick materials that could produce the highest density and strength of 671 kg/m^3 and 44.72 MPa, respectively. In addition, the production capacity of hydraulic press machine with hand pump was about 72 blocks per hour.

Key words: brick pressing machine, oil palm frond, lightweight brick

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) เป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับการสนับสนุนทั้งด้านพื้นที่การปลูกและปริมาณผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น เพื่อรองรับการใช้น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคและใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตไบโอดีเซลซึ่งเป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากปิโตรเลียม (อเนก, 2554) ในกระบวนการปลูกจนกระทั่งกระบวนการแปรรูปผลิตผลจากปาล์มน้ำมันนั้นมีเศษเหลือเป็นชีวมวลปริมาณมาก เช่น ทางใบ ทะลาย เส้นใย กะลา เถ้า เป็นต้น ซึ่งในการปลูกปาล์มน้ำมันจะต้องมีการตัดทางใบเพื่อวัตถุประสงค์หลายประการ เช่น การกำจัดวัชพืช การให้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันทุกครั้งจะต้องมีการตัดทางใบปาล์มน้ำมัน 1-2 ทางต่อต้น ทำให้มีปริมาณทางปาล์มน้ำมันเหลือทิ้งในสวนปาล์มประมาณ 1.6 ตันต่อไร่ต่อปี (สำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่, 2555) ซึ่งทางปาล์มน้ำมันที่ถูกตัดทิ้งยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่เป็นการนำไปใช้คลุมดินระหว่างแปลงสลับกันไปแต่ละปีเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุในสวนปาล์มน้ำมัน

เส้นใย (Fiber) ทำให้คุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐหรือเซรามิกส์ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของความเหนียว การทนต่อแรงกระแทก เมื่อมีการเสริมเส้นใยในผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เส้นใยจะทำหน้าที่แบกรับแรงกระทำและแก้ไขข้อบกพร่องของเซรามิกส์หรือเรซิ่น เช่น ความยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึง และคุณสมบัติเกี่ยวกับแรงอัด ในขณะเดียวกันเรซินก็ทำหน้าที่ป้องกันเส้นใยจากสภาพแวดล้อมและเป็นตัวกลางในการถ่ายโอนแรงระหว่างเส้นใยที่อยู่ติดกันอีกด้วย (Senthilkumar *et al*., 2014) วัสดุทางปาล์มน้ำมันเป็นชีวมวลที่มีองค์ประกอบ

เป็นลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) ซึ่งเป็นเส้นใยที่มีความถ่วงจำเพาะภายในวัสดุต่ำประมาณ 1.25-1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับใยแก้วที่มีความถ่วงจำเพาะ 2.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จึงทำให้อัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักของเส้นใยเซลลูโลสสูงกว่าใยแก้ว (Abdul Khalil *et al*., 2012)

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มศักยภาพการใช้ทางปาล์มน้ำมันให้เกิดประโยชน์ด้วยการพัฒนาเครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊มขึ้น เพื่อจะนำทางปาล์มน้ำมันมาอัดขึ้นรูปเป็นอิฐสำหรับตกแต่ง ซึ่งเครื่องอัดอิฐตกแต่งนี้ออกแบบให้เป็นเครื่องที่มีขนาดเล็ก ราคาต้นทุนของเครื่องต่ำ ใช้งานง่ายและสะดวก ใช้แรงงานเพียงหนึ่งคนในการควบคุมการทำงาน และราคาต้นทุนของเครื่องต่ำ เพื่อเป็นอุปกรณ์ทางเลือกสำหรับเกษตรกรชาวสวนปาล์มที่ต้องการมีอาชีพเสริมนอกจากการทำสวนปาล์มเป็นหลักเพียงอย่างเดียวในอนาคต

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การอัดวัสดุแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การอัดร้อนและการอัดเย็น

การอัดร้อน (Hot Densification) เป็นวิธีที่นิยม สามารถใช้กับวัสดุทั่วไปได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีตัวประสาน โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมของเครื่องอัดร้อนอยู่ในช่วง 260-300 องศาเซลเซียส

การอัดเย็น (Cold Densification) เป็นการอัดที่มีอุณหภูมิในการอัดต่ำสามารถแบ่งเป็นการอัดแบบใช้ตัวประสาน และแบบไม่ใช้ตัวประสาน โดยตัวประสานจะทำหน้าที่ยึดเกาะวัสดุที่อัดด้วยแรงปานกลาง ซึ่งการอัดเย็นจะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าการอัดร้อน

ตัวประสาน (Binder) ทำหน้าที่ยึดเกาะชีวมวลให้มีลักษณะตามรูปแบบที่ต้องการอัดออกมาได้ อีกทั้งตัวประสานยังทำหน้าที่เพิ่มสมบัติทางกายภาพของชีวมวลอัดแท่ง เช่น ความต้านทานต่อความเค้นอัด การต้านทานแรงกระแทก การต้านทานน้ำเป็นต้น

ปูนปลาสเตอร์ (Calcium Sulfate Hemihydrate; $CaSO_4\ 2H_2O$) ได้มาจากการนำแร่ยิปซัมที่มีในธรรมชาติมาให้ความร้อนเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีโดยเอาผลึกน้ำออก ดังนั้นเมื่อนำปูนปลาสเตอร์มาผสมน้ำจะเกิดปฏิกิริยาของปูนปลาสเตอร์กับน้ำเป็นผลึกรูปเข็มของยิปซัม หรือผลึกแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต จะจับตัวกลายเป็นก้อนแข็งอีกครั้ง (มยุรี, 2552) ดังแสดงในสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ปูนปลาสเตอร์มีประโยชน์ใช้สอยมากมาย เช่น ทำแม่พิมพ์เซรามิก ใช้ในการหล่อแบบชิ้นงาน ใช้ทำซิปซัมบอร์ด ใช้ทำงานศิลปกรรมต่าง ๆ ใช้ทำเฝือก ใช้ในงานทันตกรรม เป็นต้น ปูนพลาสเตอร์เป็นวัสดุที่คล้ายกับซีเมนต์ ค่อนข้างมีความแข็งแรง มักใช้ทำวัสดุเชิงประกอบ ใช้สำหรับเป็นฉนวนกันความร้อน หรือตกแต่งภายใน (Abidi Ali *et al*., 2010; Senthikumar *et al*., 2014)

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O + heat \rightarrow CaSO_4 \cdot 0.5H_2O + 1.5H_2O \quad (1)$$

$$CaSO_4 \cdot 0.5H_2O + 1.5H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + heat \quad (2)$$

ความแข็งแรงของวัสดุ (Strength) เป็นการศึกษาความสามารถในการรับแรงในขณะที่เกิดความเค้น (Stress) ขึ้นภายในวัสดุต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของวัสดุนั้นหรือ

ความแข็งแรงคือความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำโดยไม่ให้เกิดการแตกหักของวัสดุ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$f = \frac{F}{A_c} \quad (3)$$

เมื่อ f = ความแข็งแรงต่อแรงอัด (N/m^2, Pa)
F = แรงที่กระทำ (N)
A_c = พื้นที่ที่แรงกระทำ (m^2) (Brozovsky and Zach, 2007)

การคำนวณหาความชื้นของก้อนอิฐตกแต่งเป็นการหาปริมาณความชื้นในรูปของเปอร์เซ็นต์ มีวิธีการคำนวณ 2 แบบ คือ แบบมาตรฐานเปียก (Wet basis) และแบบมาตรฐานแห้ง (Dry Basis) ซึ่งเขียนสมการในการคำนวณได้ดังนี้

- แบบมาตรฐานเปียก

$$M_w = \frac{(w - d)}{w} \times 100 \quad (4)$$

- แบบมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \frac{(w - d)}{d} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ M_w = ความชื้นมาตรฐานเปียก (%)
M_d = ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)
w = น้ำหนักของอิฐก่อนอบ (kg)
d = น้ำหนักของอิฐหลังอบ (kg)
(ประเทือง และ กีรติ, 2557)

ความหนาแน่นของอิฐ เป็นการคำนวณหาความหนาแน่นของอิฐแต่ละสัดส่วนที่อัดได้ โดยสามารถคำนวณหาความหนาแน่นได้จากสมการดังนี้

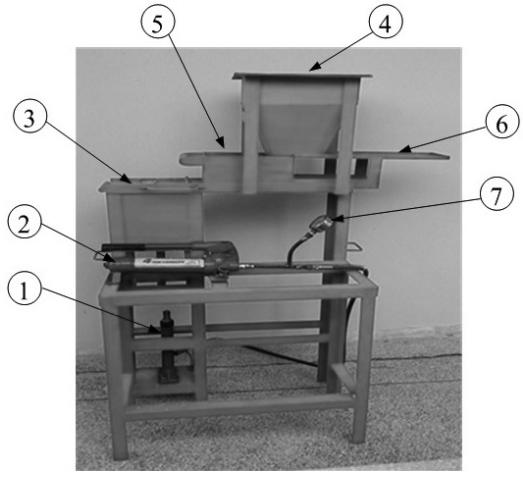
$$\rho = \frac{m}{v} \quad (6)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของอิฐ (kg/m^3)
m = น้ำหนักของอิฐ (kg)
v = ปริมาตรของอิฐ (m^3)

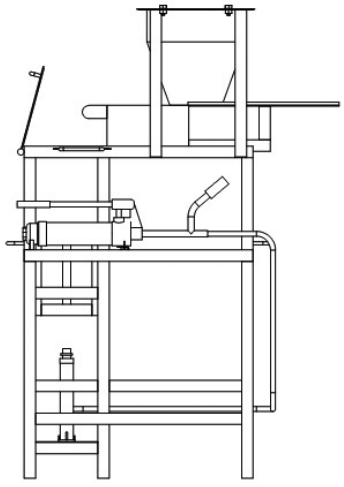
การออกแบบเครื่องอัดอิฐแบบไฮดรอลิกส์แฮนปั๊ม

ส่วนประกอบและลักษณะโครงสร้างของเครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊มที่ออกแบบขึ้นขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 42×70×100 เซนติเมตร แสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ตามลำดับ

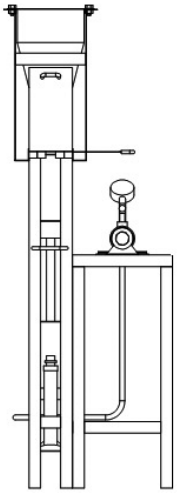
ส่วนประกอบหลักของเครื่อง คือ (1) กระบอกไฮดรอลิกส์ (2) ปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดแฮนด์ปั๊ม (3) บล็อกอัดแท่งอิฐขนาด 12×25 เซนติเมตร (4) กระบะใส่วัสดุ (5) กระบะสำหรับขนถ่ายวัสดุใส่บล็อกอัด (6) ฝาปิดกระบะใส่วัสดุขณะขนถ่ายวัสดุใส่บล็อกอัด (7) เกจวัดแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ โดยส่วนประกอบของเครื่องอัดอิฐตกแต่งนี้สามารถถอดประกอบได้เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย



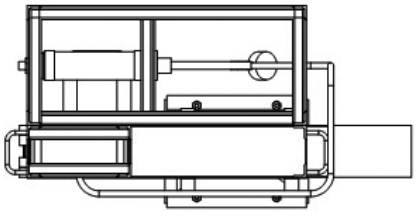
ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องอัดอิฐจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊ม



(ก) ภาพฉายจากด้านข้าง



(ข) ภาพฉายจากด้านหน้า



(ค) ภาพฉายจากด้านบน

ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องอัดอิฐจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊ม

วิธีดำเนินการวิจัย

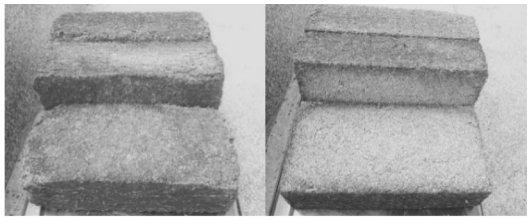
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำทางปาล์มน้ำมันมาตัดใบออกเหลือเฉพาะแกนกลางแล้วนำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร นำทางปาล์มบดละเอียดไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ตามมาตรฐานการอบแห้ง (AOAC, 2002; สิริธรและคณะ, 2559) เพื่อไล่น้ำออกจากทางปาล์มน้ำมัน จากนั้นนำทางปาล์มบดละเอียดซึ่งผ่านการอบแห้งมาแล้วมาผสมกับตัวประสาน คือ ปูนปลาสเตอร์ โดยกำหนดน้ำหนักรวมของก้อนอิฐเท่ากับ 1 กิโลกรัม ซึ่งผสมอัตราส่วนโดยมวลของทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ เท่ากับ 0.5:0.5 0.4:0.6 และ 0.3:0.7 โดยทุกสัดส่วนจะมีการผสมน้ำร้อยละ 50 โดยมวล จากนั้นนำมาอัดด้วยเครื่องอัดอิฐตกแต่งที่พัฒนาขึ้นที่ความดันไฮดรอลิกส์ในการอัดเท่ากับ 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานกำลังอัดที่ยอมของการผลิตอิฐบล็อกประสาน คือ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งจะอัดสัดส่วนละ 3 ก้อน เพื่อนำไปทดสอบหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้น และความหนาแน่นของอิฐหลังอัดเสร็จ จากนั้นนำอิฐตกแต่งที่ผ่านการอัดไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน แล้วนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นหลังการบ่ม โดยใช้วิธีหาความชื้นตามมาตรฐานเปียก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อกำจัดความชื้นออกจากทางปาล์มน้ำมัน แล้วนำไปหาความหนาแน่นหลังอบ จากนั้นนำอิฐไปทดสอบหาค่าแรงอัดหรือแรงกดที่กระทำสูงสุด (Maximum force) และทดสอบหากำลังรับแรงอัด (Compressive strength) ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine รุ่น Instron 5596 และถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ

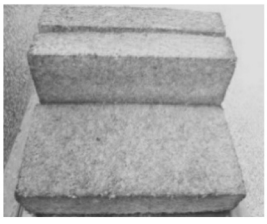
ส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM; JSM 5800 LV JEOL) เพื่อดูการจับตัวกันของวัสดุอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันหลังการอัดขึ้นรูป

ผลการวิจัย

จากการอัดอิฐด้วยเครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊มซึ่งมีบล็อกอัดแท่งอิฐขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 12×25 เซนติเมตร พบว่าอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนโดยมวลของทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ เท่ากับ 0.5:0.5 0.4:0.6 และ 0.3:0.7 มีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 7 6.5 และ 4.5 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเครื่องอัดอิฐตกแต่งมีสมรรถนะในการอัดก้อนอิฐได้ประมาณ 72 ก้อนต่อชั่วโมง ซึ่งลักษณะของอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันทั้งสามสัดส่วนแสดงดังภาพที่ 3



(ก) (ข)



(ค)

ภาพที่ 3 ลักษณะของอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันบด ที่สัดส่วน 0.5:0.5 (ก) 0.4:0.6 (ข) และ 0.3:0.7 (ค)

เมื่อพิจารณาจากลักษณะของก้อนอิฐตกแต่ง พบว่ารูปทรงของก้อนอิฐที่มีอัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ เท่ากับ 0.5:0.5 มีรูปทรงที่ไม่สวยไม่เป็นทรงสี่เหลี่ยม (บางส่วนนูน) เนื่องจากสัดส่วนของทางปาล์มน้ำมันค่อนข้างสูง ทำให้การประสานของปูนปลาสเตอร์กับวัสดุทางปาล์มไม่ทั่วถึง และแรงอัดเท่ากับ 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรน้อยเกินไปสำหรับสัดส่วน 0.5:0.5 จึงไม่สามารถอัดอิฐในอัตราส่วนผสมนี้ให้แน่นได้ แต่สำหรับอัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ เท่ากับ 0.4:0.6 และ 0.3:0.7 นั้นมีรูปทรงจะออกมาเป็นทรงสี่เหลี่ยมสวยงามตามลักษณะของบล็อกอัด เนื่องจากมีสัดส่วนของทางปาล์มน้ำมันน้อยตัวประสานจึงจับกับวัสดุได้ดีกว่า

จากผลการทดลองหาค่าความชื้นของอิฐตกแต่งหลังอัดและหลังบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน พบว่า อิฐตกแต่งที่อัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.5:0.5 จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงที่สุดทั้งหลังอัดและหลังบ่ม 10 วัน

เนื่องจากอิฐตกแต่งที่สัดส่วนนี้มีปริมาณทางปาล์มน้ำมันมากและตัวประสานน้อย ทำให้ประสานกันไม่ดีพอ รวมทั้งวัสดุทางปาล์มมีความพรุนอยู่ในตัวสูงทำให้แรงอัด 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อัตราส่วนนี้อัดได้ไม่แน่นทำให้อิฐตกแต่งมีขนาดความหนามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทั้งสามอัตราส่วนส่งผลให้การระบายความชื้นค่อนข้างจะน้อยกว่าอีกสองอัตราส่วนที่เหลือ ในขณะเดียวกันอัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ เท่ากับ 0.3:0.7 ก็จะมีความชื้นน้อยที่สุดเนื่องจากมีขนาดความหนาของอิฐตกแต่งต่ำที่สุดเพราะมีปริมาณทางปาล์มน้ำมันน้อย และตัวประสานมากจึงจับประสานกันได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาค่าความชื้นของอิฐตกแต่ง

สัดส่วน (kg)	ความชื้นหลังอัด (%)	ความชื้นหลังบ่ม 10 วัน (%)
0.5:0.5	37.86 ± 0.55	22.05 ± 1.78
0.4:0.6	36.11 ± 1.04	21.93 ± 2.80
0.3:0.7	34.16 ± 0.76	17.53 ± 2.60

เมื่อพิจารณาผลการทดลองหาค่าความหนาแน่นของอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมัน เมื่อลดอัตราส่วนของทางปาล์มน้ำมันลงและเพิ่มปริมาณอัตราส่วนตัวประสานมากขึ้น ที่สัดส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.5:0.5 0.4:0.6 และ 0.3:0.7 ตามลำดับ พบว่าที่ปริมาณอัตราส่วนของตัวประสานสูงขึ้นความหนาแน่นของก้อนอิฐตกแต่งจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากปริมาณของปูนปลาสเตอร์ซึ่งมีความหนาแน่นสูงกว่าความหนาแน่นของทางปาล์มจึงทำให้ความหนาแน่นรวมของก้อนอิฐตกแต่งสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการทดลองหาค่าแรงอัดหรือแรงกดที่กระทำสูงสุด (Maximum force) และผลทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive strength) ของตัวอย่างอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันที่สามารถรับได้ พบว่าอัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.3:0.7 สามารถรับแรงอัดได้สูงสุด เท่ากับ 1,425.67 กิโลนิวตัน และมีค่าความแข็งแรงอัดสูงสุด เท่ากับ 44.72 เมกกะพาสคาล ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อเทียบกับมาตรฐานกำลังรับแรงอัดอิฐบล็อกประสานที่ยอมรับ คือ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (7 เมกกะพาสคาล) (ฉัทเดชาธร, 2556) หรือคอนกรีตกำลังสูงต้องมีกำลังรับแรงอัดสูงสุดไม่ต่ำกว่า 400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (40 เมกกะพาสคาล) (กิตติ และคณะ, 2547) พบว่าอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าอิฐบล็อกหรือคอนกรีตมาก เนื่องจากทางปาล์มน้ำมันมีองค์ประกอบเป็นเส้นใยลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) ซึ่งช่วยเสริมแรงจึงทำให้อิฐตกแต่งจากทางปาล์มมีความเหนียวและสามารถรับแรงอัดได้ค่อนข้างสูง ถึงแม้ว่าอิฐตกแต่งที่ผลิตได้จะไม่แตกหักง่าย แต่ยังมีข้อเสียคือขอบของอิฐตกแต่งที่ได้จะร่วนหลุดง่าย จึงยังต้องพัฒนาต่อไป

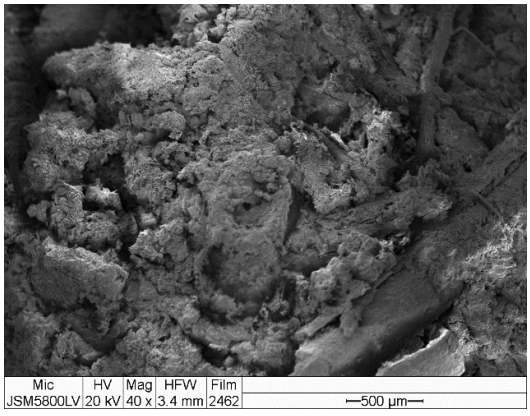
ตารางที่ 2 ผลการทดลองหาค่าความหนาแน่นของอิฐตกแต่ง

สัดส่วน (kg)	ความหนาแน่นก่อนอบ (kg/m^3)	ความหนาแน่นหลังอบ (kg/m^3)
0.5:0.5	655 ± 4.50	353 ± 3.45
0.4:0.6	801 ± 3.41	527 ± 2.48
0.3:0.7	1025 ± 2.14	671 ± 6.76

ตารางที่ 3 ผลการหาแรงอัดสูงสุด (Maximum force) และ ค่าความแข็งแรงอัดสูงสุด (Maximum stress)

สัดส่วน (kg)	Maximum Force (kN)	Maximum Stress (MPa)
0.5:0.5	434.41 ± 11.48	13.62 ± 0.89
0.4:0.6	979.63 ± 12.27	30.73 ± 2.01
0.3:0.7	1425.67 ± 21.30	44.72 ± 3.21

เมื่อนำอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันบดที่อัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์ 0.3:0.7 ไปส่องผ่านกล้อง SEM พบว่าปูนพลาสเตอร์สามารถเกาะกับทางปาล์มน้ำมันบดได้ค่อนข้างดี ดังแสดงในภาพที่ 4 จึงส่งผลให้อิฐที่ได้ค่อยข้างจะมีความหนาแน่นสูง และสามารถทนแรงอัดได้ดี



ภาพที่ 4 ภาพถ่าย SEM ของอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันบด ที่อัตราส่วนทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.3:0.7

สรุป

จากการอัดอิฐด้วยเครื่องอัดอิฐตกแต่งจากทางปาล์มน้ำมันชนิดไฮดรอลิกส์แฮนด์ปั๊ม พบว่า เครื่องอัดอิฐตกแต่งมีสมรรถนะในการอัดก้อนอิฐได้ประมาณ 72 ก้อนต่อชั่วโมง โดยก้อนอิฐตกแต่งจากอัตราส่วนระหว่างทางปาล์มน้ำมันต่อปูนปลาสเตอร์เท่ากับ 0.3:0.7 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดเนื่องจากอิฐตกแต่งที่อัดได้จะมีความชื้นต่ำมีความหนาแน่นสูง สามารถรับน้ำหนักในการอัดและมีค่าความแข็งแรงสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วน 0.5:0.5 และสัดส่วน 0.4:0.6 และพบว่าอิฐที่ได้จากทางปาล์มน้ำมันเป็นอิฐที่สามารถรับแรงอัดได้ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับอิฐบล็อกประสานหรือคอนกรีตทั่วไปอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอบคุณผู้ช่วยวิจัย นายสุวัฒน์ หมัดล๊ะ นายณัฏฐศิริ อินชะนะ และนายธนาวรรณ รุ่งสง

เอกสารอ้างอิง

กิตติ คำทอง, เจริญพล อินทะปัญโญ และ ดุลยพล นิธิปรีชานันท์. 2547. **การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตกำลังสูงที่ผสมเถ้าลอยแม่เมาะ ในปริมาณ 0%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5%, 20%, 25%, 30% และ 35%.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา)

ณัทเดชาธร สุทธิวารีพงษ์. 2556. **รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผนังก่ออิฐมอญกับผนังก่ออิฐบล็อกประสาน.** มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ประเทือง ผั้นแก้ว และ กีรติ วุฒิจารี. 2557. การออกแบบและสร้างเครื่องอบสับปะรดแว่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ, น. 49-54. *ใน* **การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

มยุรี ปาลวงศ์. 2552. **ประโยชน์ของยิปซัม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ไอเดีย สแควร์, กรุงเทพฯ.

สิริธร สุภาคาร, รตินันท์ เหลือมพล, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์ และ อภิชาต อาจนาเสียว. 2559. การอบแห้งแครอทโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสูบความร้อนสุญญากาศ. **วารสารวิจัย มข.** 16(3): 1-11.

สำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่. 2555. **องความรู้ด้านการพัฒนาคุณภาพผลผลิตปาล์มน้ำมัน.** เอกสารเผยแพร่ การจัดการความรู้สนับสนุนยุทธศาสตร์จังหวัดกระบี่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 แหล่งเกษตรอุตสาหกรรมและพลังงานที่ยั่งยืน, สำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่.

อเนก ลิ่มศรีวิไล. 2554. ความสำคัญของการพัฒนาปาล์มน้ำมัน: เพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิตของพลังงานทดแทน. **แก่นเกษตร** 39(2): 31-34.

Abdul Khalil, H.P.S., Jawaid, M., Hassan, A., Paridah, M.T. and Zaidon, A. 2012. **Oil Palm Biomass Fibers and Recent Advancement in Oil Palm Biomass Fibers Based Hybrid Biocomposites.** InTech, Malaysia.

Abidi Ali, M., Kesava Rao, V.V.S. and Raj pal singh, S. 2010. Determination of Thermal Conductivity of Plaster of Paris. **International Journal of Mathematics and Engineering** 52: 528-531.

AOAC. 2002. **Official methods of analysis of AOAC international.** AOAC international, Gaithersburg.

Brozovsky, J. and Zach, J. 2007. Non-destructive testing of solid brick compression strength in structures, pp. 1-9. *In* **VI Conferencia Panamericana de END.** Buenos Aires, Argentina.

Senthilkumar, A., John Baruch, L., Francis Luther King, M. and George Olive, D. 2014. Experimental studies on mechanical properties of glass fiber reinforced ceramic matrix composites. **International Journal of Emerging Technology an Advanced Engineering** 4(6): 677-681.