ความแข็งแรงของวัสดุก่อที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชงและลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง

The Strength of Masonry Produced using Hemp Hurd and Stalk with Bark of Hemp

สุดนิรันดร์ เพชรัตน์[1] รุ่งอรุณ บุญถ่าน รุ่งโรจน์ ฤกษ์หร่าย[2] ปกรณ์ภัทร บุดชา[3] และ ภาณุวัฒน์ จ้อยกลัด[4,*]

[1,4]ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก
[2]ศูนย์แห่งความยอดเยี่ยมทางวิศวกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก
[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก
**Corresponding author; E-mail address: panuwatj@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการทดสอบความแข็งแรงของอิฐดินซีเมนต์ที่ใช้กัญชงที่ผ่านสับย่อยให้มีขนาดเล็กเป็นวัสดุในการผลิตผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ดิน และน้ำ เปรียบเทียบความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชงกับลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง ตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง 0.3 กิโลกรัม ผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปริมาณแตกต่างกัน 5 กรณี คือ 0.25 0.5 0.75 1.00 1.50 และ 2.00 กิโลกรัม มีความต้านแรงอัด 0.48 0.54 0.58 0.64 0.58 และ 0.48 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ส่วนอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่มีปริมาณแตกต่างกัน 4 กรณี คือ 0.3 0.4 0.5 และ 0.6 กิโลกรัม มีความต้านแรงอัด 2.88 2.53 1.02 และ 0.58 เมกะปาสคาลตามลำดับ จากผลวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่า อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกของกัญชงมีความแข็งแรงมากกว่าอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง โดยตัวอย่างที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงปริมาณ 0.3 และ 0.4 กิโลกรัม มีความต้านแรงอัดอยู่ในเกณฑ์อิฐประเภทไม่รับน้ำหนัก จึงเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมที่จะพัฒนาให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วยการปรับสภาพกัญชงก่อนนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐดินซีเมนต์เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน

คำสำคัญ: กัญชง, อิฐดินซีเมนต์, วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน, วัสดุก่อ

Abstract

This article presents the results of the strength test of soil cement blocks using chopped hemp for production mixed with Portland cement Type I, soil and water. The strength of the soil cement blocks were compared between soil cement blocks produced using hemp hurd and stalk with bark of hemp. The sample of soil cement block produced used 0.3 kg hemp hurd mixed with Portland cement type I in 5 different quantities including 0.25, 0.5, 0.75, 1.00, 1.50 and 2.00 kg, and resulted with compressive strength of 0.48. 0.54 0.58 0.64 0.58 and 0.48 MPa respectively. The soil cement blocks produced used stalk with bark of hemp with different hemp contents in 4 conditions at 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6 kg, their compressive strength were 2.88 2.53 1.02 and 0.58 MPa respectively. The result of the research concluded that soil cement blocks produced using stalk with bark of hemp was stronger than soil cement blocks produced using hemp hurd. In particular, the samples produced using stalk with bark of hemp for 0.3 and 0.4 kg had compressive strength which are within the non-load-bearing block standard. Therefore, it is suitable condition to improve strength of soil cement blocks by hemp pretreatment processed before using it as a material for the production of soil cement blocks and in further development of the material as energy efficient construction material.

Keywords: hemp, soil cement blocks, energy saving building materials, masonry

1. บทนำ

การก่อสร้างเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยมีการปล่อยมลพิษจากกิจกรรมการก่อสร้าง และการปล่อยมลพิษที่แฝงอยู่ในวัสดุก่อสร้าง การพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำเป็นทางเลือกที่ดีกว่าสำหรับการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืน [1] มีการวิจัยที่รายงานถึงการผลิตวัสดุก่อสร้างทั่วไปที่ก่อให้เกิดมลพิษจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างจากวัสดุชีวภาพ [2] การใช้วัสดุก่อสร้างชีวภาพช่วยภาระลดมลพิษ และมีสมบัติการนำความร้อนต่ำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร [3] ประเทศไทยมีวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรหลากหลายชนิดที่มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาเป็นวัดสุก่อสร้าง เช่น หญ้าแฝกหรือเศษไม้ไผ่ [4] ซังข้าวโพด [5] และฟางข้าว [6] กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ที่สามารถปลูกได้ตามข้อกำหนดของกฎหมาย แต่เดิมนั้นการปลูกกัญชงที่อายุ 90 วัน เพื่อนำเปลือกไปผลิตเป็นเส้นใยสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จึงมีแกนลำ

ต้นเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ซึ่งมีการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบวัสดุก่อสร้าง เช่น เฮมพ์กรีต (Hempcrete) เฮมพ์คอนกรีต (Hemp Concrete) โดยใช้ส่วนของแกนลำต้นสับย่อยให้มีขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่า “เฮมพ์ไชฟ์” (Hemp Shive) เป็นส่วนผสมในการผลิตวัสดุก่อสร้าง สำหรับงานที่รับน้ำหนักไม่มาก เนื่องจากมีความต้านแรงอัดต่ำ [7] แต่มีข้อดีในเรื่องสมบัติทนความร้อน [8, 9] น้ำหนักเบา ความหนาแน่นต่ำ และสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนได้ประมาณ 50 % ของปริมาตร [10] ในปัจจุบันมีการปลูกกัญชงเพื่อเก็บช่อดอกไปสกัดสารแคนนาบินอยด์ (Cannabidiol; CBD) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากได้รับอนุญาตตามข้อกำหนดของกฎหมายฉบับใหม่ การปลูกกัญชงเพื่อเก็บช่อดอกนั้น มีอายุการปลูกที่ 120 วัน โดยมีลำต้นพร้อมเปลือกของลำต้นเป็นวัสดุเหลือทิ้ง จึงควรมีการศึกษาเพื่อใช้ลำต้นกัญชงพร้อมเปลือกของลำต้นมาผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง

การวิจัยนี้ใช้กัญชงเป็นส่วนผสมในการผลิตวัสดุก่อ โดยขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดอิฐดินซีเมนต์ (Soil Cement Block) หรือบล็อกประสาน (Interlocking Block) การผลิตอิฐดินซีเมนต์ไม่เกิดของเหลือทิ้ง และไม่ใช้พลังงานในการเผา จึงเป็นกระบวนการผลิตที่อนุรักษ์พลังงาน การใช้กัญชงเป็นส่วนผสมของอิฐดินซีเมนต์เพื่อต้องการลดน้ำหนัก เพิ่มสมบัติการเป็นฉนวน อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และลดมลพิษจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากวัสดุก่อสร้าง ตามหลักการพัฒนาวัสดุก่อสร้างสมัยใหม่ ในขณะที่ต้องการความแข็งแรงตามเกณฑ์มาตรฐานของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก บทความนี้ นำเสนอผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาส่วนผสมในการผลิตอิฐดินซีเมนต์โดยใช้แกนลำต้นและลำต้นพร้อมเปลือกของกัญชงเป็นส่วนผสมให้มีความแข็งแรงเหมาะสำหรับการใช้เป็นวัสดุก่อตามมาตรฐานอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานในลำดับต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ นำกัญชงที่ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็กซึ่งเป็นวัสดุมวลรวมจากธรรมชาติ (Natural Aggregate Materials) มาใช้เป็นวัสดุหลักในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ ผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ดิน และน้ำ โดยทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง (วัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกกัญชงเพื่อนำเปลือกลำต้นกัญชงไปเป็นเส้นใยในอุตสาหกรรมสิ่งทอ) กับลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง (วัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกกัญชงเพื่อเก็บช่อดอก) โดยแสดงรายละเอียดของวัสดุการวิจัย ขั้นตอนการผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ การทดสอบและการวิเคราะห์ผล ในข้อที่ 2.1-2.3 ตามลำดับ

2.1 วัสดุการวิจัย

วัสดุสำหรับผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 น้ำสะอาด ดินจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นดินร่วน สีแดง แสดงลักษณะทางกายภาพ ดังรูปที่ 1 และมีสมบัติดังตารางที่ 1 แกนลำต้นของกัญชง (มีอายุการปลูก 90 วัน) ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็ก ลักษณะ ดังรูปที่ 2 มีอัตราส่วนโดยปริมาตรต่อน้ำหนัก เท่ากับ 16.1 ลบ.ซม./กรัม มีขนาดคละดังตารางที่ 2 ส่วนลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง มีอายุการปลูก 120 วัน เมื่อสับย่อยให้มีขนาดเล็กแล้วมีลักษณะ ดังรูปที่ 3 ก) มีอัตราส่วนโดยปริมาตรต่อน้ำหนักเท่ากับ 5.6 ลบ.ซม./กรัม มีขนาดคละ ดังตารางที่ 2 โดยลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็กนี้จะมีส่วนผสมที่เป็นเส้นใยจากเปลือกลำต้น ดังรูปที่ 3 ข)

รูปที่ 1 ดินจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมา

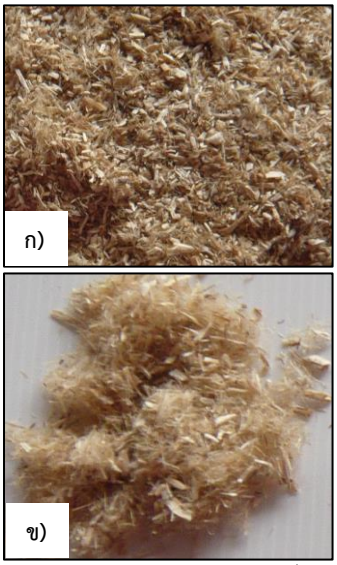
ตารางที่ 1 สมบัติของดินตัวอย่าง

Engineering Property	Test Results
1. ค่าพิกัดเหลว (Liquid Limit; L.L)	36.1%
2. พิกัดพลาสติก (Plastic Limit; P.L.)	24.7%
3. ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plastic Index; P.I.)	11.3%
4. ปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content; OMC)	9.2 %
5. ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density; λ_{dmax})	1.665 g/cm^3
6. เม็ดดินขนาดโตที่สุด	< 4.750 mm.
7. มวลส่วนที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200	9.32 %

ตารางที่ 2 ขนาดคละของกัญชงที่ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็ก

ขนาดตะแกรง (mm.)	ร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก	
	แกนลำต้นกัญชง	ลำต้นพร้อมเปลือกลำต้น
9.525 (No 3/8)	100.00	100.00
4.750 (No. 4)	100.00	96.33
2.360 (No. 8)	74.78	71.80
1.180 (No.16)	23.94	49.97
0.600 (No.30)	8.73	31.81
0.300 (No.50)	2.32	8.24
0.150 (No.100)	0.42	4.71

รูปที่ 2 แกนลำต้นของกัญชงที่ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็ก



รูปที่ 3 ก) ลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่ผ่านการสับย่อย
ข) ลักษณะของเส้นใยจากเปลือกลำต้นของกัญชง

2.2 การผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์

การผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. อบดิน และกัญชงให้แห้ง จากนั้นชั่งน้ำหนัก ดิน ปูนซีเมนต์ กัญชง และน้ำ ตามที่กำหนด
2. เตรียมกัญชงใส่ในถาดผสม เติมน้ำ ผสมแล้วปล่อยไว้ 5 นาที เพื่อให้น้ำซึมเปียกกับกัญชง ดังรูปที่ 4
3. เติมดินลงในถาดผสม ปล่อยไว้ 5 นาที เพื่อให้น้ำซึมเปียกกับดิน จากนั้นผสมให้เข้ากัน ดังรูปที่ 5
4. เติมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ลงในถาดผสม จากนั้นผสมมวลรวมทั้งหมดให้เข้ากัน ดังรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ
5. นำมวลรวมที่ผสมกันดีแล้วและมีความชื้นเหมาะสม ดังรูปที่ 8 มาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดอิฐดินซีเมนต์ ดังรูปที่ 9
6. บ่มตัวอย่างในอากาศ โดยผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม 28 วัน

รูปที่ 4 เตรียมกัญชงผสมกับน้ำ

รูปที่ 5 เติมดินในถาดผสม

รูปที่ 6 เติมปูนซีเมนต์ในถาดผสม

รูปที่ 7 ผสมมวลรวมทั้งหมดให้เข้ากัน

รูปที่ 8 มวลรวมที่มีความชื้นเหมาะสม

รูปที่ 9 อัดขึ้นรูปอิฐดินซีเมนต์

2.3 การทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ทดสอบความต้านแรงอัด ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต โดยทดสอบตัวอย่างละ 5 ก้อนต่อการทดสอบ วิเคราะห์ผลด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน (มาตรฐาน มผช.602/2547) โดยความต้านแรงอัดของอิฐชนิดรับน้ำหนัก ต้องไม่น้อยกว่า 7 เมกะปาสคาล ส่วนอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก ต้องมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะปาสคาล

3. ผลการทดสอบ

3.1 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง

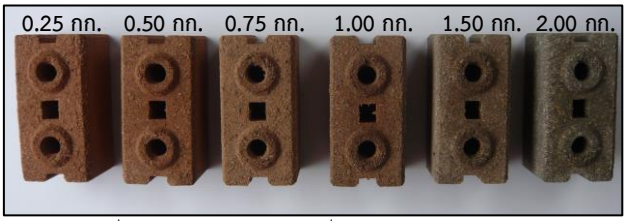
แกนลำต้นของกัญชงเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกกัญชงเพื่อนำส่วนของเปลือกลำต้นไปแปรรูปเป็นเส้นใยสำหรับสิ่งทอ มีอายุการปลูก 90 วัน แกนลำต้นกัญชงที่สับย่อยให้มีขนาดเล็กมีอัตราส่วนโดยปริมาตรต่อน้ำหนักเท่ากับ 16.1 ลบ.ซม./กรัม การผลิตอิฐดินซีเมนต์ 1 ก้อน จะผสมแกนลำต้นของกัญชงได้มากที่สุด 300 กรัม หรือคิดเป็น 13% โดยน้ำหนักของมวลรวมแห้ง สำหรับวิธีแรกในการเพิ่มความแข็งแรงของอิฐดินซีเมนต์ที่มีผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง 300 กรัม ด้วยการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในส่วนผสม โดยกำหนดให้แต่ละตัวอย่างมีปริมาณปูนซีเมนต์แตกต่างกัน 6 กรณี คือ 0.25 0.5 0.75 1.00 1.50 และ 2.00 ตามลำดับ โดยส่วนผสมอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นกัญชงแต่ละตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง ดังรูปที่ 9 พบว่า ทุกตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่มีรอยแตกร้าวภายนอก แต่มีความต้านแรงอัดระหว่าง 0.48-0.64 เมกะปาสคาล ดังตารางที่ 4 ซึ่งทุกตัวอย่างมีความต้านแรงอัดน้อยกว่า 2.5 เมกะปาสคาล

จากผลการวิจัยในส่วนนี้ แสดงว่าการผลิตอิฐดินซีเมนต์จากแกนลำต้นกัญชงที่สับย่อยให้มีขนาดเล็ก 300 กรัม ที่เพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในส่วนผสม ตั้งแต่ 0.25-2.00 กิโลกรัม โดยไม่ปรับสภาพผิวของกัญชงก่อนการผลิตและไม่มีการเติมสารผสมเพิ่มในส่วนผสม ทุกกรณียังมีความต้านแรงอัดต่ำเกณฑ์ตามมาตรฐานของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยตัวอย่างที่มีความต้านแรงอัดสูงที่สุด คือตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผสมปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัม มีความต้านแรงอัด 0.64 เมกะปาสคาล อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชงมีความต้านแรงอัดต่ำ ลักษณะดังกล่าวมักเป็นอุปสรรค์สำคัญในการผลิตวัสดุผสม (Composite Materials) ที่ผลิตจากวัสดุต่างชนิดกัน จึงมีข้อจำกัดในเรื่องสมบัติการเปียก (Wettability) ระหว่างของผิวสัมผัสของกัญชงกับมอร์ตา จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากกัญชงมีความต้านแรงอัดต่ำ ซึ่งสามารถลดปัญหาดังกล่าวด้วยการ

ปรับสภาพผิวกัญชงด้วยสารประเภทกรด หรือด่าง เพื่อเพิ่มสมบัติการเปียกระหว่างของผิววัสดุทั้งสองชนิด

ตารางที่ 3 ส่วนผสมอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นกัญชง

ตัวอย่าง	น้ำหนักของส่วนผสม (กิโลกรัม)			
	ดิน	กัญชง	ปูนซีเมนต์	น้ำ
1. ปูนซีเมนต์ 0.25 กก.	1.75	0.30	0.25	1.20
2. ปูนซีเมนต์ 0.50 กก.	1.50	0.30	0.50	1.20
3. ปูนซีเมนต์ 0.75 กก.	1.25	0.30	0.75	1.20
4. ปูนซีเมนต์ 1.00 กก.	1.00	0.30	1.00	1.20
5. ปูนซีเมนต์ 1.25 กก.	0.50	0.30	1.50	1.20
6. ปูนซีเมนต์ 2.00 กก.	0.00	0.30	2.00	1.20



รูปที่ 9 ตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่จากแกนลำต้นของกัญชง
ที่ปริมาณปูนซีเมนต์แตกต่างกัน ระหว่าง 0.25-2.00 กิโลกรัม

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นกัญชง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	ความต้านแรงอัด MPa)
1. ปูนซีเมนต์ 0.25 กก.	2,380.3	0.48
2. ปูนซีเมนต์ 0.50 กก.	2,396.0	0.54
3. ปูนซีเมนต์ 0.75 กก.	2,410.4	0.58
4. ปูนซีเมนต์ 1.00 กก.	2,426.1	0.64
5. ปูนซีเมนต์ 1.25 กก.	2,587.0	0.58
6. ปูนซีเมนต์ 2.00 กก.	2,690.7	0.48
ทุกตัวอย่างมีความต้านแรงอัด < 2.5 MPa ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ตามมาตรฐาน มผช.602/2547 ของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก		

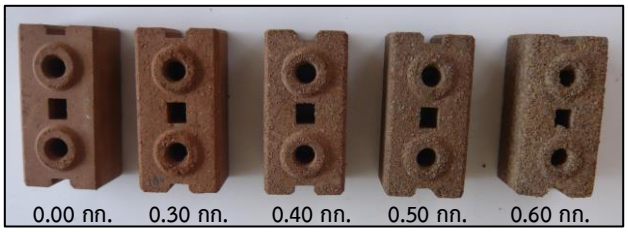
3.2 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง

ลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกกัญชงเพื่อเก็บช่อดอก มีอายุการปลูก 120 วัน โดยลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นกัญชงที่ผ่านการสับย่อยให้มีขนาดเล็กแล้ว มีอัตราส่วนโดยปริมาตรต่อน้ำหนักเท่ากับ 5.6 ลบ.ซม./กรัม ซึ่งมีปริมาตรน้อยกว่าแกนลำต้นกัญชงที่สับย่อยให้มีขนาดเล็ก ดังนั้น จึงสามารถผสมลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงในส่วนผสมสำหรับผลิตอิฐดินซีเมนต์ได้มากกว่าส่วนแกนลำต้น ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นสามารถใช้ลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงเป็นส่วนผสมสำหรับผลิตอิฐดินซีเมนต์ ได้มากที่สุด 600 กรัม จากผลการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้น ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่า การผสมปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัม ทำให้อิฐดินซีเมนต์มีความต้านแรงอัดดีที่สุด ดังนั้นการวิจัยในส่วนนี้จึงใช้ปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัม เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ทุกตัวอย่าง เนื่องจากการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ไม่ทำให้อิฐดินซีเมนต์มีความต้านแรงอัดมากขึ้น ดังนั้น จึงทดลองเพื่อหาปริมาณกัญชงที่ใช้เป็นส่วนผสมมากที่สุดในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ที่มีความต้านแรงอัดไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะปาสคาล การผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์จากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่มีปริมาณกัญชงเป็นส่วนผสมแตกต่างกัน 5 กรณี คือ 0, 300, 400, 500 และ 600 กรัม โดยส่วนผสมของแต่ละตัวอย่าง ดังตารางที่ 5

อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากส่วนของลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงทุกตัวอย่างมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่มีแตกร้าวที่ผิวภายนอก ดังรูปที่ 10 และผลทดสอบความต้านแรงอัดและน้ำหนักของตัวอย่าง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ส่วนผสมอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นกัญชง

ตัวอย่าง	น้ำหนักของส่วนผสม (กิโลกรัม)			
	ดิน	กัญชง	ปูนซีเมนต์	น้ำ
1. กัญชง 0.00 กก. (อิฐดินซีเมนต์)	4.50	0.00	1.00	0.55
2. กัญชง 0.30 กก.	3.00	0.30	1.00	0.90
3. กัญชง 0.40 กก.	2.00	0.40	1.00	1.00
4. กัญชง 0.50 กก.	1.00	0.50	1.00	1.10
5. กัญชง 0.60 กก.	0.80	0.60	1.00	1.20



รูปที่ 10 ตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง
ที่มีปริมาณกัญชงแตกต่างกัน ระหว่าง 0.00-0.60 กิโลกรัม

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	ความต้านแรงอัด (MPa)	เปรียบเทียบกับมาตรฐาน มผช.602/2547
1. กัญชง 0.00 กก. (อิฐดินซีเมนต์)	5,461.0	8.10	ความต้านแรงอัดอยู่ในเกณฑ์ของอิฐชนิดรับน้ำหนัก
2. กัญชง 0.30 กก.	4,392.6	2.88	ความต้านแรงอัดอยู่ในเกณฑ์ของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก
3. กัญชง 0.40 กก.	3,641.8	2.53	
4. กัญชง 0.50 กก.	2,725.7	1.02	ต่ำกว่าเกณฑ์
5. กัญชง 0.60 กก.	2,661.7	0.58	ต่ำกว่าเกณฑ์

จากตารางที่ 6 แสดงผลทดสอบความต้านแรงอัดและน้ำหนัก (ยังไม่อบให้แห้ง) ของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง

พบว่า ตัวอย่างที่มีกัญชงเป็นส่วนผสม 300 และ 400 กรัม มีความต้านแรงอัด 2.88 และ 2.53 เมกะปาสคาล จึงสามารถใช้เป็นวัสดุก่อได้ตามมาตรฐานของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยอิฐดินซีเมนต์ที่มีกัญชงเป็นส่วนผสม 300 และ 400 กรัม มีน้ำหนักน้อยกว่าอิฐดินซีเมนต์ที่ไม่ผสมกัญชง ร้อยละ 19.56 และ 33.31 ตามลำดับ ในขณะที่ความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 64.0 และ 68.40 ของอิฐดินซีเมนต์

จากผลการวิจัยในส่วนนี้ แสดงว่า การผลิตอิฐดินซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง 300 และ 400 กรัม มีความต้านแรงอัดมากกว่า 2.5 เมกะปาสคาล จึงสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสำหรับผนังไม่รับน้ำหนักได้ตามมาตรฐาน

4. สรุปผล

จากการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง และลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชง มีข้อสรุปดังนี้

-อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชงที่สับย่อยให้มีขนาดเล็กแล้ว 300 กรัม ผสมกับปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัม ดิน 1 กิโลกรัม และน้ำ 1.2 กิโลกรัม มีความต้านแรงอัด 0.68 เมกะปาสคาล เป็นตัวอย่างที่มีค่าความต้านแรงอัดสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง

- อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่สับย่อยให้มีขนาดเล็กแล้ว น้ำหนัก 300 และ 400 กรัม มีความต้านแรงอัด 2.88 และ 2.53 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกรณีมีความต้านแรงอัดตามเกณฑ์มาตรฐานของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก

-อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงมีความต้านแรงอัดสูงกว่าอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้นของกัญชง มีสาเหตุจาก 2 ประการ คือ 1) ลำต้นกัญชงพร้อมเปลือกลำต้น ได้มาจากกัญชงที่มีอายุการปลูก 120 วัน ทำให้มีสมบัติที่ดีกว่าแกนลำต้น ที่ได้มาจากกัญชงที่มีอายุปลูก 90 วัน และ 2) ขนาดคละของลำต้นพร้อมเปลือกลำต้นของกัญชงที่สัยย่อยแล้วมีการคละที่ดีทำให้เกิดการแทรกที่ในการอัดขึ้นรูปได้ดีกว่าอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากแกนลำต้น โดยกลไกลการแทรกที่ดีของวัสดุเป็นผลดีต่อความแข็งแรงของวัสดุผสม

-การปรับสภาพผิวของกัญชง และการใช้สารผสมเพิ่มเป็นส่วนผสมในการผลิตวัสดุก่อสร้างจากกัญชงช่วยเพิ่มความแข็งแรงได้ แต่การวิจัยนี้ผลิตอิฐดินซีเมนต์จากกัญชง โดยไม่ปรับสภาพผิวของกัญชงก่อนการผสม และไม่เติมสารผสมเพิ่มในส่วนผสม เนื่องจากคำนึงถึงต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการวิจัยเรื่อง “สมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยก้านกัญชง” โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณกองทุนส่งเสริมและพัฒนาการวิจัยส่วนสะสมของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2565 สัญญาเลขที่ 310/2565

เอกสารอ้างอิง

[1] Huang, L., Krigsvoll., G., Johansen, F., Liu, Y., Zhang, X. (2018). Carbon emission of global construction sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier,* 81(P2), pp. 1906-1916.

[2] Madurwar, M. V., Ralegaonkar, R. V., Mandavgane, S. A. (2013). Application of agro-waste for sustainable construction materials: a review. *Construction and Building Materials,* 38, pp. 827-878.

[3] Intata, S., Atthajariyakul, S., Chirajoj, R. (2006) A study on the selection of materials for energy efficient house. *Thailand’s 2nd Conference on Energy Network of Thailand*, Nakhon Ratchasima, 27-29 July 2006, pp. 90-95.

[4] พันธ์ศักดิ์ ภักดี และ ฐิตินันท์ รัตนพรหม (2561). การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของแผ่นวัสดุที่ทำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยมีปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง,* ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 135-145.

[5] กาญจนา วรพุฒิ, ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์, ศิรเดช สุริต, กนกอร หั้นเจริญ และ ธิติมา ใสโม (2559). แผ่นผนังจากซังข้าวโพด. *การประชุมวิชาการระดับชาติ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12*, พิษณุโลก, 21 กรกฎาคม 2559, หน้า 511-520.

[6] วรรณวิทย์ แต้มทอง (2556). ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากฟางข้าว. *วารสารวิจัย มข.*, ปีที่ 18, ฉบับที่ 3, หน้า 380-390.

[7] Teerawat Sinsiri1, Komchai Thaiying and Sudniran Phetcharat (2022). Study of Mechanical Properties for Masonry Produced Using Hemp and Lime in The form of Interlocking Blocks. *The 27th National Convention on Civil Engineering*, August 24-26, Chiang Rai, Thaland

[8] Elfordy, S., et al. (2008). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete (“hempcrete”) manufactured by a projection process. *Construction and Building Materials,* 22(10), pp. 2116-2123.

[9] Demir, Ismail & Doğan, Cüneyt. (2020). Physical and Mechanical Properties of Hempcrete. The Open Waste Management Journal. 13. Pp.26-34.

[10] Plamen Ivanov Peev, Jesper Saxgren, Is industrial hemp a sustainable construction material, Bachelor of Architectural Technology and Construction Management, VIA University College, Horsens, Denmark, 2012