



การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

The development of concrete masonry units by luffa cylindrica fiber

ดิศสกุล อึ้งตระกูล¹ และ กิตติพงษ์ รื่นวงศ์²

Ditsakul Uengtrakool¹ and Kittipong Ruenwong²

Received: 2018-09-11

Revised: 2019-03-29

Accepted: 2019-05-28

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้กล่าวถึงการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม เพื่อเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการนำวัสดุทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในงานสถาปัตยกรรม ซึ่งนำใยบัวหอมสับละเอียดมาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ประเภทไม่ควบคุมความชื้น มอก.58 – 2533 โดยแบ่งอัตราส่วนผสมทั้งหมดเป็น 5 อัตราส่วน มีอัตราส่วนผสมคอนกรีตบล็อกต้นแบบ คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 : ทราย : หินฝุ่น = 1 : 3 : 5 โดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) และน้ำสะอาด ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมรวม จากนั้นจึงเริ่มเพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินฝุ่น ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนัก ผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยแบบหล่อเหล็กรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 10 x 10 x 10 ซม. เพื่อทำการทดสอบความต้านแรงอัด สำหรับอัตราส่วนที่มีการเพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินฝุ่นมากที่สุดไปผลิตคอนกรีตรูปทรงมาตรฐานขนาด 70 x 190 x 390 มิลลิเมตร มิติพิทัด 4/5 x 2 x 4 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58 – 2533 ผลการวิจัยพบว่า สูตร D ซึ่งมีอัตราส่วนผสมเพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินฝุ่น 75 กรัม เป็นอัตราส่วนผสมที่สามารถแทนที่หินฝุ่นด้วยใยบัวหอมได้มากที่สุด มีความหนาแน่นเฉลี่ยที่ 1237.95 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ 3.19 เมกะพาสกาล (MPa) การหดตัวทางยาวเฉลี่ยร้อยละ 0.044 และการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยร้อยละ 11.17 และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเฉลี่ยที่ 0.132 W/m.K ซึ่งสามารถนำใยบัวหอมมาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก รวมไปถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานสถาปัตยกรรมได้

คำสำคัญ: คอนกรีต คอนกรีตบล็อก ใยบัวหอม

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(Faculty of Architecture and Environmental Design, Mae Jo University)

ผู้เขียนหลัก (corresponding author) E-mail: shockice69@gmail.com

² คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(Faculty of Architecture and Environmental Design, Mae Jo University)

Abstract

This article describes development of concrete masonry units made from luffa cylindrica fiber to be an environment-friendly material in order to promote the use of agricultural material in architectural work. Chopped luffa cylindrica fiber was used as admixture of concrete masonry units based on Thai Industrial Standard of Non-Load Bearing Concrete Masonry Unit in type of non-moisture controlled units 58 – 1990. There were 5 mixture ratios by having prototype concrete masonry unit mixture of Portland Cement Type I : sand : gravel = 1 : 3 : 5 by weight (kg.) with 10% of clean water by total mixture weight and then replaced gravel with luffa cylindrica fiber in ratios of 25, 50, 75 and 100 by weight. The concrete masonry units were casted in 10 x 10 x 10 cm³ cube steel molds in order to find out the maximum ratio of luffa cylindrica fiber used to replace gravel to produce concrete with the standard size of 70x190x390 mm with dimensional coordinate of 4/5 x 2 x 4 according to Thai Industrial Standard 58 – 1990. The research results showed that D formula with 75 grams of luffa cylindrica fiber replacement for gravel was the maximum ratio to give average density of 1237.95 kg./m³., compressive strength of 3.19 MPa, 0.044% of lengthwise shrinkage, 11.17% of water absorption and 0.132 W/m.K of thermal conductivity. It could be concluded that luffa cylindrica fiber could be admixture of non-load bearing concrete masonry units which could be applied with architectural work as well.

Keywords: concrete, concrete masonry units, luffa cylindrica fiber

บทนำ

ระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรหันมาปลูกพืชพลังงานเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่มากขึ้น ส่งผลให้ขาดความสมดุลของพืชอาหารนำไปสู่ปริมาณของที่ดินตลาดและเหลือทิ้งมากขึ้น ด้วยการตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าวรัฐบาลได้กำหนดทิศทางการเกษตรศาสตร์ส่งเสริมการเกษตร และยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560 – 2579) โดยมีเป้าหมายในการสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปสู่การอบยุทธศาสตร์ด้านต่างๆ ภายใต้พื้นฐานของหลักของเกษตรกรรม

คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุทางเลือกในวงการก่อสร้างกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น มีผู้ผลิตจำนวนมากและยังก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าอิฐมวลเบา เนื่องจากมีขนาดใหญ่กว่าและการผลิตที่เร็วกว่า หากมีการพัฒนาโครงสร้างการผลิตคอนกรีตบล็อกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยนำมาเป็นกรอบในการพัฒนาภาคเกษตรในเชิงพาณิชย์ จะสามารถเพิ่มศักยภาพของวัสดุให้มุ่งสู่การเป็นสังคมนำร่องได้ในอนาคต และขณะที่ผลผลิตทางการเกษตรสำคัญของไทยยังต้องพึ่งพิงตลาดส่งออก ทั้งยังเป็นสินค้าขั้นปฐมภูมิที่มีมูลค่าน้อย ทำให้เกษตรกรมีรายได้ต่ำและไม่มีเสถียรภาพ ส่งผลให้มีการเรียกร้องของเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับปริมาณของพืชอาหารในประเทศไทยมีปริมาณที่ไม่สมดุล เนื่องจากพื้นที่ต่างๆ หันมาปลูกพืชพลังงาน ทำให้พืชอาหารมีปริมาณที่ลดลง และมีราคาสูงขึ้น การสร้างผลผลิตโดยใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับงานก่อสร้าง จึงเป็นแนวทางที่ดีในการสร้างความมั่นคงระหว่างพืชอาหาร พืชพลังงาน และพืชเศรษฐกิจ

“ไยบวบหอม” จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำสู่การวิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพ ด้วยลักษณะทางกายภาพของตัวไยบวบซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ มีความเหนียวด้วยความหนาแน่นที่ 820 – 920 kg/m³ (Satyanarayana, Guimaraes & Wypych, 2007) มีลักษณะเบาและโครงสร้างแข็งแรง ซึ่งทั้งเป็นวัสดุเหลือใช้ในภาคเกษตรจำนวนหนึ่งที่มีปริมาณเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 63 (Seki, et al., 2012) สามารถนำคุณสมบัติเส้นใยของไยบวบหอมมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร

จากเหตุผลข้างต้นทำให้เห็นได้ว่าการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากไยบวบหอม สามารถประยุกต์นำไยบวบหอมมาช่วยเพิ่มประโยชน์และประสิทธิภาพของวัสดุประกอบอาคาร หรือใช้ทดแทนวัสดุผสมของคอนกรีตบล็อก พร้อมทั้งสร้างความมั่นคงของผลผลิตต่างๆ ของภาคการเกษตร



ภาพที่ 1 ไยบวบหอม

ตารางที่ 1 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากวัสดุจากภาคการเกษตร

วัสดุภาคการเกษตร	ปริมาณร้อยละ				
	เซลลูโลส (cellulose)	เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)	ลิกนิน (lignin)	เศษเถ้า (ash)	อื่นๆ (others)
ไยบวบหอม	63.00	14.40	1.60	0.90	20.10
ขานอ้อย	41.20	19.78	22.91	–	–
ซังข้าวโพด	39.35	22.90	17.85	–	–
ฟางข้าว	37.70	22.06	21.00	–	–
ต้นกก	37.27	7.87	20.43	–	–
กาบมะพร้าว	35.55	25.80	15.01	–	–
ก้านกล้วย	33.85	9.38	16.84	–	–
กากปาล์ม	33.08	20.51	15.09	–	–
ใบคะน้า	26.78	20.07	19.37	–	–
ใบสับปะรด	26.70	11.95	14.90	–	–
หญ้านวลจันทร์	26.47	25.73	17.46	–	–
ผักตบชวา	24.37	19.82	25.33	–	–

ที่มา: Seki, et al. (2012), Jirattapong & Songthanasak (2011)

สมมติฐานของการศึกษา

เมื่อศึกษาจากคุณสมบัติทางกายภาพของไยบวบซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีความเหนียว น้ำหนักเบาและมีโครงสร้างแข็งแรง จึงได้ทำการศึกษาเชิงลึกของลักษณะเชิงกลของไยบวบ จากตารางที่ 1 พบว่าไยบวบหอมซึ่งมีปริมาณเซลลูโลส (cellulose) สูงถึงร้อยละ 63 เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) 14.40 ลิกนิน (lignin) ร้อยละ 1.60 เศษเถ้าต่างๆ ร้อยละ 0.90 และอื่นๆ ร้อยละ 20.10 (Seki, et al., 2012) ซึ่งมีปริมาณของเส้นใยที่มากเมื่อเทียบกับวัสดุภาคการเกษตรอื่นๆ ซึ่งมีแนวโน้มที่สามารถนำมาเป็นคุณสมบัติของไยบวบหอมมาทดแทนหรือเพิ่มศักยภาพของก้อนคอนกรีตบล็อกได้ อีกทั้งไยบวบหอมมีด้วยความหนาแน่นที่ 820 – 920 kg/m³ (Satyanarayana, Guimaraes & Wypych, 2007) ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยสามารถพัฒนาให้เป็นวัสดุฉนวนต้านทานความร้อนให้กับอาคารและช่วยให้น้ำหนักของคอนกรีตบล็อกมีความเบาขึ้นจากการเข้าไปแทรกตัวตามเนื้อคอนกรีต

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาความเป็นไปได้ของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากไยบวบหอม ประเภทไม่ควบคุมความชื้น
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล ของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากไยบวบหอม ประเภทไม่ควบคุมความชื้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน อันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุจากภาคการเกษตร
2. เกิดความสนใจในการนำวัสดุทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในการงานสถาปัตยกรรม
3. ทำให้ประชาชนทั่วไปตระหนักถึงประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติและกระตุ้นศักยภาพการผลิตในภาคเกษตรกรรม

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากกากไยบวบหอม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยด้วยกัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมวัสดุดิบ โดยการนำไยบวบหอมที่ได้มาล้างน้ำสะอาดเพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ออกจากไยบวบหอม เช่น เศษขี้เถ้า เมล็ด และเปลือกของไยบวบหอม จากนั้นนำไยบวบหอมที่สะอาดไปสับละเอียดและตากแดดให้แห้งพร้อมทั้งเก็บในภาชนะปลอดความชื้นเพื่อรนำไปทดสอบในขั้นต่อไป

2. การทดลองหาส่วนผสม โดยการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทราย หินฝุ่น และไยบวบหอม เพื่อทดสอบหาความต้านแรงอัด (compressive strength) ของส่วนผสมที่เพิ่มไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น ในปริมาณมากที่สุด โดยมีความต้านแรงอัดผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก.58 – 2533) โดยกำหนดให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตบล็อกต้นแบบ (ส่วนผสม A) คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ประเภท 1) : ทราย : หินฝุ่น = 1 : 3 : 5 โดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) และน้ำสะอาดร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมรวม โดยแบ่งอัตราส่วนผสมเป็น 5 อัตรา ส่วนดังนี้

ส่วนผสม A (ส่วนผสมต้นแบบคอนกรีตบล็อก)

ส่วนผสม B เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น 25 กรัม

ส่วนผสม C เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น 50 กรัม

ส่วนผสม D เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น 75 กรัม

ส่วนผสม E เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น 100 กรัม

เมื่ออัตราส่วนต่างๆ ผสมเข้ากันดีแล้ว จึงทำการเทส่วนผสมลงในแม่แบบ โดยทำการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกด้วยแบบหล่อเหล็ก (molds) รูปทรงลูกบาศก์ขนาด $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ และทำการกระทุ้งอัดให้แน่น ผลิตในอัตราส่วนผสมละ 3 ก้อน รวมทั้งหมด 15 ก้อน เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ก้อนคอนกรีตมีการแข็งตัวจึงทำการแกะออกแม่แบบ จากนั้นนำก้อนคอนกรีตบล็อกไปบ่มโดยใช้พลาสติกใสคลุมเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น จำนวน 28 วัน ซึ่งเป็นอายุการบ่มคอนกรีตที่นิยมใช้ในการทดสอบความต้านแรงอัด เนื่องจากกำลังของคอนกรีตหลังอายุ 28 วันจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง จากนั้นนำก้อนคอนกรีตไปทำการทดสอบความต้านแรงอัด ในแต่ละอัตราส่วนผสม โดยพิจารณาเลือกส่วนผสมที่เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่นมากที่สุดและมีความต้านแรงอัดผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก.58 – 2533) ไปทำการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกขนาดรูปทรงมาตรฐานต่อไป

3. การผลิตคอนกรีตรูปทรงมาตรฐาน นำอัตราส่วนผสมคอนกรีตบล็อกที่เพิ่มปริมาณใยบัวหอม แทนที่หินปูนมากที่สุด และผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรมไปขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องจักร โดยทำการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกขนาด 70 x 190 x 390 มิลลิเมตร มิติพิกัด 4/5 x 2 x 4 พร้อมทั้งทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.58 – 2533) ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบความต้านแรงอัด การหดตัวทางยาว และการดูดกลืนน้ำ

4. การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) โดยการนำก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม รูปทรงมาตรฐาน ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบ จำนวน 1 ก้อนตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงอัตราค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ที่มากที่สุดในการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อก

5. สรุปผลการวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ผลถึงคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล ของคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.58 – 2533)



ภาพที่ 2 วัสดุดิบในการผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

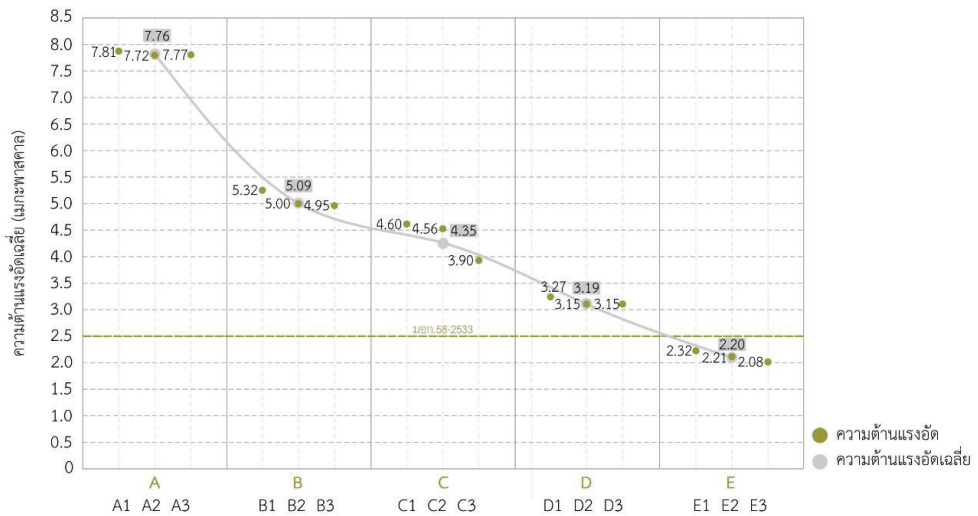
ผลการทดสอบวิเคราะห์และอภิปราย

จากการทดลองหาส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ทราย หินปูน น้ำ และ ใยบัวหอม ซึ่งอาศัยผลการทดสอบความต้านแรงอัดเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่สามารถทดแทนหินปูนด้วย ใยบัวหอมที่มากที่สุดและผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการพัฒนา คอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอมมีผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับ น้ำหนัก มอก. 58 – 2533 (Ministry of Industry, 1990) ได้แก่ การทดสอบความต้านแรงอัด (compressive strength) และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อกประเภทไม่ควบคุมความชื้น จึงไม่ต้องทำการ

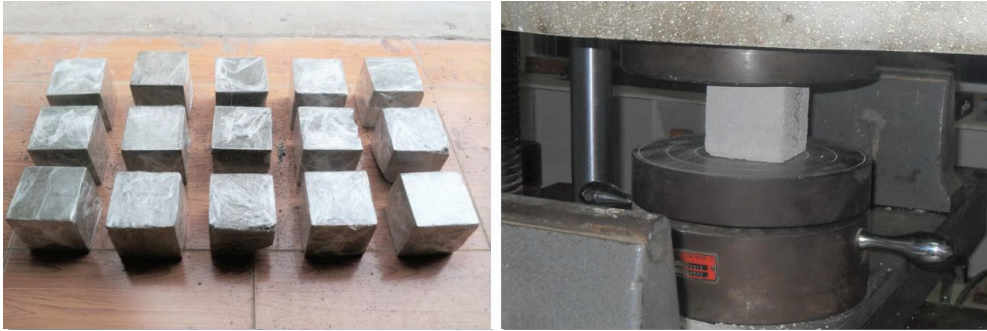
ทดสอบการหดตัว (drying shrinkage crack) และการดูดกลืนน้ำ (water absorption) ของก้อนคอนกรีตบล็อก แต่เนื่องจากต้องการทราบผลจึงทำการทดสอบการหดตัวทางยาวร้อยละของคอนกรีตและการทดสอบการดูดกลืนน้ำร้อยละของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม จึงทำการทดสอบผลซึ่งมีผลการทดสอบของการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอมดังนี้

ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกของสูตร A, B, C, D และ E ตามมาตรฐานวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109 โดยมีสูตร A เป็นส่วนผสมต้นแบบคอนกรีตบล็อก มีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ 7.76 เมกะพาสกาล (MPa) สูตร B, C, D และ E มีความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ 5.09, 4.35, 3.19 และ 2.20 เมกะพาสกาล (MPa) ตามลำดับ เห็นได้ว่า สูตร E ซึ่งมีอัตราส่วนผสมเพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินปูน 100 กรัม มีความต้านแรงอัดเฉลี่ยไม่ผ่านค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม แต่สูตร D ซึ่งมีอัตราส่วนผสมเพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินปูน 75 กรัม เป็นอัตราส่วนผสมที่สามารถแทนที่หินปูนด้วยใยบัวหอมได้มากที่สุด และมีความต้านแรงอัดที่ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58 – 2533 (Ministry of Industry, 1990) โดยมีความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ 3.19 เมกะพาสกาล (MPa) จึงนำสูตร D ไปทำการผลิตก้อนคอนกรีตมวลบล็อกขนาดมาตรฐานรูปทรงจริง ขนาด 70 x 190 x 390 มิลลิเมตร ต่อไป



ภาพที่ 3 ผลการทดสอบความต้านแรงอัดเฉลี่ยของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม



ภาพที่ 4 ก้อนคอนกรีตและการทดสอบความต้านแรงอัด

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของก้อนคอนกรีตจากใยบัวหอมทั้ง 5 อัตราส่วน

ก้อนคอนกรีตบล็อก	ความต้านแรงอัด (เมกะพาสคัล, MPa)	ความต้านแรงอัดเฉลี่ย (เมกะพาสคัล, MPa)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A1	7.81	7.76	0.045
A2	7.72		
A3	7.77		
B1	5.32	5.09	0.201
B2	5.00		
B3	4.95		
C1	4.60	4.35	0.393
C2	4.56		
C3	3.90		
D1	3.27	3.19	0.069
D2	3.15		
D3	3.15		
E1	2.32	2.20	0.120
E2	2.21		
E3	2.08		
มอก.58 - 2533	2.00	2.50	-

การผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐาน

การผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐานด้วยเครื่องอัด ซึ่งผลการผลิตสามารถผลิตขึ้นรูปได้จริงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58 - 2533 ซึ่งงานวิจัยคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอมทำการผลิตขนาด 70 x 190 x 390 มิลลิเมตร มิติพิทัก 4/5 x 2 x 4 โดยมีผลการผลิตคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอมดังนี้



ภาพที่ 5 คอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอมรูปทรงมาตรฐาน

ตารางที่ 3 แสดงขนาดและพื้นที่หน้าตัดของคอนกรีตบล็อก สูตร D

สูตร	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	มอก.58 - 2533
ความยาว (มม.)	390.74	389.98	390.34	391.39	392.63	390 ± 2
ความสูง (มม.)	191.84	189.31	191.04	188.84	191.82	190 ± 2
ความหนา (มม.)	69.92	69.35	70.18	70.86	70.06	70 ± 2
ความหนาเปลือก (มม.)	15.18	15.55	15.44	15.02	14.91	≥ 12
พื้นที่หน้าตัดรวม (ตร.มม.)	27823.42	27028.15	27208.48	27591.48	27591.60	-
พื้นที่โพรงอากาศ (ตร.มม.)	10778.84	10447.55	10804.14	10927.03	10897.08	-
พื้นที่หน้าตัดสุทธิ (ตร.มม.)	17044.58	16580.60	16404.34	16664.45	16694.52	-
พื้นที่หน้าตัดรวม (ร้อยละ)	61.25	61.34	60.29	60.39	60.50	< ร้อยละ 75
ปริมาตร (ลบ.ม.)	0.0052	0.0051	0.0052	0.0052	0.0053	-
น้ำหนัก (กก.)	6.60	6.06	6.27	6.52	6.88	-
น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	6.46					-
ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	1259.26	1183.61	1198.08	1244.92	1303.89	-
ความหนาแน่นเฉลี่ย (กก./ลบ.ม.)	1237.95					-

จากตารางที่ 3 การผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐาน ขนาด 70 x 190 x 390 มิลลิเมตร ซึ่งความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58 – 2533 ความหนาเปลือกต้องไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ขนาดของคอนกรีตไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และหน้าตัดสุทธิของคอนกรีตที่ผลิตได้น้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวม พบว่า คอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม สูตร D มีลักษณะทางกายภาพตรงตามมาตรฐาน ปราศจากรอยแตกร้าวที่ส่งผลต่อการก่อคอนกรีต มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 6.46 กิโลกรัม มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1237.95 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้ำหนักและความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกแปรผกผันกับใยบัวหอมที่ถูกแทนที่หินฝุ่น โดยเมื่อใส่ใยบัวหอมเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้น้ำหนักและความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ และจากความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม สูตร D ที่มีความคลาดเคลื่อนกันส่วนผสมเล็กน้อย เกิดจากปัจจัยจากของความหนาแน่นของเส้นใยของใยบัวหอมในการใส่เข้าไปในส่วนผสมมีอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน

การทดสอบการหดตัวทางยาวร้อยละของคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม ซึ่งเป็นคอนกรีตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ประเภทไม่ควบคุมความชื้น แต่เนื่องจากต้องการทราบผลการหดตัวตามยาว ซึ่งในกรณีนี้ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวจึงให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C426 (Ministry of Industry, 1990) จากตารางผลการทดสอบการหดตัวทางยาวร้อยละของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม สูตร D (เพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินฝุ่น 75 กรัม) จากความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ร้อยละ 50 – 75 ทั้ง 5 ก่อน มี การหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.044 สรุปได้ว่า ปริมาณใยบัวหอมที่ใส่แทนหินฝุ่นมีค่าแปรผันตรงกับการหดตัวทางยาว คือ เมื่อเพิ่มปริมาณใยบัวหอมในส่วนผสมทำให้การหดตัวทางยาวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการหดตัวทางยาวของคอนกรีตบล็อก

ก้อนคอนกรีตบล็อก	การหดตัวทางยาวร้อยละ	ร้อยละการดูดกลืนน้ำ (มอก.58-2533)
D-1	0.03	≤ 40
D-2	0.05	≤ 30
D-3	0.04	≤ 35
D-4	0.06	≤ 30
D-5	0.04	≤ 35
เฉลี่ยทั้ง 5 ก้อน	0.044	≤ 35

การทดสอบการดูดกลืนน้ำร้อยละของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

การทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม สูตร D จำนวน 5 ตัวอย่าง (เพิ่มปริมาณใยบัวหอมแทนที่หินปูน 75 กรัม) ตามมาตรฐาน มอก.58 – 2533 โดยอ้างอิงวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.109 คอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม สูตร D มีร้อยละของการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย 5 ก้อน ที่ 11.30 ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐาน มอก.58 – 2533 ที่ระบุไว้ว่าถ้าค่าการหดตัวทางยาวร้อยละมากกว่า 0.03 ถึง 0.045 ความชื้นสูงสุดร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 35 โดยปริมาณใยบัวหอมที่ใส่ลงไปแปรผันตรงกับค่าการดูดกลืนน้ำ คือ เมื่อเพิ่มปริมาณใยบัวหอมลงไปในส่วนผสมคอนกรีตบล็อกจะทำให้ค่าการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำร้อยละของก้อนคอนกรีตบล็อก

ก้อนคอนกรีตบล็อก	ร้อยละของการดูดกลืนน้ำ	เฉลี่ยทั้ง 5 ก้อน	มอก.58-2533
D-1	10.70	11.17	≤ 40
D-2	12.45		
D-3	11.20		
D-4	10.88		
D-5	10.63		



ภาพที่ 6 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำร้อยละของก้อนคอนกรีตบล็อกจากใยบัวหอม

การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k)

โดยการนำก้อนคอนกรีตบล็อกจากไยบบวม สูตร D ที่มีความหนาแน่นมากที่สุด จำนวน 1 ตัวอย่างไปทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ตามมาตรฐาน ASTM C518 (American Nation Standard, 2010) พบว่า คอนกรีตบล็อกจากไยบบวม ก้อน D-5 ความหนาแน่นที่ 1,303.89 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนอยู่ที่ 0.132 W/m.K ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อยกว่าค่ามาตรฐานประกาศของกระทรวงพลังงาน เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ.2552 (Ministry of Energy, 2009) ซึ่งระบุค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของคอนกรีตบล็อกกลาง 80 มิลลิเมตร ไม่ฉาบปูนที่ 0.546 W/m.C ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกจากไยบบวม ก้อน D-5 มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีกว่าค่ามาตรฐานของกระทรวงพลังงาน และเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของก้อน D-5 ไปเปรียบเทียบกับวัสดุทั่วไปในท้องตลาดที่มีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 6) พบว่า คอนกรีตบล็อกจากไยบบวม สูตร D (ก้อน D-5) มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ที่ใกล้เคียงกับวัสดุทั่วไปในท้องตลาด คือ อิฐเบา EKOBLOK และอิฐมวลเบา CLC ดีคอน DCON แต่เมื่อเทียบกับความหนาแน่นที่มีมากกว่า ส่งผลให้คอนกรีตบล็อกจากไยบบวม ก้อน D-5 มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีกว่า

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุทั่วไปในท้องตลาด

วัสดุ	ความหนาแน่น กก./ลบ.ม.	ค่าสัมประสิทธิ์สภาพการนำความร้อน (k) W/m.C
คอนกรีตบล็อกกลาง 80 มม. ไม่ฉาบปูน ¹	2210	0.546
อิฐเบา EKOBLOK ²	1100	0.118
อิฐมวลเบา CLC ดีคอน DCON ³	800	0.186
คอนกรีตบล็อกจากไยบบวม สูตร D (ก้อน D-5)	1303.89	0.132

ที่มา: ¹ Ministry of Energy, (2009)

² Ekoblok, (2006)

³ Dcon, (2018)

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อกประเภทไม่ควบคุมความชื้นจากไยบวบหอม โดยทำการศึกษาในด้านคุณสมบัติความต้านแรงอัด การทดสอบการหดตัวทางยาว การดูดกลืนน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน โดยมีผลสรุปของงานวิจัยดังนี้ การใส่ไยบวบหอมบดละเอียดเข้าไปในส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกแทนที่หินฝุ่นมีค่าความแปรผกผันกับค่าความต้านแรงอัดของก้อนคอนกรีตบล็อก โดยการใส่ไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่นในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกนั้นลดลงตามลำดับ ซึ่งค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจากไยบวบหอม สูตร D (เพิ่มปริมาณไยบวบหอมแทนที่หินฝุ่น 75 กรัม) มีความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ 3.19 เมกะพาสคาล (MPa) มีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 6.46 กิโลกรัม ความหนาแน่นเฉลี่ยที่ 1237.95 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แปรผกผันกับปริมาณของไยบวบหอมที่เพิ่มเข้าไปทำให้น้ำหนักและความหนาแน่นของก้อนคอนกรีตบล็อกลดลง เมื่อใส่ปริมาณของไยบวบหอมแทนที่ของหินฝุ่น การหดตัวทางยาวเฉลี่ยร้อยละ 0.044 การดูดกลืนน้ำร้อยละ 11.30 ซึ่งผ่านค่ามาตรฐานตาม มอก.58 - 2533 และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของก้อนคอนกรีตอยู่ที่ 0.132 W/m.K

จากผลการทดสอบคอนกรีตบล็อกจากไยบวบหอมสามารถนำไปผลิตก้อนคอนกรีตบล็อกประเภทไม่ควบคุมความชื้นได้ ส่วนสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตคือต้นทุนของวัสดุภาคการเกษตร เนื่องจากต้องเป็นไปตามกลไกของตลาดและไม่สามารถควบคุมผลการผลิตหรือเศษเหลือใช้จากการเกษตรได้ และไยบวบหอมเองอาจมีมูลค่าในเชิงธุรกิจอื่นๆ แต่ทั้งนี้แสดงให้เห็นถึงวัสดุจากภาคการเกษตรประเภทไยบวบหอมสามารถเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตวัสดุก่อสร้างได้ อีกทั้งไยบวบหอมเป็นวัสดุธรรมชาติที่อาจส่งผลต่อการเสื่อมสภาพได้ในอนาคต จึงควรมีการศึกษาและพัฒนาวัสดุทางการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- American National Standard. (2007). **ASTM C426-07 Standards: test method for linear drying shrinkage of concrete masonry units**. New York: Clearance Center.
- American National Standard. (2010). **ASTM C518-10 Standards: test method for steady-state thermal transmission properties by means of the heat flow meter apparatus**. New York: Clearance Center.
- Dcon. (2018). **Dcon cellular lightweight concrete**. Retrieved October 7, 2018, from <http://www.dconproduct.com/wp-content/uploads/2018/01/block59.pdf>
- Ekoblok. (2006). **Test report thermal conductivity**. Retrieved February 3, 2016, from http://www.ekoblok.co.th/img/guarantee_award/1_Thermal.pdf
- Jirattapong, W. & Songthanasak, K. (2011). Karn sueksa pariman sellulos he mi sellulos lae liknin chak khong luea thing chak phuet phuea chai nai karn phalit phaen fim phlattik chiwaphap. (In Thai) [Study on cellulose, hemicellulose and lignin quantity from crop residues for bioplastic film production]. In Yamsaengsung, R. (Eds.). **Proceeding of The 21st Thai Institute of Chemical Engineering and Applied Chemistry**. (pp. es007-1 – es007-4). Songkla: Chemical Engineering , Faculty of Engineering , Prince of Songkla University.
- Ministry of Energy. (2009). **Ministry of Energy's notification on criteria and calculation methods for building design of various systems, overall energy consumption of buildings and use of renewable energy of various building systems B.E. 2552**. Bangkok: The Department of Alternative Energy Development and Efficiency.
- Ministry of Industry. (1974). **TIS Standards: standard for sample and testing concrete masonry units TIS 109-2517**. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute (TISI).
- Ministry of Industry. (1985). **TIS Standards: concrete aggregates TIS 566-2528**. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute (TISI).
- Ministry of Industry.(1990). **TIS Standards: standard for hollow non-load-bearing concrete masonry units TIS 58-2533**. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute (TISI).
- Satyanarayana, K. G., Guimaraes, J. L. & Wypych, F. (2007). Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and application. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, 38 (7), 1694-1709.

Seki, et al., (2012). Characterization of luffa cylindrical fibers and the effect of water aging on the mechanical properties of its composite with polyester. *Journal of Applied Polymer Science*, 123 (4), 2330–2337.