



วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

ความผันแปรในสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัว ประสาน ที่มีผลกระทบมาจากปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติแบบยาว

Variation in mechanical, physical and thermal properties of binderless fiberboard influenced from long natural-fiber contents and types

ชาตรี หอมเขียว^{1,2*} สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์^{1,2} วรพงศ์ บุญช่วยแทน^{1,2}

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

²หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการแปรรูปวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Chatree Homkhiew^{1,2*} Surasit Rawangwong^{1,2} Worapong Boonchouytan^{1,2}

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang, Songkhla, 90000

²Materials Processing Technology Research Unit, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang, Songkhla, 90000

* Corresponding author.

E-mail: chatree.h@rmutsv.ac.th; Telephone: 0 7431 7162

วันที่รับบทความ 25 เมษายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 10 มิถุนายน 2563; วันที่ตอบรับบทความ 20 กรกฎาคม 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ในการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดเป็นชิ้นงานตัวอย่างกระทำโดยใช้เครื่องอัดร้อน เพื่อให้ได้แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจากการทดลองพบว่า การผสมเส้นใยธรรมชาติในแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานสามารถปรับปรุงสมบัติทางกลและทางกายภาพได้บางส่วน นั่นคือแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (wt%) ให้ค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ และแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันปริมาณ 10-30 wt% มีการดูดซับน้ำน้อยกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัด ส่งผลให้แผ่นใยไม้อัดมีความสามารถในการนำความร้อนสูงขึ้น นอกจากนี้การผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวเพิ่มขึ้นในช่วง 10-30 wt% ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่นการดัดเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใย ในทางกลับกันส่งผลให้ค่าความเครียดดัดสูงสุด ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ และค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวลดลง และเมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากัน แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันให้ค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความแข็งแรงดัด และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นการดัดสูงที่สุด แต่แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกมะพร้าวให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวมากที่สุด

คำสำคัญ

แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ไม้ยางพารา เส้นใยลูกปาล์ม น้ำมัน เส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมัน เส้นใยมะพร้าว

Abstract

This research aims to study effects of natural fiber contents and types on mechanical, physical and thermal properties of binderless fiberboard. The materials were manufactured into sample fiberboards that have an average density 0.9 gram per cubic centimeter by using a hot compression machine. From the experiment, the addition of natural fibers into

binderless fiberboard can improve some mechanical and physical properties. The fiberboard mixed with oil palm fruit bunch (OPB) fiber or coir fiber 10 percent by weight (wt%) gave higher internal bond strength (IBS) than that of the fiberboard based, and the fiberboard mixed with OPB fiber in range of 10-30 wt% showed lower water absorption than the fiberboard based. However, the addition of natural fibers increased thermal conductivity of the binderless fiberboard. Further, the increasing addition of OPB fiber or coir fiber in range of 10-30 wt% increased modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) but decreased maximum flexural strain, water absorption (WA) and thickness swelling (TS). Furthermore, when compared at the same ratio of composition, the fiberboard mixed with OPB fiber gave the highest IBS, MOR and MOE, and the fiberboard with coir fiber showed the largest WA and TS.

Keywords

binderless fiberboard; rubberwood; oil palm mesocarp fiber; oil palm fruit bunch; coconut fiber

1. บทนำ

ปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทยมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ความต้องการใช้แผ่นไม้จากธรรมชาติมีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณแผ่นไม้ไม่เพียงพอต่อความต้องการตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและเศรษฐกิจของประเทศ [1] ทำให้มีการแก้ไขปัญหาด้วยการนำเข้ามาจากต่างประเทศ ในขณะเดียวกันได้มีการผลิตวัสดุที่สามารถทดแทนไม้ธรรมชาติ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นักวิจัยและผู้ประกอบการให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เช่น การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเพิ่มมูลค่าโดยการผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดแข็ง แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง และแผ่นไม้ประกอบ เป็นต้น

การผลิตแผ่นใยไม้อัดสามารถดำเนินการได้โดยการนำเอาวัสดุไม้ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักมาย่อยให้เป็นเส้นใยแล้วผสมกับกาว และสารเติมแต่งต่าง ๆ จากนั้นนำมาอัดให้ส่วนผสมทั้งหมดรวมตัวกัน ซึ่งแผ่นใยไม้อัดเหล่านี้จะใช้กาวเป็นตัวประสานเส้นใยไม้ และกาวที่ใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดมักมีส่วนผสมของสารฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้แผ่นใยไม้อัดที่ไม่ใช้กาวเป็นตัวประสาน หรือแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน จะใช้ลิกนินเป็นตัวประสานแทน ซึ่งลิกนินเป็นสารธรรมชาติที่มีอยู่ในเนื้อไม้และสามารถใช้แทนกาวได้

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นใยไม้อัดพบว่าวัตถุดิบหลักในการผลิตแผ่นใยไม้อัดจะใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว เปลือกทุเรียน เส้นใยลูกมะพร้าว ทะลายปาล์มน้ำมัน ทางปาล์มน้ำมัน ขี้เลื่อยไม้ยางพารา เส้นใยจากต้นกระถินณรงค์ และเส้นใยจากต้นยูคาลิปตัส เป็นต้น ในขณะที่แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานมีองค์ความรู้ที่เปิดเผย

เกี่ยวกับการผลิตยังมีอยู่เพียงเล็กน้อย และส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสามารถในการนำวัสดุเหลือใช้ที่มีเป็นจำนวนมากของประเทศนั้น ๆ มาพัฒนาเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน [2] ยกตัวอย่าง Nonaka และคณะ [3] ใช้ขานอ้อยมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน และใช้อุณหภูมิการอัดที่สูง ซึ่งพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิการอัดร้อนสามารถปรับปรุงสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดจากขานอ้อยได้ Hidayat และคณะ [4] นำเมล็ดสบู่ดำหลังการบีบน้ำมันมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน โดยพบว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานนี้มีสมบัติที่เทียบเท่าได้กับแผ่นใยไม้อัดที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์ และ Lamaming และคณะ [5] เปิดเผยด้วยว่า แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานที่ผลิตจากผงไม้ปาล์มน้ำมันอายุ 27 ถึง 38 ปี มีความแข็งแรงดัดและความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำกว่าที่ผลิตจากผงไม้ปาล์มน้ำมันอายุ 11 ปี เช่นเดียวกัน Nadhari และคณะ [6] ผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานจากผงไม้กระถินและจากผงไม้ปาล์มน้ำมัน และพบว่าแผ่นใยไม้อัดที่ผลิตจากผงไม้กระถินมีความแข็งแรงดัดและความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำกว่าที่ผลิตจากผงไม้ปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ Yang และคณะ [7] ได้ใช้แลคเคส (Laccase) ปรับปรุงผิวของเส้นใยฟางข้าวสาเลเพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน และพบว่าแลคเคสสามารถปรับปรุงสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานได้ แต่ต้องใช้เวลาในการอัดไม่ยาวนานมาก Junior และคณะ [8] กล่าวว่า อุณหภูมิการอัดขึ้นรูปมีบทบาทสำคัญในการผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานจากวัสดุใยมะพร้าวสีขาว เพราะการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมจะรักษาลิกนินที่มีอยู่ในวัสดุลิกโนเซลลูโลส

ผลจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานที่ผ่านมา จะใช้ผงไม้ชนิดต่าง ๆ เป็นส่วนผสม 100% โดยไม่พบการนำเส้นใยธรรมชาติแบบยาวมาเป็นส่วนผสมในผงไม้เพื่อผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานที่งานวิจัยนี้สนใจศึกษา ซึ่งเส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมคือ เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน และเส้นใยลูกมะพร้าว เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในโรงงานอุตสาหกรรมทางภาคใต้ ยกตัวอย่าง จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรมีการรายงานไว้ในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 3.20 ล้านไร่ และมีเนื้อที่ให้ผลผลิตประมาณ 2.66 ล้านไร่ ได้ผลผลิตปาล์มทะลายสด 6.39 ล้านตัน มีผลผลิตเฉลี่ย 2.40 ตัน/ไร่ และเกิดเป็นทะลายปาล์มน้ำมันประมาณ 2 ล้านตัน [9] ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน อย่างไรก็ตามก่อนการนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ซึ่งองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานทดแทนไม้ธรรมชาติในอนาคตต่อไป

2. วัสดุและวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุและการเตรียมวัตถุดิบ

วัสดุที่นำมาใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานในงานวิจัยนี้คือ 1) ผงไม้ยางพารา (RWF) จัดหามาจากบริษัทผลิตของเล่นจากไม้ยางพารา จ.ตรัง 2) เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน (OPBF) และ 3) เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน (OPMF) จัดหามาจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม จ.นครศรีธรรมราช และ 4) เส้นใยลูกมะพร้าว (CMF) จัดหามาจากพื้นที่ใน จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งวัสดุเหล่านี้เป็นวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในโรงงานอุตสาหกรรมทางภาคใต้

ก่อนการนำวัสดุเหล่านี้ไปขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ผงไม้ยางพาราถูกนำไปร่อนให้ผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช เพื่อให้ได้ผงไม้ยางพาราที่มีขนาดเล็กกว่า 0.25 มม. ในขณะที่เส้นใยธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด จะถูกนำไปทำความสะอาดแล้วนำมาย่อยลดขนาดให้มีความยาวสั้นกว่า 1 ซม. หลังจากนั้นนำ

ผงไม้ยางพารา เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน และเส้นใยลูกมะพร้าวไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้นในวัสดุดังกล่าว

2.2 การขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

ในการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานเริ่มจากการนำผงไม้ยางพาราผสมกับเส้นใยธรรมชาติตามอัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำส่วนผสมเทใส่ในกรอบแม่พิมพ์ขนาดกว้าง 150 มม. × ยาว 250 มม. × สูง 50 มม. ที่มีอุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส และทำการอัดด้วยระบบไฮดรอลิก โดยใช้แรงดันที่ 17.23 เมกะปาสกาล (2500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นระยะเวลา 35 นาที เมื่ออัดร้อนเสร็จนำแผ่นใยไม้อัดเข้าเครื่องอัดเย็นเพื่อระบายความร้อน โดยใช้แรงดันอัด 17.23 เมกะปาสกาล เช่นเดียวกัน แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานที่เป็นชิ้นงานตัวอย่างนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขการทดลองทำการขึ้นรูปแผ่นชิ้นงานตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ 3 แผ่นตัวอย่าง หลังจากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างไปตัดเป็นชิ้นงานทดสอบ เพื่อทดสอบสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อน

ตารางที่ 1 สูตรส่วนผสมของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

Sample code	RWF (wt%)	OPBF (wt%)	OPMF (wt%)	CMF (wt%)
R100	100			
R90B10	90	10		
R80B20	80	20		
R70B30	70	30		
R90M10	90		10	
R80M20	80		20	
R70M30	70		30	
R90C10	90			10
R80C20	80			20
R70C30	70			30

หมายเหตุ : RWF คือ ผงไม้ยางพารา OPBF คือ เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน OPMF คือ เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน และ CMF คือ เส้นใยลูกมะพร้าว wt% คือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2.3 การทดสอบสมบัติทางกลและทางกายภาพ

การทดสอบสมบัติทางกลประกอบด้วย การทดสอบการดึง (Tensile test) และการทดสอบการดัด (Flexural test) ซึ่งดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน Japanese Industrial Standard (JIS) A 5905 [10] โดยใช้เครื่องทดสอบสมบัติทางกลเนกประสงค์ (รุ่น NRI-TS500-50 จาก บริษัท นรินท์ อินสทรูเมนต์ จำกัด สมุทรปราการ ประเทศไทย) ในการทดสอบการดึงเป็นการดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นงานตัวอย่างเพื่อหาค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal Bond Strength; IBS) โดยชิ้นงานทดสอบมีขนาดกว้าง 50 มม. × ยาว 50 มม. × หนา 6 มม. และความเร็วที่ใช้ในการทดสอบดึงคือ 2 มม./นาที ในขณะที่การทดสอบการดัดเป็นการดัดแบบ 3 จุด เพื่อหาค่าความแข็งแรงดัด (Modulus of Rupture; MOR) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัด (Modulus of Elasticity; MOE) และค่าความเครียดดัดสูงสุด โดยชิ้นงานทดสอบมีขนาดกว้าง 50 มม. × ยาว 200 มม. × หนา 6 มม. ซึ่งระยะห่างระหว่างแท่นรองรับชิ้นงาน (Span) มีระยะ 150 มม. ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบดัดคือ 10 มม./นาที

การทดสอบสมบัติทางกายภาพเป็นการทดสอบการดูดซับน้ำของแผ่นใยไม้อัด ซึ่งปฏิบัติตามมาตรฐาน JIS A 5905 [10] เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ (Water Absorption; WA) และค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัว (Thickness Swelling; TS) ในการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างมีขนาดกว้าง 50 มม. × ยาว 50 มม. × หนา 6 มม. ก่อนการทดสอบนำชิ้นงานตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้นในชิ้นงาน จากนั้นชั่งน้ำหนักและวัดความหนาชิ้นงานก่อนการแช่น้ำด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลที่มีความละเอียด 0.01 กรัม และเวอร์เนียร์ดิจิตอลที่มีความละเอียด 0.01 มม. ตามลำดับ หลังจากนั้นนำชิ้นงานทดสอบแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส โดยแช่ให้ขอบบนของชิ้นงานอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ 1 ซม. เมื่อแช่จนครบเวลา 24 ชั่วโมง ชิ้นงานถูกหยิบขึ้นจากน้ำ ถูกซับน้ำที่ผิวออก ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักและวัดความหนา หายสูญน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ และค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัว ในการทดสอบทั้งสมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพดำเนินการภายใต้อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส และทดลองแบบสุ่ม 5 ชิ้นงานตัวอย่าง

2.4 การทดสอบสมบัติทางความร้อน

การทดสอบสมบัติทางความร้อนเป็นการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน (Thermogravimetric Analysis; TGA) และการทดสอบการนำความร้อน (Thermal Conductivity Analysis; TCA) ซึ่งในการทดสอบ TGA กระทำด้วยเครื่อง Perkin Elmer (TGA-7, USA) โดยใช้ปริมาณตัวอย่างประมาณ 5-8 มิลลิกรัม และให้ความร้อนที่อัตราคงที่คือ 10 องศาเซลเซียส/นาที จากอุณหภูมิ 40 ถึง 600 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ในการทดสอบ TCA กระทำด้วยเครื่อง Thermal constant analyser (TPS 2500S, Hot disk, Sweden) โดยชิ้นงานทดสอบมีขนาดกว้าง 50 มม. × ยาว 50 มม. × หนา 6 มม.

2.5 การวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานวิทยา

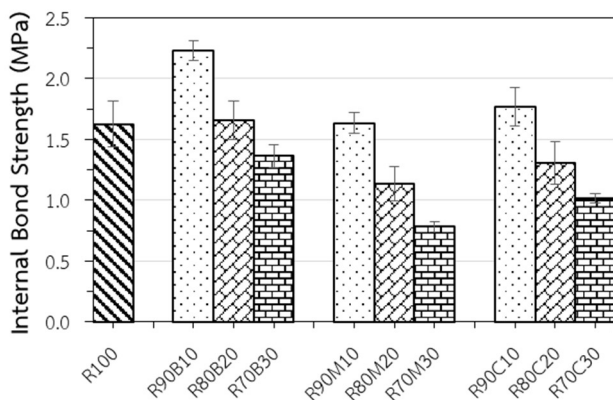
การวิเคราะห์รูพรุนภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน และการประสานระหว่างอนุภาคของวัสดุดำเนินการโดยการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy; SEM, Model. Quanta 400, FEI company, USA) ที่กำลังขยาย 2000 เท่า ถึงกระนั้นก่อนการส่องด้วย SEM บริเวณผิวหน้าที่แตกหักของชิ้นงานตัวอย่างได้เคลือบด้วยทองคำ เพื่อให้พื้นผิวมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 สมบัติการดึงของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

ผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน แสดงในรูปที่ 1 โดยใช้ให้เห็นว่า การผสมเส้นใยธรรมชาติคือ เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน และเส้นใยลูกมะพร้าว เป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นในแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานในช่วง 10-30 wt% ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเติมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมที่มากขึ้นเกินไป ภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดจะมีรูพรุนหรือมีช่องว่างระหว่างเฟสของเส้นใยกับผงไม้ และระหว่างเฟสของเส้นใยกับเส้นใยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการถ่ายทอดแรงระหว่างเฟสภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดลดลง ทำให้ความสามารถต้านทานต่อแรงดึงลดลง [11]

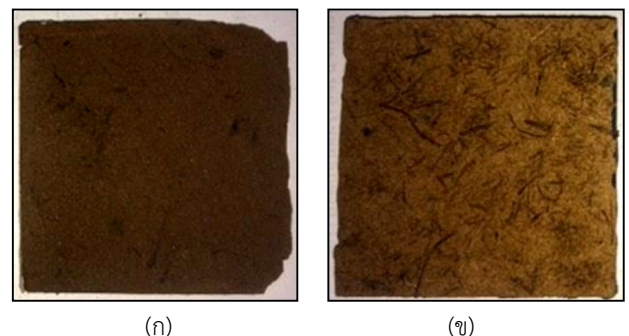
อย่างไรก็ตาม แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวปริมาณ 10 wt% ให้ค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมอย่างชัดเจน แต่การผสมเส้นใยลูกปาล์ม น้ำมันเป็นส่วนผสมปริมาณ 10 wt% ให้ค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าไม่ต่างจากแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ สิ่งนี้เป็นไปได้ว่า ธรรมชาติของเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันมีลักษณะอ่อนนุ่มและขนาดเส้นใยเล็กกว่าเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันและเส้นใยลูกมะพร้าว ดังนั้นเมื่อถูกอัดด้วยความร้อนที่สูง ทำให้องค์ประกอบทางเคมีโดยเฉพาะสารลิกนินเกิดการเชื่อมสภาพได้ง่ายกว่า โดยปกติสารลิกนินเริ่มเกิดการเชื่อมสภาพที่อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส [12] ส่งผลให้ประสิทธิภาพการยึดเกาะกับผงไม้ยางพาราหรือเส้นใยลูกปาล์ม น้ำมันด้วยกันเองลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม 30 wt% และที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวเป็นส่วนผสม 20-30 wt% ให้ค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นจากผลการทดลองเหล่านี้สามารถกล่าวได้ว่า การผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวปริมาณ 10 wt% เป็นส่วนผสม สามารถปรับปรุงค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานให้ดีขึ้นได้



รูปที่ 1 ผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติ ดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่า ที่ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากัน แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานและผสมเส้นใยทะเลลายปาล์ม น้ำมันให้ค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมา

คือ ผสมเส้นใยลูกมะพร้าว และการผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน ให้ค่าความแข็งแรงดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำที่สุด ในความเป็นจริงปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถการยึดเกาะระหว่างอนุภาคผงไม้ ระหว่างเส้นใยธรรมชาติ และระหว่างผงไม้กับเส้นใยธรรมชาติคือ ปริมาณสารลิกนินในวัสดุธรรมชาติ โดยการยึดเกาะของวัสดุธรรมชาติเกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงของสารลิกนิน (Cross-linking of lignin) ภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน [13-15] ดังนั้นวัสดุที่มีปริมาณสารลิกนินมากกว่าจะมีการยึดเกาะระหว่างอนุภาคภายในโครงสร้างที่ดีกว่า ทำให้แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานมีความสามารถต้านทานแรงดิ่งที่มากกระทำได้มากกว่า [2] นอกจากนี้ในรูปที่ 2 ได้แสดงพื้นผิวภายในของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานที่เกิดการฉีกขาดออกจากกันจากการทดสอบการดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้า สังเกตเห็นได้ว่า แผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ ดังรูป 2(ก) จะมีพื้นผิวที่เรียบเนียนสม่ำเสมอ ในขณะที่แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยธรรมชาติ ดังรูป 2(ข) จะมีการกระจายของเส้นใยธรรมชาติทั่วทั้งโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัด โดยจะมีทั้งเส้นใยขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ขณะเดียวกันก็มีเส้นใยที่โผล่เหนือขึ้นมาจากแผ่นใยไม้อัด ซึ่งเป็นเส้นใยที่ขาดจากการฉีกออกจากกันของแผ่นใยไม้อัด นั่นหมายความว่า เส้นใยที่ขาดเหล่านี้พยายามยึดโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดไม่ให้ฉีกขาดออกจากกัน

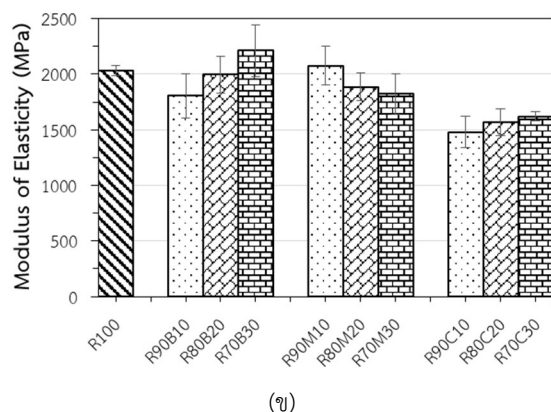
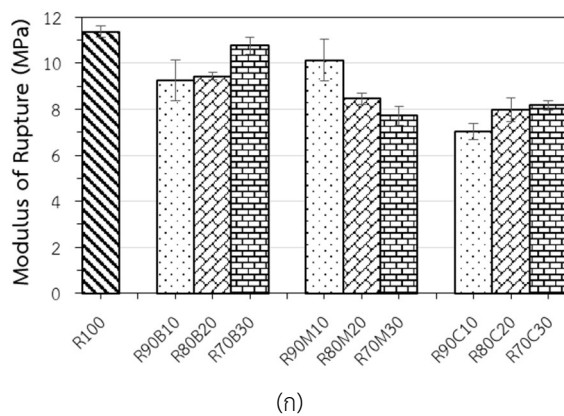


รูปที่ 2 ผิวหน้าการฉีกขาดของชิ้นงานทดสอบที่เกิดจากการทดสอบการดิ่งตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน (ก) ที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ และ (ข) ที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน 30 wt%

3.2 สมบัติการดัดของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

สมบัติการดัดเป็นอีกหนึ่งสมบัติที่สำคัญและต้องทดสอบเมื่อมีการพัฒนาแผ่นใยไม้อัด เพราะการประยุกต์ใช้งานของแผ่นใยไม้อัดส่วนใหญ่จะรับแรงในลักษณะของการดัด [13] รูป

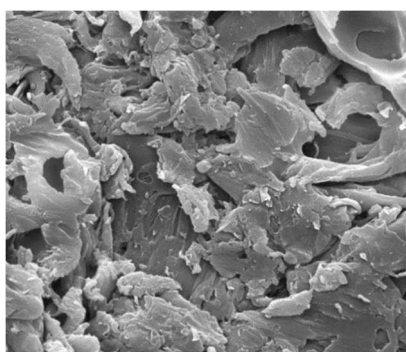
ที่ 3 แสดงผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน โดยพบว่า ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานมีพฤติกรรมที่คล้ายกันคือ การผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานเพิ่มขึ้นในช่วงปริมาณ 10-30 wt% ส่งผลให้ทั้งความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามปริมาณของเส้นใยที่เติมเป็นส่วนผสม สิ่งนี้เป็นไปได้ว่า เส้นใยทั้ง 2 ชนิดนี้มีความแข็งแรงค่อนข้างสูง ทำให้เมื่อผสมเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้น เป็นไปได้ว่าสามารถปรับปรุงค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดให้สูงขึ้นได้ ในทางกลับกันพบว่า การผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นในช่วง 10-30 wt% กลับส่งผลให้ทั้งความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดมีค่าลดลง พฤติกรรมนี้เป็นไปได้ว่าเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันมีค่าความแข็งแรงน้อย ทำให้เมื่อเติมเป็นส่วนผสมแล้วไม่สามารถเพิ่มสมบัติการดัดได้



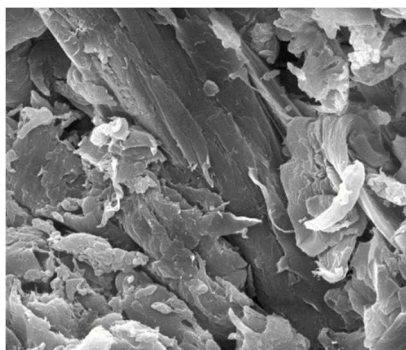
รูปที่ 3 ผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อ (ก) ค่าความแข็งแรงดัด และ (ข) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบสมบัติการดัดระหว่างแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยธรรมชาติกับที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติพบว่า แผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติมีค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยธรรมชาติ ผลการทดลองนี้สามารถอธิบายเหตุผลได้ด้วยโครงสร้างสัณฐานวิทยาของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ว่า แผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ (รูป 4(ก)) ที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมัน 10 wt% (รูป 4(ข)) ที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน 10 wt% (รูป 4(ค)) และที่ผสมเส้นใยลูกมะพร้าว 10 wt% (รูป 4(ง)) มีรูพรุนกระจายอยู่ทั่วทั้งโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัด โดยเฉพาะแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมสังเกตเห็นได้ว่า นอกจากมีรูพรุนเกิดขึ้นในโครงสร้างแล้ว ยังมีช่องว่างขนาดใหญ่และยาวเกิดขึ้นตามแนวระหว่างผิวกว้างกับเส้นใยธรรมชาติ จากลักษณะดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุให้การผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัด ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงดัดลดลงอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งการเกิดรูพรุนและช่องว่างระหว่างอนุภาคใหญ่ขึ้นหรือเป็นแนวยาวมากขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการถ่ายทอดแรงภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดลดลง โดยเป็นสาเหตุให้สมบัติการดัดด้อยลง

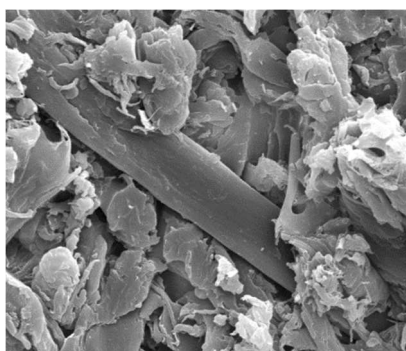
เมื่อพิจารณาผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติการดัดของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานพบว่า ที่ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากัน แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานและผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันให้ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ เส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน และการผสมเส้นใยลูกมะพร้าวให้ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดต่ำที่สุด



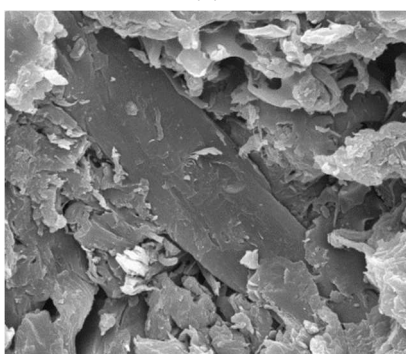
(ก)



(ข)

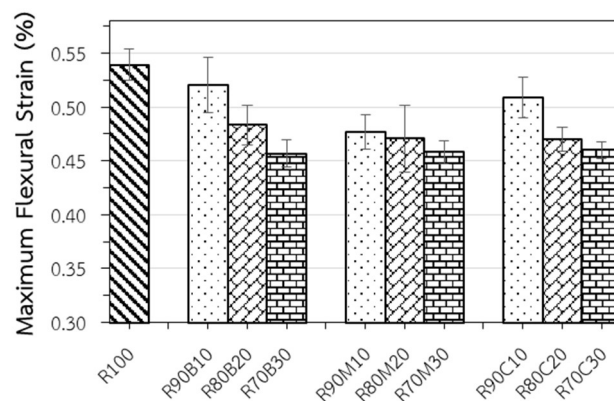


(ค)



(ง)

รูปที่ 4 โครงสร้างสัณฐานวิทยาของแผ่นใยไม้ไผ่ที่ไม่มีตัวประสานในสูตร (ก) R100 (ข) R90B10 (ค) R90M10 และ (ง) R90C10 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า



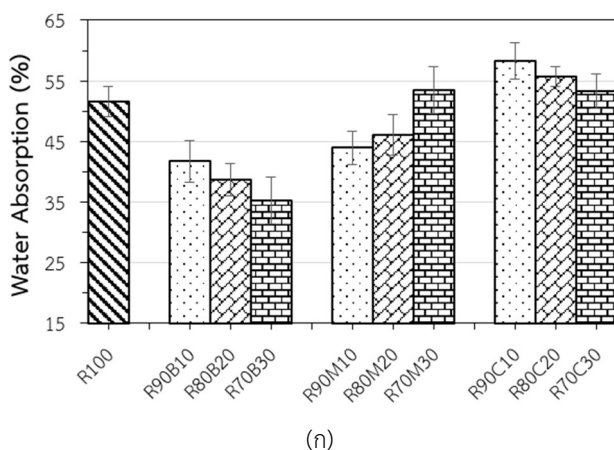
รูปที่ 5 ผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าความเครียดดัดสูงสุดของแผ่นใยไม้ไผ่ที่ไม่มีตัวประสาน

ผลกระทบของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อค่าความเครียดดัดสูงสุดของแผ่นใยไม้ไผ่ที่ไม่มีตัวประสานแสดงในรูปที่ 5 โดยชี้ให้เห็นว่า การผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมัน หรือเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน หรือเส้นใยลูกมะพร้าวเพิ่มขึ้นในช่วง 10-30 wt% ส่งผลให้ค่าความเครียดดัดสูงสุดลดลงอย่างช้า ๆ ตามปริมาณของเส้นใยธรรมชาติที่เติมเป็นส่วนผสม พฤติกรรมนี้สามารถอธิบายได้ด้วยผลของโครงสร้างสัณฐานวิทยาที่ชี้ให้เห็นว่า การเติมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้ไผ่ ส่งผลให้เกิดช่องว่างระหว่างผนังและเส้นใยขนาดใหญ่และยาวตามแนวเส้นใย ซึ่งการมีช่องว่างหรือรูพรุนเกิดขึ้นในโครงสร้างของแผ่นใยไม้ไผ่ขนาดใหญ่ขึ้นหรือมีจำนวนมากขึ้น ทำให้แผ่นใยไม้ไผ่มีความสามารถในการโค้งตัวได้น้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่า แผ่นใยไม้ไผ่ที่ผสมเส้นใยธรรมชาติมีค่าความเครียดดัดสูงสุดน้อยกว่าแผ่นใยไม้ไผ่ที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ

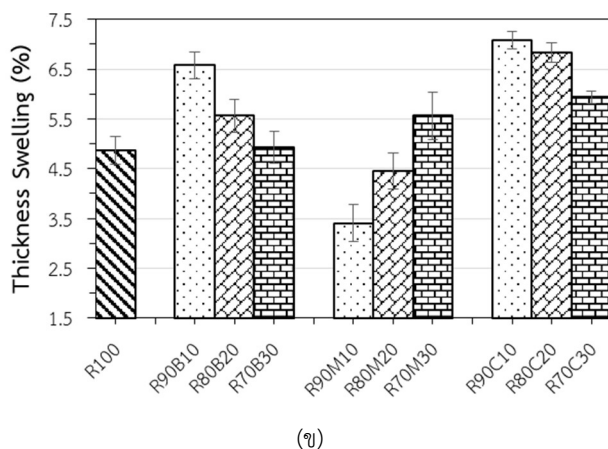
3.3 สมบัติการดูดซับน้ำและการพองตัวของแผ่นใยไม้ไผ่ที่ไม่มีตัวประสาน

สมบัติการดูดซับน้ำและการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้ไผ่เป็นอีกสมบัติที่จำเป็นต้องทำการทดสอบ เพราะแผ่นใยไม้ไผ่ถูกผลิตมาจากวัสดุธรรมชาติที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก โดยเซลลูโลสเป็นสารที่ชอบดูดซับน้ำ (Hydrophilic) [11, 16] ทำให้เมื่อแผ่นใยไม้ไผ่ถูกแช่น้ำจะเกิดการดูดซับน้ำและการพองตัวในอัตราที่ค่อนข้างสูง จากการทดสอบการแช่น้ำของแผ่นใยไม้ไผ่เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงสามารถแสดงผลของเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและเปอร์เซ็นต์การพองตัวได้ดังแสดงในรูป 6 โดยพบว่า เมื่อผสมเส้นใย

ทะลายปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นในแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานในช่วง 10-30 wt% ส่งผลให้ทั้งค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น แต่การเติมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้น กลับส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวเพิ่มขึ้น ในความเป็นจริงการแทรกซึมของน้ำเข้าสู่แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานสามารถแยกได้เป็น 3 กลไก คือ 1) การแทรกซึมของน้ำเข้าสู่ผนังบริเวณผิวของแผ่นใยไม้อัดโดยตรง 2) การแทรกซึมของน้ำเข้าสู่รูพรุนต่าง ๆ ภายในโครงสร้าง และ 3) การแทรกซึมเข้าสู่ผิวหน้าระหว่างอนุภาคผนัง เนื่องจากการยึดเกาะที่ไม่ดีระหว่างอนุภาคผนัง [13]



(ก)



(ข)

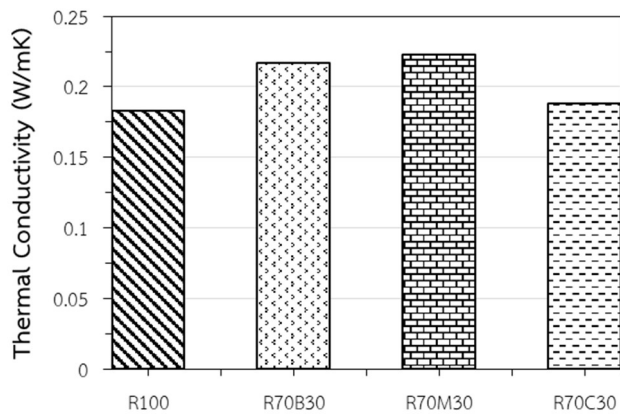
รูปที่ 6 ผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อ (ก) ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ และ (ข) ค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติพบว่า ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากัน แผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานและผสมเส้นใยลูกมะพร้าวมีการดูดซับน้ำและการ

พองตัวสูงที่สุด ในขณะที่แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะลายปาล์มน้ำมันมีการดูดซับน้ำน้อยที่สุด แต่การพองตัวต่ำที่สุดพบในแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน พฤติกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นจากเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมีปริมาณสารเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบทางเคมีไม่เท่ากัน โดยปกติเส้นใยธรรมชาติที่มีสารเซลลูโลสมากกว่า จะมีอัตราการดูดซับน้ำสูงกว่า ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าเซลลูโลสเป็นสารที่ชอบดูดซับน้ำ [13, 16] นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ พบว่ามีเพียงแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันปริมาณ 10-20 wt% ที่มีทั้งค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวต่ำกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ

3.4 สมบัติการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

รูปที่ 7 แสดงสมบัติการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน โดยพบว่า แผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ (R100) มีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยธรรมชาติปริมาณ 30 wt% นั้นหมายความว่า การผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัด ส่งผลให้แผ่นใยไม้อัดมีความสามารถในการนำความร้อนสูงขึ้น เนื่องจากเส้นใยยาวมีความสามารถส่งผ่านความร้อนได้ต่อเนื่องมากกว่าอนุภาคผนัง ส่งผลให้เมื่อผสมวัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นใย ความสามารถในการนำความร้อนจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่า เมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากันคือ 30 wt% แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันมีค่าการนำความร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือ เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน และการผสมเส้นใยลูกมะพร้าวมีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด สิ่งนี้เป็นเพราะเส้นใยลูกมะพร้าวมีความหนาแน่นสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุด เมื่อเปรียบเทียบที่น้ำหนักเท่ากัน จำนวนเส้นใยลูกมะพร้าวที่ผสมเข้าไปในแผ่นใยไม้อัดจะมีจำนวนน้อยที่สุด ส่งผลให้ความสามารถในการนำความร้อนลดลง ในขณะที่เดียวกันเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด ทำให้จำนวนเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันที่ผสมเข้าไปในแผ่นใยไม้อัดมีมากที่สุด ส่งผลให้การส่งผ่านความร้อนผ่านเส้นใยลูกปาล์มน้ำมันภายในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดมีประสิทธิภาพและมีความต่อเนื่องมากขึ้น

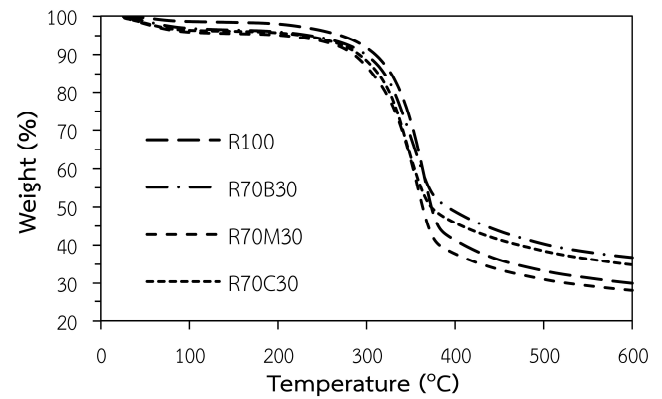


รูปที่ 7 ผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าการนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

3.5 สมบัติการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน (TGA) ของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน แสดงดังรูปที่ 8 โดยพบว่า การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนมีอยู่เพียงช่วงเดียว เนื่องจากแผ่นใยไม้อัดมีส่วนผสมของผงไม้และเส้นใยธรรมชาติ 100% ซึ่งการสลายตัวของผงไม้และเส้นใยธรรมชาติเริ่มต้นที่อุณหภูมิประมาณ 280 องศาเซลเซียส และสิ้นสุดที่อุณหภูมิประมาณ 390 องศาเซลเซียส โดยปกติสารเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสของเส้นใยธรรมชาติจะสลายตัวที่อุณหภูมิช่วง 274–459 องศาเซลเซียส [17]

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานพบว่า ชนิดเส้นใยธรรมชาติมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน โดยแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมัน (R70B30) มีการเสถียรทางความร้อนสูงกว่าการผสมเส้นใยลูกมะพร้าว (R70C30) และแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกมะพร้าว มีการเสถียรทางความร้อนสูงกว่าการผสมเส้นใยลูกปาล์มน้ำมัน (R70M30) ในขณะเดียวกันแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ (R100) มีการเสถียรทางความร้อนสูงที่สุด และเมื่อผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัด ส่งผลให้การเสถียรทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดลดลง นั่นหมายความว่าเส้นใยธรรมชาติมีการสลายตัวหรือเสื่อมสภาพด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่าไม้ธรรมชาติ



รูปที่ 8 ผลกระทบของชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน

4. สรุปผล

การศึกษาผลกระทบของปริมาณและชนิดเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) การผสมเส้นใยธรรมชาติในแผ่นใยไม้อัดสามารถปรับปรุงสมบัติทางกลและทางกายภาพได้ โดยแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าว 10 wt% ให้ค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ

2) แผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันปริมาณ 10-30 wt% มีการดูดซับน้ำน้อยกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมเส้นใยธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการผสมเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสมในแผ่นใยไม้อัด ส่งผลให้แผ่นใยไม้อัดมีความสามารถในการนำความร้อนสูงขึ้น

3) การผสมเส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันหรือเส้นใยลูกมะพร้าวเป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นในแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน ในช่วง 10-30 wt% ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เติมเป็นส่วนผสม ในทางกลับกันส่งผลให้ค่าความเครียดดัดสูงสุด ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ และค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวลดลงตามปริมาณเส้นใย

4) ชนิดเส้นใยธรรมชาติมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน แต่มีผลกระทบอย่างมากต่อสมบัติทางกลและทางกายภาพ โดยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณการผสมเส้นใยธรรมชาติเท่ากัน แผ่นใยไม้อัดที่ผสม

เส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันให้ค่าความแข็งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความแข็งแรงดัด และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นการดัดสูงที่สุด เช่นเดียวกันแผ่นใยไม้อัดที่ผสมเส้นใยลูกมะพร้าวให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินแผ่นดิน (รหัสข้อเสนอการวิจัย 256107A1710093) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปี 2561 และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และขอขอบคุณนายธนวัฒน์ พันธุ์อุดม และนายเอกรัตน์ หนูหวัง สำหรับความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] พีรวัตร ลือสัก และกำพล จินตอมรชัย. การศึกษาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม สำหรับแผ่นอัดเศษวัสดุธรรมชาติ. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2561;11(1): 29-41.
- [2] ชาตรี หอมเขียว สุรสิทธิ์ ระวีวงศ์ วรพงศ์ บุญช่วยแทนพิศกา แก้วพอม และธัญญมาศ ทองขาวเผือก. สมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานจากผงแกลบ และผงฟางข้าว. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.* 2560;13(3): 85-100.
- [3] Nonaka S, Umemura K, Kawai S. Characterization of Bagasse Binderless Particleboard Manufactured in High- Temperature Range. *Journal of Wood Science.* 2013;59(1): 50-56.
- [4] Hidayat H, Keijsers ERP, Prijanto U, Dam JEG, Heeres HJ. Preparation and Properties of Binderless Boards from Jatropha Curcas L. Seed Cake. *Industrial Crops and Products.* 2014;52: 245-254.
- [5] Lamaming J, Hashim R, Sulaiman O, Sugimoto T, Sato M, Hiziroglu S. Measurement of Some Properties of Binderless Particleboard Made from Young and Old Oil Palm Trunks. *Measurement.* 2014;47: 813-819.
- [6] Nadhari WNAW, Hashim R, Hiziroglu S, Sulaiman O, Boon JG, Salleh KM, Awalludin MF, Sato M, Sugimoto T. Measurement of Some Properties of Binderless Composites Manufactured from Oil Palm Trunks and Acacia Mangium. *Measurement.* 2014;50: 250-254.
- [7] Yang Z, Song W, Cao Y, Wang C, Hu X, Yang Y, Zhang S. The Effect of Laccase Pretreatment Conditions on the Mechanical Properties of Binderless Fiberboards with Wheat Straw. *BioResources.* 2017;12(2): 3707-3719.
- [8] Junior CPA, Coaquira CAC, Mattos ALA, Filho MSMS, Feitosa JPA, Morais JPS, Rosa MF. Binderless Fiberboards Made from Unripe Coconut Husks. *Waste and Biomass Valorization.* 2018;9: 2245-2254.
- [9] อรัญ หันพงศ์กิตติกุล. ปาล์มน้ำมัน: พืชพลังงาน หรือ พืชอาหาร?. *ประชาคมวิจัย.* 2551;82: 26.
- [10] JIS-A 5905, Particleboards. *Japanese Standards Association.* Tokyo, Japan, 2003.
- [11] ชาตรี หอมเขียว วรพงศ์ บุญช่วยแทน และวรรณพร ชีววุฒิมงคล. ผลกระทบของปริมาณเส้นใยผลตาลโตนดและแป้งมันสำปะหลังต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดปลอดสารพิษ. *วิศวกรรมลาดกระบัง.* 2559;33(3): 39-46.
- [12] Canetti M, Bertini F, Chirico A, Audisio G. Thermal Degradation Behaviour of Isotactic Polypropylene Blended with Lignin. *Polymer Degradation and Stability.* 2006;91: 494-498.
- [13] ชาตรี หอมเขียว สุรสิทธิ์ ระวีวงศ์ และวรพงศ์ บุญช่วยแทน. อิทธิพลของสายพันธุ์ไม้และขนาดความหนาต่อสมบัติทางกลและทางกายภาพของแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน. *วิศวกรรมลาดกระบัง.* 2559;33(1): 18-23.
- [14] Saadaoui N, Rouilly A, Fares K, Rigal L. Characterization of Date Palm Lignocellulosic by-Products and Self-Bonded Composite Materials Obtained Thereof. *Materials and Design.* 2013;50: 302-308.
- [15] ชาตรี หอมเขียว สุรสิทธิ์ ระวีวงศ์ และวรพงศ์ บุญช่วยแทน. สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสานโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.* 2558;11(2): 40-55.

- [16] Bouafif H, Koubaa A, Perre P, Cloutier A. Effects of Fiber Characteristics on the Physical and Mechanical Properties of Wood Plastic Composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2009;40(12): 1975-1981.
- [17] Syed MA, Akhtar S, Syed AAS. Studies on the Physico-Mechanical, Thermal and Morphological Behaviors of High Density Polyethylene/Coleus Spent Green Composites. *Journal of Applied Polymer Science*. 2011;119(4): 1889-1895.