การผลิตภาชนะชีวภาพจากผักตบชวา

ตฤณ ปฐมนิธิภิญโญ, อารียา คงอิ่ม, ทิพย์รัตน์ ร่วมสำโรง, อรสา จัดดีเรียน, และเอกราชันย์ ไชยชนะ*

ศูนย์วิจัยวัสดุธรรมชาติและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม
*ekinchem@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้จะนำผักตบชวามาใช้เป็นเส้นใยในการผลิตภาชนะชีวภาพ โดยแบ่งเส้นใยเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เส้นใยจากส่วน ได้แก่ ใบ ลำต้น และ ผสมระหว่างใบและลำต้น ใช้ตัวประสาน 2 ชนิด ในการขึ้นรูปภาชนะ ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว และ แป้งข้าวโพด จากนั้นนำภาชนะที่ผลิตได้ไปทดสอบหาความหนาแน่น การซึมผ่านของน้ำ การซึมผ่านของน้ำมัน และสมบัติทางกล ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณตัวประสานทำให้ค่าความหนาแน่น ค่าการซึมผ่านของน้ำและน้ำมันลดลง ส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) กับค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด (tear strength) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่าเส้นใยผักตบชวาจากส่วนส่วนลำต้นเหมาะสมในการนำไปใช้ขึ้นรูปภาชนะที่สุด และใช้ตัวประสานเป็นแป้งข้าวเหนียวที่อัตราส่วนของเส้นใยต่อตัวประสานเท่ากับ 3:1

คำสำคัญ: ผักตบชวา ภาชนะชีวภาพ การขึ้นรูปภาชนะ สมบัติทางกล

Bio-container production from water hyacinth

Trin Pathomnithipinyo, Areeya Kongim, Tipparat Ruamsumrong, Orasa Jundeerean, and Ekrachan Chaichana*

Research Center of Natural Materials and Products, Chemistry Program,
Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom
*ekrachan@npru.ac.th

Abstract

In this research, water hyacinth was used as fibers for bio-container production. The fibers were classified into 3 types, derived from leaves, stalk and mixed of them with two types of binder i.e. glutinous rice flour and corn flour. The obtained food containers were tested for their density, water permeability, oil permeability and mechanical properties. It was found that increasing the amount of binder decreased density, water and oil permeabilities of the containers and then increased their tensile and tear strengths. The optimum condition for molding the containers was that using of stalk fiber with glutinous rice flour as binder with the ration of 3:1.

Keywords: water hyacinth, bio-container, molding, mechanical properties

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาใหญ่ที่พบในแม่น้ำลำคลองคือ ผักตบชวา เพราะผักตบชวาเป็นพืชที่ทนทานกับทุกสภาพแวดล้อม และมีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตใต้น้ำ การคมนาคมทางน้ำ และชาวบ้านที่อาศัยอยู่ตามริมแม่น้ำลำคลอง ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างมีระบบ ผักตบชวาเป็นพืชที่มีอัตราการเจริญเติมโตสูง เป็นพืชที่มีทุ่นลอย สามารถอยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่ง และน้ำไหล การแพร่ระบาดของผักตบชวาก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศ และก่อให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผักตบชวา มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก มีการสะสมมวลชีวภาพได้สูงถึง 20 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อวัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 1.5% ต่อวัน ถ้าปล่อยให้ผักตบชวาเติบโตในแหล่งน้ำโดยเริ่มต้นจาก 500 กรัม น้ำหนักสดต่อตารางเมตร ในระยะเวลาเพียง 3 เดือนครึ่ง ผักตบชวาสามารถเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ให้มวลชีวภาพสูงถึง 40,580 กรัม น้ำหนักสดต่อตารางเมตร ในระยะเวลา 1 ปี ผักตบชวาจะเจริญเติบโตสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายน และมีการเจริญเติบโตต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม [1] ผักตบชวา 1 ต้น สามารถให้เมล็ดได้ถึง 5,000 เมล็ด เมล็ดผักตบชวาเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะมีชีวิตได้นานถึง 15 ปี ผักตบชวาสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการแตกหน่อ ผักตบชวา 2 ต้น สามารถแตกใบ และเจริญเติบโตเป็นต้นได้ถึง 30 ต้น ภายในเวลา 20 วัน หรือเพิ่มน้ำหนักขึ้น 1 เท่าตัว ภายในระยะเวลา 10 วัน สามารถขยายตัวครอบคลุมผิวน้ำได้อัตราร้อยละ 8 ต่อวัน ถ้าเริ่มปล่อยผักตบชวาในแหล่งน้ำเพียง 10 ต้น จะสามารถแพร่กระจายเพิ่มปริมาณเป็น 1 ล้านต้น ภายในระยะเวลา 1 ปี ผักตบชวาลดการไหลของน้ำลงประมาณ 40% ส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวาที่จมลงใต้น้ำก่อให้เกิดอุปสรรคกับการระบายน้ำของฝาย ประตูระบาย และอื่น ๆ ทำให้ทางเดินของน้ำเกิดการตื้นเขินเร็วกว่าปกติ [2] และทำให้เกิดน้ำท่วมในหน้าน้ำ แย่งเนื้อที่การเก็บกักน้ำของอ่างเก็บน้ำ ทำให้เก็บรักษาน้ำได้น้อยลง แย่งน้ำ และอาหารจากพืชปลูก ซึ่งควรจะได้รับมากขึ้นจากการชลประทานหากไม่มีผักตบชวาอยู่ในแหล่งน้ำ ผักตบชวาที่ขึ้นหนาแน่นเป็นอุปสรรคแก่การเจริญเติบโตของปลา และการจับปลาผักตบชวาไม่เพียงแต่ลดผลผลิตของปลาเท่านั้น แต่ปลาที่จับได้ยังมีขนาดเล็กลงด้วยพื้นน้ำที่มีผักตบชวาขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น และน้ำไม่มีการไหล จะมีปลาหรือสัตว์น้ำอาศัยอยู่น้อยกว่าปกติ

ปัจจุบันได้มีการนำผักตบชวาไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิสเหมือนกับชีวมวลอื่น ๆ [3-4] สำหรับผักตบชวาซึ่งประกอบด้วยเส้นใยปริมาณมาก อาจนำไปใช้ในการผลิตภาชนะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้หรือภาชนะชีวภาพ ซึ่งจัดเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ภาชนะชีวภาพนั้นผลิตมาจากวัตถุดิบที่สามารถผลิตทดแทนขึ้นมาใหม่ได้ ดังนั้นจากที่มาและความสำคัญข้างต้นผู้วิจัยจึงคิดค้นวิธีกำจัดผักตบชวาด้วยการนำผักตบชวามาพัฒนาเป็นจานใส่อาหารแทนกล่องโฟม หรือพลาสติกเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผักตบชวา และเป็นการลดปัญหาเรื่องปริมาณขยะพลาสติกกับปริมาณผักตบชวาในแหล่งน้ำ และยังเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจให้มีความเติบโตก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี โดยงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติจากผักตบชวา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ส่วนใบ ลำต้น และผสมกันระหว่างใบและลำต้น โดยนำมาปั่นแล้วอัดขึ้นรูปร้อนจนได้ภาชนะออกมา และใช้วัสดุธรรมชาติ ได้แก่ แป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพดเป็นตัวประสาน จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านทานต่อการฉีกขาดและการต้านทานต่อแรงดึง และทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น การซึมผ่านของน้ำ และการซึมผ่านของน้ำมัน โดยจะทำการปรับปริมาณองค์ประกอบของวัสดุ ได้แก่ ปริมาณเส้นใย และปริมาณตัวประสาน เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตจานที่มีสมบัติดีที่สุดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้งานผักตบชวา ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาทั้งผักตบชวาที่มีมากเกินตามแม่น้ำลำคลองและช่วยลดภาวะโลกร้อนได้

2. วิธีทดลอง

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ผักตบชวา

2) sodium hydroxide (NaOH)

3) แป้งข้าวเหนียว

4) แป้งข้าวโพด

5) เตาอบ (oven)

6) เครื่องให้ความร้อน (hot plate)

7) ตะแกรงตาก

8) เครื่องวัดความหนาของชิ้นงาน (thickness gauge)

9) เครื่องอัดชิ้นงาน (BAMBOO I)

10) เครื่อง Universal Testing Machine ใช้ความเร็วของหัวทดสอบ 500 มม./นาที ใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่าง

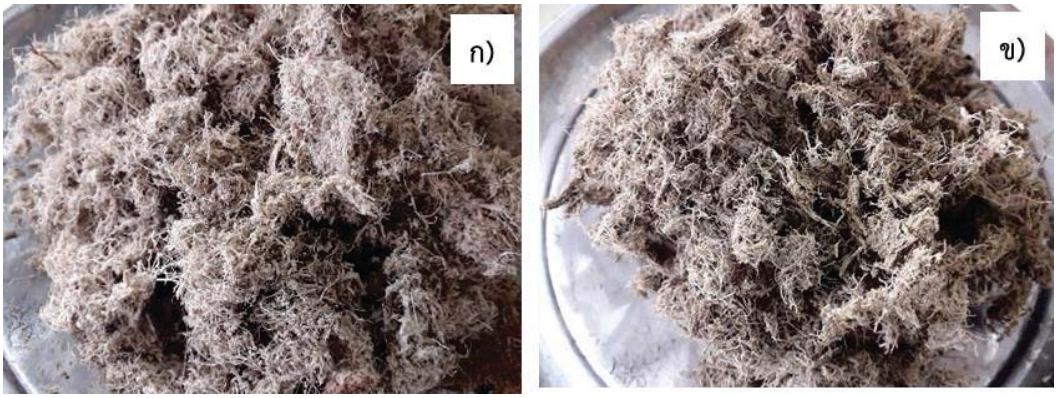
11) เครื่องตัดตัวอย่าง

2.2 การเตรียมเส้นใยผักตบชวา

1) นำผักตบชวามาล้าง โดยแยกใบ และลำต้น และหั่นให้มีขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร

2) นำผักตบชวา (ใบ, ต้น) ที่หั่นเรียบร้อยแล้วไปปั่นจนละเอียด โดยเติมน้ำเปล่าลงไปด้วยเพื่อไม่ให้เส้นใยติดในเครื่องปั่น

3) กรองน้ำออกจากเส้นใยด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นจะได้เส้นใยผักตบ นำไปอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้ว (ภาพที่ 1) ให้เก็บรักษาไว้ในถุงซิบล็อคเพื่อรอเข้ากระบวนการผสมและอัดขึ้นรูป



ภาพที่ 1 เส้นใยผักตบชวา ก) ใบ และ ข) ลำต้น

2.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.3.1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน

1) นำเส้นใยผักตบชวาไปต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมลลาร์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2) กรองเส้นใยกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกจากกันโดยใช้ผ้าขาวบาง แล้วล้างโซเดียมไฮดรอกไซด์จนสะอาด

3) ชั่งแป้งแล้วนำมาละลายในน้ำในอัตราส่วนที่ต้องการ

4) นำเส้นใยผักตบที่ล้างแล้วไปผสมกับน้ำแป้งให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเอาไปร่อนกับน้ำโดยใช้ตะแกรง และนำไปตากให้แห้ง

5) เมื่อตากแห้งแล้วให้นำไปขึ้นรูป ด้วยเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างเส้นใยกล้วยและตัวประสานที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป

ตัวอย่าง	ชนิดของเส้นใย	ชนิดของแป้ง	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)	น้ำหนักแป้ง (กรัม)
1	ลำต้น	-	60	0
2	ลำต้น	ข้าวเหนียว	60	10
3	ลำต้น	ข้าวเหนียว	60	20
4	ลำต้น	ข้าวโพด	60	10
5	ลำต้น	ข้าวโพด	60	20
6	ใบ	-	60	0
7	ใบ	ข้าวเหนียว	60	10
8	ใบ	ข้าวเหนียว	60	20
9	ใบ	ข้าวโพด	60	10
10	ใบ	ข้าวโพด	60	20
11	ลำต้น + ใบ	-	60	0
12	ลำต้น + ใบ	ข้าวเหนียว	60	10
13	ลำต้น + ใบ	ข้าวเหนียว	60	20
14	ลำต้น + ใบ	ข้าวโพด	60	10
15	ลำต้น + ใบ	ข้าวโพด	60	20

2.3.2 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

การทดสอบหาความหนาแน่นเป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรต่อชิ้นงาน โดยตัดชิ้นงานให้มีขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร โดยเตรียมชิ้นงานดังภาพที่ 2 ทำการชั่งน้ำหนักของชิ้นงาน และบันทึก โดยค่าความหนาแน่นของชิ้นงานสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

ภาพที่ 2 ชิ้นงานสำหรับทดสอบหาค่าความหนาแน่น

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
m คือ มวล (กรัม)
v คือ ปริมาตร (ลบ.ซม.)

2.3.3 การทดสอบค่าการซึมผ่านของน้ำ

การทดสอบการซึมน้ำของชิ้นงานจะต้องตัดชินงานให้ได้ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง ทำการชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อนทดสอบ (m_1) จากนั้นนำชิ้นงานแช่ในน้ำที่ปราศจากไอออนที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 60 วินาที แล้วนำชิ้นงานชั่งนำหนักหลังทดสอบ (m_2) บันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงของชิ้นงานทดสอบ

2.3.4 การทดสอบค่าการซึมผ่านของน้ำมัน

ทดสอบเช่นเดียวกับการซึมผ่านของน้ำแต่เปลี่ยนจากน้ำเป็นน้ำมัน

ภาพที่ 3 ชิ้นงานสำหรับทดสอบการหาค่าการซึมผ่านของน้ำและน้ำมัน

การทดสอบการหาค่าการซึมผ่านของน้ำและน้ำมันสามารถคำนวณหาร้อยละการซึมได้จากสมการที่ 2

$$\text{\% การซึมน้ำ} = \frac{(m_2-m_1)}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ m_1 คือ น้ำหนักชิ้นงานก่อนทดสอบ (กรัม)
m_2 คือ นำหนักชิ้นงานหลังทดสอบ (กรัม)

2.4 การทดสอบชิ้นงานสมบัติทางกล

2.4.1 การทดสอบสมบัติความต้านทานต่อแรงดึง (tensile strength)

การทดสอบ tensile properties โดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine โดยเตรียมชิ้นงานดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ชิ้นงานสำหรับทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง

2.4.2 การศึกษาความทนต่อการฉีกขาด (tear strength)

ทดสอบชิ้นงานโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine โดยเตรียมชิ้น ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ชิ้นงานสำหรับทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด

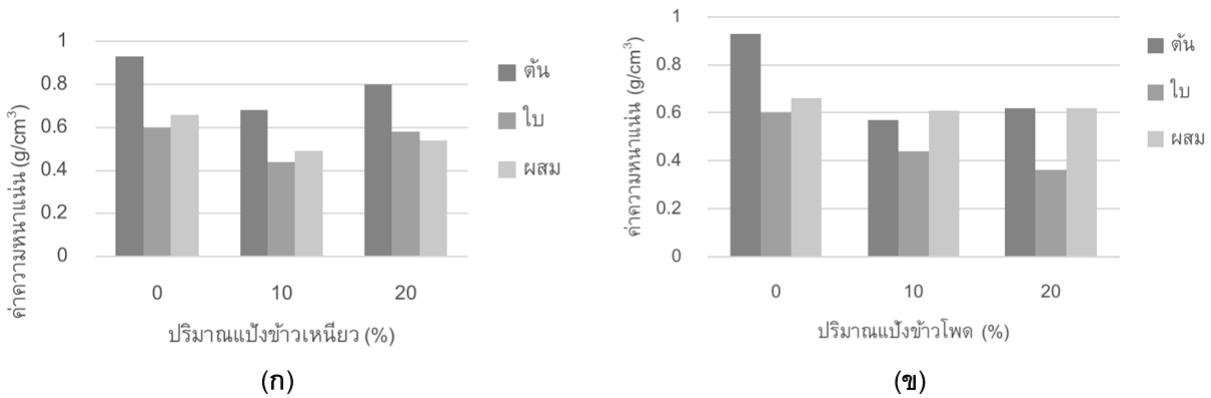
3. ผลการทดลองและการอภิปราย

3.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

3.1.1 ค่าความหนาแน่นของวัสดุ

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเส้นใยต้นผักตบชวา เส้นใยใบผักตบชวา และเส้นใยผสม ปริมาณแป้ง และผลการหาค่าความหนาแน่นของวัสดุ

ชนิดเส้นใย	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)	ชนิดของแป้ง (กรัม)	น้ำหนักของแป้ง (กรัม)	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
ลำต้น	60	-	0	0.93
		แป้งข้าวเหนียว	10	0.68
			20	0.80
		แป้งข้าวโพด	10	0.57
			20	0.62
ใบ	60	-	0	0.60
		แป้งข้าวเหนียว	10	0.44
			20	0.58
		แป้งข้าวโพด	10	0.44
			20	0.36
ผสม (ลำต้น + ใบ)	60	-	0	0.65
		แป้งข้าวเหนียว	10	0.49
			20	0.54
		แป้งข้าวโพด	10	0.61
			20	0.62



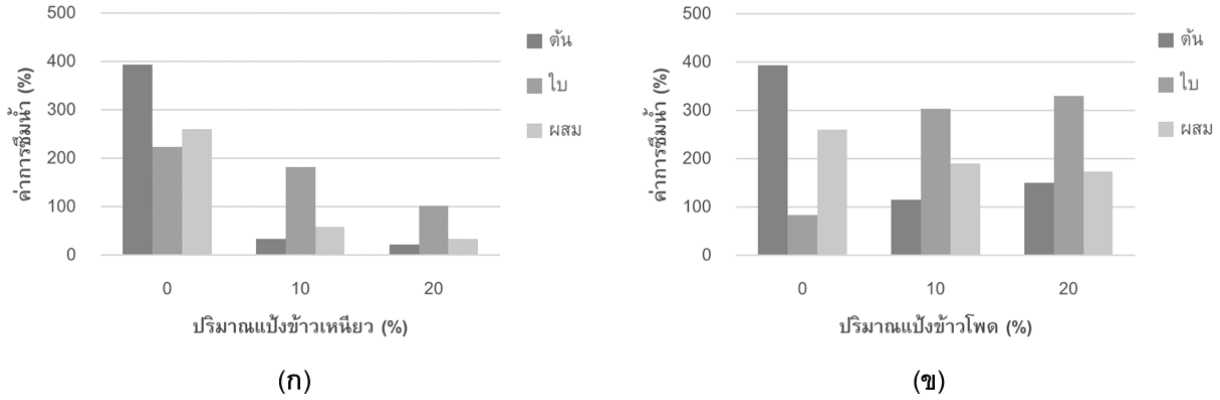
ภาพที่ 6 ค่าความหนาแน่นวัสดุของเส้นใยผักตบชวาที่มีตัวประสานเป็น (ก) แป้งข้าวเหนียวและ (ข) แป้งข้าวโพด

จากภาพที่ 6 แสดงผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน พบว่าชิ้นงานที่มีเส้นใย 100% หรือที่มีเส้นใยที่ไม่ได้ผสมตัวประสาน (แป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพด) มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุดเท่ากับ 0.93 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยสาเหตุที่ชิ้นงานที่มีส่วนผสมของตัวประสาน (แป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพด) มีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าชิ้นงานที่มีเส้นใย 100% เนื่องจากว่าชิ้นงานมีองค์ประกอบหลัก คือ เส้นใย ที่เป็นเส้นใยจากธรรมชาติทำให้มีความสามารถในการดูดซับความชื้นสูง อีกทั้งตัวประสานที่ใช้ คือ น้ำแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพด จึงส่งผลให้ระหว่างกระบวนการการอัดขึ้นรูปชิ้นงานมีไอน้ำระเหยออกมามาก จึงก่อให้เกิดโพรงอากาศขึ้นภายในชิ้นงาน ส่งผลให้ชิ้นงานที่มีตัวประสานเกิดรูพรุนขึ้นภายในชิ้นงาน และมีความหนาแน่นน้อยกว่าชิ้นงานที่ไม่มีตัวประสาน [5] แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วถือว่าชิ้นงานในแต่ละกรณีมีค่าความหนาแน่นห่างกันค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการผสมตัวประสานที่มีปริมาณต่างกันจะเห็นได้ว่าเมื่อตัวประสานมีปริมาณเพิ่มขึ้นจะมีค่าความหนาแน่นสูงกว่าที่มีตัวประสานน้อยกว่า และเมื่อพิจารณาจากตัวประสานต่างชนิดจะพบว่า ชิ้นงานที่ผสมตัวประสานด้วยแป้งข้าวเหนียวส่วนมากมีค่าความหนาแน่นมากกว่าที่ประสานด้วยแป้งข้าวโพด

3.1.2 การซึมผ่านของน้ำ

ตารางที่ 3 ค่าการซึมผ่านของน้ำของเส้นใยต้นผักตบชวา เส้นใยใบผักตบชวา และเส้นใยผสมที่มีตัวประสานต่างชนิด

ชนิดเส้นใย	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)	ชนิดของแป้ง (กรัม)	น้ำหนักของแป้ง (กรัม)	การซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)
ลำต้น	60	-	0	393.13
		แป้งข้าวเหนียว	10	34.13
			20	22.88
		แป้งข้าวโพด	10	114.67
			20	151.08
ใบ	60	-	0	224.51
		แป้งข้าวเหนียว	10	182.46
			20	101.72
		แป้งข้าวโพด	10	161.68
			20	213.57
ผสม (ลำต้น + ใบ)	60	-	0	261.23
		แป้งข้าวเหนียว	10	58.41
			20	34.14
		แป้งข้าวโพด	10	190.14
			20	173.96



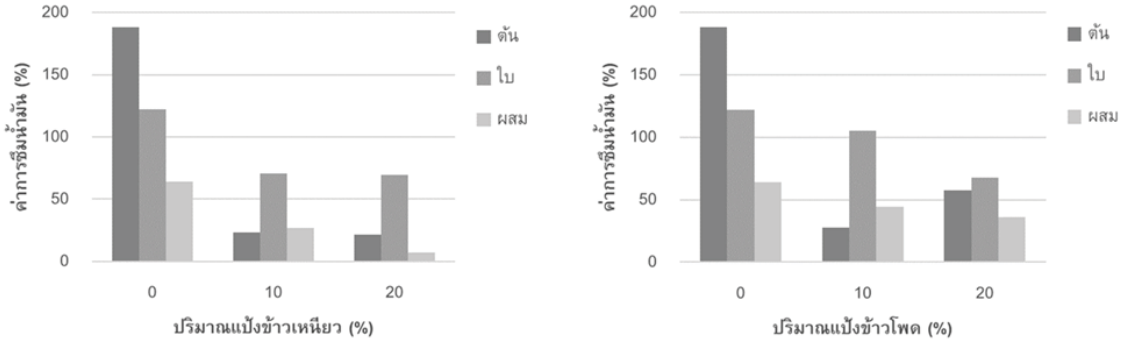
ภาพที่ 7 ค่าการซึมผ่านของน้ำของเส้นใยผักตบชวาที่มีที่มีตัวประสานเป็น (ก) แป้งเหนียว และ (ข) แป้งข้าวโพด

จากภาพที่ 7 แสดงผลการทดสอบการซึมน้ำของวัสดุพบว่าชิ้นทดสอบมีค่าการซึมน้ำที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากชิ้นงานมีองค์ประกอบหลักคือเส้นใยผักตบชวา และมีตัวประสาน คือ น้ำแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพด ซึ่งโดยปกติแล้วเส้นใยธรรมชาติจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเส้นใยผักตบชวาเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยเซลลูโลส โดยส่วนที่พบว่ามีเส้นใยประกอบอยู่ค่อนข้างมากคือ ส่วนที่เป็นก้านใบ ลักษณะของเส้นใยจะค่อนข้างหยาบคล้ายลินิน ในตัวเส้นใยจะประกอบด้วยเส้นใยกลวงเล็ก ๆ เกาะติดกัน ซึ่งเซลลูโลสมีสมบัติเฉพาะคือชอบน้ำจึงทำให้ดูดซับความชื้นได้ง่าย อีกทั้งแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพดที่นำมาเป็นตัวประสานมีสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) เช่นกัน จึงส่งผลให้ชิ้นงานสามารถดูดซับความชื้นได้ง่าย [6] การต้านทานน้ำของชิ้นงานจึงมีประสิทธิภาพต่ำ เมื่อพิจารณาผลการทดลองพบว่าชิ้นงานที่มีตัวประสานจะสามารถต้านการซึมน้ำได้ดีกว่าชิ้นงานที่ไม่มีตัวประสาน เนื่องจากชิ้นงานที่มีตัวประสานจะมีแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพดเป็นตัวเคลือบผิวนอก เมื่อชิ้นงานสัมผัสกับน้ำหรือความชื้นจะทำโมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไปภายในชิ้นงานได้ยากกว่าที่ไม่มีตัวประสาน เมื่อพิจารณาจากเส้นใยที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวาผสมกับตัวประสาน พบว่าเส้นใยในส่วนของลำต้นผักตบที่ผสมกับตัวประสานคือแป้งข้าวเหนียวมีแนวโน้มที่เห็นได้ชัดว่ามีเปอร์เซ็นต์การซึมน้ำที่น้อยกว่าเส้นใยส่วนในที่ผสมกับแป้งข้าวโพด และเมื่อพิจารณาปริมาณตัวประสานที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะมีค่าการซึมน้ำน้อยกวาตัวประสานที่มีปริมาตรน้อยกว่าเกือบทุกชนิดของเส้นใย

3.1.3 การซึมผ่านของน้ำมัน

ตารางที่ 4 ค่าการซึมผ่านของน้ำของเส้นใยต้นผักตบชวา เส้นใยใบผักตบชวา และเส้นใยผสมที่มีตัวประสานต่างชนิด

ชนิดเส้นใย	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)	ชนิดของแป้ง (กรัม)	น้ำหนักของแป้ง (กรัม)	การซึมน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)
ลำต้น	60	-	0	188.12
		แป้งข้าวเหนียว	10	23.42
			20	21.63
		แป้งข้าวโพด	10	27.92
			20	57.69
ใบ	60	-	0	121.94
		แป้งข้าวเหนียว	10	70.91
			20	69.20
		แป้งข้าวโพด	10	105.30
			20	67.85
ผสม (ลำต้น + ใบ)	60	-	0	63.87
		แป้งข้าวเหนียว	10	26.61
			20	6.81
		แป้งข้าวโพด	10	44.66
			20	36.12



(ก) (ข)

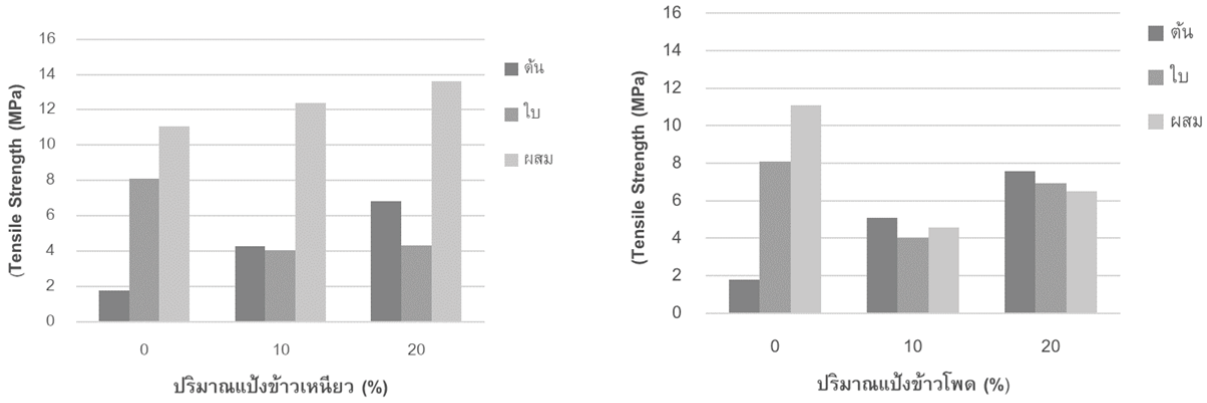
ภาพที่ 8 ค่าการซึมผ่านของน้ำมันของเส้นใยผักตบชวาที่มีที่มีตัวประสานเป็น (ก) แป้งข้าวเหนียว และ (ข) แป้งข้าวโพด

จากภาพที่ 8 แสดงผลการทดสอบการซึมน้ำมันของวัสดุ พบว่าชิ้นทดสอบมีค่าการซึมน้ำมันที่ค่อนข้างน้อยกว่าจากผลการทดสอบหาค่าการซึมน้ำของชิ้นงาน เส้นใยที่ไม่ผสมตัวประสานมีค่าการซึมน้ำมันมากกว่าเส้นใยที่ผสมตัวประสาน [7] แต่มีค่าการซึมน้อยกว่าค่าการซึมน้ำ เนื่องมาจากความหนาแน่นของน้ำมีค่าเป็น 1 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนความหนาแน่นของน้ำมัน

พืชมีค่าประมาณ 0.9 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างกัน และเมื่อน้ำมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงทำให้โมเลกุลของน้ำมันแทรกตัวเข้าไปภายในชิ้นงานได้ยากกว่าน้ำ จึงทำให้ค่าการซึมน้ำมันน้อยกว่าการซึมน้ำ เมื่อพิจารณาเส้นใยส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวากับชนิดและปริมาณของแป้งพบว่าค่าการซึมน้ำมันที่มีปริมาณน้อยที่สุด คือ เส้นใยผักตบชวาที่มีส่วนลำต้นกับส่วนของใบผสมกันที่ผสมตัวประสานแป้งข้าวเหนียวมีค่าการซึมน้ำมันอยู่ที่ร้อยละ 6.81 และเมื่อพิจารณาจากปริมาณของตัวประสานพบว่าในปริมาณตัวประสานที่มีปริมาณมากจะมีค่าการซึมน้อยกว่าตัวประสานที่มีปริมาณลดลง

3.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกล

3.2.1 สมบัติความต้านทานต่อแรงดึง



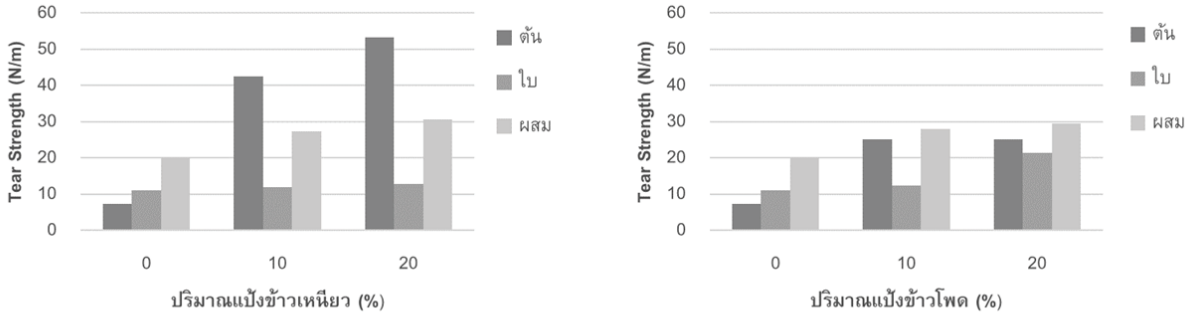
(ก) **(ข)**

ภาพที่ 9 ความต้านทานต่อแรงดึงของเส้นใยผักตบชวาที่มีตัวประสานเป็นแป้งข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 9 แสดงผลการทดสอบการต้านทานแรงดึงพบว่า ชิ้นงานที่มีสมบัติการต้านทานแรงดึงมากที่สุด คือ ชิ้นงานที่มีเส้นใยในส่วนของลำตันผสมกับเส้นใยใบที่ผสมตัวประสานแป้งข้าวเหนียวในปริมาณ 20 กรัม และเมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของปริมาณตัวประสานแป้งจะส่งผลทำให้สมบัติการต้านแรงดึงมีค่ามากขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแป้งเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีสมบัติจากเหนียวเป็นหนืดแข็ง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณแป้งมากขึ้นจะยิ่งส่งผลให้ค่าความแข็งแรงมากขึ้น

3.2.2 ความต้านทานต่อการฉีกขาด

ผลการทดสอบเส้นใยผักตบชวาที่ผสมกับแป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวโพดในปริมาณที่แตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 10



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 10 ความต้านทานต่อการฉีกขาดของเส้นใยผักตบชวาที่มีตัวประสานเป็นแป้งข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน

4. บทสรุป

เส้นใยผักตบชวาส่วนใบ ลำต้น และส่วนผสมใบและลำต้น ถูกนำมาอัดขึ้นรูปและนำไปทดสอบสมบัติต่าง ๆ ผลการทดสอบพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณตัวประสานทำให้ค่าความหนาแน่น ค่าการซึมผ่านของน้ำและน้ำมันลดลง ส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) กับค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด (tear strength) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่าเส้นใยผักตบชวาจากส่วนส่วนลำต้นเหมาะสมในการนำไปใช้ขึ้นรูปภาชนะที่สุด และใช้ตัวประสานเป็นแป้งข้าวเหนียวที่อัตราส่วนของเส้นใยต่อตัวประสานเท่ากับ 3:1 นอกจากนี้เพื่อเพิ่มสมบัติของผักตบชวาให้ดีขึ้นหรือให้สามารถใช้งานได้หลากหลายขึ้น การศึกษาการใช้งานเส้นใยผักตบชวาร่วมกับเส้นใยพืชชนิดอื่นในรูปแบบของเส้นใยผสมเป็นสิ่งที่ควรทำการศึกษาต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยในโครงการวิจัยบูรณาการนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและความเป็นเลิศทางวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

[1] อมร ไชยสัตย์. (2564). **การพัฒนาฟิล์มพลาสติกคัดกรองแสงทางเกษตรที่ผสมควอนตัมดอทจากผักตบชวา**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[2] ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. (2537) **ผักตบชวา**. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

[3] Neumlang, P., Khadthiphong A., Pimpakhun K., Kaewbuadee J. & Chaichana E. (2018). Low acid bio-oil from para rubber seeds produced via catalytic pyrolysis with V-modified silica catalyst. **Food and Applied Bioscience Journal,** 6: 135-147.

[4] Wongsawiang, O., Unpipat M., Chareannate C. & Chaichana E. (2016). Pyrolysis of agricultural residues in the local area of Nakhon Pathom Province. **Journal of Thai Interdisciplinary Research,** 11: 46-53.

[5] Evans, M., Taylor, M., & Kuehny, J. (2010). Physical properties of biocontainers for greenhouse crops production. **HortTechnology,** 20, 549-555.

[6] Begum, H.A., Tanni, T.R, Shahid, M.A. (2021) Analysis of water absorption of different natural fibers. **Journal of Textile Science and Technology,** 7, 152-160.

[7] Wang, Y., Luo, J., Hou, X., Wu, H., Li, Q., Li, S., Luo, Q., Li, M., Liu, X., Shen, G., Cheng, A., & Zhang, Z. (2022). Physicochemical, antibacterial, and biodegradability properties of green Sichuan pepper (Zanthoxylum armatum DC.) essential oil incorporated starch films. **LWT,** 161, 113392.