

สมบัติของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด

Properties of Paper from Mixed Fiber of Bamboo Sprout Coat and Corn Husk

มนตรี ขาวสุข¹ ธนัญญุต สมใจ^{2*}¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม ² ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี

จังหวัดปทุมธานี 25230

Montri Kawsuk¹ Thanutyot Somjai^{2*}

¹Department of Agricultural Engineering for Industry, ²Department of Industrial Management,
Faculty of Industrial Technology and Management, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Prachinburi Campus, Prachinburi, 25230

*Corresponding author Email: thanutyot.s@itm.kmutnb.ac.th

(Received: July 25, 2022; Revised: November 24, 2022; Accepted: November 28, 2022)

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด ขั้นตอนการเตรียมเยื่อทำการแช่เปลือกหน่อไม้ในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เปลือกข้าวโพดใช้เวลาต้ม 6 ชั่วโมง จากนั้นต้มโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเปลือกหน่อไม้ในอัตราส่วน 100 : 1800 กรัม และต้มโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเปลือกข้าวโพดในอัตราส่วน 200 : 700 กรัม เยื่อที่ได้จะนำมาปั่นให้ละเอียดซึ่งเปลือกหน่อไม้ปั่น 3 นาที และเปลือกข้าวโพด 1 นาที จากนั้นทำการตีเยื่อโดยแบ่งเยื่อเปลือกหน่อไม้และเยื่อเปลือกข้าวโพดออกเป็นอัตราส่วนต่างๆ ทำการผสมกันแล้วนำไปตีกระจายเยื่อให้สม่ำเสมอเพื่อขึ้นรูปกระดาษ ตากแดดให้แห้ง กระดาษที่ได้จะถูกนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาของกระดาษ ทดสอบสมบัติทางกล ประกอบด้วย ความต้านแรงดันทะลุ ความต้านแรงดึง ความต้านทานการหักพับ การสะท้อนน้ำของกระดาษ กับกระดาษที่ขายในท้องตลาด ผลการทดสอบพบว่ากระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพดในอัตราส่วน 20 : 80 มีความหนา 0.024 มิลลิเมตร ค่าความต้านแรงดันทะลุ 42.930 ± 3.848 นิวตัน ค่าความต้านแรงดึง 44.674 ± 4.899 นิวตัน ค่าความต้านทานการหักพับ 733 ± 55.076 ครั้ง ค่าการสะท้อนน้ำของกระดาษ 9.735 วินาทีซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมและดีที่สุดในการนำมาผลิตกระดาษที่สามารถใช้ในท้องตลาดได้

คำสำคัญ: กระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด สมบัติทางกาย สมบัติทางกล

Abstract

This paper's goal was to investigate the mechanical and physical characteristics of paper made from a mixture of bamboo sprout coat and corn husk fiber. Pulping was processed by steeping in water: the bamboo sprout coat for 12 hours and corn husk for 6 hours. Boil the sodium hydroxide to bamboo sprout coat at a ratio of 100: 1800 g. and boiling the sodium hydroxide to corn husk at a ratio of 200: 700 g. Finely chop the pulp

yield in a blender, 3 minutes for the bamboo sprout coat, and 1 minute for corn husk. Subsequently, pulp beating with the mixed pulp different ratio of bamboo sprout coat to corn husk, spread the pulp evenly to form paper. Paper desiccated in the sun. The paper was tested for the physical property of paper thickness. Testing for mechanical properties consisted of; penetration pressure resistance, tensile strength, folding broken resistance, water reflection of paper, with the paper sold in the market. The results showed that the paper from bamboo sprout coat mixed with corn husks at a ratio of 20: 80 had a thickness of 0.024 mm. 42.930 ± 3.848 N, tensile strength 44.674 ± 4.899 N, folding reduction adjustment value 733 ± 55.076 times, the water reflectivity of the paper 9.735 seconds. It was the most suitable and optimal ratio to produce a paper that applicable in the market.

Keywords: Paper from Mixed Fiber of Bamboo Sprout Coat and Corn Husk, Mechanical properties, Physical properties

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชที่สำคัญของจังหวัดปราจีนบุรีในปี พ.ศ. 2562 มีผลผลิตข้าวโพดประกอบด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 1 จำนวน 15,580 ตัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่น 2 จำนวน 1,922 ตัน [1] และจังหวัดปราจีนบุรีมีการปลูกไม้ 6 สกุล 18 ชนิด มีเนื้อที่ปลูก 21,998 ไร่ [2] ซึ่งหน่อไม้ไผ่ตงและข้าวโพดเป็นผลผลิตที่มีการบริโภคและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จำนวนมากจึงส่งผลให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หากปล่อยทิ้งไว้จะทำให้เกิดเป็นขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ถึงแม้ขยะประเภทนี้จะย่อยสลายได้เองแต่ก็ต้องใช้เวลา [3] การจัดการขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบทำให้เกิดกระบวนการหมักขยะอินทรีย์แบบไร้อากาศและเกิดก๊าซในหลุมฝังกลบ ก๊าซจากหลุมฝังกลบประกอบด้วย มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน [4] ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนจึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสม และด้วยเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพดเป็นขยะทางการเกษตรที่มีมากในจังหวัด อีกทั้งลักษณะของเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพดซึ่งมีเส้นใย โดยทั่วไปแล้วลักษณะของพืชกลุ่มนี้จะมีศักยภาพและคุณสมบัติในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษจากเส้นใยธรรมชาติ จากงานวิจัยของ อธิภัทร ไชยกาล [5] ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ตง สำหรับใช้ งานด้านคหกรรม โดยศึกษาปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในเวลาที่ต่างกัน พบว่าอัตราส่วนระหว่างเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของกระดาษและค่าการดูดซึมน้ำ มีแนวโน้มลดลง แต่ค่าความต้านทานต่อแรงดึง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และขณะที่เมื่อใช้เวลาในการต้มเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของกระดาษ ค่าการดูดซึมน้ำ และค่าความต้านทานต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สภาวะที่เหมาะสมที่สุด ในการผลิตกระดาษจากหน่อไม้ไผ่ตง คือ ต้มด้วยอัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงต่อ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1:18 กิโลกรัม และใช้เวลาในการต้ม 90 นาที ภัทราวดี คงงาม และคณะ [6] การทำกระดาษจากเปลือกข้าวโพด โดยกระดาษเปลือกข้าวโพดทุบเยื่อละเอียดจะมีความเหนียวที่สุด ลักษณะการดูดซึมน้ำได้ดี ซึ่งสามารถใช้ทำบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ใส่ของรับน้ำหนักได้ สำหรับกระดาษเปลือกข้าวโพดทุบเยื่อไม่ละเอียด ไม่มีความเหนียวของเนื้อกระดาษ ลักษณะการดูดซึมน้ำไม่ซึมน้ำ สามารถนำไปตกแต่งห่อกล่องบรรจุภัณฑ์ กาญจนา ลือพงษ์และคณะ[7] ศึกษาการเตรียมกระดาษคราฟท์ จาก ผักตบชวา ใบสับปะรด และกากกล้วย เป็นวัตถุดิบเสริม โดยใช้สารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดน้ำความเข้มข้นร้อยละ 50 และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 35 และสารกระจายเยื่อประเภทพอลิเมอร์ (Acramine 3187) โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำกระดาษ คือใช้เยื่อกากผักตบชวาร้อยละ 70 เยื่อใบสับปะรดย้อยละ 10 และเยื่อกากกล้วยร้อยละ 20 ซึ่งจะได้

กระดาษเทียบเท่ากระดาษคราฟท์ ประเภท KI เหมาะสำหรับนำไปใช้งานเป็นกล่องสินค้าเพื่องานบรรจุภัณฑ์ จากการศึกษาข้อมูลที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด และศึกษาสมบัติของกระดาษ ความหนาของกระดาษ การสะท้อนน้ำ แรงดันทะลุ ความเสียดทานแรงดึง ความต้านทานการหักพับ และการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพด เพื่อให้ได้กระดาษที่สามารถใช้งานได้หลากหลาย และยังรักษาสิ่งแวดล้อมโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาศักยภาพทางกลและสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพด และศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพดมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 การเตรียมเยื่อกระดาษ

เปลือกหน่อไม้ไฟแดงตัดให้ได้ขนาดประมาณ 4-5 นิ้ว นำไปแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน นำไปล้างทำความสะอาด และนำมาต้มที่อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเปลือกหน่อไม้ 100 : 1800 กรัม ใช้น้ำในปริมาณ 1 ลิตร ต้มเยื่อเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงในส่วนเปลือกข้าวโพดจะตัดให้ได้ขนาดประมาณ 4-5 นิ้ว นำไปแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน นำไปล้างทำความสะอาด นำมาต้มที่อัตราส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อเปลือกข้าวโพด 200 : 700 กรัม ใช้น้ำในปริมาณ 1 ลิตร ต้มเยื่อเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาทำการล้างเยื่อของเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพดจนเมือกหมด เยื่อที่ได้จะมีลักษณะดังรูปที่ 1



a) เยื่อเปลือกหน่อไม้ไฟแดง



b) เยื่อเปลือกข้าวโพด

รูปที่ 1 ลักษณะเยื่อที่ผ่านการต้ม

2.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปกระดาษ

นำเยื่อเปลือกหน่อไม้ไฟแดงที่ผ่านการต้มไปปั่นเป็นระยะเวลา 3 นาที และเปลือกข้าวโพดผ่านการต้มไปปั่นเป็นระยะเวลา 1 นาที นำเยื่อทั้งสองชนิดที่ได้จากการต้มนำมาผสมในอัตราส่วนต่างๆ และจะได้ปริมาณในการผสมต่อครั้งเท่ากับน้ำหนัก 100 กรัม เทเยื่อผสมลงตีเยื่อให้ทั่วเฟรมตาข่ายจนได้ความหนาสม่ำเสมอ แสดงดังรูปที่ 2 นำกระดาษที่ได้ไปตากแดดจนแห้ง ดังรูปที่ 3 อัตราส่วนการผสมเส้นใยเปลือกหน่อไม้ไฟแดงและเปลือกข้าวโพดมีอัตราส่วนผสม ดังนี้ 1)100:0 2)0:100 3)50:50 4)60:40 5)40:60 6)80:20 7)20:80



a) ผสมเชื้ออัตราส่วนต่างๆ



b) เทเชื้อลงแม่พิมพ์

รูปที่ 2 วิธีการเทเชื้อให้ทั่วเฟรมตาข่าย



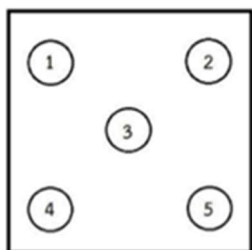
รูปที่ 3 ลักษณะกระดาษที่ได้เมื่อแห้งสนิท

2.3. ทดสอบสมบัติของกระดาษ

กระดาษที่ได้จากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพดในแต่ละอัตราส่วนจะถูกนำมาทดสอบสมบัติทางกล สมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย

2.3.1 ทดสอบความหนาของกระดาษ โดยตัดกระดาษออกเป็น 3 ชิ้น แล้ววัดจุดต่างๆ จำนวนทั้งหมด 12 จุด โดยใช้ไมโครคาลิเปอร์ ยี่ห้อ Mitutoyo มาวัดความหนาของกระดาษในจุดต่างๆ

2.3.2 ทดสอบการสะท้อนน้ำ ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T411 ทำการทดสอบด้วยดรอปปเปอร์ หยดน้ำปริมาณ 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนชิ้นทดสอบ 5 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 4 โดยทำการจับเวลาแต่ละตำแหน่ง



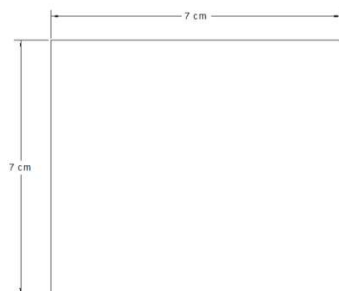
a) ขนาดชิ้นงานและจุดในการทดสอบการสะท้อนน้ำ



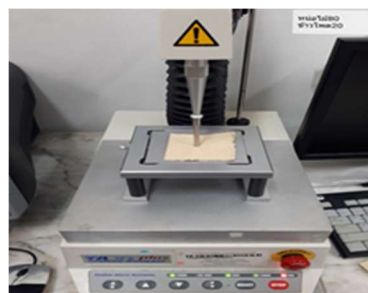
b) หยดน้ำลงบนชิ้นงาน

รูปที่ 4 จุดในการทดสอบการสะท้อนน้ำของกระดาษ

2.3.3 ทดสอบแรงดันทะลุ ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T403 โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (TA.XT and Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, England) ชิ้นงานทดสอบขนาด 7 x 7 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่นในแต่ละอัตราส่วน แสดงดังรูปที่ 5



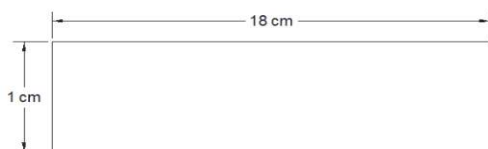
a) ขนาดชิ้นงานในการทดสอบแรงดันทะลุ



b) การทดสอบแรงดันทะลุ

รูปที่ 5 การทดสอบแรงดันทะลุ

2.3.4 ทดสอบความเสียดทานแรงดึง ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T404 โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส TA.XT and Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, England) ตัดกระดาษให้มีลักษณะความกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร ตัวอย่างละ 3 ชิ้น แสดงดังรูปที่ 6



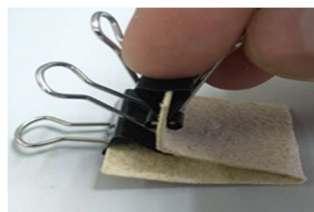
a) ขนาดชิ้นงานในการทดสอบแรงดึง



b) การทดสอบแรงดึง

รูปที่ 6 การทดสอบแรงดึงชิ้นงาน

2.3.5 ทดสอบความต้านทานการหักพับ ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T511 om-94 โดยตัดกระดาษให้มีลักษณะความกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น ทำการจับคลิปหนีบกระดาษส่วนหัวไปชนส่วนท้าย และนำส่วนท้ายไปชนส่วนหัว ทำจนกระดาษขาด แสดงดังรูปที่ 7



a) ขนาดชิ้นงานในการทดสอบการหักพับ

b) หักพับชิ้นงานจนเกิดรอยฉีกขาด

รูปที่ 7 วิธีทดสอบความต้านทานการหักพับ

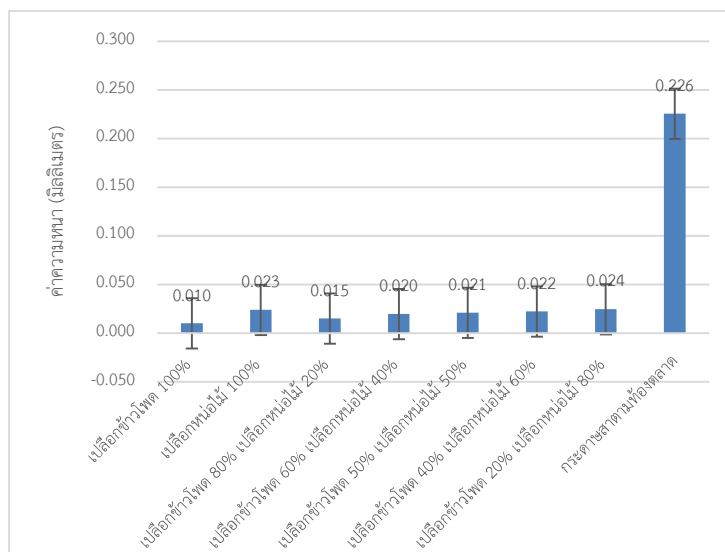
2.4. การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ การคำนวณผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณโดยใช้ปริมาณขยะอินทรีย์คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ซึ่งมีหน่วยเป็น kgCO_2e โดยในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้ค่า Emission Factor = $0.38 \text{ tonneCO}_2/\text{tonnewaste}$ [8]

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบความหนาของกระดาษ

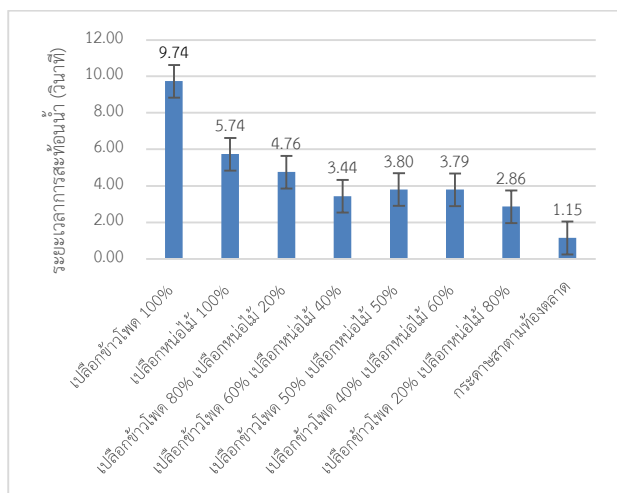
ความหนาของกระดาษในแต่ละอัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังรูปที่ 8 พบว่ากระดาษสาตามท้องตลาดมีความหนามากที่สุดคือ 0.226 ± 0.168 และเปลือกหน่อไม้ 80% เปลือกข้าวโพด 20% เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาที่สุดในทุกอัตราส่วนเนื่องจากมีส่วนผสมของเส้นใยหน่อไม้ที่มีลักษณะเส้นใยที่หนาและยาว มีความหนาเท่ากับ 0.024 ± 0.004 มิลลิเมตร ซึ่งมีความหนาน้อยกว่ากระดาษสา คิดเป็นร้อยละ 89.4



รูปที่ 8 ค่าความหนาของกระดาษ

3.2 การทดสอบการสะท้อนน้ำ

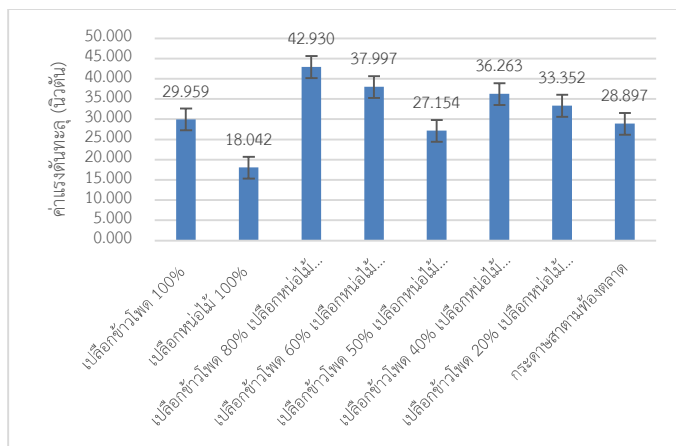
การดูดซึมน้ำของกระดาษที่อัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังรูปที่ 9 พบว่าทุกอัตราส่วนมีค่าการสะท้อนน้ำมากกว่ากระดาษสาตามท้องตลาดและเปลือกหน่อไม้ 100% มีค่าการสะท้อนน้ำมากเนื่องจากการดูดซึมน้ำได้น้อย เส้นใยเปลือกหน่อไม้มีขนาดที่หนาใหญ่และไม่มีความละเอียดเท่าเส้นใยเปลือกข้าวโพด ค่าการสะท้อนน้ำ เท่ากับ 9.735 ± 2.500 วินาที



รูปที่ 9 ค่าการสะท้อนน้ำของกระดาษ

3.3 การทดสอบแรงดันทะลุ

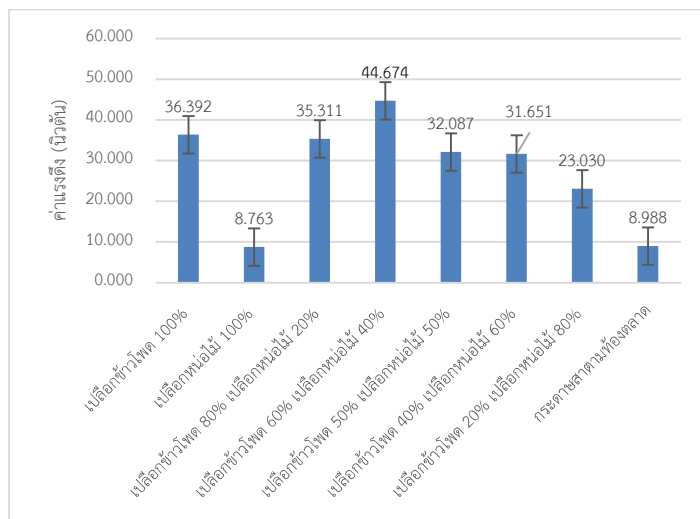
แรงดันทะลุของกระดาษในอัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังรูปที่ 10 พบว่ากระดาษที่ทำจากเส้นใยเปลือกข้าวโพดผสมเปลือกหน่อไม้ ในอัตราส่วน 80:20 สามารถทนต่อแรงดันทะลุได้มากที่สุด เนื่องจากกระดาษมีความหนาและเส้นใยเปลือกข้าวโพดและเส้นใยเปลือกหน่อไม้ช่วยให้ยึดเกาะได้ดี ความเหนียวของกระดาษที่ข้าวโพดจะช่วยเพิ่มสมบัติในการยึดเกาะของเส้นใยระหว่างหน่อไม้และข้าวโพดได้มากขึ้น และจากการทดสอบสามารถนำไปแปรรูปเป็นภาชนะเพื่อรองรับแรงดันที่กระทบลงบนพื้นผิวของกระดาษได้เหมาะสมมีค่าทดสอบแรงดันทะลุของกระดาษเท่ากับ 42.930 ± 3.848 นิวตัน ซึ่งมีค่าแรงดันทะลุมากกว่ากระดาษสาคิดเป็นร้อยละ 48.56



รูปที่ 10 ค่าการทดสอบแรงดันของกระดาด

3.4 การทดสอบแรงดึง

แรงดึงของกระดาดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังรูปที่ 11 พบว่ากระดาดในทุกอัตราส่วนมีแรงดึงทะลุมากกว่า กระดาดสดตามห้องตลาด ยกเว้นกระดาดเลือกหัวโพด 100% กระดาดที่ทำจากเส้นใยเลือกหัวโพดผสมเลือกหัวโพด 100% ในอัตราส่วน 60:40 อัตราส่วนนี้มีค่าแรงดึงมากที่สุดเนื่องจากเส้นใยของหัวโพดผสมบดในการเพิ่มความเหนียว การขึ้นรูปของกระดาดและเส้นใยหัวโพดไม่มีขนาดใหญ่ หนา และยาว การผสมรวมเส้นใยทั้งสองจึงเป็นการเพิ่มสมบัติความเหนียวของกระดาดทำให้กระดาดต้านทานแรงดึงได้มากเท่ากับ 44.674 ± 4.899 นิวตัน ซึ่งมีค่าต้านทานแรงดึงมากกว่ากระดาดสดเป็นร้อยละ 397.04

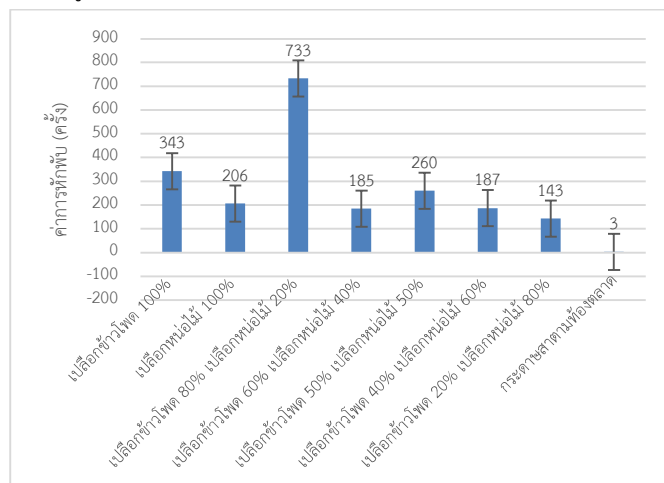


รูปที่ 11 ค่าการทดสอบแรงดึงของกระดาด

3.5 ทดสอบความต้านทานการหักพับ

การหักพับของกระดาดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังรูปที่ 12 พบว่ากระดาดในอัตราส่วนต่างๆ มีความต้านทานการหักพับมากกว่ากระดาดสด กระดาดที่ทำจากเส้นใยเลือกหัวโพดผสมเลือกหัวโพด 100% ในอัตราส่วน 80:20 มีค่าการหักพับสูง

ที่สุด ส่วนกระดาษจะมีความต้านทานการหักพับสูงขึ้นหากผสมเส้นใยเปลือกข้าวโพด เนื่องจากเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดมีความละเอียดและสั้นทำให้การยึดเกาะที่สูง มีค่าเท่ากับ 733 ± 55.076 ครั้ง



รูปที่ 12 ค่าการทดสอบความต้านทานการหักพับของกระดาษ

3.6 ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพด

จากการสอบถามเกษตรกรถึงปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องทิ้งต่อผลผลิต พบว่าหน่อไม้ 1 กิโลกรัมจะเหลือเปลือกหน่อไม้ให้ทิ้ง 0.3 กิโลกรัม และข้าวโพด 1 กิโลกรัมจะเหลือเปลือกข้าวโพดให้ทิ้ง 0.3 กิโลกรัม ซึ่งคิดจากจำนวนผลผลิตต่อปีจำนวนขยะมูลฝอยเปลือกหน่อไม้ที่ต้องทิ้ง 22,893.3 ตัน และเปลือกข้าวโพด 5,250.6 ตัน ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 28,143.9 ตันต่อปี ซึ่งสามารถปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 10,694.7 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันขยะอินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย	ปริมาณขยะมูลฝอย (tonne/year)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (tonneCO ₂ /tonne _{waste})
เปลือกหน่อไม้ไม่แดง	22,893.3	8,699.5
เปลือกข้าวโพด	5,250.6	1,995.2
รวม	28,143.9	10,694.7

4. อภิปรายผลการทดลอง

การผลิตกระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพดสามารถใช้งานได้เทียบเท่ากระดาษสาตามท้องตลาด และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา ลือพงษ์และคณะ [7] การเตรียมกระดาษคราฟท์จากผักตบชวา ใบสับปะรด และกากกล้วย ซึ่งกระดาษที่ได้สามารถประยุกต์ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเป็นการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพดช่วยลดขยะทางเกษตรจะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนเยื่อไม้ในการผลิตกระดาษ และช่วยลดผลกระทบจากปัญหาการฝังกลบขยะอินทรีย์ กระดาษเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด ในอัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ 20% เปลือกข้าวโพด 80% เป็นกระดาษที่มีความหนาที่น้อยกว่ากระดาษสาตามท้องตลาดแต่จะมีการสะท้อนน้ำ การต้านทานแรงดันทะลุ การต้านทานแรงดึง การต้านทานการหัก

พบว่าดีกว่ากระดาษสาตามท้องตลาดมาก เนื่องจากเส้นใยของข้าวโพดมีสมบัติในการเพิ่มความเหนียว[9] การขึ้นรูปของกระดาษ และเส้นใยหน่อไม้มีขนาดใหญ่ หนา และยาว [10] การผสมรวมเส้นใยทั้งสองจึงเป็นการเพิ่มสมบัติของกระดาษให้มีความเหมาะสม และดีที่สุดในการนำมาผลิตกระดาษที่สามารถใช้ในท้องตลาดได้ หากมีการนำเปลือกหน่อไม้ผึ่ง และเปลือกข้าวโพดที่เป็นขยะทางการเกษตรมาใช้ผลิตกระดาษอย่างเหมาะสมจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการฝังกลบขยะอินทรีย์ เท่ากับ 10,694.7 tonneCO₂/tonne_{waste}

5. สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด และศึกษาสมบัติของกระดาษด้าน ความหนาของกระดาษ การสะท้อนน้ำ แร่งดันทะลุ ความเสียดทานแรงดึง ความต้านทานการหักพับ และการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดเปลือกหน่อไม้และเปลือกข้าวโพด เพื่อให้ได้กระดาษที่สามารถใช้งานได้หลากหลาย และยังรักษาสีแวดล้อมโดยการนำกลับมาขยะทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ พบว่ากระดาษจากเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพดในอัตราส่วน 20 : 80 มีค่าความหนาที่ 0.024 มิลลิเมตร ค่าความต้านแรงดันทะลุ 42.930±3.848 นิวตัน ค่าความต้านแรงดึง 44.674±4.899 นิวตัน ค่าความต้านทานการหักพับ 733±55.076 ครั้ง ค่าการสะท้อนน้ำของกระดาษ 9.735 วินาที ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมและดีที่สุดในการนำมาผลิตกระดาษที่สามารถใช้ในท้องตลาดได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มจพ. วิทยาเขตปราจีนบุรี ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณชรัช จินสลุต ประวีณา บำรุงจิตต์ และอัครนาวัน บ่อทองในการวิเคราะห์ข้อมูล

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of Agricultural Economics. (2021, March 23). Prachinburi, maize [Online]. Available: <http://mis-app.oae.go.th/product/ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์>
- [2] S. Chaipong, “Quantity Bamboo Production on Demand of Bamboo Production’ OTOP In Prachinburi Province,” *Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci*, vol. 21, no. 1, pp. 245–254, 2020.
- [3] Eco-friendly compost bin turns waste into benefits. (2021, March 29). Magazine to save the world green network [Online]. Available: <https://www.greennetworkthailand.com>
- [4] W. Sonklin, “Biological Methane Removal in Landfill Cover Soil,” *Naresuan University Engineering Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2010.
- [5] T. Chaiyakarn, “Study of Mixture Ratio for Paper Production from Bamboo Shoot Bark,” *Bachelor of Industry Thesis Department of Agricultural Machinery Technology Graduate, King Mongkut’s University of Technology North Bangkok*, 2013.
- [6] P. Thongngam, P. Jedeeyod and W. Vongthep, “Handmade Corn Husk Paper for Environmental Packaging”, (2021, March 1). Journal Kaewpanya Magazine (E-book) [Online]. Available: <https://bala.rmutl.ac.th/news/13078-2020-02-19>

- [7] K. Luepong, N. Sasithon and K. Manarungwit, “Kraft Paper Preparation from Water Hyacinth, Pineapple Leaves and Leaf Sheath of Banana Tree”, *RMUTP Research Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 15–22, 2017.
- [8] W. Markphan and S. O-Thong, “Greenhouse Gas Emissions from Municipal Solid Waste Management Case Study: Nakhon Si Thammarat Municipality Landfill,” *Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, vol. 28, no. 11, pp. 2064–2073, 2020.
- [9] P. Wangwan, W. Tamthong and S. Kraisuwan, “Fibrous Webs from Corn Husks”, *In Proceeding of The 55th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart University, Thailand*, pp. 969–976, 2017. (In Thai)
- [10] S. Thepjung and C. Ruangviriyachai, “Optimum Condition of Hydrolysis of Bamboo Shoots Shell by Dilute Sulfuric Acid Using Response Surface Methodology for Glucose Production”, *In Proceeding of The National and International Graduate Research Conference 2016, Khon Kaen University, and Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia, Thailand*, pp. 267–276, 2016. (In Thai)