http://journal.rmutp.ac.th/

การเตรียมกระดาษคราฟท์จากผักตบชวา ใบสับปะรด และกาบกล้วย

กาญจนา ลือพงษ์* นงนุช ศศิธร และ เกษม มานะรุ่งวิทย์

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
517 ถนนนครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

รับบทความ 5 กรกฎาคม 2016; ตอบรับบทความ 18 กันยายน 2016

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ของผักตบชวาสำหรับเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตกระดาษร่วมกับวัตถุดิบที่เหลือใช้ทางการเกษตรเช่นใบสับปะรด และกาบกล้วย ในการเตรียมเยื่อกระดาษใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที และเพิ่มคุณสมบัติด้านการกระจายเยื่อด้วย อะคารามีน 3187 เข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ก่อนนำไปขึ้นรูปกระดาษและทดสอบความแข็งแรงของกระดาษที่ได้เทียบกับประเภทของกระดาษคราฟท์ จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำกระดาษคือใช้เยื่อก้านผักตบชวาร้อยละ 70 เยื่อใบสับปะรดร้อยละ 10 และเยื่อกาบกล้วยร้อยละ 20 ได้กระดาษที่มีความต้านทานแรงดันทะลุ 31.10 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ความคงทนต่อแรงฉีกขาด 309.17 มิลลินิวตัน และความหนา 0.49 มิลลิเมตร กระดาษที่ได้มีน้ำหนักมาตรฐาน 183±5 กรัมต่อตารางเมตร เทียบเท่ากระดาษคราฟท์ประเภท KI กระดาษที่ได้นี้เหมาะสำหรับนำไปใช้งานเป็นกล่องสินค้าเพื่องานบรรจุภัณฑ์และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

คำสำคัญ : ผักตบชวา; ใบสับปะรด; กาบกล้วย; กระดาษคราฟท์ KI; กล่องบรรจุภัณฑ์

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 9994 5959, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: kanchana.l@rmutp.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Kraft Paper Preparation from Water Hyacinth, Pineapple Leaves and Leaf Sheath of Banana Tree

Kanchana Luepong* Nongnut Sasithorn and Kasem Manarungwit

Faculty of Industrial Textile and Fashion Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
517 Nakhon Sawan Road, District Chitralada, Dusit, Bangkok, 10300

Received 5 July 2016; accepted 18 September 2016

Abstract

This research had a main purpose for studying the utilization of water hyacinth as the key component of paper production mixed with the agricultural waste as pineapple leaves and leaf sheath of banana tree. The paper pulps were prepared from 5 g/l NaOH at 90-95°C for 3 hours, then bleaching with 5 g/l Hydrogen peroxide at 90-95°C for 30 minutes. The whole pulps were detached improvement with 5g/l Acramine 3187 before paper establishment production. Finally, the strength of obtaining papers was consideration and competition to any craft paper type. As the results, the appropriate ratio of paper was 70% water hyacinth (stem), 10% pineapple leaves, and 20% leaf sheath of banana tree. It had 31.10 kN/m^2 for bursting strength, tearing strength as 309.17 mN, and 0.49 mm thickness. The basis weight was 183±5 g/m^2. The achieved paper was equivalent as KI craft paper. It was presented for packaging boxes and other procedures.

Keywords : Water Hyacinth; Pineapple Leaves; Leaf Sheath of Banana Tree; Craft Paper Type KI; Packaging Boxes

** Corresponding Author. Tel.: +668 9994 5959, E-mail Address: kanchana.l@rmutp.ac.th*

1. บทนำ

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำประเภทหนึ่งแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วจนกลายเป็นปัญหาต่อระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เช่น การกีดขวางทางเดินเรือ ปิดกั้นทางระบายน้ำ ขัดขวางการสังเคราะห์แสงและการส่องผ่านของแสงอาทิตย์ลงไปยังสิ่งมีชีวิตใต้น้ำ ผักตบชวาสามารถนำมาใช้งานในหลายรูปแบบได้แก่ การนำผักตบชวาแห้งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมประเภทต่างๆ เช่น ของชำร่วย ตะกร้า และกระเป๋า [1]-[3] และเมื่อมีการศึกษาถึงสมบัติทางเคมีของผักตบชวา พบว่าผักตบชวาเป็นพืชประเภทหนึ่งที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบจึงทำให้มีการวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างมากมายเพื่อจะนำผักตบชวาไปใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น เช่นนำไปบดและผสมเป็นอาหารสัตว์ [4] ทำเป็นเรซินสำหรับการบำบัดน้ำเสียทั้งในส่วนครัวเรือน หรือในภาคอุตสาหกรรมได้แก่ อุตสาหกรรมการย้อมสี เป็นต้น [5]-[6] และการนำไปแปรรูปเป็นกระดาษ [7] สำหรับการใช้งานในด้านต่างๆ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ

สำหรับอุตสาหกรรมกระดาษเป็นอุตสาหกรรมหลักหนึ่งของประเทศ มีปริมาณความต้องการใช้งานที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการใช้งานภายในประเทศในรูปแบบกระดาษสำหรับงานเขียน กระดาษเพื่องานบรรจุภัณฑ์ งานหัตถกรรมและอื่นๆ ปัจจุบันมีการใช้เยื่อไม้ทั้งจากไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต แต่สถานการณ์ปัจจุบันพบว่าไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนมีจำนวนลดลงอย่างมาก ในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการนำวัชพืชเช่นผักตบชวาและเศษวัสดุจากพืชที่เหลือทิ้งมาทำการแปรรูป และใช้เป็นเยื่อสำหรับการเตรียมกระดาษเพื่อใช้งานโดยมุ่งเน้นในการทำเป็นกระดาษสำหรับผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น กระดาษคราฟท์ (Craft Paper) ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงฉีกขาด และแรงดึง [8] กระดาษคราฟท์มีหลายชนิด ได้แก่ กระดาษคราฟท์ KS มีน้ำหนักมาตรฐาน 170 กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับกล่องที่เน้นความสวยงาม และใช้สำหรับกล่องเครื่องใช้ไฟฟ้า กระดาษคราฟท์ KA มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับกล่องเฟอร์นิเจอร์ กระดาษคราฟท์ KI มีน้ำหนักมาตรฐาน 185 กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับกล่องสินค้าหรืองานบรรจุภัณฑ์ทั่วไป เช่น กล่องอาหารสำเร็จรูป กระดาษคราฟท์ KP น้ำหนักมาตรฐาน 275 กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับกล่องสินค้าส่งออก กระดาษคราฟท์ KT มีน้ำหนักมาตรฐาน 150 กรัมต่อตารางเมตร ใช้สำหรับสินค้าส่งออก กระดาษคราฟท์ CA น้ำหนักมาตรฐาน 105 กรัมต่อตารางเมตร ใช้ทำลอนลูกฟูก เป็นต้น

แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผักตบชวามีปริมาณเยื่ออยู่น้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีการหาพืชชนิดอื่นเข้ามาช่วยในการเพิ่มเยื่อให้กับกระดาษ ได้แก่ ใบสับปะรด และกาบกล้วย พืชเหล่านี้สามารถเพิ่มเยื่อให้กับกระดาษจากผักตบชวาได้ แต่การใช้ใบสับปะรดและกาบกล้วยเพียงอย่างเดียว ทำให้กระดาษที่ได้มีผิวสัมผัสที่แข็งกระด้าง [9] ดังนั้นเพื่อให้ได้กระดาษที่มีคุณภาพดี มีปริมาณเยื่อที่สูง และเหมาะกับการใช้งาน ในการวิจัยนี้จึงศึกษาการหาองค์ประกอบที่เหมาะสมในการขึ้นรูปกระดาษเพื่อให้กระดาษมีความแข็งแรง และนำไปใช้ประโยชน์เพื่อผลิตกระดาษคราฟท์สำหรับใช้ในงานบรรจุภัณฑ์

2. วิธีการศึกษา

2.1 วัตถุดิบและสารเคมี

2.1.1 วัตถุดิบหลักในการศึกษาได้แก่ก้านผักตบชวาพันธุ์ก้านยาว (WH) อายุประมาณ 5-6 เดือน จากจังหวัดนครปฐม ใบสับปะรดพันธุ์นางแล (PN) อายุ 10-12 เดือน และกาบกล้วยน้ำว้า (BA) อายุ 4-5 เดือน จากจังหวัดราชบุรี วัตถุดิบทั้งหมดนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดความยาวไม่เกิน 1 นิ้ว นำไปอบแห้งในตู้อบ (Hot Air Oven, GPC Medical Ltd.) ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส จนวัตถุดิบแห้งสนิทก่อนนำไปใช้งาน

2.1.2 สารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดน้ำ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 50 และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้นร้อยละ 35 และสารกระจายเยื่อประเภทพอลิเมอร์ (Acramine 3187) สารเคมีทั้งหมดได้จากบริษัทบุญทวีเคมีภัณฑ์

2.2 อัตราส่วนวัตถุดิบต่อสมบัติของกระดาษ

ในการศึกษากำหนดให้ผักตบชวาเป็นอัตราส่วนผสมหลัก และใช้ใบสับปะรดและกาบกล้วยเป็นตัวเสริมคุณลักษณะตามที่ต้องการ เริ่มจากนำวัตถุดิบตามอัตราส่วนที่กำหนดในตารางที่ 1 แช่น้ำค้างคืน ให้วัตถุดิบมีผิวที่ชุ่มน้ำและสารเคมีสามารถแทรกซึมเข้าไปยังผิวภายในได้สะดวก เป็นการลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการเตรียมเยื่อกระดาษได้ส่วนหนึ่ง

ตารางที่ 1 อัตราส่วนวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ

ลำดับ	WH (%)	PN (%)	BA (%)
1	100	-	-
2	-	100	-
3	-	-	100
4	70	10	20
5	70	15	15
6	70	20	10

การเตรียมเยื่อกระดาษเริ่มจากการต้มวัตถุดิบด้วย NaOH 5 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ล้างทำความสะอาด และฟอกเยื่อด้วย H_2O_2 5 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 90–95 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ล้างทำความสะอาดอีกครั้งก่อนเติมสารกระจายเยื่อประเภทพอลิเมอร์ (Acramine 3187) 5 กรัมต่อลิตร เพื่อให้เยื่อเกิดการกระจายตัวได้ดี และสม่ำเสมอในขั้นตอนการช้อนเยื่อ นำวัตถุดิบทั้งหมดปั่นรวมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสม (Homomixer, K+Z Coorperation) จากนั้นนำไปร่อนเยื่อ ขึ้นรูปกระดาษบนเฟรมไม้ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร และผึ่งกระดาษให้แห้ง ก่อนนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

2.3 การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพกระดาษ

เพื่อให้ได้คุณภาพกระดาษตามมาตรฐานที่ต้องการ นำกระดาษที่เตรียมได้ไปทดสอบความคงทนต่อการฉีกขาด (Tearing Strength Test) ด้วยเครื่องทดสอบ Elmendorf Tearing Tester 1653 ตามมาตรฐาน ASTM D 5734-95 และความต้านทานต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength Test) เครื่องทดสอบความต้านแรงดันทะลุ SDL รุ่น 229B ตามมาตรฐาน ASTM 3786-01 นอกจากนี้ยังทดสอบความหนากระดาษ (Thickness Test) ด้วยเครื่องวัดความหนา (Teclock Digital Thickness Gauge) รุ่น SMD-565 และหาน้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight) ตามมาตรฐาน ISO 536 เทียบกับกระดาษคราฟท์ประเภทต่างๆ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาหาอัตราส่วนผสมเพื่อขึ้นรูปกระดาษเพื่อนำไปทำกระดาษคราฟท์จำเป็นต้องทราบถึงลักษณะของวัตถุดิบแต่ละประเภทเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

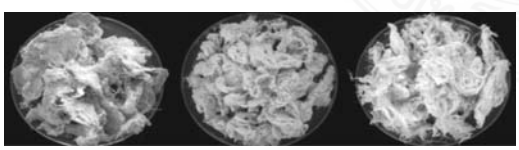
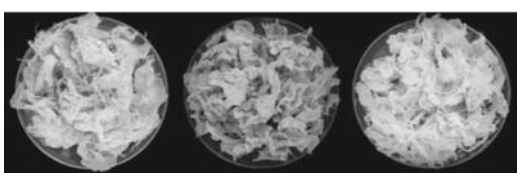
3.1 ปริมาณเส้นใยที่เหลือจากกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

ปริมาณเส้นใยที่เหลือจากกระบวนการต้มเยื่อและการฟอกขาวเป็นข้อมูลหลักสำหรับการศึกษาลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุดิบ และทำนายลักษณะของกระดาษที่ได้จากการผลิต ในการศึกษาจะใช้เยื่อผักตบชวาเป็นวัตถุดิบหลัก ผลการศึกษามีดังนี้

การใช้ NaOH เป็นการปรับค่าสารละลายในกระบวนการแยกเส้นใยให้เป็นด่างเพื่อให้เส้นใย เพิ่มสมบัติด้านการดูดซับน้ำได้ดีขึ้น ทำให้อนุภาคต่างๆ เช่น

เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน เถ้า และขี้ผึ้ง ที่ประกอบอยู่ภายในวัตถุดิบเกิดการแยกออกจากเส้นใยเป็นเส้นใยเดี่ยวและสลายสารต่างๆ ที่มีอยู่ในพืชออกไป เมื่อผ่านขั้นตอนการแยกเส้นใยพบว่าปริมาณเส้นใย ที่สูญเสียไปในระหว่างกระบวนการสูงมากถึงร้อยละ 90-95 โดยใบสับปะรดมีร้อยละการคงเหลือของเส้นใยมากที่สุด ส่วนก้านผักตบชวาและกาบกล้วยมีร้อยละการคงเหลือที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาผลจากองค์ประกอบทางเคมีพบว่าก้านผักตบชวา ใบสับปะรด และกาบกล้วยประกอบไปด้วยเซลลูโลสคิดเป็นร้อยละ 43, 67 และ 31 ตามลำดับ [9] - [11] จึงส่งผลให้ใบสับปะรด มีร้อยละการคงเหลือมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าผนังเซลล์และก็เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำปฏิกิริยา โดยใบสับปะรดมีความหนาผนังเซลล์มากที่สุด คือ 8.3 ไมโครเมตร กาบกล้วย 1.2 ไมโครเมตร และก้านผักตบชวา 0.7 ไมโครเมตร [12] ดังนั้นเมื่อผ่านการทำปฏิกิริยาจึงทำให้ร้อยละการคงเหลือของน้ำหนักกาบกล้วยและก้านผักตบชวามีค่าที่ใกล้เคียงกันแม้ว่าผักตบชวาจะมีปริมาณเซลลูโลสสูงกว่ากาบกล้วยก็ตาม

ตารางที่ 2 ร้อยละน้ำหนักของวัตถุดิบคงเหลือ (Weight Remained)

ผักตบชวา (ร้อยละ)	สับปะรด (ร้อยละ)	กาบกล้วย (ร้อยละ)
ต้มเยื่อ		
		
4.5	10.0	5.4
ฟอกเยื่อ		
		
56.0	60.0	38.0

ในการต้มเยื่อด้วย NaOH ทำให้เยื่อกระดาษที่ได้มีความคล้ำเนื่องจากการทำปฏิกิริยาของด่างที่เกิดขึ้น (Alkaline Darkening) จึงนำเยื่อที่ได้ทั้งหมดไปฟอกเยื่อด้วย H_2O_2 เพื่อเพิ่มค่าความขาว และป้องกันไม่ให้สร้างเม็ดสีของเยื่อกระดาษในสภาวะด่าง อีกทั้งเป็นการทำให้ลิกนินที่อยู่ในเส้นใยพืชเกิดการแตกตัวและเปลี่ยนโครงสร้างทำให้เส้นใยมีความขาวขึ้น ปฏิกิริยาการฟอกเยื่อเป็นดังนี้ [9]

$$H_2O_2 + OH^- \longrightarrow OOH^- + H_2O$$

ผลการฟอกเยื่อพบว่าร้อยละการคงเหลือน้ำหนักของใบสับปะรดมีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60 ก้านผักตบชวาร้อยละ 55 และกาบกล้วยร้อยละ 40 ตามลำดับ เนื่องจากองค์ประกอบของลิกนินในโครงสร้างกาบกล้วยสูงที่สุดถึงร้อยละ 16 ในขณะที่ก้านผักตบชวาร้อยละ 12 และใบสับปะรดมีเพียงร้อยละ 4 ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับปฏิกิริยาในการฟอกขาวเยื่อด้วย H_2O_2

หลังจากผ่านกระบวนการแยกเยื่อและฟอกเยื่อจะได้เยื่อจากก้านผักตบชวาที่มีการกระจายตัวและความกระด้างปานกลาง เยื่อจากใบสับปะรดมีความกระด้างสูงและการกระจายตัวต่ำ ส่วนเยื่อจากกาบกล้วยให้การกระจายตัวที่ดีที่สุด เยื่อที่ได้มีความฟู และอ่อนนุ่มเกาะกันเป็นร่างแห

3.2 สมบัติของกระดาษ

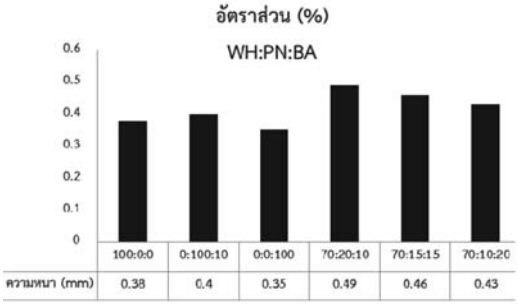
เยื่อกระดาษที่ได้หลักจากการแยกเยื่อและฟอกเยื่อนำมาปั่นและกระจายเยื่อก่อนนำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษเพื่อนำมาศึกษาสมบัติของกระดาษที่ได้ตามกระบวนการที่กำหนด และในอัตราส่วนต่างๆ ได้ผลการศึกษาดังนี้

สมบัติความต้านทานแรงดันทะลุ และความคงทนของการฉีกขาดของกระดาษเป็นวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของกระดาษที่สามารถต้านแรงกระทำในแนวระนาบ (ความต้านทานแรงดันทะลุ) และแนว

ตั้งฉาก (ความคงทนต่อการฉีกขาด) ที่กระทำบนแผ่นกระดาษ โดยกระดาษที่ได้จากกล้วยมีความต้านทานแรงดันทะลุมากที่สุด 25.50 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร สับปะรด 23.60 กิโลนิวตันต่อตารางเมตรและผักตบชวา 21.20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ซึ่งสอดคล้องกับความคงทนต่อการฉีกขาดพบกระดาษจากกล้วยมีความคงทนต่อแรงฉีกขาดมากที่สุด 263 มิลลินิวตัน สับปะรด 246 มิลลินิวตัน ผักตบชวา 235 มิลลินิวตัน และเมื่อนำวัตถุดิบทั้งหมดผสมกันในอัตราส่วนที่กำหนด เห็นได้ว่ากระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของกล้วยที่สูงจะให้ความแข็งแรงทั้ง 2 ด้านอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และลดน้อยลงเมื่ออัตราส่วนผสมลดน้อยลง เนื่องจากในองค์ประกอบของกาบกล้วยมีเฮมิเซลลูโลสอยู่ร้อยละ 15 ในขณะที่ก้านผักตบชวา มีอยู่ร้อยละ 8 และใบสับปะรด ร้อยละ 10 เฮมิเซลลูโลสเป็นโครงสร้างอสัณฐาน (Amorphous) ที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งในเส้นใยพืชมีความสามารถในการพองตัวและอุ้มน้ำได้ดี เมื่อเส้นใยผ่านกระบวนการแยกเยื่อและฟอกเยื่อทำให้ผิวเส้นใยแตกออกเป็นไมโครไฟบริล เฮมิเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ไมโครไฟบริลระหว่างเส้นใยเกิดการประสานกันได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน [12] เส้นใยใดๆ ที่มีส่วนประกอบเฮมิเซลลูโลสที่สูงจะทำให้กระดาษที่เตรียมได้มีความแข็งแรงมากขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 3 ความแข็งแรงของกระดาษ

อัตราส่วน (ร้อยละ) WH:PN:BA	ความต้านทานแรงดันทะลุ (กิโลนิวตันต่อตารางเมตร)	ความคงทนต่อแรงฉีกขาด (มิลลินิวตัน)
100:0:0	21.20	235.02
0:100:0	23.60	246.00
0:0:100	25.50	263.05
70:20:10	27.30	279.22
70:15:15	28.40	280.50
70:10:20	31.10	309.17



รูปที่ 1 ความหนาของกระดาษ

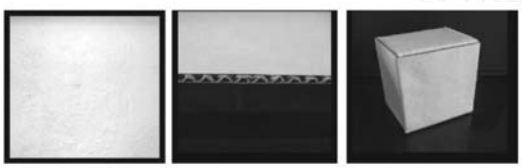
จากนั้นนำกระดาษทั้งหมดไปทดสอบความหนาของกระดาษ พบว่าลักษณะเฉพาะตัวของเส้นใยแต่ละประเภทส่งผลต่อความหนากระดาษดังแสดงในรูปที่ 1

จากรูปที่ 1 เห็นได้ว่ากระดาษที่ได้จากเส้นใยสับปะรดมีความหนามากที่สุด 0.40 มิลลิเมตร ผักตบชวา 0.38 มิลลิเมตร และเส้นใยกล้วย 0.35 มิลลิเมตร เนื่องจากสับปะรดมีโครงสร้างใบที่แข็งแรงเมื่อผ่านการต้มเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จึงมีปริมาณเยื่อคงเหลือค่อนข้างมาก ในขณะที่ผักตบชวาและกล้วยโครงสร้างทางกายภาพมีความอ่อนนุ่มมากกว่า ดังนั้นเมื่อนำวัตถุดิบทั้งหมดผสมกันในอัตราส่วนที่กำหนดจึงเห็นได้ว่ากระดาษที่มีส่วนผสมของสับปะรดมากจะมีความหนามากและความหนาของกระดาษจะลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมของสับปะรดลดลง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าร้อยละของอัตราส่วนผสมสับปะรด ส่งผลต่อความหนากระดาษที่ผลิตได้

จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่าอัตราส่วนการผสมเยื่อผักตบชวาร้อยละ 70 สับปะรดร้อยละ 20 กล้วยร้อยละ 10 มีความเหมาะสมในการทำกระดาษ เนื่องจากมีความต้านทานแรงดันทะลุ 31.10 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ความคงทนต่อแรงฉีกขาด 309.17 มิลลินิวตัน และความหนา 0.49 มิลลิเมตร ทำให้ได้กระดาษที่มีความแข็งแรงเหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.3 น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight)

เป็นมาตรฐานหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดเกณฑ์สำหรับการซื้อขาย เพราะค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของกระดาษนั้นๆ ในการศึกษานำตัวแทนของกระดาษที่เลือกจากการศึกษาข้างต้นมาหาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (แกรม) พบว่ากระดาษที่ได้มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 183±5 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับกระดาษคราฟท์ประเภท KI ที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 185 กรัมต่อตารางเมตร เป็นกระดาษที่ใช้สำหรับกล่องสินค้าหรืองานบรรจุภัณฑ์ทั่วไป เช่น กล่องอาหารสำเร็จรูป และสามารถนำไปติดบนลอนลูกฟูกและทำเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ทั่วไป เช่น กล่องบรรจุแก้ว กล่องอาหารสำเร็จรูป ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้พบว่ากระดาษที่ได้จากการผสมเส้นใยจากวัตถุดิบต่างประเภทกันมีความสามารถใช้งานได้เทียบเท่ากับกระดาษทั่วไป ทั้งผิวสัมผัส และความหนาในการใช้งานสามารถประยุกต์ใช้กับการทำผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยควบคุมสภาวะในการผลิต ได้แก่ ความหนาและบางของกระดาษควบคุมจากปริมาณเยื่อกระดาษในการขึ้นรูป ลวดลายเนื้อกระดาษควบคุมจากประเภทเส้นใยและความละเอียดของเยื่อ การเพิ่มความแข็งแรงแก่กระดาษ สามารถทำโดย การเพิ่มน้ำละลายของถ่านกัมมันต์ ลงไประหว่างกระบวนการผลิตและขึ้นรูปกระดาษ นอกจากนี้ยังพบว่ากระดาษที่ได้จากการศึกษานี้สามารถเพิ่มสีสันโดยนำไปย้อมสี พิมพ์ลวดลายหรือระบายสีได้ตามต้องการ

การเตรียมผลิตภัณฑ์กระดาษจากเศษวัชพืชจึงเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนเยื่อไม้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัชพืช นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดการสูญเสียงบประมาณในการกำจัดวัชพืช และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง และเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

4. สรุป

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำที่สามารถนำมาเพิ่มคุณค่าและประโยชน์ให้แก่ตัวเอง ในการศึกษานี้นำมาทำเป็นกระดาษคราฟท์ เพื่อนำไปต่อยอดเป็นกระดาษเชิงพาณิชย์ โดยใช้อัตราส่วนผสมเยื่อผักตบชวาร้อยละ 70 สับปะรดร้อยละ 20 กล้วยร้อยละ 10 และใช้ Acramin 5 กรัมต่อลิตร เป็นสารช่วยในการกระจายเยื่อ ให้ความแข็งแรงและความคงทนที่ดี มีความหนาเหมาะสม กระดาษที่ได้มีน้ำหนักมาตรฐาน 183±5 กรัมต่อตารางเมตร เทียบเท่ากับกระดาษคราฟท์ KI มีความเรียบความสม่ำเสมอ มีความแรงสามารถทนแรงดันทะลุและแรงฉีกขาดได้ดี เหมาะสมในการนำไปใช้ประกบบนลอนลูกฟูกและไปใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์ รวมถึงการใช้งานอื่นๆ ได้ตามความต้องการ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Kitipongpittaya, “Factors Affecting Water Hyacinth Weaving Group’s Success: A Case study of Ban Huai Kien Neua, Ban Tham Sub-District, Muang District, Phayao Province,” M.B.A. Thesis in General Management, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand, 2008.

[2] J. Viboonpin, "Water-hyacinth handicrafts in Nakohn Pathom," Master of Arts Thesis, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, Thailand, 2002.

[3] S. Suwankeree, A. Yulek, P. Numahun, T. Sangnampetch and N. Paisantuntiwong, "Developing and processing of Water-hyacinth Products," Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand, 2011.

[4] P. Kantawongsa, "The study of Organic Fertilizer Production Project from the Water Hyacinth by Phayao Provincial Adminstration Organization," M.P.A. Thesis. Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand, 2010.

[5] P. Pookajorn, "Using Water Hyacinth Resin for Dye Removal in Dyed Wastewater," Master of Public Health Thesis in Environmental Health, Graduate School, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 2003.

[6] K. Sabayjai, "Removal of Heavy Metals by Ion Exchange Resin Produced from Dye Treated Water Hyacinth," Master of Environment Science Thesis in Environmental Science, Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 1999.

[7] K. Luepong, N. Sasithorn and K. Manarungwit, "Water Hyacinth Paper production for Packaging," Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand, 2011.

[8] Perfect Industrial. (2016, June 28). Type of Craft paper [online]. Available: http://www.perfect 770.com/kraft-paper-type.htm

[9] S. Ritthison, S. Rattanaruednusorn and S. Lunprom, "Biopulping from banana pseudo-stem of Num-Wa by *Trichoderma viride," KKU Science Journal*, vol. 40, no. 3, pp. 899-912, 2012.

[10] M. Liwthaisong. "Production of biodegradable food packaging from banana sheath," M.Eng. Thesis in Mechanical Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 2013.

[11] D. Suriyapunpong, S. Tunvichien, C. Managit and D. Shuwisitkul, "Isolation and Characterization of Cellulose from Water Hyacinth, Sugar Cane Bagasse, and narrow leaf cattail," Srinahkarinwirot University, Bangkok, Thailand, 2014.

[12] S. Kaewpirom and S. Boonsaeng, "Green Composite from Poly (lactic acid) and Pineapple Leave Fiber," Burapa University, Chonburi, Thailand, 2014.