

การศึกษาวิธีการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ตง
The Study of Paper Production Process from Bamboo Shoot Shell

สวณิต อิชยาวณิชย์¹ และ จักรพันธ์ เกาทอง¹
Sawanit Aichayawanich¹ and Chackapan Ngaouwthong¹

Abstract

Bamboo shoot is one of the most important products in Thailand. Before consumption, shell of bamboo shoot must be cut off and discarded resulting in increasing environmental problem. Normally, the shell of bamboo shoot contains a lot of fiber that may suitable for producing paper. Therefore, this research aimed to produce paper from bamboo shoot shell. The effects of paper production process on paper properties were investigated. Two parameters including, the amount of sodium hydroxide (Sodium hydroxide : Bamboo shoot shell equal to 1:14, 1:16 and 1:18) and boiling time (90 ,120 and 150 min) were used in the process. Then, paper properties including, tensile index ,fold index, brightness, and rate of water sorption were determined. The experimental results showed that fold index could not measure. Other properties significantly depend on process of paper production. Tensile index increased with increasing ratio between bamboo shoot shell and sodium hydroxide, while brightness and rate of water sorption decreased when ratio between bamboo shoot shell and sodium hydroxide increased. Tensile index, brightness and rate of water sorption increased when boiling time increased.

Keywords: bamboo shoot shell, process, paper, properties

บทคัดย่อ

หน่อไม้ไผ่ตงเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ในการบริโภคหรือแปรรูปหน่อไม้ไผ่ตงจะต้องมีการตัดแต่งเอาเปลือกออก ซึ่งเปลือกที่ตัดแต่งออกนี้จะถูกทิ้งอย่างเปล่าประโยชน์ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย แต่เปลือกหน่อไม้ไผ่ตงมีเส้นใยมาก เหมาะแก่การนำไปทำกระดาษ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงเพื่อใช้ในงานด้านคหกรรม โดยมุ่งเน้นให้กระดาษที่ผลิตได้มีสีขาวสว่าง มีความต้านทานต่อแรงดึงสูงเพื่อป้องกันการฉีกขาดเมื่อได้รับแรงดึง มีอัตราการดูดซึมน้ำน้อยเพื่อกันการเปื่อยยุ่ย เนื่องจากกระดาษอาจสัมผัสกับของเหลวหรือความชื้น และมีความต้านทานต่อการหักพับ งานวิจัยนี้เลือกใช้อัตราส่วนระหว่างเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1:14, 1:16 และ 1:18 และต้มแต่ละอัตราส่วนในเวลาที่ต่างกันคือ 90 นาที, 120 นาที และ 150 นาที เยื่อที่ได้จะถูกนำไปทำกระดาษโดยกระบวนการตากแห้ง จากนั้นจะนำกระดาษไปตรวจสอบค่าความสว่าง (L) ค่าความต้านทานต่อแรงดึง ค่าการดูดซึมน้ำ และค่าแรงต้านทานการหักพับ โดยผลการทดลองพบว่ากระดาษที่ผลิตจากทุกสภาวะไม่สามารถวัดค่าได้ เนื่องจากกระดาษไม่ทนต่อการหักพับ ส่วนคุณภาพของกระดาษที่วัดได้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์และเวลาในการต้ม เมื่ออัตราส่วนระหว่างเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของกระดาษและค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลง แต่ค่าความต้านทานต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อเวลาในการต้มเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของกระดาษ ค่าการดูดซึมน้ำและค่าความต้านทานต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เปลือกหน่อไม้ไผ่ตง วิธีการ กระดาษ คุณสมบัติ

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราชญ์บุรี ปราชญ์บุรี 25230

¹ Department of Design and Production Technology of Agricultural Industrial Machinery, Faculty of Technology and Industrial Management, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi Campus, Prachinburi 25230

คำนำ

หน่อไม้ไผ่ตงเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย มีการปลูกหน่อไม้ไผ่ตงเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะจังหวัดในแถบภาคตะวันออก เช่น ปราจีนบุรี นครนายก จันทบุรี และตราด เป็นต้น และเนื่องจากหน่อไม้ไผ่ตงมีคุณค่าทางอาหารและมีรสชาติดี จึงเป็นที่นิยมในการบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยอาจบริโภคในรูปของหน่อสด หรือหน่อไม้ไผ่ตงแปรรูป เช่น หน่อไม้ไผ่ตงดอง หน่อไม้ไผ่ตงต้มใส่ปีบ หน่อไม้ไผ่ตงอบแห้ง ซึ่งไม่ว่าจะนำไปบริโภคในรูปแบบใด จะต้องมีการตัดแต่งเอาเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงออกก่อน ซึ่งเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงนี้มีเส้นใยธรรมชาติอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ผู้ปลูก ผู้ขาย หรือผู้แปรรูปกลับนำเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงนี้ไปทิ้งอย่างเปล่าประโยชน์ ซึ่งนอกจากจะสูญเสียเปล่าแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนจากแมลงและกลิ่นเหม็นอีกด้วย

ปัจจุบันการขยายตัวในธุรกิจสิ่งพิมพ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากประชากรมีจำนวนมากขึ้น และสิ่งพิมพ์โดยเฉพาะกระดาษเป็นส่วนสำคัญในการอุปโภคและบริโภคแทบทุกชนิด ส่งผลให้ความต้องการในการใช้กระดาษเพิ่มสูงขึ้น โดยมีอัตราการใช้กระดาษเฉลี่ย 34 กิโลกรัม/คนปี ซึ่งการใช้กระดาษเพิ่มขึ้นนี้ทำให้อุตสาหกรรมกระดาษเติบโตอย่างรวดเร็ว มีโรงงานผลิตกระดาษประเภทต่างๆ เพื่อใช้ตอบสนองของความต้องการมากกว่า 50 ราย รวมไปถึงการทำอุตสาหกรรมเล็กๆ ภายในครัวเรือนและกลุ่มแม่บ้านที่ต้องการใช้กระดาษ เมื่อความต้องการเพิ่มสูงขึ้น วัสดุเดิมๆที่เคยนำมาผลิตเยื่อกระดาษ อาทิ เช่น เยื่อยูคาลิปตัส เยื่อสับประรด เยื่อผักตบชวา เป็นต้น จึงมีจำนวนไม่เพียงพอในกระบวนการผลิต (วุฒินันท์ และคณะ, 2550) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำเส้นใยจากเปลือกของหน่อไม้ไผ่ตงมาผลิตเป็นกระดาษเพื่อใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้ง และกระดาษเหล่านี้ยังสามารถย่อยสลายได้ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วิธีการผลิตกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ตง

นำเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงมาสับให้มีขนาดประมาณ 4-5 นิ้ว จากนั้นนำเปลือกหน่อไม้ไผ่ตงที่สับแล้วไปต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนต่าง ๆ ดัง Table 1 โดยใช้ น้ำ 10 ลิตร และใช้เวลาในการต้ม 3 ระดับ ดัง Table 1 เมื่อต้มเสร็จแล้ว นำเยื่อที่ได้จากการต้มไปฟอกขาวโดยใช้สารฟอกขาวเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำเยื่อที่ฟอกขาวแล้วไปล้างด้วยน้ำสะอาดจนกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารฟอกขาวจะหมดไป โดยใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบจนกว่าน้ำล้างจะมีค่า pH เป็นกลางหรือมีค่า pH คงที่

Table 1 Boiling conditions of bamboo shoot shell in sodium hydroxide solution

Boiling conditions of bamboo shoot shell	
Sodium hydroxide : Bamboo shoot shell (kg)	Boiling time (min)
1 : 14	90
1 : 16	120
1 : 18	150

เมื่อได้เยื่อที่สะอาดแล้ว นำเยื่อที่ได้ไปตีให้ละเอียดด้วยเครื่องลดขนาดของเหลว โดยใช้อัตราส่วนเยื่อ 300 กรัม ต่อน้ำสะอาด 0.3 ลิตร เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำเยื่อละเอียดมาเทในอ่างน้ำขนาดใหญ่ โดยใช้เยื่อละเอียด 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทำการตีเยื่อละเอียดให้กระจายทั่วอ่าง ช้อนเยื่อด้วยเฟรมขนาด 40×60 เซนติเมตร นำเฟรมที่มีเยื่อไปอบในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จนความชื้นของเยื่อลดลงเหลือร้อยละ 8-10 (ฐานเปียก) จากนั้นลอกเยื่อออกจากเฟรม ซึ่งจะได้เป็นกระดาษ แล้วนำกระดาษที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพ

2. วิเคราะห์คุณภาพกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ตง

กระดาษที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ จะถูกนำไปวัดคุณภาพ ได้แก่ ความสว่าง ความต้านทานต่อแรงดึง และการดูดซึมน้ำ และความต้านทานการหักพับ ดังรายละเอียด

การวัดสีเริ่มต้นโดยตัดกระดาษให้เป็นวงกลมใหญ่มีขนาดเท่ากับช่องใส่ตัวอย่างของเครื่องวัดสี จากนั้นนำเข้าเครื่องวัดสี (Chroma Meter) ทำการวัดค่าสี L

การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงของกระดาษ ทำโดยตัดกระดาษกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร จากนั้น นำ กระดาษที่ตัดไว้มาซึ่งไว้ในเครื่อง Texture analyzer โดยจะมีตัวหนีบบนและล่าง เปิดเครื่องทดสอบ และอ่านผลการทดลอง

การทดสอบการดูดซึมน้ำของกระดาษด้วยวิธี Cobb Test ตามมาตรฐาน Tappi T441 om-90 ทำโดยตัดกระดาษให้เป็นวงกลมโดยใหญ่มีขนาดเท่ากับเครื่องทดสอบ และชั่งน้ำหนักของกระดาษที่ตัดไว้ นำกระดาษที่ตัดมาวางบนฐานเหล็กแผ่นหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วนำเหล็กรูปทรงกระบอกมาวางบนกระดาษ ชันนอตให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลออก จากนั้นใส่น้ำในเครื่องทดสอบ แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เมื่อครบตามระยะที่กำหนดแล้ว เทน้ำออกจากเครื่องมือทดสอบ แล้วนำกระดาษวางบนกระดาษลิตมัส ใช้ลูกกลิ้งรีดกระดาษลิตมัสดูดน้ำออกจากกระดาษจนหมด นำกระดาษไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณค่าอัตราการดูดซึมน้ำ

ตรวจวัดความต้านทานการหักพับ (MIT Folding Endurance of Paper) ตามมาตรฐาน Tappi T511 om-96

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95%

ผล

1. ความสว่างของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้

ค่าความสว่าง หรือค่าสี L ของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้แสดงใน Table 2 ซึ่งค่าสี L หรือค่าความสว่างของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ที่ต้มด้วยอัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ต่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่าง ๆ กัน มีผลทำให้ค่าความสว่างของกระดาษมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจะสังเกตได้ว่ากระดาษที่สภาวะ 1:14 กิโลกรัม ใช้เวลาในการต้ม 90 นาที มีความสว่างมากที่สุด

Table 2 Brightness of bamboo shoot shell paper

Brightness (L value)		Boiling time (min)		
		90	120	150
Sodium hydroxide :	1 : 14	74.03±0.23 ^a	72.83±0.32 ^d	71.12±0.04 ^g
Bamboo shoot	1 : 16	72.11±0.66 ^e	73.16±0.70 ^c	73.62±0.25 ^b
shell)kg(1 : 18	67.35±0.81 ^h	73.15±0.70 ^c	72.04±1.01 ^f

2. ความต้านทานแรงดึงของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้

แรงต้านทานการดึงของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้แสดงใน Table 3 โดยกระดาษที่ผลิตโดยการต้มที่อัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ต่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1:18 กิโลกรัม ใช้เวลาในการต้ม 120 นาที มีค่าความต้านทานแรงดึงมากที่สุด คือ 4582.81±2.65 N/m²

Table 3 Tension force of bamboo shoot shell paper

Tension force (N/m ²)		Boiling time (min)		
		90	120	150
Sodium hydroxide :	1 : 14	879.39±2.15 ⁱ	1384.20±0.86 ^e	1242.84±1025 ^f
Bamboo shoot shell	1 : 16	1075.65±1.94 ^h	1452.01±3.02 ^d	1130.54±1.04 ^g
(kg)	1 : 18	2745.45±4.30 ^c	4582.81±2.65 ^a	3383.73±3.25 ^b

3. การดูดซึมน้ำของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้

ผลการวัดการดูดซึมน้ำแสดงใน Table 4 โดยกระดาษที่ต้มด้วยอัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ต่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1:18 กิโลกรัม ใช้เวลาในการต้ม 90 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด

Table 4 Rate of water absorption of bamboo shoot shell paper

Rate of water absorption (g/m ²)		Boiling time (min)		
		90	120	150
Sodium hydroxide :	1: 14	578.±2.45 ^d	585±1.76 ^b	569±1.35 ^e
Bamboo shoot shell (kg)	1 : 16	534±3.14 ^f	581±3.12 ^c	594±4.41 ^a
	1 : 18	372±3.32 ⁱ	427±2.78 ^h	459±2.95 ^g

4. ความต้านทานการหักพับของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้

การตรวจวัดความต้านทานการหักพับพบว่าไม่สามารถวัดค่าได้ เนื่องจากกระดาษที่นำไปวัดค่านั้นไม่สามารถทนต่อการหักพับได้แม้แต่ครั้งเดียว

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และเวลาในการต้มที่มีต่อคุณภาพของกระดาษจากเปลือกหน่อไม้ไผ่ต่าง พบว่าเมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์น้อยลง กระดาษที่ผลิตได้มีแนวโน้มที่จะมีความต้านทานต่อแรงดึงที่สูงขึ้น และมีอัตราการดูดซึมน้ำที่ต่ำลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเส้นใยที่ได้หลังจากการต้มมีความสมบูรณ์จึงสามารถเกิดโครงสร้างของกระดาษที่แข็งแรงและมีการเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยน้อย (วุฒินันท์, 2552) ในขณะที่เมื่อใช้เวลาในการต้มเปลือกหน่อไม้กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์นานขึ้น กระดาษที่ผลิตได้จะมีการดูดซึมน้ำที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยมีโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์นั่นเอง ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตกระดาษจากหน่อไม้ไผ่ต่าง คือ ต้มเปลือกหน่อไม้ไผ่ด้วยอัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ไผ่ต่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1:18 กิโลกรัม และใช้เวลาในการต้ม 90 นาที

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วุฒินันท์ คงทัด. 2552. การศึกษาสมบัติเชิงกลของกระดาษเปลือกสับที่ทำด้วยมือแบบไทยเพื่องานหัตถกรรม. หน้า 7-21. ใน: การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.
- วุฒินันท์ คงทัด, ชัยพร สามพุ่มพวง และ สารีมา สุนทรารชุน. 2550. คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษเส้นใยสับประดผสมสาที่ทำด้วยมือแบบไทยเพื่องานหัตถกรรม. หน้า 1-25. ใน: รายงานการวิจัยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.