

การใช้ประโยชน์ใบ กาบเปลือกหน่อไม้และกิ่งไม้หวานอย่างขาง และไม้หยก

Leaf, Spathe, Sprout Coat, and Branch Utilization of *Dendrocalamus latiflorus* and *Bambusa oldhamii*

วิชัย หฤทัยธนาสันดี¹

วุฒินันท์ คงทัด¹

วารุณี ฐนะแพสย์¹

ชัยพร สามพุ่มพวง¹

สาริมา สุนทราราชุน¹

Vichai Haruthaithanasan¹

Wuttinant Kongtud¹

Warunee Thanapase¹

Chaiyaporn Sampoompuang¹

Sarima Sundhrarajun¹

¹ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok 10900,
Thailand

ABSTRACT

The experiment was aimed to utilize the *Dendrocalamus latiflorus* and *Bambusa oldhamii* leaves, spathe, sprout coat and branch. Results indicated that *D. latiflorus* leaf ranking 5-8 from the tip could be used for packaging Bajang. The average of leaf width, length, wet weight and dry weight were 9.43 cm, 38.78 cm, 3.69 g and 1.57 g, respectively. The color fixation with 1% sodium bicarbonate for 5 minutes and 100 ppm chlorine for 30 minutes after drying at room temperature, color appearance ($L^* a^* b^*$) 63.83, 14.07 and 11.65, 8.97% moisture, Aw 0.496, total plate count. Yeast and mold were less than 10 colony/g, coliform and bacteria were not found in product. The consumer acceptable test indicated that the product met with general acceptance at a rather high level.

The results from leaf pulp production showed the optimum cooking condition with 25% sodium hydroxide of total dry basis at 100 °C for 3 hours which would have pulp yield of 30.48% for *D. latiflorus* and 11.32% for *B. oldhamii*. The optimum cooking condition of spathe used 30% sodium hydroxide of total dry basis at 100 °C was 6 hours, which would have pulp yield of 39.50%. The optimum cooking condition of sprout coat used 35% sodium hydroxide of dry material at 100 °C was 6 hours, which would have pulp yield of 35.70%. The optimum cooking condition of branch used 40% sodium hydroxide of total dry basis at 100 °C was 10 hours which would have pulp yield of 36.23% for *D. latiflorus* and 34.73% *B. oldhamii*.

The optimum bleaching condition of spathe used 8% hydrogen peroxide with 2% sodium silicate and 0.05% magnesium sulphate as well as 1.5% sodium hydroxide of dry pulp at 100 °C for 2 hours the brightness was 59.06%. The optimum bleaching condition of branch used 25% hydrogen peroxide with 2% sodium silicate and 0.05% magnesium sulphate as well as 1.5% sodium hydroxide of dry pulp at 100 °C for 2 hours the brightness was 54.29%.

Mechanical properties of paper made from bamboo leaves were as follows: basis weight 125 5 g/m², folding endurance 9.22 time, tensile index 7.49 N.m/g, smooth index 1.32 sec, tear index 14.61 mN.m²/g, burst index 1.596 kPa.m²/g and brightness 40.08%. Mechanical properties of unbleaching paper made from bamboo spathe were as follows: basis weight 125 5 g/m², folding endurance 17.11 time, tensile index 9.33 N.m/g, smooth index 0.95 sec, tear index 16.53 mN.m²/g, burst index 1.864 kPa.m²/g and brightness 47.46%. Mechanical properties of bleaching spathe paper were as follows: basis weight 125 5 g/m², folding endurance 24.77 time, tensile index 9.49 N.m/g, smooth index 1.13 sec, tear index 19.57 mN.m²/g, burst index 1.973 kPa.m²/g and brightness 68.37%. Mechanical properties of paper made from branch were as follows: basis weight 125 5 g/m², folding endurance 1.33 time, tensile index 6.19 N.m/g, smooth index 1.95 sec, tear index 15.63 mN.m²/g, burst index 1.632 kPa.m²/g and brightness 70.07%.

In conclusions, this experiment was found that *D. latiflorus* leaves could be used for Bajang packaging. Hand made paper produced from *D. latiflorus* and *Bambusa oldhamii* leaves, sprout and branch could be used as raw material for handicraft and packaging.

Key words: Non-woody-bamboo utilization, *Dendrocalamus latiflorus*, *Bambusa oldhamii*, Royal Project Foundation

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือกหุ้มหน่อไม้ และกิ่งไผ่หวานอย่างขางและไผ่หยก ผลการศึกษา ใบไผ่หวานอย่างขางที่เหมาะสมนำมาห่อชะง่าง คือ ใบที่ 5-8 จากปลายใบมีความกว้างเฉลี่ย 9.43 เซนติเมตร ยาว 38.78 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.65 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.57 กรัม พิกซ์สีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% เวลา 5 นาที ฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีน 100 ppm เวลา 30 นาที ผึ่งแห้งที่อุณหภูมิห้องจะได้ใบไผ่ที่มีสีเขียว วัดค่าสี L*a*b* ได้ 63.83, 14.07 และ 11.65 ความชื้น 8.97 ค่า Aw 0.496 เชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา < 10 โคลิฟอร์มต่อกรัม ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์ม และแบคทีเรีย การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไผ่ก่อนข้างดีมาก

สภาวะต้มเชื้อใบไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 25% ของน้ำหนักแห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ได้เชื้อเฉลี่ยไผ่หวานอย่างขาง 30.48% ไผ่หยก 11.32% สภาวะต้มกาบไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ได้เชื้อ 39.50% สภาวะต้มเปลือกหน่อไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ได้เชื้อ 35.70% สภาวะต้มกิ่งไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง ได้เชื้อเฉลี่ยจากไผ่หวานอย่างขาง 36.23% และไผ่หยก 34.73% สภาวะฟอกเยื่อกาบไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 8% โซเดียมซัลไฟต์ 2% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักแห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง วัดความขาวสว่างได้ 59.06% สภาวะฟอกเยื่อกิ่งไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 25% โซเดียมซัลไฟต์ 2% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักแห้ง วัดความขาวสว่างได้ 54.29%

คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 125 5 g/m² ความต้านการหักพับ 9.22 ครั้ง ความต้านแรงดึง 7.49 N.m/g ความเรียบ 1.32 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 14.61 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.596

kPa.m²/g และความขาวสว่าง 40.08% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาวไผ่ไม่พอกขาว ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 125 ± 5 g/m² ความต้านการหักพับ 17.11 ครั้ง ความต้านแรงดึง 9.33 N.m/g ความเรียบ 0.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 16.53 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.864 kPa.m²/g และความขาวสว่าง 47.46% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาวไผ่พอกขาว ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 125 ± 5 g/m² ความต้านการหักพับ 24.77 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 9.49 N.m/g ความเรียบ 1.13 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 19.57 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.973 kPa.m²/g และความขาวสว่าง 68.37% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาวไผ่พอกขาว ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 125 5 g/m² ความต้านการหักพับ 1.33 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 6.19 N.m/g ความเรียบ 1.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 15.63 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.632 kPa.m²/g และความขาวสว่าง 70.07%

จากการศึกษาทดลองปรากฏว่าไผ่พันธุ์หวานอย่างางสามารถใช้ห่อปะจ่างได้ และกระดาษจากไผ่ กาบไผ่ และกิ่งไผ่ สามารถใช้งานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์ได้ดี

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์ ผลผลิตของของไผ่ ไผ่หวานอย่างาง ไผ่หยก มุลนิธิโครงการหลวง

คำนำ

จากการที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ทดลองนำไม้ไผ่ชนิดต่างๆ ไปทดลองปลูกตามศูนย์พัฒนาและสถานีวิจัยหลายแห่งในท้องที่ 5 จังหวัดทางภาคเหนือเพื่อประโยชน์ในการบริโภคหน่อและลำนั้น ปรากฏว่าไผ่ต่างถิ่นที่นำเข้ามาจากไต้หวันบางชนิด โดยเฉพาะไผ่หวานอย่างาง (*Dendrocalamus latiflorus*) และไผ่หยก (*Bambusa oldhamii*) เป็นที่นิยมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงมาก แต่ไผ่เป็นพืชอ่อนกประสงค์ นอกจากหน่อที่ใช้รับประทานและลำซึ่งใช้สอยต่างๆ ไปแล้วส่วนอื่นๆ อาทิ ใบ กาบหุ้มลำ กาบหุ้มหน่อ และกิ่งแขนง น่าจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจระดับชุมชนได้บ้างเหมือนกัน

งานวิจัยเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเอาใบ กาบหุ้มลำ กาบหุ้มหน่อ และกิ่งไผ่หวานอย่างางและไผ่หยกมาทดลองใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ อันจะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนต่อไป โดยเฉพาะการนำใบไผ่พันธุ์หวานอย่างางมาห่อปะจ่าง เพื่อใช้ทดแทนการนำเข้าจากประเทศจีน เพราะใบไผ่ที่ใช้ห่อปะจ่างในขณะนี้ เป็นใบไผ่ที่ใช้รองภาชนะที่นำเข้าจากประเทศจีนเพื่อป้องกันการแตกของภาชนะเป็นส่วนใหญ่ หลังจากได้ใช้งานแล้วจึงถูกคัดเลือกใบที่ดีและ

ใหญ่มาจำหน่ายเพื่อใช้ห่อปะจ่าง ถ้าหากใช้ใบไผ่ที่ปลูกได้ในประเทศจะช่วยทำให้เกษตรกรบนที่สูงมีรายได้เพิ่มขึ้น และได้รับรสชาติที่ดีและปลอดภัยด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ประกอบด้วยใบไผ่กาวไผ่และกิ่งไผ่หวานอย่างาง และไผ่หยก จากสถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารโซเดียมซัลเฟต สารแมกนีเซียมซัลเฟต สาร U-ramine PN-S สารกลูโคแมนแนน ชุดดัมเยื่อ ชุดฟอกเยื่อ ชุดทำกระดาษด้วยมือแบบไทย เครื่องวัดความต้านการหักพับ (MIT folding endurance tester kumagai riki kogyo) เครื่องวัดความต้านทานแรงดึง (Schopper tensile tester kumagai riki kogyo) เครื่องวัดความเรียบ (Bekk smoothness tester; HP type tester kumagai riki kogyo) เครื่องวัดความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength tester kumagai riki kogyo) เครื่องวัดความต้านแรงดันทะลุ (Mullen kumagai riki kogyo) เครื่องวัดความขาวสว่าง (Brightness tester kumagai riki kogyo) และชุดชดสกรีนภาพด้วยมือ

คัดเลือกใบที่เหมาะสมเพื่อใช้ห่อชะง่าง

ได้เก็บตัวอย่างใบสดใฝ่หวานอย่างขาง โดยตัดมาทั้งกิ่ง แล้วแบ่งใฝ่ออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เริ่มตั้งแต่ใบที่ 1-4 จากปลายสุด ช่วงที่ 2 ตั้งแต่ใบที่ 5-8 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่ใบที่ 9-12 นำใฝ่แต่ละช่วงวัดหาค่าเฉลี่ยของขนาดกว้าง ความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใฝ่ ดูลักษณะภายนอกเพื่อหาช่วงใฝ่ที่มีความสมบูรณ์ที่จะนำมาห่อชะง่าง

หาความเหมาะสมเพื่อฟิเคอร์สใฝ่

ฟิเคอร์สใฝ่โดยแบ่งใฝ่หวานอย่างขางออกเป็น 6 ตัวอย่าง ๆ ละ 10 ใบ ตัวอย่างที่ 1 แฉวนแห้งที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างที่ 2-6 ลวกด้วยน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที ซึ่งในน้ำเดือดมีสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ของสารละลาย แล้วแช่น้ำเย็นทันทีหลังจากลวก นำขึ้นมาแขวนจนแห้งที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าสีทั้งหน้าใฝ่ และหลังใฝ่ด้วยเครื่อง เพื่อเปรียบเทียบค่าสี $L^* a^* b^*$ ของใฝ่

ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ในใฝ่

นำใฝ่ที่ผ่านการลวกฟิเคอร์สด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1.0% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที และฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 100 ppm เวลา 30 นาที เพาะหาเชื้อแบคทีเรียยีสต์ และราทั้งหมดและเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียตามวิธี AOAC (1990)

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใฝ่

ได้นำใฝ่หวานอย่างขางที่ผ่านการฟิเคอร์สและฆ่าเชื้อแล้วให้คณศรานุพร เลิศบรรเจิดกุล (คณนุช ชะง่าง, เขวราช สุตรตั้งเดิม) ไปห่อชะง่าง เปรียบเทียบกับใฝ่ที่ห่ออยู่เดิม ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศจีน ทดสอบกับผู้บริโภคที่มาซื้อชะง่างในงานแสดงสินค้าที่ห้างแฟชั่นไอส์แลนด์และเดอะมอลล์งามวงศ์วาน โดยให้ผู้ซื้อได้

ดูและชิมชะง่างที่ห่อด้วยใฝ่ทั้งสองแล้วตอบแบบสอบถามที่มีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของชะง่าง

หาสภาวะการต้มเยื่อใฝ่ที่เหมาะสม

หาความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้ม

ต้มใฝ่หวานอย่างขางระบบเปิดที่แยกเอากิ่งออกไปแล้ว โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 ของน้ำหนักใฝ่แห้ง ต้มความเข้มข้นละ 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าเฉลี่ยใช้อัตราส่วนใฝ่ต่อสารละลาย 1:30 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง หลังต้มแช่เยื่อในสารละลายต่ออีก 1 คืน ล้างน้ำทำความสะอาด อบเยื่อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักเยื่อที่ได้ นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทยใช้น้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร ดูลักษณะของแผ่นกระดาษเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารที่ใช้ต้มเยื่อ

หาปริมาณเยื่อใฝ่แต่ละช่วงอายุ

ต้มตัวอย่างใฝ่หวานอย่างขาง ระบบเปิด 5 ตัวอย่าง คือ ใฝ่อายุ 1, 2 และ 3 ปี ใฝ่รวมไม่แยกอายุ และใฝ่แห้งที่ร่วงตามธรรมชาติ ต้มตัวอย่างใฝ่หยก 3 ตัวอย่าง คือ ใฝ่อายุ 1, 2 และ 3 ปี ต้มตัวอย่างละ 2 ชั่วโมงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 25 ของน้ำหนักใฝ่แห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากทดลอง) ขณะต้มคนทุก ๆ 30 นาที หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน นำเยื่อล้างน้ำทำความสะอาดอบเยื่อด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อใฝ่แต่ละชนิด

หาสภาวะการต้มกาบใฝ่ที่เหมาะสม

ต้มตัวอย่างกาบใฝ่หวานอย่างขางระบบเปิด ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 ของน้ำหนักกาบใฝ่แห้ง ใช้อัตราส่วนกาบใฝ่แห้งต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ

100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อน้ำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร คุณลักษณะของกระดาษเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ต้ม

หาสภาวะการต้มเปลือกหน่อไม้ที่เหมาะสม

ต้มตัวอย่างกบหน่อไม้หวานอย่างขาง ระบบเปิดตัวอย่างละ 2 ข้ำ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 25, 30, 35 และ 40 ของน้ำหนักกบหน่อไม้แห้งใช้อัตราส่วนเปลือกหน่อไม้ต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อน้ำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร คุณลักษณะของกระดาษเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ต้ม

หาสภาวะการต้มกึ่งไม้ที่เหมาะสม

หาความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้มกึ่งไม้

ต้มตัวอย่างกึ่งไม้หวานอย่างขางระบบเปิดใช้กึ่งไม้รวมที่ทุบแตกแล้วตัวอย่างละ 2 ข้ำ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักกึ่งไม้แห้ง ใช้อัตราส่วนกึ่งไม้ต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ หาค่าเฉลี่ยของเยื่อที่ได้นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือ

แบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร คุณลักษณะของกระดาษเพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม

หาปริมาณเยื่อกึ่งไม้แต่ละช่วงอายุ

ต้มตัวอย่างกึ่งไม้ตัวอย่างละ 2 ข้ำ มีไม้หวานอย่างขางอายุ 1, 2 และ 3 ปี ไม้หยกอายุ 1, 2 และ 3 ปี ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 ของน้ำหนักกึ่งไม้แห้งเวลา 10 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระบบเปิด หลังต้มแช่เยื่อในสารละลายต่ออีก 1 คืน ล้างเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน จนน้ำหนักคงที่หาค่าเฉลี่ยของเยื่อที่ได้แต่ละอายุ

หาสภาวะฟอกเยื่อที่เหมาะสม

หาสภาวะฟอกเยื่อกบไม้ที่เหมาะสม

นำเยื่อกบไม้หวานอย่างขางที่ผ่านการต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 เวลา 6 ชั่วโมง ฟอกด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักเยื่อแห้งร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ทำความเข้มข้นละ 2 ข้ำ ล้างน้ำเอาสารละลายออกกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 60 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร วัดความขาวสว่างด้วยเครื่อง brightness tester kumagai riki kogyo ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94

หาสภาวะฟอกขาวเยื่อกึ่งไม้ที่เหมาะสม

นำเยื่อกึ่งไม้ที่ผ่านการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 เวลา 10 ชั่วโมง ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 ของน้ำหนักเยื่อแห้งร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ทำความเข้มข้นละ 2 ข้ำ ล้างน้ำเอาสารละลายออกกระจายเยื่อที่

500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 60 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร วัดความขาวสว่างด้วยเครื่อง brightness tester riki kogyo ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94

หาอัตราส่วนการผสมเยื่อไฟต่อเยื่อปอสาที่เหมาะสม

นำเยื่อกึ่งไฟที่ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 40 ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 25 ผสมกับเยื่อปอสาเกรด A ที่ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 8 ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 4 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ในอัตราส่วน เยื่อกึ่งไฟต่อเยื่อปอสา 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย ใช้น้ำหนักมาตรฐาน 85 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร นำตัวอย่างที่ได้ทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T410 om-88 ความต้านทานการหักพับตามวิธีมาตรฐานของ ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T511 om-94 ความต้านทานแรงดึงตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T404 om-92 ความเรียบตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T476 om-91 ความต้านแรงฉีกขาดตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T414 om-98 ความต้านแรงดันทะลุตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T403 om-97 และความขาวสว่างตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94 พิจารณาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไฟที่มีอัตราส่วนการผสมเยื่อปอสาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในงานหัตถกรรม

หาปริมาณสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดาษที่เหมาะสม

ทำแผ่นกระดาษด้วยมือแบบไทยโดยใช้การผสมเยื่อกึ่งไฟต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20 น้ำหนักมาตรฐาน 85 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร เพิ่มคุณสมบัติให้กระดาษโดยวิธี Internal sizing ด้วยสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง นำกระดาษทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T410 om-88 ความต้านทานการหักพับตาม

วิธีมาตรฐานของ TAPPI T511 om-94 ความต้านทานแรงดึงตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T404 om-92 ความเรียบตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T476 om-91 ความต้านแรงฉีกขาดตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T414 om-98 ความต้านแรงดันทะลุตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T403 om-97 และความขาวสว่างตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94 พิจารณาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษเพื่อหาปริมาณสารกลูโคแมนแนนที่เหมาะสม

ศึกษาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไฟ

ทำกระดาษด้วยมือแบบไทยโดยใช้เยื่อใบไฟ กาบไฟฟอกขาว กาบไฟไม่ฟอกขาว และกึ่งไฟฟอกขาว ผสมเยื่อปอสาเกรด A ในอัตราส่วนเยื่อไฟต่อเยื่อปอสาเกรด A 60:40 เพิ่มความแข็งแรงโดยใช้สารกลูโคแมนแนน ร้อยละ 6 ของเยื่อแห้งโดยวิธี internal sizing น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ 125 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร นำกระดาษทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของ กระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วยน้ำหนักมาตรฐาน ตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T410 om-88 ความต้านทานการหักพับตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T511 om-94 ความต้านแรงดึงตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T404 om-92 ความเรียบตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T476 om-91 ความต้านแรงฉีกขาดตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T414 om-98 ความต้านแรงดันทะลุตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T403 om-97 และความขาวสว่างตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T452 om-87 เพื่อหาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษจากใบไฟ กาบไฟฟอกขาว กาบไฟไม่ฟอก และกึ่งไฟที่เหมาะสมกับงานหัตถกรรม และใช้กับงานพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยมือได้

ทดลองทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์

ทำกระดาษใบไฟ กาบไฟฟอกขาว กาบไฟไม่ฟอก และกึ่งไฟฟอกขาวผสมเยื่อปอสาร้อยละ 40 และ Internal sizing ด้วยสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6 นำ กระดาษที่ได้ บางส่วนพิมพ์สีและภาพซิลค์สกรีนบน แผ่นกระดาษ แล้วนำกระดาษดังกล่าวทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์

เพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมต่อไป และนำผลงานวิจัยที่ได้ถ่ายทอดให้กับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ และสถานีเกษตรหลวงแม่ทาเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาทดลองเพื่อนำใบไผ่หวานอย่างขางมาห่อบะจ่าง นำใบ กาบหุ้มลำต้น เปลือกหน่อ และกิ่งแขนงของไผ่หวานอย่างขาง และไผ่หยก มาผลิตเยื่อเพื่อทำกระดาษด้วยมือแบบไทย ผลการศึกษามีดังนี้

ใบไผ่หวานอย่างขางที่เหมาะสมสำหรับห่อบะจ่าง

จากการแบ่งใบไผ่ที่อยู่ในกิ่งเดียวกันออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 นับจากใบที่ 1-4 จากปลายสุด ใบมีความกว้างเฉลี่ย 8.42 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 39.56 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.12 กรัม และ น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.26 กรัม ใบมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ปนกัน มีทั้งใบค่อนข้างอ่อนมากและเริ่มแข็งเล็กน้อย ใบจะไม่ค่อยเสียและไม่ค่อยมีตำหนิ ใบในช่วงนี้สามารถคัดเลือกไปใช้ได้บางส่วน โดยเฉพาะใบที่ 3-4 ที่มีขนาดใหญ่ ช่วงที่ 2 นับจากใบที่ 5-8 ใบมีความกว้างเฉลี่ย 9.43 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 38.78 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.65 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.57 กรัม ใบมีขนาดค่อนข้างใหญ่ แข็งและสมบูรณ์ มีตำหนิและเสียบ้างโดยปกติใบในช่วงนี้จะมีรสหวานที่สุด เหมาะที่จะนำมาใช้ห่อบะจ่างได้ กิ่งไผ่บางกิ่งก็มีใบไม่ถึงช่วงนี้ ดังนั้น จำเป็นต้องคัดเลือกกิ่งและใบที่สมบูรณ์ จึงจะได้ใบไผ่ที่ดีที่อยู่ในช่วงนี้ ช่วงที่ 3 นับจากใบที่ 9-12 ใบมีความกว้างเฉลี่ย 9.19 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 36.34 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.17 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.42 กรัม ขนาดของใบค่อนข้างใหญ่ แต่ใบในช่วงนี้ค่อนข้างจะแก่ ส่วนใหญ่จะมีตำหนิและเสียมิจำนวนน้อยที่สามารถจะนำมาใช้ห่อบะจ่างได้

ผลการพิคซ์สีใบไผ่

ความสว่างของใบไผ่ที่วัดได้จากด้านหน้าใบและหลังใบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การพิคซ์สีโดยวิธีการลวกด้วยน้ำร้อน และใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ไม่ทำให้ความสว่างของใบต่างกันมากนัก ค่าของสี a^* ที่วัดได้จะมีความแตกต่างกันในทางสถิติ แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ซึ่งค่าที่น้อยลงจะมีสีเขียวที่มากกว่าและเมื่อดูด้วยสายตาแล้วสามารถแยกสีเขียวออกจากกันได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ควรใช้การพิคซ์สีโดยการลวกน้ำที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.0% เวลา 5 นาที จะเหมาะสมที่สุด ค่าของ b^* แทนค่าสีเหลืองของใบไผ่ซึ่งจากการมองดูด้วยสายตาไม่สามารถแยกออกได้ ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับสีเขียวที่วัด ได้จึงใช้วิธีการลวกในน้ำเดือดที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.0% เวลา 5 นาที

เชื้อจุลินทรีย์ในใบไผ่

ใบไผ่หวานอย่างขางที่ผ่านการพิคซ์สีในสารน้ำเดือดที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1% เวลา 5 นาที ล้างน้ำสะอาดแช่ฆ่าเชื้อในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เวลา 30 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดในใบไผ่ที่ได้มีสีเขียว วัดค่าสี L^* a^* b^* ได้ 63.83 14.07 11.65 ความชื้นร้อยละ 8.97 ค่า aw 0.496 เชื้อจุลินทรีย์ยีสต์และรา จำนวน < 10 โคโลนีต่อกรัม และเชื้อโคลิฟอร์ม แบคทีเรียไม่พบ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานจึงปลอดภัยต่อการห่อบะจ่างใบไผ่บะจ่างเมื่อแห้งจะหดตัว ดังนั้น ก่อนห่อบะจ่างจะต้องแช่น้ำ 5 นาที ก่อนใบไผ่จะกินตัว อ่อนนุ่มทำให้ห่อได้ง่าย

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไผ่

ผลจากการเปรียบเทียบการใช้ใบไผ่หวานอย่างขางกับใบไผ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (จีน) ที่ซื้อจากเขาวราชห่อบะจ่าง ปรากฏว่าชอบใบไผ่หวานอย่างขางที่ทดลองมากกว่าใบไผ่จากจีน เนื่องจากใบไผ่มีความนุ่ม ห่อได้ง่าย มีกลิ่นหอมของใบตามธรรมชาติ มีสีเขียว การห่อจะใช้ 2 ใบต่อบะจ่าง 1 ลูก โดยปกติจะซื้อใบไผ่ราคา กิโลกรัมละ

38 บาท ถ้าเป็นช่วงเทศกาลไหว้จะต้องซื้อในราคาภิโภกรรม 60 บาท ในช่วงเดือนมิถุนายนมีอยู่ 2 วัน จะผลิตประมาณ 10,000 ลูก ขณะนี้มีการจ้างแรงงาน 15 คน เด็กชายของ 7-8 คน ในแต่ละวันจะขายได้ 1,000 ลูก วันเสาร์และอาทิตย์ขายได้วันละ 2,000 ลูก สถานที่จำหน่าย เช่น โลตัส เดอะมอลล์ เซ็นทรัล ราคาขายส่งลูกละ 25 บาท และราคาขายปลีก 3 ลูก 100 บาท

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 45 คน เป็นเพศชายจำนวน 9 คน เพศหญิงจำนวน 36 คน อายุอยู่ในช่วง 20-30 ปี จำนวน 26 คน ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 9 คน จะเห็นว่ากรยอมรับของผู้ทดสอบที่มีต่อใบไผ่หวานอ่องขางมีความใกล้เคียงกับใบไผ่ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและจะมีความชอบด้านกลิ่นหอมจากใบไผ่มากกว่าและสีเขียวของใบไผ่ซึ่งเป็นสีจากธรรมชาติมากกว่า ถ้าหากแนะนำให้ทราบว่าใบไผ่นี้ได้ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อมาอย่างดีแล้ว น่าจะได้รับความสนใจมากกว่านี้ และสามารถใช้ทดแทนใบไผ่จากประเทศจีนได้

สภาวะการต้มเยื่อใบไผ่ที่เหมาะสม

สภาวะการต้มเยื่อใบไผ่หวานอ่องขางที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 25 เวลา 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเยื่อต่อน้ำ 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้เยื่อร้อยละ 46.69 ปริมาณเยื่อใบไผ่หวานอ่องขางจะสูงกว่าเยื่อจากใบไผ่หยกที่ได้เยื่อร้อยละ 11.32 เนื่องจากใบมีขนาดใหญ่และยาวกว่าใบไผ่หยก

สภาวะการต้มกาบไผ่ที่เหมาะสม

เนื่องจากกาบไผ่หวานอ่องขางมีขนาดใหญ่มีขนปกคลุมมีไขเคลือบผิวด้านในของกาบเป็นจำนวนมาก ป้องกันการซึมของน้ำได้อย่างดี กาบไผ่มีขนาดใหญ่วัดความกว้างเฉลี่ย 37.5 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 42.8 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 34.18 กรัม

การต้มเยื่อจากกาบไผ่ค่อนข้างจะมีปัญหาหากเนื่องจากที่ด้านนอกกาบไผ่มีขนปกคลุมมาก ทำให้เกิด

อาการคันขณะปฏิบัติงาน กาบไผ่ด้านในมีความเป็นมันและแข็งมากยากต่อการต้ม ในกาบไผ่มีเม็ดกลมคล้ายค่อมไขมันไม่สามารถจะย่อยสลายได้ในการต้ม ถึงแม้จะใช้ความเข้มข้นของสารถึงร้อยละ 50 เวลา 10 ชั่วโมงก็ตาม เม็ดกลมนี้ยังอยู่และติดอยู่ในกระดากและจะหลุดออกมาเมื่อใช้มือลูบที่ผิวกระดาก ดังนั้น สภาวะการต้มกาบไผ่ที่เหมาะสมควรใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 เวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้เยื่อร้อยละ 39.50

สภาวะการต้มกาบหน่อไผ่หวานอ่องขางที่เหมาะสม

กาบหน่อไผ่หวานอ่องขางสดเมื่อนำมาอบแห้งแล้วจะเหลือเปลือกแห้งร้อยละ 11.19 ลักษณะของเปลือกมีลักษณะแข็งและมีขนาดค่อนข้างจะเล็กมาก

สภาวะการต้มกาบหน่อไผ่หวานอ่องขางที่เหมาะสมคือ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง จะได้เยื่อร้อยละ 35.70 การนำเปลือกหน่อไผ่มาผลิตเยื่อน่าจะมีปัญหา เนื่องจากเปลือกหน่อไผ่จะมีเฉพาะในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนเท่านั้น การจะหาเปลือกหน่อไผ่จำนวนมากคงจะทำได้ยากและการปลูกไผ่คงจะต้องเอาหน่อไผ่ไว้เพื่อให้ได้ต้นไผ่ ดังนั้น การตัดเอาหน่อคงจะทำได้ยาก แต่ถ้ามีปริมาณเปลือกมากก็สามารถจะนำมาผลิตกระดากด้วยมือเพื่อใช้งานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์ได้

สภาวะการต้มกึ่งไผ่ที่เหมาะสม

สภาวะการต้มกึ่งไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง ก่อนต้มจะต้องทุบกึ่งไผ่ให้แตกโดยเฉพาะตรงข้อ ถ้าไม่ทุบให้แตกการย่อยจะไม่ดี โดยเฉพาะส่วนที่เป็นข้ออาจจะไม่ย่อยจำเป็นต้องคัดแยกออกภายหลัง การเพิ่มความเข้มข้นของสารมากเกินไปกว่านี้คงจะไม่เหมาะ เนื่องจากจะเป็นการใช้สารที่สูงเกินไป ส่วนเวลา 10 ชั่วโมงนับว่ามากแล้ว ปริมาณของเยื่อจากกึ่งไผ่ทั้งสองพันธุ์จะมีมากขึ้นตามอายุของกึ่งไผ่ที่เพิ่มขึ้น

กึ่งไฟ่หวานอย่างงได้เยื่อเฉลี่ยร้อยละ 36.23 กึ่งไฟ่หยกได้เยื่อเฉลี่ยร้อยละ 34.73 ซึ่งไม่ต่างกันมากนัก ดังนั้น กึ่งไฟ่ทั้งสองชนิดสามารถที่จะนำมาผลิตเยื่อและทำกระดาษได้และมีเป็นจำนวนมากอีกด้วย การเก็บเกี่ยวจะได้ทั้งกึ่งและใบทั้งสองนี้สามารถนำมาผลิตกระดาษได้

สภาวะฟอกเยื่อที่เหมาะสม

สภาวะที่เหมาะสมของการฟอกเยื่อกึ่งไฟ่ คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 8 ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟด์ร้อยละ 2 สารแมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จะได้เยื่อที่มีความขาวสว่างร้อยละ 59.06

สภาวะที่เหมาะสมของการฟอกเยื่อกึ่งไฟ่ คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 ของน้ำหนักเยื่อแห้งร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟด์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ได้ความขาวสว่างของเยื่อร้อยละ 54.29

อัตราส่วนการผสมเยื่อไฟ่ต่อเยื่อปอสาที่เหมาะสม

กระดาษที่ทำด้วยมือแบบไทยโดยการผสมเยื่อ กึ่งไฟ่ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 มีคุณสมบัติทางเชิงกล รายละเอียดใน Table 1-2

จากข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษ อัตราส่วนการผสมเยื่อกึ่งไฟ่ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 60:40 จะได้คุณสมบัติทางเชิงกลที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 85.39 g/m^2 ความต้านการหักพับ 6.55 ครั้ง ความต้านทานแรงดึง 11.31 N.m/g ความเรียบ 2.33 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด $25.61 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ ความต้านแรงดันทะลุ $0.983 \text{ kPa.m}^2/\text{g}$ และความขาวสว่างของกระดาษร้อยละ 70.85

ปริมาณสารกลูโคแมนแนนที่เหมาะสม

จากการใช้สารกลูโคแมนแนนใส่ลงในกระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อกึ่งไฟ่และเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20 โดยใช้สารกลูโคแมนแนนเป็นสาร internal sizing ที่ร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่อ ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษมีดังนี้

Table 1. Comparison of mechanical properties of Thai hand made paper mixed with different ratio Saa paper

Ratio Branch: Saa	Basis weight (g/m^2)	Folding endurance (time)	Tensile index (N.m/g)	Smooth (sec.)	Tear index ($\text{mN.m}^2/\text{g}$)	Burst index ($\text{kPa.m}^2/\text{g}$)	Brightness (%)
80:20	86.76 ^{ab}	1.55 ^d	11.00 ^a	1.13 ^b	22.05 ^b	0.785 ^c	67.44
75:25	86.68 ^{ab}	3.11 ^c	8.28 ^c	2.63 ^a	21.81 ^b	0.701 ^c	69.81
70:30	89.34 ^a	4.77 ^b	9.05 ^{bc}	2.41 ^a	22.51 ^b	0.874 ^b	70.09
65:35	85.03 ^{ab}	5.44 ^{ab}	10.55 ^{ab}	2.60 ^a	28.29 ^a	0.886 ^b	70.75
60:40	85.39 ^{ab}	6.55 ^a	11.31 ^a	2.33 ^a	25.61 ^{ab}	0.983 ^a	70.85
R squared	0.174	0.639	0.306	0.634	0.345	0.544	

Table 2. Comparison of mechanical properties of Thai hand made paper mixed with different glucomannan

Solution (%)	Basis weight (g/m ²)	Folding endurance (time)	Tensile index (N.m/g)	Smooth (sec.)	Tear index (mN.m ² /g)	Burst index (kPa.m ² /g)	Brightness (%)
0	86.96 ^{bc}	0.00 ^d	5.30 ^b	1.52 ^a	16.48 ^c	0.463 ^d	67.44
3	82.62 ^c	0.66 ^{cd}	11.01 ^a	1.23 ^{ab}	21.31 ^{ab}	0.684 ^c	67.95
6	86.76 ^{bc}	1.55 ^{bc}	11.00 ^a	1.13 ^b	22.05 ^a	0.785 ^{ab}	68.63
9	89.25 ^{ab}	1.88 ^{abc}	10.31 ^a	1.02 ^b	18.62 ^{bc}	0.763 ^b	67.53
12	86.38 ^{bc}	1.44 ^{bc}	11.44 ^a	1.14 ^b	21.81 ^{ab}	0.786 ^{ab}	67.65
15	89.99 ^a	2.88 ^a	12.49 ^a	1.03 ^b	23.04 ^a	0.841 ^a	67.29
18	89.56 ^{ab}	2.11 ^{ab}	11.67 ^a	1.01 ^b	23.26 ^a	0.858 ^a	66.69
R squared	0.300	0.358	0.554	0.236	0.349	0.759	

จากคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่ใช้สารละลายกลูโคแมนแนน การใช้สารกลูโคแมนแนนที่ร้อยละ 3-6 ของน้ำหนักเยื่อค่อนข้างจะเหมาะสม ดังนั้น เมื่อพิจารณาแล้ว ควรใช้สารกลูโคแมนแนนที่ร้อยละ 6 จะเหมาะสมกว่า เนื่องจากจะช่วยให้กระดาษมีคุณสมบัติความต้านการฉีกขาดและความต้านแรงดันทะลุดีกว่า

คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไผ่

คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ ฟอกขาว กาบไผ่ไม่ฟอกขาว และกึ่งไผ่ที่ทำด้วยมือแบบไทย โดยการผสมเยื่อไผ่ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 60:40 และใส่สารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6 คุณสมบัติของกระดาษมีดังนี้ (Table 3)

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ และกึ่งไผ่ จะปรากฏว่า กระดาษ มีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. ความต้านการหักพับของกระดาษจากกาบไผ่ ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกจะดีกว่ากระดาษจากใบและกึ่งไผ่
2. ความต้านทานแรงดึงของกระดาษจากกาบไผ่ ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากใบและกึ่งไผ่
3. ความเรียบของกระดาษใกล้เคียงกันแต่กระดาษจากกึ่งไผ่จะมีความเรียบมากกว่ากระดาษจากกาบ และใบไผ่

4. ความต้านแรงฉีกขาดกระดาษจากกาบไผ่ ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากกึ่งและใบไผ่

5. ความต้านแรงดันทะลุกระดาษจากกาบไผ่ ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากกึ่งและใบไผ่

6. ความขาวสว่างของกระดาษถ้าเป็นกระดาษจากใบ และกาบไผ่ไม่ฟอกขาวจะมีสีธรรมชาติความขาวสว่างจะน้อย ส่วนเยื่อที่ฟอกขาวจะได้กระดาษที่มีความขาวสว่างมากกว่ากระดาษที่ไม่ได้ฟอก

ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษไผ่

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ และกึ่งไผ่ ผลจากการทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษดังกล่าวสามารถจะทำผลิตภัณฑ์ทั้งงานหัตถกรรมและงานบรรจุภัณฑ์ได้ดี และให้ความแปลก และมีความสวยงามสามารถที่จะทำออกจำหน่ายได้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีรูปร่างลักษณะและสีที่ดี

สรุป

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือก หน่อไผ่ และกึ่งไผ่หวานอย่างขางและไผ่หยก ได้ผลดังนี้

ใบไผ่หวานอย่างขางที่เหมาะสมที่จะนำมาห่อบะจ่าง เป็นใบไผ่ตั้งแต่ใบที่ 5-8 นับจากปลายใบ ซึ่งมี

Table 3. Comparison of mechanical properties at leaves spathe and branch paper mixed with Saa fiber 40(%) and 6(%) glucomannan

Paper	Basis weight (g/m ²)	Folding endurance (time)	Tensile index (N.m/g)	Smooth (sec.)	Tear index (mN.m ² /g)	Burst index (kPa.m ² /g)	Brightness (%)
Leaves (Unbleach)	124.88 ^a	9.22 ^{bc}	7.49 ^b	1.32 ^b	14.61 ^b	1.596 ^b	40.08
Spathe (unbleach)	125.39 ^a	17.11 ^{ab}	9.33 ^a	0.95 ^c	16.53 ^{ab}	1.864 ^a	47.46
Spathe (bleach)	126.12 ^a	24.77 ^a	9.49 ^a	1.13 ^{bc}	19.57 ^a	1.973 ^a	68.37
Branch (bleach)	129.15 ^a	1.33 ^c	6.19 ^b	1.95 ^a	15.63 ^b	1.632 ^b	70.07
R squared	0.025	0.401	0.436	0.758	0.229	0.368	

ความกว้างเฉลี่ย 9.43 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 38.78 เซนติเมตร น้ำหนักใบสดเฉลี่ย 3.65 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.57 กรัม ใบจะมีความแข็งแรง และมีค่าน้ำหนักน้อยกว่าใบช่วงอื่น ๆ สภาพที่เหมาะสมในการฟิสิกส์สีเขียวในใบไผ่หวานอ่าวขาง คือ ลวกในน้ำที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 1% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันทีหลังลวก ผึ่งให้แห้งวัดค่าสี L* ด้านหน้าใบได้ 62.51 ด้านหลังใบ 62.61 ค่า a* ด้านหน้าใบ 13.79 ด้านหลังใบ 14.35 ค่า b* ด้านหน้าใบ 14.15 และด้านหลังใบ 15.26 สีเขียวเข้ม ใบไผ่หวานอ่าวขางที่ผ่านการฟิสิกส์และฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เวลา 30 นาที พบเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา จำนวน < 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อโคลิฟอร์ม และเชื้อแบคทีเรียไม่พบเชื่อดังกล่าวต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด จึงปลอดภัยสามารถนำมาใช้ห่อบะจ่างได้ ใบไผ่หวานอ่าวขางที่ผ่านการฟิสิกส์และฆ่าเชื้อแล้วจะมีสีเขียวเข้ม แห้ง และห่อตัววัดค่าสี L* a* b* เฉลี่ยได้ 63.83 14.07 11.65 ความชื้น 8.97% ค่า aw 0.496 ก่อนจะห่อบะจ่างให้แช่ในน้ำธรรมดา 5 นาที ใบไผ่จะคืนตัวกลับสภาพเดิมเหมือนใบไผ่สดการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไผ่หวานอ่าวขางที่ห่อบะจ่างจำนวน 45 คน ทั้งเพศหญิงและชายอายุ 20-50 ปี การศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี และสูงกว่าปริญญาตรี อาชีพรับจ้าง นักเรียน นักศึกษา และธุรกิจส่วนตัว ไม่ทราบว่ามีใบไผ่ที่ใช้ห่อ

บะจ่างนำเข้าจากต่างประเทศ 66.7% ทราบ 33.3% ชอบสีเขียวใบไผ่หวานอ่าวขาง 48.9% ชอบสีน้ำตาลของต่างประเทศ 51.1% ขณะแก้ห่อชอบกลิ่นของใบไผ่หวานอ่าวขาง 55.6% ชอบกลิ่นใบไผ่สีน้ำตาลต่างประเทศ 44.4% เมื่อรับประทานชอบกลิ่นรสของใบไผ่หวานอ่าวขาง 44.4% ชอบกลิ่นรสใบไผ่สีน้ำตาลต่างประเทศ 55.6% ขนาดของบะจ่างควรเล็กถึง 42.2% เหมาะสม 55.6% และใหญ่ขึ้น 2.2% ราคาของบะจ่างต่อลูก 26.30 บาท การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไผ่หวานอ่าวขางค่อนข้างดี สามารถจะใช้ทดแทนใบไผ่ที่นำมาจากต่างประเทศได้

สภาพที่เหมาะสมในการต้มเยื่อใบไผ่คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 25% ของน้ำหนัก ใบไผ่แห้ง อัตราส่วนเยื่อต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ได้เยื่อใบไผ่หวานอ่าวขางโดยเฉลี่ย 30.48% สูงกว่าไผ่หยกที่ได้เฉลี่ย 11.32% สภาพที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากใบไผ่หวานอ่าวขางที่เหมาะสมคือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% ของกาบไผ่แห้ง เวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้เยื่อ 39.50% สภาพที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากเปลือกหน่อไม้ไผ่หวานอ่าวขางคือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 35% ของเปลือกหน่อไม้แห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง จะได้เยื่อ 35.70% สภาพการต้มเยื่อจากกิ่งไผ่ที่เหมาะสมคือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% ของน้ำหนักกิ่งกอบแห้ง

อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง ได้ปริมาณเยื่อ กิ่งไฟหวานอ่างข้าง 36.23% และพันธุ์หยกได้เยื่อ 34.73% สภาวะฟอกเยื่อจากไฟที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 8% ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟเกต 2% สารแมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ได้เยื่อความขาวสว่าง 59.06% สภาวะฟอกเยื่อกิ่งไฟที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 25% สารโซเดียมซัลไฟเกต 2% สารแมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ได้เยื่อความขาวสว่าง 54.29%

คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไม้ที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนแนน ร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 124.88 g/m² ความต้านการหักพับ 9.22 ครั้ง ความต้านแรงดึง 7.49 N.m/g ความเรียบ 1.32 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 14.61 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.596 kPa.m²/g และความขาวสว่าง ร้อยละ 40.08 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาวไฟไม่ฟอกขาวที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนแนน ร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 125.39 g/m² ความต้านการหักพับ 17.11 ครั้ง ความต้านแรงดึง 9.33 N.m/g ความเรียบ 0.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 16.53 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.864 kPa.m²/g และความขาวสว่าง ร้อยละ 47.46 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาวไฟฟอกขาวที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนแนน ร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 126.12 g/m² ความต้านการหักพับ 24.77 ครั้ง ความต้านแรงดึง 9.49 N.m/g ความเรียบ 1.13 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 19.57 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.973 kPa.m²/g และความขาวสว่าง ร้อยละ 68.37 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกิ่งไฟฟอกขาว

ที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนแนน ร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 129.15 g/m² ความต้านการหักพับ 1.33 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 6.19 N.m/g ความเรียบ 1.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 15.63 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 1.632 kPa.m²/g และความขาวสว่าง ร้อยละ 70.07

เมื่อพิจารณาปริมาณของเยื่อที่ได้ การปฏิบัติงานที่ง่าย และการจัดการวัตถุดิบในกรณีที่ต้องผลิตในปริมาณที่มากหรือผลิตในระดับอุตสาหกรรมแล้ว ส่วนของกิ่งไฟที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาผลิตกระดาษด้วยมือเพื่อใช้ในงานหัตถกรรม

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- นรินาม. 2547. ข้อมูลสถานที่ตั้งและสถานียทดลองของมูลนิธิโครงการหลวง. เอกสารถ่ายสำเนา.
- วิชัย หลุทัยธนาสันต์, วุฒินันท์ คงทัด, วาภูมิ ชนะแพศย์, ชัยพร สามพุ่มพวง และสาริมา สุนทรารชุน. 2547. การใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือกหน่อไผ่ และกิ่งไฟพันธุ์หวานอ่างข้างและพันธุ์หยก. รายงานฉบับสมบูรณ์ในชุดโครงการไผ่บนที่สูง. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 1996. **TAPPI Test Methods 1996-1997**. TAPPI press, Atlanta.