

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยที่ 3035-3424

เรื่อง การใช้ประโยชน์ใบ กาบ เปลือกหน่อไม้และกิ่งไม้
พันธุ์หวานอ่างขาว และพันธุ์หยก

Utilization of *Dendrocalamus Latiflorus* Munro. and *Bambusa Oldhamii* Munro. from leaves, spathe, sprout coat and branch.

หัวหน้าโครงการวิจัย

รศ. วิชัย หฤทัยธนาสันต์

Assoc.Prof. Vichai Haruthaithanasan

ได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง

พฤศจิกายน 2549

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทนำ	1
อุปกรณ์และวิธีการ	1
ผลการวิจัย	6
วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย	14
การนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์	15
กิตติกรรมประกาศ	16
เอกสารอ้างอิง	16



ราชภัฏบรือรัมย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบรือรัมย์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่ผสมเยื่อกิ่งไม้ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน ต่าง ๆ	9
ตารางที่ 2	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อกิ่งไม้และเยื่อปอสา โดยใช้สารกลูโคแมนแนนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน	10
ตารางที่ 3	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไม้ กาบไม้ และกิ่งไม้ที่ผสมเยื่อปอสา 40% และผสมสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6%	11

สำนักงานการทดลอง

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 ผลลิตภัณฑ์บะจ่างจากใบไผ่พันธุ์หวานอ่างขาง	12
ภาพที่ 2 ผลลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษไผ่	13



การใช้ประโยชน์ใบ กาบ เปลือกหน่อไม้และกิ่งไม้พันธุ์หวานอ่างขาง และพันธุ์หยก

Utilization of *Dendrocalamus Latiflorus* Munro. and *Bambusa Oldhamii* Munro.

from leaves, spathe, sprout coat and branch.

วิชัย หฤทัยธนาสันดี¹, วุฒินันท์ คงทัต¹, วารุณี ธนะแพสย์¹,

ชัยพร สามพุ่มพวง¹, และสาริมา สุนทรารจุน¹

Vichai Haruthaithanasan, Wuttinant Kongtud, Warunee Thanapase,

Chaiyaporn Sampoompuang and Sarima Sundhrarajun

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือกหน่อไม้ และกิ่งไม้พันธุ์หวานอ่างขางและพันธุ์หยก ผลการศึกษาใบไม้พันธุ์หวานอ่างขางที่เหมาะสมนำมาห่อชะงัด คือ ใบที่ 5-8 จากปลายใบมีความกว้างเฉลี่ย 8.42 เซนติเมตร ยาว 39.56 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.12 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.26 กรัม พิกซ์ลี้ด้วย สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1% เวลา 5 นาที ซ้ำซ้ำด้วยสารละลายคลอรีน 100 ppm เวลา 30 นาที ผึ่งแห้งที่อุณหภูมิห้องจะได้ใบไม้ที่มีสีเขียว วัดค่าสี $L^*a^*b^*$ ได้ 63.83, 14.07 และ 11.65 ความชื้น 8.97% ค่า A_w 0.496 เชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา < 10 โคโลนีต่อกรัม เชื้อโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียไม่พบ การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไม้ก่อนข้างดีมาก

สภาวะต้มเยื่อใบไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 25% ของน้ำหนักแห้ง อุณหภูมิ 100 °C เวลา 3 ชั่วโมง ได้เยื่อเฉลี่ยพันธุ์หวานอ่างขาง 30.48% พันธุ์หยก 11.32% สภาวะต้มกาบไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% อุณหภูมิ 100 °C เวลา 6 ชั่วโมง ได้เยื่อ 39.50% สภาวะต้มเปลือกหน่อไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 35% อุณหภูมิ 100 °C เวลา 6 ชั่วโมง ได้เยื่อ 35.70% สภาวะต้มกิ่งไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% อุณหภูมิ 100 °C เวลา 10 ชั่วโมง ได้เยื่อเฉลี่ยพันธุ์หวานอ่างขาง 36.23% พันธุ์หยก 34.73%

สภาวะฟอกเยื่อกาบไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 8% โซเดียมซัลเฟต 2% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง วัดความขาวสว่างได้ 59.06% สภาวะฟอกเยื่อกิ่งไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 25% โซเดียมซัลเฟต 2% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง วัดความขาวสว่างได้ 54.29% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่ทำด้วยมือแบบไทยโดยผสมเยื่อปอสา 40% และใช้สารกลูโคแมนแนน 6% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไม้ 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% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาบไม้ไม่ฟอกขาว

ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน $125 \pm 5 \text{ g/m}^2$ ความต้านการหักพับ 17.11 ครั้ง ความต้านแรงดึง 9.33 N.m/g ความเรียบ 0.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด $16.53 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ ความต้านแรงดันทะลุ $1.864 \text{ kPa.m}^2/\text{g}$ และความขาวสว่าง 47.46% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกาบไผ่ฟอกขาว ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน $125 \pm 5 \text{ g/m}^2$ ความต้านการหักพับ 24.77 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 9.49 N.m/g ความเรียบ 1.13 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด $19.57 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ ความต้านแรงดันทะลุ $1.973 \text{ kPa.m}^2/\text{g}$ และความขาวสว่าง 68.37% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษก้างไผ่ฟอกขาว ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน $125 \pm 5 \text{ g/m}^2$ ความต้านการหักพับ 1.33 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 6.19 N.m/g ความเรียบ 1.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด $15.63 \text{ mN.m}^2/\text{g}$ ความต้านแรงดันทะลุ $1.632 \text{ kPa.m}^2/\text{g}$ และความขาวสว่าง 70.07%

จากการศึกษาทดลองปรากฏว่าใบไผ่พันธุ์หวานอ่อนางสามารถใช้ห่อบะจ่างได้ และกระดาษจากใบไผ่ กาบไผ่ และก้างไผ่ สามารถใช้งานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์ได้

ABSTRACT

The research experiment utilized of *Dendro calamus latiflorus* and *Bambusa Oldhamii* from leaves, spathe, sprout coat and branch. Results indicated that of *Dendro calamus latiflorus* leaves on 5-8 from end branch could be used for packaging Bajang. The average of leaves was 8.42 centimeter wide and 39.56 centimeter long with 3.12 gram wet weight and 1.26 gram dry weight. The color fixation with 1% sodium bicarbonate for 5 min, and 100 ppm. chlorine for 30 minute after drying at room temperature, color appearance ($L^* a^* b^*$) 63.83, 14.07 and 11.65, 8.97% moisture, A_w 0.496, total plate count, Yeast and Mold were less than 10 colony/gram, coliform and bacteria was not found in product. The consumer acceptability test showed that they liked the product moderately to very much and accepted the product.

The result from leaves pulp production showed the optimum cooking condition was using 25% sodium hydroxide of total dry basis at 100°C , for 3 hrs. which would had pulp yield of 30.48% for *Dendro calamus latiflorus* and 11.32% for *Bambusa oldhamii*. The optimum cooking condition of spathe was using 30% sodium hydroxide of total dry basis at 100°C , for 6 hrs. which would had pulp yield of 39.50%. The optimum cooking condition of sprout coat was using 35% sodium hydroxide of dry material at 100°C , for 6 hrs. which would had pulp yield of 35.70%. The optimum cooking condition of branch was using 40% sodium hydroxide of total dry basis at 100°C , for 10 hrs. which would had pulp yield of 36.23% for *Dendro calamus* and 34.73% *Bambusa 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 hrs. 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 hrs. the brightness was 54.29%.

The research experiment utilized of *Dendrocalamus latiflorus* Munro. and *Bambusa Oldhamii* Munro. from leaves spathe sprout coat and branch. Results indicated that mechanical properties of thai hand made paper mixed with saa fiber 40% and 6% glucomannan of total dry basis. Mechanical properties of paper shut made from 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 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%

The conclusion found that *Dendrocalamus* leaves could be used for Bajang packaging and hand made paper of *Dendrocalamus* Munro. and *Bambusa oldhamii* Munro. from leaves, sprout and branch could be used as raw material for handicraft and packaging.

บทนำ

ตามที่ศูนย์และสถานีเกษตรหลวงของมูลนิธิโครงการหลวง ได้ศึกษาทดลองปลูกไผ่บนที่สูงทางภาคเหนือรวมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,281,192.77 ไร่ และ 1,944.14 ตารางกิโลเมตร ไผ่ที่ปลูกประกอบด้วยพันธุ์หวานอ่างขาง และพันธุ์หยก จากการศึกษาการนำไปไผ่พันธุ์หวานอ่างขางมาห่อชะง่างเพื่อทดแทนการใช้ใบไผ่ที่นำมาจากประเทศจีน ผลปรากฏว่าสามารถใช้ทดแทนได้อย่างดี โดยเฉพาะกลิ่นหอมของใบไผ่และสีที่เป็นธรรมชาติ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสด ใบที่ร่วงตามธรรมชาติ กาบ และกิ่งไผ่ มาผลิตเยื่อระบบเปิด และทำกระดาษด้วยมือแบบไทย เพื่อใช้กับงานหัตถกรรมได้ แต่กระดาษก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับคุณสมบัติของกระดาษเนื่องจากกระดาษจะไม่มี ความเหนียว และความแข็งแรงมากพอที่จะใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ จำเป็นต้องปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษให้ดีขึ้น และเหมาะสมต่อการใช้งานต่อไป เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากใบ กาบ และกิ่งไผ่ให้เกิดประโยชน์เพิ่มรายได้ให้กับชาวบ้านที่อยู่ในเขตปลูกไผ่ได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์ และวิธีการ

อุปกรณ์

ประกอบด้วยใบไผ่ กาบไผ่ และกิ่งไผ่พันธุ์หวานอ่าง และพันธุ์หยก จากสถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารโซเดียมซัลเฟต สารแมกนีเซียมซัลเฟต สาร U-ramine PN-S สารกลูโคแมนแนน ชุดดัมเยื่อ ชุดฟอกเยื่อ ชุดทำกระดาษด้วยมือแบบไทย เครื่องวัดความต้านทานการหักพับ (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) และชุดซิลค์สกรีนภาพด้วยมือ

วิธีการ

การศึกษการใช้ประโยชน์ใบ กาบ เปลือกหน่อไผ่และกิ่งไผ่พันธุ์หวานอ่างขาง และพันธุ์หยก มีวิธีการดังนี้

1. คัดเลือกใบที่เหมาะสมเพื่อใช้ห่อชะง่าง

ได้เก็บตัวอย่างใบไผ่สดพันธุ์หวานอ่างขาง โดยตัดมาทั้งกิ่ง แล้วแบ่งใบไผ่ออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เริ่มตั้งแต่ใบที่ 1-4 จากปลายสุด ช่วงที่ 2 ตั้งแต่ใบที่ 5-8 และช่วงที่ 3 ตั้งแต่ใบที่ 9-12 นำใบแต่ละช่วงวัดหาค่าเฉลี่ยของขนาดกว้าง ความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใบ คุณลักษณะภายนอกเพื่อหาช่วงใบที่มีความสมบูรณ์ที่จะนำมาห่อชะง่าง

2. หาความเหมาะสมเพื่อฟิکشลีไบไฟ

ฟิکشลีไบไฟโดยแบ่งไบไฟพันธุ์หวานอย่างขางออกเป็น 6 ตัวอย่าง ๆ ละ 10 ไบ ตัวอย่างที่ 1 แขนงแห้งที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างที่ 2-6 ลวกด้วยน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 °C เวลา 5 นาที ซึ่งในน้ำเดือดมีสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% ของสารละลาย แล้วแช่น้ำเย็นทันทีหลังจากลวก นำขึ้นมาแขวนจนแห้งที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าสีทั้งหน้าไบและหลังไบด้วยเครื่อง เพื่อเปรียบเทียบค่าสี L^* a^* b^* ของไบไฟ

3. ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ในไบไฟ

นำไบไฟที่ผ่านการลวกฟิکشลีด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1.0% อุณหภูมิ 100 °C เวลา 5 นาที และฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 100 ppm. เวลา 30 นาที เพาะหาเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมดและเชื้อ โคลิฟอร์มแบคทีเรียตามวิธี A.O.A.C. (1990)

4. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไบไฟ

ได้นำไบไฟพันธุ์หวานอย่างขางที่ผ่านการฟิکشลีและฆ่าเชื้อแล้วให้คุณสรกาญพร เลิศบรรเจิดกุล (คุณนุช บะจ่าง, เขาราช สุตรดั้งเดิม) ไบไฟห่อบะจ่าง เปรียบเทียบกับไบไฟที่ห่ออยู่เดิม ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศจีน ทดสอบกับผู้บริโภคที่มาซื้อบะจ่างในงานแสดงสินค้าที่ห้างแพชั่น ไอส์แลนด์และเดอะมอลล์งามวงศ์วาน โดยให้ผู้ซื้อได้ดูและชิมบะจ่างที่ห่อด้วยไบไฟทั้งสองแล้วตอบแบบสอบถามที่มีข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของบะจ่าง

5. หาสภาวะการต้มเยื่อไบไฟที่เหมาะสม

5.1 หาความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้ม

ต้มไบไฟชนิดรวมพันธุ์หวานอย่างขางระบบเปิดที่แยกเอากิ่งออกไปแล้ว โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 ของน้ำหนักไบไฟแห้ง ต้มความเข้มข้นละ 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าเฉลี่ยใช้อัตราส่วนไบไฟต่อสารละลาย 1:30 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 3 ชั่วโมง หลังต้มแช่เยื่อในสารละลายต่ออีก 1 คืน ล้างน้ำทำความสะอาด อบเยื่อที่อุณหภูมิ 100 °C จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักเยื่อที่ได้ นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทยใช้น้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัม/ตารางเมตร คุณลักษณะของแผ่นกระดาษเพื่อคัดลอกความเข้มข้นของสารที่ใช้ต้มเยื่อ

5.2 หาปริมาณเยื่อไบไฟแต่ละช่วงอายุ

ต้มตัวอย่างไบไฟพันธุ์หวานอย่างขาง ระบบเปิด 5 ตัวอย่าง คือ ไบไฟอายุ 1, 2 และ 3 ปี ไบไฟรวมไม่แยกอายุ และไบไฟแห้งที่ร่วงตามธรรมชาติ ต้มตัวอย่างไบไฟพันธุ์หยก 3 ตัวอย่าง คือ ไบไฟอายุ 1, 2 และ 3 ปี ต้มตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 25 ของน้ำหนักไบไฟแห้ง อุณหภูมิ 100 °C เวลา 3 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากทดลอง) ขณะต้มคนทุก ๆ 30 นาที หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน นำเยื่อล้างน้ำทำความสะอาดอบเยื่อด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100 °C จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อไบไฟแต่ละชนิด

6. หาสภาวะการต้มกาบไผ่ที่เหมาะสม

ต้มตัวอย่างกาบไผ่พันธุ์หวานอ่างขางระบบเปิด ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 ของน้ำหนักกาบไผ่แห้ง ใช้อัตราส่วนกาบไผ่แห้งต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 °C จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อ นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70±5 กรัม/ตารางเมตร ดูลักษณะของกระดาษเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ต้ม

7. หาสภาวะการต้มเปลือกหน่อไผ่ที่เหมาะสม

ต้มตัวอย่างเปลือกหน่อไผ่พันธุ์หวานอ่างขาง ระบบเปิดตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25, 30, 35 และ 40 ของน้ำหนักเปลือกหน่อไผ่แห้ง ใช้อัตราส่วนเปลือกหน่อไผ่ต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 6 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 100 °C จนน้ำหนักคงที่เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเยื่อ นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70±5 กรัม/ตารางเมตร ดูลักษณะของกระดาษเพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ต้ม

8. หาสภาวะการต้มกิ่งไผ่ที่เหมาะสม

8.1 หาความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้มกิ่งไผ่

ต้มตัวอย่างกิ่งไผ่หวานอ่างขางระบบเปิดใช้กิ่งไผ่รวมที่ทุบแตกแล้วตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักกิ่งไผ่แห้ง ใช้อัตราส่วนกิ่งไผ่ต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 10 ชั่วโมง (เวลานี้ได้จากการทดลอง) หลังต้มแช่เยื่อต่อในสารละลายอีก 1 คืน ล้างน้ำเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 °C จนน้ำหนักคงที่ หาค่าเฉลี่ยของเยื่อที่ได้นำเยื่อแช่น้ำกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 70±5 กรัม/ตารางเมตร ดูลักษณะของกระดาษเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

8.2 หาปริมาณเยื่อกิ่งไผ่แต่ละช่วงอายุ

ต้มตัวอย่างกิ่งไผ่ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ มีพันธุ์หวานอ่างขางอายุ 1, 2 และ 3 ปี พันธุ์หยกอายุ 1, 2 และ 3 ปี ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 ของน้ำหนักกิ่งไผ่แห้ง เวลา 10 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 °C ระบบเปิด หลังต้มแช่เยื่อในสารละลายต่ออีก 1 คืน ล้างเอาสารละลายออกอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจนน้ำหนักคงที่หาค่าเฉลี่ยของเยื่อที่ได้แต่ละอายุ

9. หาสภาวะฟอกเยื่อที่เหมาะสม

9.1 หาสภาวะฟอกเยื่อจากไฟที่เหมาะสม

นำเยื่อจากไฟหวานอย่างซ่งที่ผ่านการต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 เวลา 6 ชั่วโมง ฟอกด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟด์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง ทำความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ ล้างน้ำเอาสารละลายออกกระจายเยื่อด้วยเครื่อง 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 60±5 กรัม/ตารางเมตร วัดความขาวสว่างด้วยเครื่อง (Brightness tester kumagai riki kogyo) ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94

9.2 หาสภาวะฟอกขาวเยื่อถึงไฟที่เหมาะสม

นำเยื่อถึงไฟที่ผ่านการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 เวลา 10 ชั่วโมง ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟด์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง ทำความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ ล้างน้ำเอาสารละลายออกกระจายเยื่อที่ 500 รอบ ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย น้ำหนักมาตรฐาน 60±5 กรัม/ตารางเมตร วัดความขาวสว่างด้วยเครื่อง (Brightness tester riki kogyo) ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94

10. หาอัตราส่วนการผสมเยื่อไฟต่อเยื่อปอสาที่เหมาะสม

นำเยื่อถึงไฟที่ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 25 ผสมกับเยื่อปอสาเกรด A ที่ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 8 ฟอกขาวด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 4 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ในอัตราส่วนเยื่อถึงไฟต่อเยื่อปอสา 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 ทำแผ่นด้วยมือแบบไทย ใช้น้ำหนักมาตรฐาน 85±5 g/m² 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 ความต้านแรงฉีกตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T403 om-97 และความขาวสว่างตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T452 om-94 พิจารณาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไฟที่มีอัตราส่วนการผสมเยื่อปอสาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในงานหัตถกรรม

11. หาปริมาณสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดาษที่เหมาะสม

ทำแผ่นกระดาษด้วยมือแบบไทยโดยใช้การผสมเยื่อถึงไฟต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20 น้ำหนักมาตรฐาน 85±5 g/m² เพิ่มคุณสมบัติให้กระดาษโดยวิธี Internal sizing ด้วยสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง นำกระดาษทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T410 om-88 ความต้านทานการหักพับตามวิธี

มาตรฐานของ 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

12. ศึกษาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไผ่

ทำกระดาษด้วยมือแบบไทยโดยใช้เยื่อไผ่ กาบไผ่ฟอกขาว กาบไผ่ไม่ฟอกขาว และกึ่งไผ่ฟอกขาว ผสมเยื่อปอสาเกรด A ในอัตราส่วนเยื่อไผ่ต่อเยื่อปอสาเกรด A 60:40 เพิ่มความแข็งแรงโดยใช้สารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6 ของเยื่อแห้งโดยวิธี Internal sizing น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ $125 \pm 5 \text{ g/m}^2$ นำกระดาษทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วยน้ำหนักมาตรฐานตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T410 om-88 ความต้านการหักพับตามวิธีมาตรฐานของ 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-94 เพื่อหาคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษจากไผ่ กาบไผ่ฟอกขาว กาบไผ่ไม่ฟอก และกึ่งไผ่ที่เหมาะสมกับงานหัตถกรรม และใช้กับงานพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยมือได้

13. ทดลองทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์

ทำกระดาษไผ่ กาบไผ่ฟอกขาว กาบไผ่ไม่ฟอก และกึ่งไผ่ฟอกขาวผสมเยื่อปอสาร้อยละ 40 และ Internal sizing ด้วยสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6 นำกระดาษที่ได้บางส่วนพิมพ์สีและภาพซิลค์สกรีนบนแผ่นกระดาษ แล้วนำกระดาษดังกล่าวทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์ เพื่อดูผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมต่อไป และนำผลงานวิจัยที่ได้ถ่ายทอดให้กับเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ และสถานีเกษตรแม่ทาเหนือ จังหวัดเชียงใหม่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลการวิจัย

จากการศึกษาทดลองเพื่อนำใบไผ่พันธุ์หวานอย่างขางมาห่อบะจ่าง นำใบ กาบหุ้มลำต้น เปลือกหน่อและกิ่งแขนงของไผ่พันธุ์หวานอย่างขาง และพันธุ์หยก มาผลิตเยื่อเพื่อทำกระดาษด้วยมือแบบไทย ผลการศึกษาดทดลองมีดังนี้

1. ใบไผ่พันธุ์หวานอย่างขางที่เหมาะสมสำหรับห่อบะจ่าง

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 ใบจะไม่ค่อยเสียหายและไม่ค่อยมีตำหนิ 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 มีตำหนิและเสียหายบ้างโดยปกติใบในช่วงนี้จะมีความสวยที่สุด เหมาะที่จะนำมาใช้ห่อบะจ่างได้ กิ่งไผ่บางกิ่งก็มีใบไม่ถึงช่วงนี้ ดังนั้น จำเป็นต้องคัดเลือกกิ่งและใบที่สมบูรณ์จึงจะได้ใบไผ่ที่ดีที่สุดในช่วงนี้ **ช่วงที่ 3** นับจากใบที่ 9-12 ใบมีความกว้างเฉลี่ย 9.19 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 36.34 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 3.17 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.42 กรัม ขนาดของใบค่อนข้างใหญ่ แต่ใบในช่วงนี้ค่อนข้างจะแก่ ส่วนใหญ่จะมีตำหนิและเสียหายมีจำนวนน้อยที่สามารถจะนำมาใช้ห่อบะจ่างได้

2. ผลการฟิเคซ์สีใบไผ่

ความสว่างของใบไผ่ที่วัดได้จากด้านหน้าใบและหลังใบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การฟิเคซ์สีโดยวิธีการลวกด้วยน้ำร้อน และใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ไม่ทำให้ความสว่างของใบต่างกันมากนัก

ค่าของสี a^* ที่วัดได้จะมีความแตกต่างกันในทางสถิติ แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ซึ่งค่าที่น้อยลงจะมีสีเขียวที่มากกว่าและเมื่อดูด้วยสายตาแล้ว สามารถแยกสีเขียวออกจากกันได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ควรใช้การฟิเคซ์สีโดยการลวกน้ำที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.0% เวลา 5 นาที จะเหมาะสมที่สุด

ค่าของ b^* แทนค่าสีเหลืองของใบไผ่ซึ่งจากการมองดูด้วยสายตาไม่สามารถแยกออกได้ ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับสีเขียวที่วัดได้จึงใช้วิธีการลวกในน้ำเดือดที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.0% เวลา 5 นาที

3. เชื้อจุลินทรีย์ในใบไผ่

ใบไผ่พันธุ์หวานอย่างขางที่ผ่านการฟิเคซ์สีในสารน้ำเดือดที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 1% เวลา 5 นาที ล้างน้ำสะอาดแช่ฆ่าเชื้อในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm. เวลา 30 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดในใบไผ่ที่ได้มีสีเขียว วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ได้ 63.83 14.07 11.65 ความชื้น 8.97% ค่า a_w 0.496 เชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และ รา จำนวน < 10 โคโลนีต่อกรัม และเชื้อโคลิฟอร์ม แบคทีเรียไม่พบ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานจึงปลอดภัยต่อการ

ห่อบะจ่างใบไผ่บะจ่างเมื่อแห้งจะหดตัว ดังนั้น ก่อนห่อบะจ่างจะต้องแช่น้ำ 5 นาที ก่อนใบไผ่จะคืนตัว อ่อนนุ่มทำให้ห่อได้ง่าย

4. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบไผ่

ผลจากการเปรียบเทียบการใช้ใบไผ่พันธุ์หวานอังกาบกับใบไผ่ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ(จีน)ที่ซื้อจากเยาวราช ห่อบะจ่าง ปรากฏว่าชอบใบไผ่พันธุ์หวานอังกาบที่ทดลองมากกว่าใบไผ่จากจีน เนื่องจากใบไผ่มีความนุ่ม ห่อได้ง่าย มีกลิ่นหอมของใบตามธรรมชาติ มีสีเขียว การห่อจะใช้ 2 ใบต่อบะจ่าง 1 ลูก โดยปกติจะซื้อใบไผ่ราคา กิโลกรัมละ 38 บาท ถ้าเป็นช่วงเทศกาลไหว้ จะต้องซื้อในราคา กิโลกรัมละ 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 จะเห็นว่า การยอมรับของผู้ทดสอบที่มีต่อใบไผ่พันธุ์หวานอังกาบมีความใกล้เคียงกับใบไผ่ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและจะมีความชอบด้านกลิ่นหอมจากใบไผ่มากกว่าและสีเขียวของใบไผ่ซึ่งเป็นสีจากธรรมชาติมากกว่า ถ้าหากแนะนำให้ทราบว่าใบไผ่นี้ได้ผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อมาอย่างดีแล้ว น่าจะได้รับความสนใจมากกว่านี้ และสามารถใช้ทดแทนใบไผ่จากประเทศจีนได้

5. สถานะการต้มเยื่อใบไผ่ที่เหมาะสม

สถานะการต้มเยื่อใบไผ่พันธุ์หวานอังกาบที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 25 เวลา 3 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนเยื่อต่อน้ำ 1:60 อุณหภูมิ 100 °C ได้เยื่อร้อยละ 46.69 ปริมาณเยื่อใบไผ่พันธุ์หวานอังกาบจะสูงกว่าเยื่อจากใบไผ่พันธุ์หยกที่ได้เยื่อร้อยละ 11.32 เนื่องจากใบมีขนาดใหญ่และยาวกว่าพันธุ์หยก

6. สถานะการต้มกาบไผ่ที่เหมาะสม

เนื่องจากกาบไผ่พันธุ์หวานอังกาบมีขนาดใหญ่มีขนปกคลุมมีไขเคลือบผิวด้านในของกาบเป็นจำนวนมาก ป้องกันการซึมของน้ำได้อย่างดี กาบไผ่มีขนาดใหญ่วัดความกว้างเฉลี่ย 37.5 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 42.8 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 34.18 กรัม

การต้มเยื่อจากกาบไผ่ค่อนข้างจะมีปัญหา เนื่องจากที่ด้านนอกกาบไผ่มีขนปกคลุมมาก ทำให้เกิดอาการคันขณะปฏิบัติงาน กาบไผ่ด้านในมีความเป็นมันและแข็งมากยากต่อการต้มในกาบไผ่มีเม็ดกลมคล้ายต่อมไขมันไม่สามารถจะย่อยสลายได้ในการต้ม ถึงแม้จะใช้ความเข้มข้นของสารถึงร้อยละ 50 เวลา 10 ชั่วโมงก็ตาม เม็ดกลมนี้ยังอยู่และติดอยู่ในกระดาษและจะหลุดออกมาเมื่อใช้มือลูบที่ผิวกระดาษ ดังนั้น สถานะการต้มกาบไผ่ที่เหมาะสมควรใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 เวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 °C จะได้เยื่อร้อยละ 39.50

7. สถานะการต้มเปลือกหน่อไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่เหมาะสม

เปลือกหน่อไม้พันธุ์หวานอย่างขางสดเมื่อนำมาอบแห้งแล้วจะเหลือเปลือกแห้งร้อยละ 11.19 ลักษณะของเปลือกมีลักษณะแข็งและมีขนาดค่อนข้างจะเล็กมาก

สถานะการต้มเปลือกหน่อไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่เหมาะสม คือ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 35 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 6 ชั่วโมง จะได้เยื่อร้อยละ 35.70 การนำเปลือกหน่อไม้มาผลิตเยื่อน่าจะมีปัญหา เนื่องจากเปลือกหน่อไม้จะมีเฉพาะในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนเท่านั้น การจะหาเปลือกหน่อไม้จำนวนมากคงจะทำได้ยากและการปลูกไผ่คงจะต้องเอาหน่อไม้ไว้เพื่อให้ได้ต้นไผ่ ดังนั้น การตัดเอาหน่อคงจะทำได้ยาก แต่ถ้ามีปริมาณเปลือกมากก็สามารถจะนำมาผลิตกระดาษด้วยมือเพื่อใช้งานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์ได้

8. สถานะการต้มกิ่งไผ่ที่เหมาะสม

สถานะการต้มกิ่งไผ่ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 10 ชั่วโมง ก่อนต้มจะต้องทุบกิ่งไผ่ให้แตกโดยเฉพาะตรงข้อ ถ้าไม่ทุบให้แตกการย่อยจะไม่ดี โดยเฉพาะส่วนที่เป็นข้ออาจจะไม่เปื่อยจำเป็นต้องคัดแยกออกภายหลัง การเพิ่มความเข้มข้นของสารมากไปกว่านี้คงจะไม่เหมาะ เนื่องจากจะเป็นการใช้สารที่สูงเกินไป ส่วนเวลา 10 ชั่วโมงนับว่ามากแล้ว ปริมาณของเยื่อจากกิ่งไผ่ทั้งสองพันธุ์จะมีมากขึ้นตามอายุของกิ่งไผ่ที่เพิ่มขึ้น กิ่งไผ่พันธุ์หวานอย่างขางได้เยื่อเฉลี่ยร้อยละ 36.23 กิ่งไผ่พันธุ์หยกได้เยื่อเฉลี่ยร้อยละ 34.73 ซึ่งไม่ต่างกันมากนัก ดังนั้น กิ่งไผ่ทั้งสองพันธุ์สามารถที่จะนำมาผลิตเยื่อและทำกระดาษได้และมีเป็นจำนวนมากอีกด้วย การเก็บเกี่ยวจะได้ทั้งกิ่งและใบทั้งสองนี้สามารถนำมาผลิตกระดาษได้

9. สถานะฟอกเยื่อที่เหมาะสม

สถานะที่เหมาะสมของการฟอกเยื่อจากไผ่ คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 8 ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ร้อยละ 2 สารแมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง จะได้เยื่อที่มีความขาวสว่างร้อยละ 59.06

สถานะที่เหมาะสมของการฟอกเยื่อกิ่งไผ่ คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 ของน้ำหนักเยื่อแห้งร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ร้อยละ 2 แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.5 ใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 2 ชั่วโมง ได้ความขาวสว่างของเยื่อร้อยละ 54.29

10. อัตราส่วนการผสมเยื่อไผ่ต่อเยื่อปอสาที่เหมาะสม

กระดาษที่ทำด้วยมือแบบไทยโดยการผสมเยื่อกิ่งไผ่ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 มีคุณสมบัติทางเชิงกล ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่ผสมเยื่อกระดาษกับเยื่อปอสาในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วน เยื่อกระดาษ : เยื่อปอสา	น้ำหนัก มาตรฐาน (g/m ²)	ความต้าน การหักพับ (time)	ความต้าน ทานแรงดึง (N.m/g)	ความเรียบ (sec.)	ความต้าน ทานแรง ฉีกขาด (mN.m ² /g)	ความต้าน แรงดัน ทะลุ (kPa.m ² /g)	ความขาว สว่าง (%)
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	.174	.639	.306	.634	.345	.544	

จากข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษ อัตราส่วนการผสมเยื่อกระดาษกับเยื่อปอสาในอัตราส่วน 60:40 จะได้คุณสมบัติทางเชิงกลที่เหมาะสม ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน 85.39 g/m² ความต้านการหักพับ 6.55 ครั้ง ความต้านทานแรงดึง 11.31 N.m/g ความเรียบ 2.33 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 25.61 mN.m²/g ความต้านแรงดันทะลุ 0.983 kPa.m²/g และความขาวสว่างของกระดาษร้อยละ 70.85

11. ปริมาณสารกลูโคแมนแนนที่เหมาะสม

จากการใช้สารกลูโคแมนแนนใส่ลงในกระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อกระดาษกับเยื่อปอสาในอัตราส่วน 80:20 โดยใช้ สารกลูโคแมนแนนเป็นสาร Internal sizing ที่ร้อยละ 0,3,6,9,12,15 และ 18 ของน้ำหนักเยื่อ ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษมีดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อกิ่งไผ่และเยื่อปอสา โดยใช้สารกลูโคแมนแนนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

สารละลาย กลูโคแมน แนน (%)	น้ำหนัก มาตรฐาน (g/m ²)	ความต้าน การหักพับ (time)	ความต้าน ทานแรงดึง (N.m/g)	ความเรียบ (sec.)	ความต้าน ทานแรง ฉีกขาด (mN.m ² /g)	ความต้าน แรงดัน ทะลุ (kPa.m ² /g)	ความขาว สว่าง (%)
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	.300	.358	.554	.236	.349	.759	

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

12. คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไผ่

คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ฟอกขาว กาบไผ่ไม่ฟอกขาว และกิ่งไผ่ที่ทำด้วยมือแบบไทย โดยการผสมเยื่อไผ่ต่อเยื่อปอสาในอัตราส่วน 60:40 และใส่สารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6 คุณสมบัติของกระดาษมีดังนี้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ และกิ่งไผ่ที่ผสมเชื้อปอสา 40% และผสมสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 6%

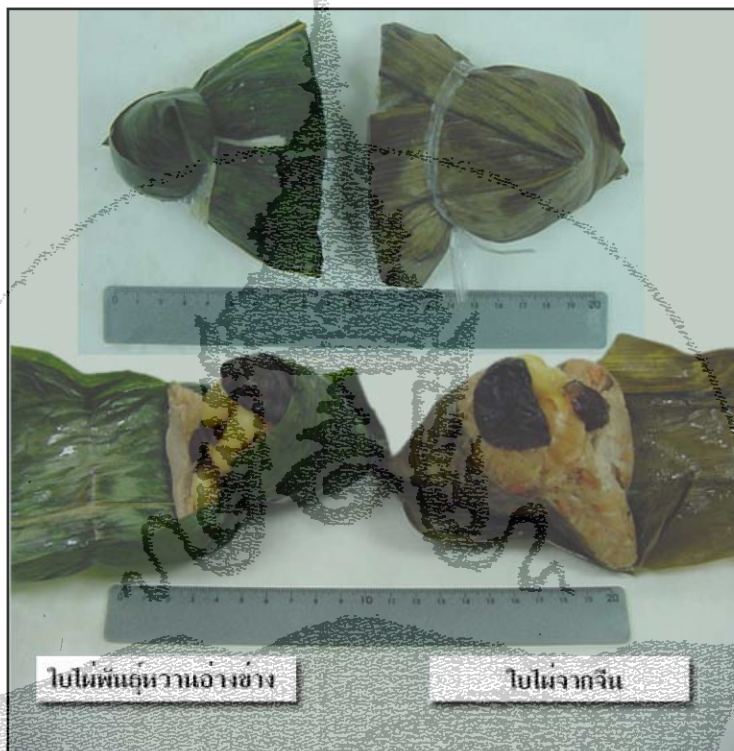
กระดาษ	น้ำหนักมาตรฐาน (g/m ²)	ความต้านการหักพับ (time)	ความต้านทานแรงดึง (N.m/g)	ความเรียบ (sec.)	ความต้านทานแรงฉีกขาด (mN.m ² /g)	ความต้านแรงดันทะลุ (kPa.m ² /g)	ความขาวสว่าง (%)
ใบไผ่	124.88 ^a	9.22 ^{bc}	7.49 ^b	1.32 ^b	14.61 ^b	1.596 ^b	40.08
กาบไผ่ไม่ฟอกขาว	125.39 ^a	17.11 ^{ab}	9.33 ^a	0.95 ^c	16.53 ^{ab}	1.864 ^a	47.46
กาบไผ่ฟอกขาว	126.12 ^a	24.77 ^a	9.49 ^a	1.13 ^{bc}	19.57 ^a	1.973 ^a	68.37
กิ่งไผ่	129.15 ^a	1.33 ^c	6.19 ^b	1.95 ^a	15.63 ^b	1.632 ^b	70.07
R squared	.025	.401	.436	.758	.229	.368	

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไผ่ กาบไผ่ และกิ่งไผ่ จะปรากฏว่ากระดาษมีความแตกต่างกันดังนี้

1. ความต้านการหักพับของกระดาษจากกาบไผ่ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกจะดีกว่ากระดาษจากใบและกิ่งไผ่
2. ความต้านทานแรงดึงของกระดาษจากกาบไผ่ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากใบและกิ่งไผ่
3. ความเรียบของกระดาษใกล้เคียงกันแต่กระดาษจากกิ่งไผ่จะมีความเรียบมากกว่ากระดาษจากกาบและใบไผ่
4. ความต้านแรงฉีกขาดกระดาษจากกาบไผ่ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากกิ่งและใบไผ่
5. ความต้านแรงดันทะลุกระดาษจากกาบไผ่ทั้งฟอกขาวและไม่ฟอกขาวจะดีกว่ากระดาษจากกิ่งและใบไผ่
6. ความขาวสว่างของกระดาษถ้าเป็นกระดาษจากใบ และกาบไผ่ไม่ฟอกขาวจะมีสีธรรมชาติความขาวสว่างจะน้อย ส่วนเชื้อที่ฟอกขาวจะได้กระดาษที่มีความขาวสว่างมากกว่ากระดาษที่ไม่ได้ฟอก

13. ผลิภัณฑ์ที่หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษไผ่

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษไผ่ กาบไผ่ และกิ่งไผ่ ผลจากการทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษดังกล่าวสามารถจะทำผลิตภัณฑ์ทั้งงานหัตถกรรมและงานบรรจุภัณฑ์ได้ดี และให้ความแปลก และมีความสวยงามที่สามารถที่จะทำออกจำหน่ายได้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีรูปร่างลักษณะและสีที่ดี



ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่บะจ่างจากใบไผ่พันธุ์หวานอ่อนขาว

ใบไม้พื้นถิ่นหวานอ่อนขาว

ใบไม้จากจีน

ใบไม้พื้นถิ่นหวานอ่อนขาว

ใบไม้จากจีน



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษไฟ

โครงการหลวง

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา การใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือกหน่อไม้ และกิ่ง ไม้พันธุ์หวานอย่างขางและพันธุ์หยก ได้ผลดังนี้

ใบไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่เหมาะสมที่จะนำมาห่อบะจ่าง เป็นใบไม้ตั้งแต่ใบที่ 5-8 นับจากปลายใบ ซึ่งมีความกว้างเฉลี่ย 9.43 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 38.78 เซนติเมตร น้ำหนักใบสดเฉลี่ย 3.65 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.57 กรัม ใบจะมีความแข็งแรง และมีค่าน้ำหนักน้อยกว่าใบช่วงอื่น ๆ สภาวะที่เหมาะสมในการฟิเคชันชีวในใบไม้พันธุ์หวานอย่างขาง คือ ลวกในน้ำที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 1% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันทีหลังลวก ฝั่งให้แห้งวัดค่าสี L* ด้านหน้าใบได้ 62.51 ด้านหลังใบ 62.61 ค่า a* ด้านหน้าใบ 13.79 ด้านหลังใบ 14.35 ค่า b* ด้านหน้าใบ 14.15 และด้านหลังใบ 15.26 สีเขียวเข้ม ใบไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่ผ่านการฟิเคชันและมาเชื่อมด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm. เวลา 30 นาที พบเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา จำนวน < 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อโคลิฟอร์ม และเชื้อแบคทีเรียไม่พบ เชื้อดังกล่าวต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด จึงปลอดภัยสามารถนำมาใช้ห่อบะจ่างได้ ใบไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่ผ่านการฟิเคชันและมาเชื่อมแล้วจะมีสีเขียวเข้ม แห้ง และห่อตัววัดค่าสี L* a* b* เฉลี่ยได้ 63.83 14.07 11.65 ความชื้น 8.97% ค่า aw 0.496 ก่อนจะห่อบะจ่างให้แช่ในน้ำธรรมดา 5 นาที ใบไม้จะคืนตัวกลับสภาพเดิมเหมือนใบไม้สด การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบ ไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่ห่อบะจ่างจำนวน 45 คน ทั้งเพศหญิง และชายอายุ 20-50 ปี การศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี และสูงกว่าปริญญาตรี อาชีพรับจ้าง นักเรียน นักศึกษา และธุรกิจส่วนตัว ไม่ทราบว่าใบ ไม้ที่ใช้ห่อบะจ่างนำเข้าจากต่างประเทศ 66.7% ทราบ 33.3% ชอบสีเขียวใบไม้พันธุ์หวานอย่างขาง 48.9% ชอบสีน้ำตาลของต่างประเทศ 51.1% ขณะแก้ห่อชอบกลิ่นของใบไม้พันธุ์หวานอย่างขาง 55.6% ชอบกลิ่นใบไม้สีน้ำตาลต่างประเทศ 44.4% เมื่อรับประทานชอบกลิ่นรสของใบไม้พันธุ์หวานอย่างขาง 44.4% ชอบกลิ่นรสใบไม้สีน้ำตาลต่างประเทศ 55.6% ขนาดของบะจ่างควรเล็กกลาง 42.2% เหมาะสม 55.6% และใหญ่ขึ้น 2.2% ราคาของบะจ่างต่อลูก 26.30 บาท การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อใบ ไม้พันธุ์หวานอย่างขางค่อนข้างดี สามารถจะใช้ทดแทนใบไม้ที่นำเข้าจากต่างประเทศได้ สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อใบไม้ คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 25% ของน้ำหนักใบไม้แห้ง อัตราส่วนเยื่อต่อสารละลาย 1:60 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ได้เยื่อใบไม้พันธุ์หวานอย่างขางโดยเฉลี่ย 30.48% สูงกว่าพันธุ์หยกที่ได้เฉลี่ย 11.32% สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากใบไม้พันธุ์หวานอย่างขางที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 30% ของกาบใบไม้แห้ง เวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้เยื่อ 39.50% สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากเปลือกหน่อไม้พันธุ์หวานอย่างขาง คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 35% ของเปลือกหน่อไม้แห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง จะได้เยื่อ 35.70% สภาวะการต้มเยื่อจากกิ่ง ไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% ของน้ำหนักกิ่งอบแห้งอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง ได้ปริมาณเยื่อกิ่งไม้พันธุ์หวานอย่างขาง 36.23% และพันธุ์หยกได้เยื่อ 34.73% สภาวะฟอกเยื่อจากใบไม้ที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 8% ร่วมกับสารโซเดียมซัลไฟต์ 2% สารแมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และสาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50

อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ได้เยื่อความขาวสว่าง 59.06% สภาวะฟอกเยื่อกึ่งไฟที่เหมาะสม คือ ใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 25% สารโซเดียมซัลไฟต์ 2% สารแมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5% ของน้ำหนักเยื่อแห้งใช้เยื่อต่อสารละลาย 1:50 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ได้เยื่อความขาวสว่าง 54.29% คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษใบไฟที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนเนนร้อยละ 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 ความต้านแรงคั้นทะลุ 1.596 kPa.m²/g และความขาวสว่างร้อยละ 40.08 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกึ่งไฟไม่ฟอกขาวที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนเนนร้อยละ 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 ความต้านแรงคั้นทะลุ 1.864 kPa.m²/g และความขาวสว่างร้อยละ 47.46 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษไฟฟอกขาวที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนเนนร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 126.12 g/m² ความต้านการหักพับ 24.77 ครั้ง ความต้านแรงดึง 9.49 N.m/g ความเรียบ 1.13 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 19.57 mN.m²/g ความต้านแรงคั้นทะลุ 1.973 kPa.m²/g และความขาวสว่างร้อยละ 68.37 คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษกึ่งไฟฟอกขาวที่ทำด้วยมือแบบไทย คือ ผสมด้วยเยื่อปอสา ร้อยละ 40 และใส่สารกลูโคแมนเนนร้อยละ 6 ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีคุณสมบัติทางเชิงกลประกอบด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 129.15 g/m² ความต้านการหักพับ 1.33 ครั้ง ความต้านต่อแรงดึง 6.19 N.m/g ความเรียบ 1.95 วินาที ความต้านแรงฉีกขาด 15.63 mN.m²/g ความต้านแรงคั้นทะลุ 1.632 kPa.m²/g และความขาวสว่างร้อยละ 70.07

การนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายของโครงการเป็นเกษตรกรที่อยู่บนที่สูงและมีไฟเป็นวัตถุดิบที่จะใช้ ดังนั้นควรจะช่วยเหลือกลุ่มที่ได้รับการฝึกอบรมไปแล้วให้ทดลองทำโดยเฉพาะการทำใบไฟเพื่อใช้ห่อเบาะจางที่มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง เพราะตลาดในกรุงเทพมหานครต้องการใช้มาก กลุ่มที่จะผลิตไม่ต้องลงทุนมากนัก แต่ถ้าเป็นกระดาษจะต้องลงทุนค่อนข้างจะมาก จึงน่าจะแนะนำเกษตรกรที่ผลิตกระดาษอยู่แล้วให้ใช้วัตถุดิบจากเศษเหลือของไฟแทนวัตถุดิบที่หาได้ยากและมีในปริมาณน้อยที่ใช้อยู่ จะช่วยสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวงเป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2547 – 2549 คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงตลอดจนเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือตลอดมา และขอขอบคุณ รศ.ดร.บุญวงศ์ ไทยอุดสาห์ ที่ได้ให้ทางโครงการมีส่วนร่วมในชุดโครงการของท่านด้วย ทางคณะผู้วิจัยจะได้นำผลงานวิจัยชิ้นนี้ถ่ายทอดให้กับผู้ที่สนใจทั่วไปเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2547. ข้อมูลสถานที่ตั้งและสถานีทดลองของมูลนิธิโครงการหลวง. เอกสารถ่ายสำเนา. 2น.

วิชัย หลกัทยธนาสันต์, วุฒินันท์ คงทัด, วารุณี ธาระแพสย์, ชัยพร สามพุ่มพวง และสาริมา สุนทรารชุน. 2547. การใช้ประโยชน์จากใบ กาบ เปลือกหน่อไม้ และกิ่งไม้พันธุ์หวานอย่างขางและพันธุ์หยก. รายงานฉบับสมบูรณ์ในชุดโครงการไม้บนที่สูง. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 55 น.

A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis, 15th ed., The association of official analytical chemists, Arlington, Virginia. 815p.

Technical association of the pulp and paper industry. 1996. TAPPI test methods 1996-1997. TAPPI press, Atlanta.