ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทำกระดาษจากกกสามเหลี่ยมโดยใช้วิธีการทำกระดาษแบบปาปิรัส
THE PRODUCTION OF BULRUSH PAPER BY PAPYRUS METHOD

โดย

นางสาวศศิกานต์ แซ่กือ

ง
b.12558886
i.

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช
สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2555

ชื่อเรื่อง	การทำกระดาษจากกกสามเหลี่ยมโดยใช้วิธีการทำกระดาษแบบปาปิรัส The Production Of Bulrush Paper By Papyrus Method
ชื่อ-สกุล	นางสาวศศิกานต์ แซ่ก๊อ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช **สาขาวิชา** ครุศาสตร์เกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร จารุสมบัติ

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกอียิปต์ และทดลองทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม รวมถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ได้จากการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมแตกต่างกัน 4 แบบ โดยทำการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสจากกกสามเหลี่ยม คือ เก็บต้นกกและตัดเป็นท่อนตามความยาวที่ต้องการ ลอกเปลือกสีเขียวออก เฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ ทุบเส้นใย นำไปแช่ในน้ำ และนำมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ แล้วทับให้แห้งเป็นแผ่นกระดาษ ซึ่งทำการศึกษาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ การแช่เยื่อ 3, 5, 7 และ 9 วัน จากผลการทดลองทำการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 3 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมจะหยุ่นและโปร่งแสงน้อย แต่ก็ทำเป็นแผ่นกระดาษปาปิรัสได้ และกระดาษปาปิรัสที่ได้จากกกสามเหลี่ยมมีเนื้อกระดาษไม่เรียบ และเนื้อเยื่อกระดาษระหว่างแผ่นไม่ค่อยประสานกัน ทำให้แผ่นกระดาษมีลักษณะเป็นรูเหมือนตาข่าย กระดาษมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ ส่วนการแช่เยื่อ 5, 7 และ 9 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมจะหยุ่นและโปร่งแสงมากขึ้นตามเวลาที่แช่เยื่อ จากการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 5, 7 และ 9 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมที่แช่ 9 วันจะมีความหยุ่นและโปร่งแสงมากที่สุด และกระดาษที่ได้ก็มีลักษณะเหมือนกับกระดาษที่ได้จากการแช่เยื่อ 3 วัน แต่สีจะเข้มกว่า คือ สีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม และสีน้ำตาลอมดำ จึงสรุปได้ว่าเยื่อกกสามเหลี่ยมจะมีความหยุ่น และโปร่งแสงมากขึ้นตามเวลาในการแช่เยื่อ ทำเป็นแผ่นกระดาษได้ใกล้เคียงกับกระดาษปาปิรัส และสีของกระดาษจะมีความเข้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการแช่เยื่อ จากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ทำให้ได้ความรู้ และประสบการณ์เกี่ยวกับการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตกระดาษจากพืชอื่นและสามารถนำต้นกกสามเหลี่ยมมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร จารุสมบัติ ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ นับตั้งแต่เริ่มต้นดำเนินการจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ท่านประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้วิจัย อีกทั้งเมตตาด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ และแนวทางการแก้ไขปัญหาในการทำปัญหาพิเศษนี้จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวศศิกานต์ แซ่ก๊อ

มีนาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ข
สารบัญ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ง
สารบัญภาพ ..... จ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตของปัญหา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ประวัติของกระดาษ 3
2.2 การผลิตกระดาษ 4
2.2.1 กระบวนการผลิตกระดาษ 4
2.2.2 การผลิตกระดาษจากพืช 5
1. การพัฒนาเส้นใย และผลิตกระดาษจากปอสา 5
2. การผลิตกระดาษจากผักตบชวา 11
2.3 กระดาษปาปิรัส 14
2.3.1 ประวัติกระดาษปาปิรัส 14
2.3.2 วิธีทำกระดาษปาปิรัส 14
2.3.3 การใช้ประโยชน์จากกระดาษปาปิรัส 15
2.4 กก 15
2.4.1 กกอียิปต์ 15
2.4.2 กกสามเหลี่ยม 16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 19
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 19
3.3.1 วัสดุ 19
3.3.2 อุปกรณ์ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2. วิธีการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม 19
3.3 สถานที่ทำกระดาษ 20
3.4 ระยะเวลาการทำกระดาษ 20
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล 21
4.1 ผลการทดลอง 21
4.1.1 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 3 วัน 21
4.1.2 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 5 วัน 21
4.1.3 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 7 วัน 22
4.1.4 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 9 วัน 22
4.2 วิจารณ์ผล 22
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 24
5.1 สรุปผลการทดลอง 24
5.2 ข้อเสนอแนะ 24
บรรณนุกรม 25
ภาคผนวก 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ได้จากกกสามเหลี่ยม ที่ทำการแช่เยื่อแบบ 3, 5, 7 และ 9 วัน 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 ขั้นตอนการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้กกสามเหลี่ยม 20
2 การบันทึกตำรายาในกระดาษปาปิรัส 29
3 กระดาษปาปิรัสที่บันทึกข้อความสนทนาที่พระเยซูพูดถึงหญิงชื่อ แมรี่ 29
4 ส่วนประกอบของกกสามเหลี่ยม 31
5 ต้นกกสามเหลี่ยม 32
6 ช่อดอกของต้นกกสามเหลี่ยม 32
7 ใบของต้นกกสามเหลี่ยม 32
8 การตัดต้นกกอียิปต์ 34
9 การลอกเปลือก และเฉือนกกเป็นแผ่น 34
10 การทุบเส้นใยกก และนำมาแช่น้ำ 3 วัน แล้วรีดน้ำออก 35
11 การเรียงเป็นแผ่นกระดาษ และการทับแผ่นกระดาษให้แห้ง 35
12 กระดาษปาปิรัส 35
13 การเก็บต้นกกสามเหลี่ยมมาตัดเป็นท่อน ๆ ตามความยาวที่ต้องการ 36
14 การลอกเปลือกกกสามเหลี่ยม และเฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ 36
15 การทุบเส้นใย และการแช่เยื่อกกในเวลาที่ต่างกัน คือ 3, 5, 7 และ 9 วัน 36
16 การนำเยื่อกกมาเรียงบนกระดาษหนังสือพิมพ์ และการรีดน้ำออก 37
17 การใช้หนังสือ หรือสมุดหนา ๆ ทับไว้ 37
18 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากต้นกกสามเหลี่ยม 37
19 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 3 วัน 39
20 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 5 วัน 39
21 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 7 วัน 40
22 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 9 วัน 40
23 เปรียบเทียบลักษณะของกระดาษที่ได้จากการแช่เยื่อกกที่แตกต่างกัน
คือ 3, 5, 7 และ 9 วัน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

กระดาษปาปิรัส เป็นกระดาษชนิดแรกของโลก ใช้บันทึกข้อความสรรเสริญคุณของเทพเจ้าและเหตุการณ์ต่าง ๆ มีวิธีการทำ คือ นำต้นกกมาตัดให้ได้ขนาดตามขนาดกระดาษที่ต้องการ เสร็จแล้วลอกเปลือกสีเขียวออก วางเป็นแนวสานขัดเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำไปแช่ในน้ำจนนิ่ม ทุบให้ส่วนที่สานกันอยู่ให้แบนเป็นแผ่นติดกัน ตากให้แห้ง สุดท้ายใช้หินขัดผิวให้เรียบ แล้วนำมาใช้เขียนหนังสือหรือภาพต่าง ๆ การทำกระดาษปาปิรัส เป็นวิธีการทำกระดาษแบบง่าย ๆ ไม่ใช้สารเคมี สามารถทำได้ในครัวเรือน โดยทำจากต้นกกอียิปต์ที่มีชื่อว่า ปาปิรัส หรือกกอียิปต์ (ณภัทร, 2552)

ต้นปาปิรัสอยู่ในวงศ์ CYPERACEAE ซึ่งพืชวงศ์นี้มีหลายชนิด เช่น กกสามเหลี่ยมใหญ่ กกใบคม กกสามเหลี่ยม กกสามเหลี่ยมเล็ก เป็นต้น กกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีอายุปีเดียวหรือหลายปีขึ้นอยู่กับชนิดของกก พบแพร่กระจายทั่วไปตามพื้นที่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ส่วนใหญ่มักพบในบริเวณพื้นที่ชื้นแฉะ หรือชุ่มชื้นตลอดเวลา กกมีระบบรากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root) ลำต้นใต้ดิน มีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) มีปล้องชัดเจน (corm) ลำต้นเหนือดินประกอบด้วยกลุ่มใบที่แตกเป็นกอ และลำต้นที่สร้างช่อดอก ใบเป็นใบเดี่ยว (สุชาดา, 2542) เมื่อตัดต้นกกสดจากต้นมาแล้ว จะผ่าตัดกกออกเป็นเสี้ยว ๆ ให้มีขนาดเท่า ๆ กันแล้วขูดเอาไส้ในของกกออก สำหรับเส้นกกที่ขูดเอาไส้ออกมาแล้วนั้น จะนำไปฟอกให้ขาว ย้อมหอ และตัดเย็บ เพื่อทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ส่วนไส้ของกกนั้น ยังสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ โดยทำเป็นเสวียงรองหม้อข้าว มีลักษณะเป็นวง ๆ ซึ่งในปัจจุบันยังมีคนนำไปใช้กันอยู่ตามชนบท แต่ไม่มากเหมือนสมัยก่อน และมีการนำกกมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันตามลักษณะท้องถิ่นนั้น ชนิดของกกในประเทศไทยที่ใช้ในการทอเสื่อ คือ กกจันทบูรณ์ *(cyberus corymbosus Rottb)* กกยูนนาน *(Scirups lacustris validus)* กกกระจูด *(lipironia articulate)* กกสามเหลี่ยม *(cyberus corymbosus Rottb.)* กกลังกา *(cyberus digitatus Roxb)* กกกลม (*cyberus legetiformis Roxb.*) (กรมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2535)

การผลิตกระดาษจากพืชที่เรียกว่ากระดาษทำมือ มีพืชหลายชนิด เช่น กก ปอสา หม่อน ใบเตย กล้วย เป็นต้น กระดาษที่ผลิตจากพืชมีการนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น จังหวัดเชียงใหม่ใช้กระดาษสาทำร่ม พัด ไส้เทียน ตุง และทำโคมลอย เป็นต้น (Biogang Blog, 2552) เช่นเดียวกับการใช้ประโยชน์จากกระดาษปาปิรัส ประกอบกับต้นกกสามเหลี่ยมอยู่ในวงศ์ CYPERACEAE ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกับต้นปาปิรัส หรือกกอียิปต์ และมีลักษณะของส่วนต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน จึงเกิดความสนใจที่จะนำต้นกกสามเหลี่ยมมาทดลองทำกระดาษโดยใช้วิธีทำเดียวกันกับการทำกระดาษปาปิรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกอียิปต์
2. เพื่อทดลองทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ได้จากการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมแตกต่างกัน 4 แบบ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

การทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษแทนต้นปาปิรัส หรือกกอียิปต์ มีวิธีการทำโดยการแช่เยื่อของต้นกกสามเหลี่ยม 4 แบบ ได้แก่ 3, 5, 7 และ 9 วัน หลังจากแช่เยื่อแล้วก็นำมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ และทับให้เยื่อกระดาษแห้งเป็นแผ่นกระดาษ

การทำกระดาษจากต้นกกสามเหลี่ยมในครั้งนี้ ใช้ต้นกกสามเหลี่ยมที่ขึ้นในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้ประโยชน์จากต้นกกสามเหลี่ยม ซึ่งหาได้ง่ายในพื้นที่รอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้มากขึ้น
2. ได้ความรู้ และประสบการณ์เกี่ยวกับการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตกระดาษจากพืชอื่นได้ในโอกาสต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติของกระดาษ

ประวัติของกระดาษเริ่มเมื่อประมาณ 5,000 ปี ชาวอียิปต์โบราณได้คิดค้นวิธีการทำกระดาษขึ้นจากต้นกกที่มีชื่อว่า ไซเปอรัส ปาปิรัส (Cyperus papyrus) ต้นกกชนิดนี้จะขึ้นตามริมฝั่งแม่น้ำไนล์ มีความสูง 2 ถึง 3 เมตร โดยประมาณ ชาวอียิปต์นำต้นกกมาตัดให้ได้ขนาดตามขนาดกระดาษที่ต้องการ เสร็จแล้วลอกเปลือกสีเขียวออกวางเป็นแนวสานขัดเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำไปแช่ในน้ำจนนิ่ม ทุบให้ส่วนที่สานกันอยู่ให้แบนเป็นแผ่นติดกัน ตากให้แห้ง สุดท้ายใช้หินขัดผิวให้เรียบ แล้วนำมาใช้เขียนหนังสือหรือภาพต่าง ๆ กระดาษที่ได้นี้ถูกเรียกตามชื่อต้นกกว่า ปาปิรัส (สุพรีมพริ้นท์, บริษัท. ม.ป.ป. http://www.supremeprint.net)

ในปี ค.ศ. 105 ชาวจีนชื่อ Ts Ailun เป็นบุคคลแรกที่ค้นพบวิธีทำกระดาษ โดยนำเปลือกต้นหม่อน (mulberry) ทำเป็นชิ้นเล็ก ๆ มาผสมกับเศษผ้า นำไปบดหรือตีในน้ำจนเยื่อกระจายตัวเป็นเส้นใย แล้วนำตะแกรงซึ่งทำด้วยไม้ไผ่ไปช้อนเส้นใยที่แขวนลอยนำไปผึ่งแดดให้แห้ง ซึ่งจะได้แผ่นกระดาษ สมัยก่อนการใช้กระดาษน้อย ความต้องการกระดาษเพิ่มขึ้นเมื่อ Johann Gutenberg นักประดิษฐ์ชาวเยอรมันประดิษฐ์เครื่องพิมพ์ได้สำเร็จ ทำให้การพิมพ์สะดวก รวดเร็ว ความต้องการกระดาษสูงขึ้น มีการค้นคว้าวิธีการผลิตเยื่อกระดาษทั้งขบวนการผลิตแบบเชิงกล (mechanical process) และแบบเคมี (chemical process) ต่อมาความเจริญทางด้านประดิษฐกรรมนี้ได้แพร่หลายมาเป็นเยื่อกระดาษที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้

กระดาษ (paper) หมายถึง แผ่นวัสดุบางซึ่งทำจากเส้นใย (fiber) ผสมกับสารเติมแต่ง (additive) ต่าง ๆ ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป ซึ่งสารเติมแต่งนี้อาจเติมก่อนการขึ้นแผ่น (sheet format) หรือหลังการขึ้นแผ่นแล้วก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติกระดาษที่ต้องการ กระดาษที่ผลิตทั่วไปจะมีขนาดน้ำหนักมาตรฐานตั้งแต่ระดับสูงกว่า 35 - 225 กรัมต่อตารางเมตร กระดาษที่ผลิตระดับสูงกว่า 255 กรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป จะถือว่าเป็นกระดาษแข็ง (สมชาติ, 2540) สำหรับประเทศไทย สันนิษฐานว่ากระดาษนำเข้ามาครั้งแรกโดยชาวโปรตุเกส ซึ่งใช้คำว่า Cartas แปลว่า กระดาษ การทำกระดาษของไทยไม่มีหลักฐานแน่นอนว่าเริ่มมาตั้งแต่ในสมัยใด แต่ก็มีหลักฐานพบว่า ไทยมีกระดาษใช้แล้วตั้งแต่สมัยอยุธยา คือ พงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ ซึ่งเป็นหนังสือเก่าแก่ที่สุด เป็นกระดาษข่อยสีดำ ตัวอักษรสีขาว ขณะนี้เก็บรักษาไว้ที่พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ (รุ่งอรุณ, 2539) จึงนับว่า กระดาษข่อยเป็นกระดาษชนิดแรกที่คนไทยผลิตใช้เอง การผลิตกระดาษได้มีการพัฒนามาตามลำดับ มีการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น ใบลาน ต้นปอสา เป็นต้น ในส่วนของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษไทย เกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ.2466 ส่วนการผลิตเยื่อกระดาษ เริ่มผลิตเมื่อปี พ.ศ. 2478 โดยทำการผลิตจากเยื่อไม้ไผ่ และมีการพัฒนากระบวนการผลิตตลอดจนการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบเรื่อยมาจนถึงทุกวันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การผลิตกระดาษ

2.2.1 กระบวนการผลิตกระดาษ

กระบวนการผลิตกระดาษในปัจจุบัน เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ มีการผลิตมากและมีประสิทธิภาพการผลิตสูง แต่ก็ยังมีโรงงานขนาดกลาง และขนาดย่อมที่ผลิตกระดาษเฉพาะอย่าง กระบวนการผลิตกระดาษในเชิงอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน (สุพรีมพริ้นท์, บริษัท. ม.ป.ป. : http://www.supremeprint.net)

1. ขั้นตอนการทำเยื่อกระดาษ (Pulping) การทำเยื่อกระดาษเริ่มจากการนำไม้มาตัดเป็นท่อน ๆ ลอกเปลือกไม้ออก ทำความสะอาด แล้วสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยแบ่งวิธีการทำเยื่อกระดาษได้ 3 ประเภท คือ

1.1 เยื่อเชิงกล หรือเยื่อบด (Mechanical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยใช้พลังงานกลโดยนำชิ้นไม้ไปบดด้วยหินบด หรือจานบด เยื่อที่ได้จะมีลักษณะไม่สมบูรณ์ สั้น และขาดเป็นท่อน ทำให้กระดาษที่ได้มาไม่แข็งแรง และมีสารลิกนินเหลืออยู่ เพื่อเป็นการพัฒนาเยื่อบดให้ดีขึ้นได้มีการนำชิ้นไม้ไปอบด้วยความร้อนก่อนนำไปบด ทำให้เยื่อไม้กับลิกนินแยกออกจากกัน คุณภาพกระดาษที่ได้จึงดีขึ้น

1.2 เยื่อเคมี (Chemical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยใช้สารเคมีและความร้อนในการแยกเยื่อและขจัดลิกนินออก เยื่อกระดาษที่ได้จากวิธีการนี้ มีความสมบูรณ์กว่าเยื่อบด แต่ได้ผลผลิตที่ต่ำกว่า แต่ราคาสูงกว่า เยื่อเคมีที่ได้จากการใช้สารซัลเฟต เรียกว่าเยื่อซัลเฟต (Sulfate Pulp) จะเป็นเยื่อที่เหนียว มีสีคล้ำอมน้ำตาล ใช้ทำกระดาษเหนียว (Kraft Paper) เพื่อใช้ผลิตถุงและบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ส่วนเยื่อเคมีที่ได้จากการใช้สารซัลไฟต์ เรียกว่าเยื่อซัลไฟต์ (Sulfite Pulp) ที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าเยื่อซัลเฟต นิยมนำไปฟอกขาว เพื่อใช้เป็นกระดาษสำหรับเขียน และกระดาษเพื่อใช้ในงานพิมพ์

1.3 เยื่อกึ่งเคมี (Semi-chemical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยนำไม้ชิ้นมาต้มในสารเคมี เพื่อให้เยื่อแยกออกจากกันง่ายขึ้น และเพื่อละลายลิกนิน เสร็จแล้วจึงนำมาบดด้วยจานบด วิธีนี้ทำให้ได้เยื่อที่มีคุณภาพดีกว่าเยื่อบด และได้ผลผลิตมากกว่าเยื่อเคมี เยื่อกึ่งเคมีมักนำไปใช้ในการผลิตกระดาษสำหรับบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่

1.4 การทำเยื่อจากกระดาษที่ใช้แล้ว เป็นการปั่นกระดาษที่ใช้แล้วให้เยื่อกระจายออกจากกัน และขจัดสิ่งที่ติดมากับกระดาษ เช่น หมึก กาว ฯลฯ เยื่อที่ได้จะไม่สมบูรณ์ สั้น เส้นใยขาด จึงไม่มีความแข็งแรง การผลิตกระดาษจึงนำเยื่อบริสุทธิ์มาผสม เยื่อจากกระดาษเก่านำไปใช้ทำกระดาษหนา กระดาษกล่อง และเยื่อกระดาษที่ได้จากการทำเยื่อด้วยวิธีต่าง ๆ จะต้องผ่านการเตรียมน้ำเยื่อก่อนที่จะนำไปทำแผ่นกระดาษ

2. ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation) เป็นการทำให้เยื่อกระจายตัวและเติมส่วนผสมให้เหมาะกับการทำกระดาษประเภทที่ต้องการ การเตรียมน้ำเยื่ออาจมีการนำเยื่อไม้มากกว่า 1 ชนิด มาผสมเข้าด้วยกัน เพื่อควบคุมต้นทุนให้เหมาะสม และเพิ่มสมบัติบางประการให้กับกระดาษที่จะผลิต การเตรียมน้ำเยื่อ เริ่มจากการตีเยื่อให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ ให้น้ำเยื่อไม่จับกันเป็นก้อน เสร็จแล้วนำไปบดให้เส้นใยแตกเป็นขุย เพื่อช่วยการเกาะยึดระหว่างกันให้ดีขึ้น จากนั้นก็นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารปรับแต่งต่าง ๆ ใส่ลงไป เพื่อเพิ่มสมบัติของกระดาษตามที่ต้องการ และต้องปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำแผ่น

3. ขั้นตอนการทำแผ่น (Sheet Formation) ขั้นตอนนี้เริ่มจากการนำน้ำเยื่อลงในถังจ่ายน้ำเยื่อ และปล่อยลงบนสายพานตะแกรง น้ำส่วนใหญ่จะผ่านช่องของตะแกรง เยื่อจะเริ่มเป็นรูปร่างกระดาษ สายพานตะแกรงจะพาเยื่อกระดาษเข้าสู่ส่วนที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อรีดน้ำที่ยังค้างอยู่ออกให้มากที่สุด พร้อมกับกดทับให้เยื่อประสานติดกัน จากนั้นกระดาษจะถูกพาไปอบโดยผ่านลูกกลิ้งร้อนหลาย ๆ ลูก จนเหลือน้ำอยู่ประมาณ 4 – 6% โดยน้ำหนัก

4. ขั้นตอนการตกแต่งผิว (Finishing) กระดาษที่ผ่านการอบแห้งจะถูกนำมาตกแต่งผิวตามที่ต้องการ เช่น การขัดผิว (Calendering) การเคลือบผิวให้เรียบเงา หรือด้าน เป็นต้น กระดาษที่ตกแต่งผิวเสร็จแล้ว จะถูกจัดเก็บเป็นม้วนเข้าโกดัง การจำหน่ายก็จะตัดเป็นม้วนตามความกว้างที่ต้องการ หรือตัดเป็นแผ่น ๆ ตามขนาดที่ต้องการ แล้วห่อเป็นรีม ๆ ละ 500 แผ่น

2.2.2 การผลิตกระดาษจากพืช

1. การพัฒนาเส้นใยและผลิตกระดาษจากปอสา

ประเทศไทยมีการทำกระดาษจากพืชที่รู้จักทั่วไป คือ การทำกระดาษสามาไม่น้อยกว่า 500 ปี โดยทำจากเปลือกของต้นปอสา (*Broussonetia papyrifera Vent*) กระดาษสาที่ทำทั่วไปในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นการทำกระดาษแบบอุตสาหกรรมในครอบครัว ที่สืบทอดศิลปวัฒนธรรมจากบรรพบุรุษ กระดาษส่วนใหญ่ทำขึ้นเพื่อใช้ทำกระดาษร่ม และกระดาษว่าวลักษณะของกระดาษตลอดจนคุณภาพมีข้อจำกัดต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ตลาดจึงไม่ขยายตัวเท่าที่ควร ส่งผลให้เทคโนโลยีไม่พัฒนา และการทำกระดาษสมัยนั้นเป็นเพียงอาชีพเสริมหลังจากการทำนาของสตรีและผู้สูงอายุในหมู่บ้านเท่านั้น (วุฒินันท์ คงทัด, 2545 : https://docs.google.com)

ปี พ.ศ. 2506 ได้มีการสร้างความร่วมมือระหว่างกระทรวงอุตสาหกรรมกับกระทรวงเกษตรญี่ปุ่นภายใต้โครงการโคลัมโบ มีผู้เชี่ยวชาญจากญี่ปุ่น ชื่อนายฮิคารุ ชิโนโมเม (Hikaru Shinomome) มาประจำอยู่ที่ศูนย์อุตสาหกรรมครอบครัว จังหวัดเชียงใหม่ ได้สร้างเครื่องตีเยื่อแบบฮอลแลนด์เดอร์ ใช้ตีเยื่อต้นสาแทนการใช้ค้อนและไม้ทุบ เพื่อช่วยทุ่นแรงแก่ผู้ผลิตกระดาษสาของไทย

เมื่อ พ.ศ. 2521 - 2525 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ร่วมกับกรมป่าไม้ และสถาบันวิจัยแห่งชาติชิโกกุ ประเทศญี่ปุ่น (Government Industrial Research Institute Shikoku, GIRIS) ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ประโยชน์เส้นใยจากพืชและไม้ท้องถิ่นเพื่อการผลิตเยื่อ และกระดาษ ในส่วนของกระดาษสา มีการสำรวจสถานภาพการผลิตกระดาษสาในประเทศไทย มีการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางในการพัฒนากระดาษสาของไทยให้มีคุณภาพทัดเทียมกับกระดาษสาของญี่ปุ่น

เมื่อ พ.ศ. 2538 - 2544 สถาบันค้นคว้า และพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมมือกับองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICA) ภายใต้โครงการวิจัย Higher Utilization of Forestry and Agricultural Plant Materials in Thailand (HUFA) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาต้นสา การพัฒนาเทคโนโลยีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตเยื่อกระดาษ และการใช้ประโยชน์จากส่วนที่เหลือทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร ตลอดจนการสร้างมูลค่าเพิ่มจากกระดาษสา โดยมุ่งอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การใช้เทคโนโลยีที่สะอาด และการปลูกต้นปอสาในระบบวนเกษตร เพื่อลดการตัดต้นปอสาจากธรรมชาติ

จะเห็นได้ว่าการผลิตกระดาษสาด้วยมือจากอดีตถึงปัจจุบัน ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานของทางราชการทั้งในประเทศ และต่างประเทศมาโดยตลอด ทำให้กระดาษสาที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น ตลาดส่งออกขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในช่วง พ.ศ. 2532 - 2541 ในปี พ.ศ. 2532 - 2538 ปริมาณการผลิตไม่แตกต่างกัน รวมเฉลี่ยปีละ 7,500 กิโลกรัม ต่อมาในปี 2539 ปริมาณการผลิตเพิ่มสูงขึ้นถึง 150,000 กิโลกรัม และปี พ.ศ.2540 มีผลผลิตประมาณ 200,000 กิโลกรัม และคาดว่าในปี พ.ศ. 2541 ก็ยังจะสามารถรักษาระดับการผลิตเดิมไว้ได้ถึงแม้เศรษฐกิจจะตกต่ำ

แหล่งของเส้นใยที่ได้จากพืช

แหล่งของเส้นใย (fibres) สามารถนำมาจากพืชได้เกือบทุกชนิดแต่พืชที่เหมาะจะนำมาทำกระดาษ ควรจะมีปริมาณเส้นใยมาก และเส้นใยต้องยาว โดยแบ่งออกเป็นประเภทดังนี้ (วุฒินันท์ คงทัด, 2545 : https://do cs.google .com)

1. เส้นใยจากเปลือกใน และลำต้น เช่น ปอสา, กระเจี๊ยบ (okra), เดื่อ (fig), acacis, gampi, หม่อน (mulberry), flax และยูคาลิปตัส (eucalyptus) เป็นต้น

2. เส้นใยจากใบ หรือจากกาบใบของลำต้นเทียม เช่น กล้วย (banana), กล้วยป่า (abaca), เฟิร์น (bird net.fern) raffia, สับปะรด (pine apples), iris, sisal, เป็นต้น

3. เส้นใยจากพืชตระกูลหญ้า เช่น ไผ่ (bamboo), ชานอ้อย (bagass), ฟางข้าว (rice straw), ข้าวโพด (corn salk and husk), ข้าวสาลี (wheat) เป็นต้น

4. เส้นใยจากส่วนที่ห่อหุ้มรอบเมล็ดพืช (seed – hair fibres) เช่น ฝ้าย (cotton), นุ่น (kapok) เป็นต้น

5. เส้นใยที่ได้จากไม้ตระกูลสน (solf wood) ที่เป็นไม้ใบแคบ และไม้ใบกว้าง (hard wood) ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ

พืชที่สำคัญต่อการทำกระดาษ

เนื่องจากเส้นใยของพืชมี 2 ชนิด คือ เส้นใยสั้น และเส้นใยยาว กระดาษที่ทำด้วยมือส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในงานหัตถกรรมเป็นหลัก เส้นใยยาวมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ อ่อนนุ่ม เหนียว เมื่อฟอกขาวแล้ว จะมีความขาวเป็นมันเงา และสามารถย้อมสีติดได้ดี จากคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้มีพืชเพียงไม่กี่ชนิดที่จะนำมาทำกระดาษด้วยมือได้ ประกอบด้วย (วุฒินันท์ คงทัด, 2545 : https:// docs.google .com)

1. ปอกระสา (Paper mulberry.) อยู่ในวงศ์ MORACEAE. มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Broussonetia papyriferra Vent* เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ลำต้นกลม เปลือกสีเขียวม่วงเทา หรือลายเหมือนงูเหลือม ใบ เป็นใบเดียว มีทั้งใบกลม ใบแฉกฐานใบโค้งคล้ายหัวใจ มีขนปกคลุม มีดอกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้และตัวเมียแยกคนละต้น ผล เป็นแบบ multiple fruit มีระบบรากตื้นแผ่กระจายไปตามผิวดิน และจะมีการเกิดต้นใหม่จากรากเรียกว่า ไหล

การผลิตปอสาเพื่อเป็นวัตถุดิบ ในการผลิตกระดาษในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2545 มีการผลิตภายในประเทศร้อยละ 68 นำเข้าจากประเทศลาวและพม่าร้อยละ 32 โดยร้อยละ 50 เป็นปอสาที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ร้อยละ 30 ได้จากการปลูก และร้อยละ 20 ได้จากปอสาที่ขึ้นในพื้นที่เกษตร ซึ่งเกษตรกรเข้าไปจัดการ ดูแล

พันธุ์ปอสาไทยที่ได้มีการคัดเลือก มี 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ศรีสัชนาลัย พันธุ์น้ำโสม พันธุ์แม่จริม พันธุ์สวนผึ้ง และสายพันธุ์ญี่ปุ่น พบว่าการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นปอสาแต่ละสายพันธุ์ ผันแปรไปตามพื้นที่ที่ปลูกซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สายพันธุ์ญี่ปุ่นเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในปีแรก แต่ในปีที่สองให้ผลผลิตสู้สายพันธุ์พื้นเมืองของไทยไม่ได้ในหลาย ๆ พื้นที่ โดยปอสาพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่ชื่อว่า พันธุ์แม่จริม จากจังหวัดน่าน เหมาะสมสำหรับปลูกทุกท้องที่ของประเทศไทย ยกเว้น จังหวัดลำปาง ฉะเชิงเทรา และตราด ซึ่งท้องที่ดังกล่าว ควรปลูกพันธุ์สวนผึ้ง ศรีสัชนาลัย และน้ำโสม การปลูกในระยะ 1x1 เมตร จะช่วยทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ปอสาญี่ปุ่นที่รู้จักกันโดยทั่วไปมี 6 สายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Aka kozo มีลำต้นสีแดง พันธุ์ Kuro kozo มีลำต้นสีดำ พันธุ์ Shiko kozo มีลำต้นสีขาว และพันธุ์ Yama kozo เปลือกลำต้นมีลักษณะบาง แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในเรื่องของนิเวศวิทยา การกระจายพันธุ์ ปัจจัยของการเจริญเติบโต และคุณภาพของเส้นใยโดยเฉลี่ยแล้ว ทุกสายพันธุ์จะให้ผลผลิตสูงสุดที่อายุระหว่าง 5 – 8 ปี ในระยะปลูก 2x2 เมตร ตัดสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร

การเก็บเกี่ยวเปลือกปอสา ถ้าตัดต้นที่มีอายุน้อย และขนาดเล็กก็จะได้ปริมาณเปลือกน้อย และลอกยาก ส่วนต้นขนาดใหญ่ และอายุมากกว่า 2 ปี ได้ปริมาณเปลือกมาก แต่เปลือกที่ได้จะแก่แข็ง และมีสีคล้ำ ต้องเสียเวลาและต้นทุนมาก ส่วนใหญ่การตัดและลอกเปลือกปอสาจะทำสองช่วง คือ ช่วงแรกในเดือนเมษายน และช่วงที่สองระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ช่วงนี้จะมีการเก็บเปลือกสามากกว่าในช่วงแรก การเก็บเกี่ยวจะตัดทั้งต้นสูงจากพื้นดินประมาณ 10 – 30 เซนติเมตร เพื่อให้มีตอไว้เลี้ยงลำต้นที่จะแตกขึ้นใหม่ เปลือกปอสาที่มีคุณภาพดีควรมีอายุ 6 เดือน หรือ 1 ปี เท่านั้น ถ้ามากไปกว่านี้คุณภาพของเส้นใยจะต่ำลงหลังจากตัด ปอสาจะแตกกิ่งใหม่ 3 – 15 กิ่ง ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝน ดังนั้นควรจะตกแต่งกิ่งให้เหลือเพียง 3 – 8 กิ่ง เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปอสา สามารถเก็บเกี่ยวปอสาจากต้นเดิมได้ประมาณ 5 – 8 ปี หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลงต้องปลูกใหม่

การลอกเปลือกปอสาสด ในช่วงฤดูฝนจะลอกได้ง่ายเปลือกจะไม่ติดแกนไม้ แต่ถ้าไม่อยู่ในช่วงฤดูฝนการลอกเปลือกสดจะยาก เนื่องจากปริมาณน้ำในเปลือกมีน้อย เปลือกจะติดแน่นกับแกนไม้ ต้องนึ่งด้วยไอน้ำ หรือต้มเป็นเวลา 20 นาทีก่อน จึงจะลอกออกได้ง่าย และไม่ควรใช้การเผาย่างไฟ หรือการทุบ เพราะเยื่อที่ได้จะมีคุณภาพไม่ดี เมื่อลอกเปลือกออกจากแกนแล้วให้แยกเปลือกนอกออกจากเปลือกใน หรือถ้ายังไม่ลอกเปลือกนอกออกก็ได้ แต่ให้มัดเป็นกำ ๆ ละ 1 – 2 กิโลกรัม แขวนตากแดดให้แห้ง และนำมามัดรวมกันเป็นมัดใหญ่ ๆ เก็บไว้

2. มิตซูมาตะ (Mitsumata) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Edgeworthia papyrifera* อยู่ในวงศ์ THYMELACEAE. หรือ DAPHE. เป็นต้นไม้หนึ่งในสามที่ใช้ผลิตกระดาษด้วยมืออยู่ในปัจจุบันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้นไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีอยู่ในประเทศญี่ปุ่น และใช้ผลิตกระดาษมานานแล้วตั้งแต่สมัยอีโด (Edo) มิตซูมาตะมาจากคำว่า mitsu แปลว่า สาม และคำว่า mata แปลว่า กิ่ง ดังนั้นมิตซูมาตะจึงแปลว่า ต้นไม้ที่มีกิ่งแตกออกไปสามกิ่ง ณ จุดเดียวกัน มิตซูมาตะขึ้นอยู่ทั่ว ๆ ไปบนภูเขาโดยเฉพาะที่โคจิ (Kochi), โตกุชิมา (Tokushima), ชิมาเน (Shimane) และบริเวณอื่น ๆ ทั่วไป มิตซูมาตะจะมีเส้นใยที่อ่อนคล้ายสำลี และเบาเป็นมันเงา เมื่อทำกระดาษจะได้กระดาษที่เรียบมาก เหมาะสมต่องานพิมพ์ ส่วนใหญ่ใช้พิมพ์ประกาศนียบัตร และธนบัตร เส้นใยมิตซูมาตะมีความยาวประมาณ 3.2 มิลลิเมตร มิตซูมาตะมี 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีใบและลำต้นเล็ก และชนิดที่มีใบและลำต้นใหญ่ ซึ่งชนิดแรกจะมีเส้นใยที่ดีกว่าชนิดหลัง ปัจจุบันได้มีการนำมิตซูมาตะชนิดใบและลำต้นใหญ่(*Edgeworthia papyrifera*) มาทดลองปลูกที่หมู่บ้านแม่สายใหม่ และศูนย์พัฒนาทุ่งหลวงของโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

3. กัมปิ (Gampi) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Diplomorpha sikokiama*. อยู่ในวงศ์ THYMELACEAE. เป็นพืชที่ปลูกยากในป่าผลัดใบเหมือนกับพืชในวงศ์ KIGUMPI กัมปิเป็นพืชที่มีใบเป็นรูปไข่แผ่ปกคลุมโดยรอบที่ใบมีขนเล็ก ๆ สีขาว ออกดอกสีเหลืองในเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน ดอก เป็นดอกเดี่ยวออกรวมกันเป็นกระจุก เป็นพืชที่โตช้ามาก ถ้าไม่ได้รับการดูแลที่ดี ดังนั้นต้นกัมปิจึงขึ้นอยู่ในป่าบนภูเขาเป็นส่วนใหญ่ การเก็บเกี่ยวจะทำได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน ต้องใช้เวลา 5 – 6 ปี จึงจะเก็บเกี่ยวได้อีกครั้ง ใช้ส่วนที่เป็นเปลือกมาผลิตกระดาษ เพราะมีเส้นใยยาวประมาณ 5.0 มิลลิเมตร และละเอียดเป็นมันเงา มีคุณสมบัติพิเศษช่วยป้องกันการทำลายจากแมลงด้วย แผ่นกระดาษจะมีความเรียบเป็นมันวาว และเขียนได้ง่าย สีของกระดาษจะมีสีคล้ายสีของเปลือกไข่ การเตรียมเปลือก ทำเช่นเดียวกับเปลือกสา เยื่อที่ได้ใช้ทำกระดาษชนิดพิเศษ

4. หม่อน (Mulberry tree หรือ White mulberry) อยู่ในวงศ์ MORACEAE. มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Morus alba* L. เป็นไม้พุ่มขนาดย่อมสูง 2 – 3 เมตร ใบเป็นใบเดี่ยวออกสลับ ใบอ่อนเป็น 3 lobe ใบแก่กลม รูปกลมรี ปลายแหลมกว้าง 6 – 8 เซนติเมตร ยาว 9 – 15 เซนติเมตร ขอบใบจักรเป็นฟันเลื่อย ใบสีเขียวเข้ม ผิวใบสากคาย ดอกออกเป็นดอกช่อ ลักษณะเป็นแท่งยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกัน ดอกย่อยมี 4 กลีบ ออกตามง่ามใบที่ปลายกิ่ง ผล เป็นผลรวมออกเป็นพวง ผลกลมเล็ก เมื่อสุกมีสีม่วงแดง การเตรียมเปลือกทำเช่นเดียวกับเปลือกสา

5. สอยดาว (Peach cedar) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Trema orientalis* Bl. อยู่ในวงศ์ ULMACEAE พบทั่วไปในแถบร้อน ในประเทศไทยพบมากในภาคกลางและภาคใต้ การขยายพันธุ์ใช้เมล็ด เป็นไม้ผลัดใบสูงถึง 12 เมตร เปลือกสีเขียวแกมเทา ใบขนาด 4x8 เซนติเมตร ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย ดอกขนาด 0.3 เซนติเมตร สีขาวอมเขียว ผลขนาด 0.3 – 0.5 เซนติเมตร ผลอ่อนสีเขียวเข้ม เมื่อสุกสีดำ ใช้ส่วนของเปลือกผลิตกระดาษ

6. หญ้าอัลฟัลฟา (Alfalfa) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Medicago sativa L.* เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของโลก เตรียมโดยแยกใบออก ใช้ลำต้นแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

7. ชานอ้อย (Bagasse) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum officinarum* ใช้ส่วนของชานอ้อยที่ผ่านการบีบเอาน้ำตาลออกไปแล้วมาล้างด้วยน้ำ และตากให้แห้งก่อนจึงนำไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะต้ม

8. ไม้ไผ่ (Bamboo) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Bambusa spp.* ไม้ไผ่เจริญเติบโตโดยทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งร้อน ใช้ส่วนของลำต้น สามารถนำต้นไผ่มาใช้ในการผลิตกระดาษได้ตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแก่ อ่อน ความสมบูรณ์ของลำต้น ถ้าต้นไผ่มีอายุมากจะทำให้การผลิตกระดาษทำได้ยากขึ้น ถ้าจะให้ดีหลังจากตัดต้นไผ่มาแล้ว ควรดำเนินการผลิตกระดาษทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้นาน โดยตัดลำต้นยาว 2 – 3 นิ้ว บดเป็นชิ้นเล็ก ๆ

9. กล้วย (Banana) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa spp.* อยู่ในวงศ์ MUSACEAE. กล้วยและอะบาคา (Abaca) เป็น Musa textilis เป็นพวกเส้นใยยาวใช้ปั่นเป็นเส้นด้ายทำเสื้อผ้า และทำกระดาษสำหรับทำปฏิทิน โดยใช้ใบและกาบใบของต้นกล้วย หลังจากให้ผลผลิตแล้ว โดยตัดเป็นชิ้น ๆ ก่อนนำไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

10. Blue mahoe มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus elatus* เป็นไม้พื้นเมืองในบริเวณแคริเบียน เปลือกสามารถลอกออกได้เป็นแผ่น ใช้ส่วนของเปลือกใน เนื่องจากเป็นเส้นใยยาว พวกชนพื้นเมืองนำมาทำเส้นด้ายทอเป็นผ้า สำหรับทำเป็นเครื่องแต่งกาย ตาข่ายดักปลา พรมเชือก เปลือกส่วนใน นำมาทำกระดาษได้ดีมาก โดยแยกเปลือกในออกจากเปลือกนอก ตัดยาว 2 – 3 นิ้ว แช่ในน้ำอย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือมากกว่าก็ได้

11. Blacken fern ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pteridium aquilinum* ส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตในบริเวณที่ชุ่มชื้น เช่น ในเขตป่าไม้ การใช้ประโยชน์โดยรอจนส่วนของใบ และลำต้นแห้งแล้ว จึงเก็บเอาเฉพาะลำต้นมาตัด หรือทุบให้แตก เป็นชิ้นเล็ก ๆ แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

12. Cattail ชื่อวิทยาศาสตร์ *Typha spp.* เป็นพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำทั่ว ๆ ไป ประเทศเกาหลีได้นำเส้นใยมาใช้ผลิตกระดาษ ตั้งแต่ ค.ศ. 1596 โดยใช้ส่วนของใบ คือ เก็บส่วนของใบตากแห้ง และเก็บไว้ เมื่อต้องการนำไปใช้ ตัดใบให้มีขนาดสั้น แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

13. Common reed ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phragmites australis* เป็นพวกหญ้าที่ขึ้นอยู่ในน้ำอุ่น และแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป ใช้ส่วนของลำต้นในการผลิตเยื่อกระดาษ โดยการตากแห้ง และเก็บไว้ เวลาต้องการใช้ ให้หัก หรือทุบลำต้นให้แตกแล้วแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

14. ข้าวโพด (Corn หรือ Maize) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays* เป็นพืชอาหารหลักของคนทั้งโลก ใช้เฉพาะส่วนของต้น และก้านใบ สามารถใช้ได้ทั้งสดและแห้ง เมื่อเก็บผลผลิตแล้วให้แยกใบ และเปลือกออกจากก้านใบ และตัดให้สั้น แช่น้ำค้างคืน และส่วนของลำต้นให้ตัดยาว 3 – 4 นิ้ว และแยกส่วนของข้อทิ้ง ทุบให้แตกแช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

15. พืชตระกูลหญ้า (Grasses) พวกหญ้าต้นสูง หญ้าป่า และหญ้าอื่น ๆ บางชนิดพบว่ามี เส้นใยดีมาก เหมาะสำหรับทำกระดาษด้วยมือ เช่น switchgrass, reed, canary grass, big blue และ stemgrass เตรียมโดยตัดส่วนของลำต้นให้มีขนาดสั้นลง แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนต้ม

16. พืชตระกูลชบา และปอ (Hibiscus) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus spp.* เป็นไม้พุ่มเตี้ยหรือไม้ดอกขนาดเล็ก รูปทรงแผ่ขยายด้านข้าง เจริญเติบโตในเขตร้อน และเขตอบอุ่นทั่ว ๆ ไป ส่วนมากใช้เปลือกในมาทำกระดาษ เตรียมโดยแยกใบ และดอกออกไปจากกิ่ง ลอกเปลือกตามความยาวของกิ่ง โดยการลอกขณะสด หรือนึ่งด้วยไอน้ำก่อน แล้วจึงแยกส่วนนอกของเปลือกออกจากส่วนใน ใช้ส่วนในทำกระดาษ

17. กระเจี๊ยบ (Okra) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Abelmoschus esculentus* ใช้ฝักเป็นอาหาร ในฝักถ้านำมาทุบ และแช่น้ำ สามารถให้สารกระจายเยื่อที่ช่วยให้เยื่อมีการกระจายตัวได้ดี ในขณะทำแผ่นกระดาษ เปลือกใน และลำต้น สามารถนำมาทำกระดาษได้ สำหรับการเตรียมเยื่อแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบ และตัดลำต้นให้สั้น นึ่งลำต้นด้วยไอน้ำ แล้วแยกเส้นใยออกมาจากลำต้น การเตรียมสารกระจายเยื่อโดยทุบฝักให้แตก เติมน้ำเล็กน้อย แช่ค้างคืนไว้ กรองสารเมือกที่มีความเหนียวข้นด้วยผ้า หรือตะแกรงกรอง ก็จะได้สารกระจายเยื่อ

18. สับปะรด (Pineapple) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ananas comosus* ในใบสับปะรดมีเส้นใยที่ดี การทำกระดาษด้วยมือส่วนใหญ่จะใช้เส้นใยหลังจากเก็บผลผลิตไปแล้ว การเตรียมโดยขูดเอาส่วนที่ปกคลุมผิวด้านนอกของใบออก และตัดส่วนของใบให้สั้น แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง

19. ป่านลามี (Ramie) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bochmeria cylindrica* ส่วนของลำต้นจะมีเส้นใย คนสมัยก่อนนำมาทำกระดาษและเสื้อผ้า นำใบสดไปนึ่งไอน้ำ เพื่อแยกเส้นใยออก ถ้าเป็นใบแห้งต้องแช่น้ำก่อน 24 ชั่วโมง จึงจะนำไปต้ม

20. Sansevieria ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sansevieria trifasciata* เป็นพืชใบหนาที่ขึ้นอยู่ทั่ว ๆ ไป ในเขตร้อน สามารถนำมาทำกระดาษ โดยเก็บในสภาพแห้ง ถ้าเป็นใบสดนำมาขูดเอาส่วนผิวนอกของใบทิ้ง แล้วตัดส่วนของใบให้สั้นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง

21. Sisal ชื่อวิทยาศาสตร์ *Agave sisalana* มีใบหนา ส่วนของใบมีเส้นใยยาว สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทำเชือกกระดาษ เชือกที่ได้จะมีความแข็งแรงมากและไม่ต้องฟอกขาว การนำมาใช้โดยคัดเลือกใบ แล้วขูดส่วนผิวนอกของใบทิ้ง เพื่อให้สะดวก และปลอดภัยควรตัดส่วนของปลายใบทิ้งก่อนที่จะขูดลอก ตัดใบให้สั้นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และแช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง

22. Stinging nettle ชื่อวิทยาศาสตร์ *Urtica dioica spp.* เป็นพืชที่มีขน ทำให้เกิดอาการคันที่ผิวหนัง คนสามารถนำเส้นใยมาใช้ประโยชน์ได้นานแล้ว การนำมาใช้ต้องสวมถุงมือเพื่อป้องกันอาการคันที่ผิวหนัง ซึ่งต้องแยกใบออกจากลำต้นในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากใบจะล่วงหลุดไป มีวิธีการทำโดยตัดลำต้นให้สั้นลง นึ่งด้วยไอน้ำ แล้วแยกเส้นใยออกจากลำต้น ส่วนของลำต้นที่เอาเส้นใยออกแล้วก็ทิ้งไป

23. ฟางข้าว (Straw) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa* L. ส่วนของลำต้นของข้าว สาลี ข้าวเจ้า ข้าวไร และอื่น ๆ เป็นส่วนที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวไปแล้ว ก็สามารถนำมาทำกระดาษได้เช่นกัน โดยการแยกเอาใบ รวงข้าว เมล็ดข้าวออก ให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นลำต้นอย่างเดียว แล้วแช่น้ำ 24 ชั่วโมงก่อนต้ม

24. ทานตะวัน (Sunflower) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Helianthus annuus* L. ใช้ส่วนของก้าน โดยตัดให้สั้นแช่น้ำ 24 ชั่วโมง หลังจากต้มแล้วขูดเอาส่วนของผิวด้านนอกทิ้ง

25. Velvet Leaf ชื่อวิทยาศาสตร์ *Abutilon theophrasti* พืชชนิดนี้ประกอบด้วยพวกวัชพืชบางชนิด ซึ่งเป็นแหล่งของเส้นใยโดยเฉพาะลำต้นของ velvet Leaf ที่มีเส้นใยใช้ทำเชือกและกระดาษได้ การนำมาใช้โดยแยกใบออก และตัดลำต้นให้สั้น แล้วนึ่งด้วยไอน้ำจากนั้นแยกเส้นใยออกจากลำต้น

26. ผักตบชวา (Water hyacinth) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eichornia crassipes* เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้รวดเร็วมีอยู่ในแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป ทั้งในเขตอบอุ่น และเขตร้อน สามารถนำมาใช้ได้โดยบีบเอาน้ำออก และตัดรากทิ้ง ตากให้แห้ง ก่อนใช้ควรแช่น้ำ 24 ชั่วโมงก่อนต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. Wild cane ชื่อวิทยาศาสตร์ *Gynerium sagittatun* มีลักษณะคล้ายไม้พวกอ้อและอ้อย ส่วนของลำต้น และใบจะมีเส้นใยที่สามารถนำมาทำกระดาษได้ การนำมาใช้โดยตัดลำต้นและใบให้สั้น แช่น้ำ 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำกระดาษสา

จากการศึกษาการทำกระดาษสาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีขั้นตอนการทำดังนี้ (วุฒินันท์ คงทัด, 2545 : https://docs .google.com)

1. เลือกต้นสาอายุไม่เกิน 1 ปี ตัดสูงจากพื้น 10 - 30 เซนติเมตร ลอกเปลือกออกจากแกนไม้ ถ้าในฤดูร้อนให้นึ่งไอน้ำก่อนลอกเปลือก เพราะในฤดูร้อนการลอกเปลือกทำได้ยาก เนื่องจากในเปลือกสามีน้ำน้อย และลอกเยื่อสีเขียวชั้นนอกออกจากเยื่อชั้นใน ผึ่งแดดให้เปลือกสาแห้ง

2. ตัดเปลือกสาแห้ง ให้มีความยาว 30 เซนติเมตร หรือยาวไม่เกินเส้นผ่าศูนย์กลางของหม้อต้มเยื่อ แช่น้ำธรรมดา หรือน้ำด่าง 1 คืน จะได้เปลือกสาที่ดูดซับน้ำจนอ่อนนุ่มพร้อมต้ม

3. การต้มเยื่อ เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8% ใช้สารละลายต่อเยื่อ 10 : 1 ใส่เปลือกสาต้มที่อุณหภูมิ 100°C นาน 3 ชั่วโมง คนทุก ๆ 1 ชั่วโมง และแช่เปลือกสาในสารละลายต่ออีก 1 คืน ล้างด้วยน้ำ 3 ครั้ง ได้เยื่อสาพร้อมฟอกขาว

4. การฟอกขาว เตรียมสารละลายไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์ (4.0% ขาวมาก และ 2.0% ขาวปานกลาง) แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% และโซเดียมซิลิเกต 2.0% ปรับ pH 10.5 - 11.0 ด้วยโซดาไฟ (1.5% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง) ใส่เยื่อลงฟอก โดยใช้สารละลายต่อเยื่อ 10 : 1 ต้มที่อุณหภูมิ 80 – 90 C นาน 2 ชั่วโมง และล้างน้ำ 3 ครั้ง หลังจากนั้นทำการคัดเลือกเยื่อที่ไม่ดีออกไปก็จะได้เยื่อฟอกขาว

5. การตีเยื่อ ใช้ความเข้มข้นของเยื่อ 1.25 (น้ำ:เยื่อ 80:1) ตีเป็นเวลา 30 นาที ได้เยื่อพร้อมที่จะทำแผ่น

6. การทำแผ่น ใส่น้ำลงในอ่างช้อนเยื่อ เติมสารกระจายเยื่อ (เมือกจากกระเจี๊ยบเขียวหรือ uramin PN-S หรือ PEO) ทำแผ่นด้วยวิธีช้อน และวิธีการแตะ

7. ทำให้แห้งโดยการตากลม ผึ่งแดด และอบแห้ง

8. ดึงกระดาษสาออกจากตะแกรง

2. การผลิตกระดาษจากผักตบชวา

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของผักตบชวา

ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีอเมริกาใต้ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล แม้ว่าในปัจจุบันผักตบชวาจะเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย แต่เอกสารทางพฤกษศาสตร์ไม่เคยมีบันทึกเรื่องผักตบชวา (การผลิตกระดาษจากผักตบชวา. : http://www.school.net.) ในปี พ.ศ. 2367 เมื่อนักพฤกษศาสตร์ และนายแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ Karl von Martius ได้ไปพบผักตบชวาในขณะที่ทำการสำรวจพันธุ์พืชในประเทศบราซิล และประเทศต่าง ๆ ในทวีปอเมริกาใต้ โดยผักตบชวาที่พบไม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาใด ๆ ทั้งนี้ก็เพราะว่าในถิ่นกำเนิดของผักตบชวามีศัตรูธรรมชาติ เช่น แมลง โรค และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศัตรูอื่น ๆ คอยควบคุมการระบาดอยู่ แต่เมื่อถูกนำไปจากถิ่นกำเนิดซึ่งปราศจากศัตรูธรรมชาติ ผักตบชวาจึงเจริญเติบโตออย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ

ประวัติการแพร่กระจายของผักตบชวาจากอเมริกาใต้ไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ของโลกในช่วระยะเวลาไม่ถึง 100 ปี จากการบันทึก ผักตบชวาได้ถูกนักธุรกิจชาวญี่ปุ่น นำไปแสดงในงานนิทรรศการฝ้าย ณ เมืองนิวออร์ลีนส์ รัฐหลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา เมื่อปี 2427 โดยไปเก็บมาจากแม่น้ำโอริโนโก ในประเทศเวนีซูเอลา ทวีปอเมริกาใต้ แล้วแจกเป็นของที่ละลึกแก่บุคคลสำคัญที่มาเที่ยวชมนิทรรศการคนละต้น หลังจากงานนั้น 11 ปี แม่น้ำเซ็นต์จอห์น ในรัฐฟลอริดาซึ่งอยู่ห่างจากเมืองนิวออร์ลีนส์ไปทางใต้ 600 ไมล์ มีแพผักตบชวายาวถึง 100 ไมล์ และคลุมบริเวณจากฝั่งไป 200 ฟุต ทำให้เกิดปัญหาต่อการทำงานในโรงเลื่อย เพราะซุงไม่สามารถจะลอยเข้าไปยังโรงเลื่อยได้ จนในที่สุด รัฐฟลอริดาได้ร้องเรียงไปยังรัฐสภา เพื่อขอความช่วยเหลือในด้านการป้องกันกำจัดผักตบชวา

ในปี พ.ศ. 2424 ชาวดัทช์ที่ปกครองประเทศอินโดนีเซียได้นำผักตบชวา ซึ่งขณะนั้นมีปลูกกันเฉพาะในสวนพฤกษชาติหลายประเทศในทวีปยุโรป เข้ามายังประเทศอินโดนีเซีย เพราะผักตบชวามีดอกสีฟ้าเป็นช่อตั้งสวยงาม คล้ายคลึงกับดอก hyacinth ซึ่งเป็นไม้ประดับของประเทศในเขตอบอุ่น ตอนแรกที่นำเข้า ได้ปลูกเลี้ยงไว้ในสวนพฤกษชาติ ที่เมืองโบกอร์ แต่ต่อมาไม่นาน ก็แพร่กระจายไปตามลำน้ำต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว

ในปี พ.ศ. 2444 ได้มีการนำผักตบชวาจากประเทศอินโดนีเซีย เข้ามาปลูกในวังสระประทุม เพราะเห็นว่าดอกผักตบชวาสวยงาม สามารถใช้ประดับสระน้ำได้ดี แต่ภายหลังเกิดน้ำท่วมวังสระปทุม ผักตบชวาหลุดลอยออกไปสู่ลำคลองภายนอก แล้วเริ่มระบาดไปตามที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ผักตบชวา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eichhornia crassipes.* ชื่อสามัญ WATER HYACINTH. เป็นพืชที่เจริญอยู่บนผิวน้ำ จัดเป็นพืชประเภทลอยน้ำ โดยปกติรากจะไม่ยึดติดกับพื้นดิน จึงถูกกระแสลม หรือน้ำพัดพาไปได้ไกล ๆ แต่ถ้าน้ำตื้นรากจะหยั่งยึดติดกับพื้นดินได้ ลักษณะทรงต้นประกอบด้วยกลุ่มของใบเรียงกันเป็นกระจุก ในต้นหนึ่งจะมีใบตั้งแต่สองใบขึ้นไป ที่โคนก้านใบจะมีกาบใบ (sheath) ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ สีขาวแกมเขียวอ่อน ๆ แต่เมื่อมีอายุมากขึ้น ก็จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล บริเวณของกาบใบ เป็นสีน้ำตาลแกมม่วง จะเชื่อมติดต่อกันโดยมีไหล ซึ่งเป็นลำต้นที่ทอดไปตามผิวน้ำ ช่วยในการขยายตัวของผักตบชวาให้เพิ่มขึ้น ผักตบชวา 1 ต้น จะมีไหลแตกออกไปได้หลายอัน เมื่อไหลแตกออกไปก็จะเจริญขึ้นเป็นต้นใหม่ แต่ยังติดกับต้นเดิมอยู่ และเกิดเป็นกอขึ้นพร้อมรากใหม่ รากของผักตบชวาเป็นแบบรากฝอย (fibrous root) มีรากย่อย ๆ เป็นกระจุก รากที่แทงออกจะมีลักษณะอวบสีขาว เมื่อมีอายุมาขึ้นจึงจะมีรากขนอ่อน (root hair) มีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อแก่รากขนอ่อนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่จนถึงสีดำ ความยาวของรากจะแตกต่างกัน บางเส้นก็ยาวเกือบถึง 1 เมตร (60-90 ซม.)

ใบ เป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วย แผ่นใบ (blade) และก้านใบ (petiole) แผ่นใบมีลักษณะคล้ายรูปไต (reniform) หรือคล้ายรูปหัวใจ (cordate) มักมีความกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่ายาว หรือเกือบจะเท่า ๆ กัน เมื่อยังอ่อนปลายใบมักจะมน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้น ปลายใบจะแหลมมีสีเข้มขึ้น ขอบใบเรียบ ก้านใบมีลักษณะกลม เรียบ อวบน้ำ ถ้าต้นผักตบชวาเจริญอยู่ห่าง ๆ กันลำต้นจะเล็ก และก้านใบมักจะพองออกเป็นทุ่นลอยน้ำ (ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า buoyancy leaf) แต่ถ้าผักตบชวาเจริญอยู่ในที่เบียดชิดกันมาก โดยเฉพาะในน้ำนิ่ง ก้านใบจะไม่พอง และก้านใบจะยาวมาก บางแห่งพบว่ายาวถึง 1 เมตร การเกิดใบอ่อนจะเกิดตรงกลางกอ

ดอก ผักตบชวามีดอกสีฟ้าสวยงามมาก ดอกออกเป็นช่อไม่มีก้านดอก (spike) ในช่อหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนดอกแตกต่างกันไป ถ้าช่อดอกเล็กก็จะมีดอกประมาณ 4 - 5 ดอก ถ้าช่อดอกใหญ่อาจจะมีจำนวนดอกเพิ่มขึ้นถึง 60 ดอก ช่อดอกจะเกิดบริเวณกลางต้น เมื่อเจริญเต็มที่แล้วดอกมักจะบานพร้อมกันหมดทั้งช่อ ดอกจะบานเพียง 1 วัน หลังจากนั้น กลีบดอกก็จะหุบเหี่ยวขดเป็นเกลียว ผักตบชวา 1 ต้น จะมีดอกได้หลายช่อ โดยจะทยอยกันออกดอก ดอกแต่ละดอก ประกอบด้วยกลีบดอก 9 กลีบ ปลายกลีบแยกเป็นแฉก มีขนาดแตกต่างกัน ส่วนโคนกลีบจะติดกันเป็นหลอด (tube) มีสีเขียว หลอดนี้จะติดไปถึงก้านช่อดอก ส่วนกลีบรวมนั้นจะเป็นสีม่วงอ่อน มีกลีบอันหนึ่งซึ่งอยู่ตรงกลางขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่น มีแต้มสีเหลืองทับอยู่บนสีม่วง ทำให้ดอกมีสีสันสวยงามมาก นอกจากนี้ ยังมีเกสรตัวผู้ (stamen) 6 อัน สั้น 3 อัน ยาว 3 อัน ติดอยู่ตอนล่างของกลีบดอก อับเกสรตัวผู้ (anther) มีสีเหลือง ส่วนเกสรตัวเมีย (pistil) มีส่วนตรงปลาย เรียกว่า stigma มีสีม่วงอ่อนอยู่บนก้าน (style) ต่อจากรังไข่ (ovary) ซึ่งอยู่เหนือกลีบดอก (superior ovary) รังไข่เมื่อได้รับการผสมแล้ว จะเจริญขึ้นเป็นผล แต่ในประเทศไทยจะไม่ค่อยพบการผสมของดอกผักตบชวา เมล็ดมีขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลเข้ม

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำกระดาษ และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ถุงปลูกต้นไม้ กล่องใส่กระดาษโน้ต กรอบรูป ที่ใส่ปากกา กระดาษทำแบบตัด หมวก ถุงกระดาษ เพื่อใช้แทนการใช้ถุงพลาสติก ปกนอก และปกในสมุด (อิสรภาพแห่งการคิดไทยโพสต์, 2555 : http://www.Thaipost. net.)

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีทำกระดาษจากผักตบชวา

จากการศึกษาผักตบชวาจะเห็นว่า ผักตบชวาเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการคมนาคมขนส่งทางน้ำ จึงเกิดความคิดที่จะนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ โดยผลิตเป็นกระดาษผักตบชวา ซึ่งมีวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทำดังนี้ (การผลิตกระดาษจากผักตบชวา. : http://www.school.net.)

1. วัสดุ

1. Hydrogenperoxide (H_2O_2) ใช้ประมาณ 25 ซีซี/ลิตร
2. Sodiumsilicate (NaSi) ใช้ประมาณ 10 กรัม/ลิตร
3. น้ำสบู่ ใช้ประมาณ 100 ซีซี/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์

1. เฟรมทำจากมุ้งลวดพลาสติก
2. เตาฟืน
3. ถังสี

3. วิธีทำกระดาษจากผักตบชวา

1. เตรียมผักตบชวา
2. หั่นผักตบชวาเป็นชิ้นยาวประมาณ 1 นิ้ว ใส่ลงไปในภาชนะต้ม โดยใส่ผักตบชวาหั่น 2 กิโลกรัม และเติมน้ำประมาณ 7 ลิตร
3. ใส่โซดาไฟ
4. ต้มประมาณ 2 ชั่วโมง
5. นำมาล้างน้ำสะอาด 2 - 3 ครั้ง
6. นำเยื่อผักตบชวามาต้มกับไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ผสมสบู่โซเดียมซิลิเกต ประมาณ 1/2 ชั่วโมง เพื่อฟอกขาว และล้างออกด้วยน้ำสะอาด
7. นำมาย้อมด้วยสีย้อมผ้า โดยต้มประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง และล้างออก
8. เตรียมอ่างที่จะใช้เตะกระดาษ นำเฟรมรองไว้ใต้อ่าง ใส่น้ำให้ท่วมขอบเฟรม เทผักตบชวาที่ปั่นแล้วลงในอ่าง
9. ใช้มือตีปุยของผักตบชวาให้กระจายทั่วเฟรม แล้วค่อย ๆ ยกเฟรมที่อยู่ข้างล่างขึ้นทีละข้าง ให้ปุยผักตบชวาไล่ระดับให้เต็มเฟรม
10. ยกขึ้นไปผึ่งแดด

2.3 กระดาษปาปิรัส

2.3.1 ประวัติกระดาษปาปิรัส

ชาวอียิปต์เป็นชนพื้นเมืองที่มีแหล่งอารายธรรมเก่าแก่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ที่ยังปรากฏหลักฐานเกี่ยวกับวิธีการผลิตกระดาษปาปิรัส โดยการนำต้นกกอียิปต์ หรือต้นปาปิรัสที่ขึ้นอยู่แถบลุ่มแม่น้ำไนล์ มาลอกเปลือกสีเขียวออก แล้วนำมาเรียงซ้อนทับกันเป็นแนวขัด ขวาง จากนั้นนำมาอัดให้แน่น และนำไปผึ่งแดด พอกระดาษแห้งก็สามารถใช้เขียน และจดบันทึกสิ่งต่าง ๆ ได้ เรียกว่า กระดาษปาปิรัส (Papyrus paper) โดยชาวอียิปต์จะนำหญ้ามาทุบปลาย จนเป็นฝอยมีลักษณะคล้ายพู่กัน เพื่อใช้สำหรับขีดเขียนลงบนกระดาษปาปิรัส ต่อมามีการพัฒนามาใช้ปล้องหญ้าตัดให้ปลายแหลมคล้ายปากกา ส่วนหมึกทำมาจากถ่านไม้บดละเอียดผสมกับยางไม้ ซึ่งทำให้การจดบันทึกลงบนกระดาษปาปิรัสเป็นไปได้ด้วยดี เรื่องราวที่มีการจดบันทึกลงในกระดาษปาปิรัส คือ ตำรายา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสนา การปกครอง ความเชื่อต่าง ๆ กระดาษปาปิรัสที่มีชื่อเสียงโด่งดังที่สุด คือ ม้วนกระดาษที่ชื่อว่า คัมภีร์มรณะ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตหลังความตาย ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ไปทั่วโลก (ณภัทร, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 วิธีทำกระดาษปาปิรัส

ต้นปาปิรัส (Papyrus) พบทั่วไปตามริมฝั่งแม่น้ำไนล์ (Niles) ลักษณะลำต้นสีเขียวเข้ม เป็นปล้องสามเหลี่ยม (Triangular Reed) มีคุณลักษณะ คือ เบา เส้นใยเหนียว และแข็งแรง โดยมีวิธีการทำดังนี้ (ณภัทร, 2552)

1. เก็บต้นปาปิรัสด้วยมือในแม่น้ำไนล์ ซึ่งต้องใช้ทักษะอย่างมากในขั้นตอนการเก็บ เนื่องจากขั้นตอนทั้งหมดมีความสำคัญต่อคุณภาพ และสีของกระดาษ ซึ่งผลรวมทั้งหมดขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ทำ

2. ลอกเปลือกสีเขียวของต้นปาปิรัสออก ให้เห็นเนื้อเยื่อสีขาวข้างใน หลังจากนั้นเฉือนเป็นแผ่นบาง และใช้ค้อนทุบเส้นใย แล้วแช่ลงในน้ำธรรมดาเป็นเวลา 3 วัน หรือจนกระทั่งเส้นใยเริ่มหยุ่นและโปร่งแสง

3. นำเยื่อปาปิรัสขึ้นจากน้ำไปวางบนผืนผ้าฝ้ายอย่างเบามือ โดยวางทับกันทีละน้อย ทำซ้ำสองชั้นตามแนวนอน และแนวตั้ง โดยคลึงให้แบนเรียบ และรีดน้ำออกให้แห้งมากที่สุด

4. นำกระดาษปาปิรัสแต่ละแผ่นวางไว้ระหว่างกระดาษแข็งสองแผ่น และใช้แผ่นไม้กดทับไว้จนกระดาษแห้ง กระดาษแข็งดูดความชื้นออกจากกระดาษปาปิรัส จึงต้องเปลี่ยนกระดาษแข็งทุก ๆ 8 ชั่วโมง และใช้เวลามากกว่า 3 วัน ที่จะทำให้กระดาษปาปิรัสแห้ง

5. ได้กระดาษปาปิรัสที่พร้อมส่งมอบให้ศิลปินวาดภาพ

2.3.3 การใช้ประโยชน์จากกระดาษปาปิรัส

ชาวอียิปต์ใช้กระดาษปาปิรัสบันทึกข้อความสรรเสริญเทพเจ้า และเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสมัยอียิปต์โบราณ และประดิษฐ์อักษรลงบนกระดาษปาปิรัสที่เรียกว่า อักษรฮีโรกราฟฟิก หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อักษรภาพของชาวอียิปต์ (ณภัทร, 2552)

2.4 กก

กกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีอายุปีเดียวหรือหลายปีขึ้นอยู่กับชนิดของกก กกที่ปลูกกันโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ตระกูล คือ จันคาซีอี (Juncacese) มีอยู่ประมาณ 240 ชนิด และตระกูลไซเพซาซิอี้ (Cyperaceae หรือ Sedge) พืชในตระกูลนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับพืชตระกูลหญ้ามาก มีทั้งหมดประมาณ 3,000 - 4,000 ชนิด (สัมฤทธิ์และคณะ, 2532) มีแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก และส่วนใหญ่เป็นพืชน้ำชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะ หรือดินที่มีความชุ่มชื้น ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุปีเดียว หรือหลายปี ไม่มีเนื้อไม้ ลักษณะคล้ายหญ้ามีลำต้นใต้ดิน

2.4.1 กกอียิปต์

กกอียิปต์จัดอยู่ในกลุ่มไม้ล้มลุกหลายฤดู ส่วนของลำต้นอยู่ใต้ดิน ลักษณะภายนอกดูคล้ายกกลังกา แต่จะสูงและใหญ่กว่า ลำต้นตั้งตรง และขึ้นเป็นกอ ลำต้นส่วนที่โผล่ขึ้นพ้นผิวดิน ยาวประมาณ 1.20 - 2.40 เมตร ส่วนปลายของลำต้นมีริ้ว รูปร่างกลม ยาวออกจากส่วนปลายของลำต้นประมาณ 12 - 24 เซนติเมตร ในหนึ่งต้นมีประมาณ 50 - 100 เส้น ออกดอกเป็นช่อ มีสีน้ำตาลแดง (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556 : http://th.wikipedia.org.wiki)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ : Egyptian papyrus

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cuperus papynus* L.

ชื่อวงศ์ : CYPERACEAE

ชื่อพื้นเมือง : กกอียิปต์, กกอีจิปต์, หญ้ากกอียิปต์ (ทั่วไป)

ลักษณะทั่วไป : มีลำต้นเหนือดินที่มีลักษณะกลม ผิวลำต้นเขียวเป็นมัน ลำต้นเจริญเป็นกอสูง 1.50 - 2.50 เมตร ขึ้นในที่มีน้ำขัง มีเหง้าใต้ดิน ใบเดี่ยวลดรูปเป็นกาบอยู่ที่โคนลำต้น ดอกเป็นช่อกระจุกกลมออกที่ปลายยอด มีดอกย่อยขนาดเล็กสีน้ำตาลอ่อนจำนวนมาก มีกาบรองดอก ผลเป็นแบบ nut รูปสามเหลี่ยม เมล็ดเป็นรูปกลมแบนสีน้ำตาลเข้ม พบที่แหล่งน้ำทุกภาค ขยายพันธุ์โดยการแยกกอ

ประโยชน์ : ใช้ทำเสื่อ กระเป๋า เปลญวน ใช้แทนเชือกมัดของ ใช้ตกแต่งบ้านและสวนให้ความสวยงาม ในอดีตชาวอียิปต์นำกกชนิดนี้มาทำเป็นกระดาษใช้เขียน และวาดภาพ

2.4.2 กกสามเหลี่ยม

กกมีรูปร่างลักษณะและนิเวศวิทยาเหมือนหญ้า มีลักษณะที่แตกต่างจากหญ้า คือ กกมักมีลำต้นตัน และลำต้นเป็นสามเหลี่ยมหรือสามมุม มีกาบใบอยู่ชิดกันมาก และเกือบไม่มีลิ้นใบหรือบางชนิดไม่มีเลย ดอกแต่ละดอกจะมีกาบช่อย่อยห่อหุ้มหรือรองรับเพียงอันเดียว มีไหลเลื้อยไปใต้ดิน และจากไหลก็จะแตกเป็นลำต้นที่โผล่พ้นขึ้นมาเหนือดิน ลำต้นกกจะไม่แตกกิ่งเหมือนพืชชนิดอื่น และมีใบอัดกันแน่นอยู่ที่โคนต้น (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อไทย : กกสามเหลี่ยม

ชื่อสามัญ : Bulrush

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cyperus imbricatus.*

ชื่อวงศ์ : CYPERACEAE

ลักษณะทั่วไป : เป็นพืชล้มลุกอายุหลายฤดู ขึ้นได้ทั้งในน้ำตื้น และน้ำไหล เช่น ในนาข้าว และคันคูน้ำทั่วไป มีระบบรากเป็นแบบรากฝอย ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้น ๆ ลำต้นเหนือดินประกอบด้วยกอใบ และลำต้นที่สร้างดอก ลักษณะลำต้นมีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมมีลักษณะแข็ง สูงประมาณ 50 - 100 เซนติเมตร ใบเล็กเรียวยาวน้อยกว่าความสูงของลำต้น ผิวใบด้านล่างหยาบ กาบใบมีสีน้ำตาลแดง ช่อดอกเป็นแบบคันร่ม ดอกประกอบด้วยแขนงย่อยประมาณ 6 - 12 แขนง ซึ่งมีขนาดความยาวไม่เท่ากัน แต่ละแขนงจะมีช่อดอกเป็นคันร่มอีกชั้นหนึ่ง

ประโยชน์ : กกสามเหลี่ยมที่ปลูกในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือชาวบ้านใช้เป็นอาหารของควาย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2529.) เกษตรกรมักจะนำลำต้นมาใช้ในการทอเสื่อ ทำที่รองจาน รองแก้ว และกระเป๋าถือ เป็นต้น (กลุ่มอาชีพ แปรรูปผลิตภัณฑ์จักสานจากต้นกก, 2554) นอกจากนี้กกสามเหลี่ยมยังมีประโยชน์อีกมากมาย เช่น การใช้รากเป็นยาสมุนไพรแก้ไข้ แก้ท้องเสีย หรือการนำต้นกกมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น (ชุลีพร, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจิตร สนหอม (2554 : http://tdc. thailis.or.th) ทำการศึกษาการพัฒนากระดาษกกเพื่อใช้ในงานศิลปประดิษฐ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อกก ศึกษาลักษณะและสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ผลิตได้จากการต้มเยื่อกก ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตงานศิลปประดิษฐ์กล่องทิชชูจากกระดาษกก

แบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน การผลิตกระดาษกก การศึกษาลักษณะและสมบัติทางกายภาพของกระดาษกก และการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตงานศิลปประดิษฐ์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เครื่องมือในการผลิตกระดาษ เครื่องทดสอบความต้านแรงฉีกและแรงดึงขาดของกระดาษ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตงานศิลปประดิษฐ์ (ในการประดิษฐ์กล่องกระดาษทิชชู) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ความถี่ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกก คือ ใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัม ของน้ำหนักเศษกกแห้ง 500 กรัม ใช้เวลาในการต้มหลังเดือด 1.30 ชั่วโมงปริมาณน้ำ 10 ลิตร ได้เยื่อกระดาษกกหนัก 850 กรัม สมบัติทางกายภาพของกระดาษเยื่อกกที่ได้จากสภาวะการต้มเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัม ต้ม 1.30 ชั่วโมง มีความต้านทานแรงดึงขาดและแรงฉีกขาดสูงกว่า กระดาษกกที่ได้จากสภาวะการต้มเยื่อที่ใช้เวลาต้มนานกว่า และใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากกว่า เมื่อนำกระดาษกกไปประดิษฐ์เป็นกล่องกระดาษทิชชูแล้ว ผู้ผลิตงานศิลปประดิษฐ์มีความพึงพอใจในด้านสี การตัด การพับ และการจับจีบของกระดาษกกที่ได้จากการทดลองต้มเยื่อทั้ง 3 สภาวะอยู่ในระดับมากที่สุด กระดาษกกที่ได้จาการต้มเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัม นาน 1.30 ชั่วโมง ได้รับความพึงพอใจด้านความหนาที่เหมาะสม ความเหนียว ความคงทนต่อแรงฉีกขาด และความง่ายต่อการติดกาว รวมถึงความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี

สมพร ชัยอารีย์ และคณะ (2553 : www.research.chula.ac.th) ทำการวิจัยเรื่อง บรรจุภัณฑ์กระดาษจากปาล์มน้ำมัน แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน คือ การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมัน การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์ การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ และ การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

การศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมัน 3 ส่วน ได้แก่ โคนกาบใบ แกนใบและใบ มีวิธีการผลิตกระดาษ คือ นำชิ้นไม้จากส่วนโคนกาบใบ แกนใบ และส่วนใบมาต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ สำหรับส่วนของใบ ทำการต้มเยื่อโดยใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเท่ากับ 10% และ 15% ของน้ำหนักแห้งของใบปาล์ม และส่วนของโคนกาบใบ และแกนใบนั้นใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 15% และ 20% ของน้ำหนักแห้งของโคนกาบใบและแกนใบ แล้วนำเยื่อไปฟอกโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 3% และ 10% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง จากผลการทดลองพบว่า เยื่อที่ผลิตจากส่วนของแกนใบ ให้ค่าความแข็งแรงของกระดาษสูงสุด รองลงมา คือ เยื่อจากส่วนโคนกาบใบ และเยื่อที่ผลิตจากส่วนใบมีค่าความแข็งแรงต่ำที่สุด เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮโดรไซด์สูงขึ้นทำให้เยื่อที่ผลิตได้จากส่วนของโคนกาบใบ และแกนใบมีค่า ความสว่างสูงขึ้น ในขณะที่เยื่อที่ได้จากใบกลับมีค่าความขาวสว่างน้อยลง เนื่องจากการเกิด Alkaline darkening การใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่สูงเกินไปทำให้ความแข็งแรงของกระดาษของกระดาษลดลง เนื่องจากเส้นใยถูกทำลายจากปฏิกิริยา Peeling reaction การใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออไซด์ในการฟอกเยื่อสูงขึ้น ทำให้ค่าความขาวสว่างสูงขึ้น แต่ความแข็งแรงของกระดาษอาจลดลง ถ้าควบคุณสภาวะการฟอกเยื่อได้ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.3.1 วัสดุ

1. ต้นกกสามเหลี่ยม
2. น้ำสะอาด

3.3.2 อุปกรณ์

1. มีด
2. กะละมัง
3. แผ่นไม้ และไม้นวดแป้ง
4. กระดาษลัง
5. กระดาษหนังสือพิมพ์
6. แผ่นหิน

3.2. วิธีการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม

3.2.1. เก็บต้นกกสามเหลี่ยมบริเวณรางรถไฟ ข้างหอพักนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้มือดึงต้นกกออกมาจากกอ และใช้มีดตัดช่อดอกออก นำมาล้างทำความสะอาด และตัดเป็นท่อน ๆ ตามความยาวที่ต้องการ (แสดงวิธีทำในภาคผนวก ค ภาพที่ 13)

3.2.2 ลอกเปลือกสีเขียวด้านนอกออก ให้เหลือแต่เนื้อเยื่อสีขาวข้างใน หลังจากนั้นเฉือนเป็นแผ่นบาง และใช้หินทุบเส้นใย แล้วแช่ลงในน้ำสะอาดเป็นเวลา 3 วัน (แสดงวิธีทำในภาคผนวก ค ภาพที่ 14 และ 15)

3.2.3 นำเยื่อกกสามเหลี่ยมขึ้นจากน้ำมาเรียงบนกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เตรียมไว้ และรีดน้ำออกให้แห้งมากที่สุด โดยวางทับกันทีละน้อย ทำซ้ำสองชั้น ตามแนวนอน และแนวตั้ง (แสดงวิธีทำในภาคผนวก ค ภาพที่ 16)

3.2.4 นำเนื้อเยื่อกกสามเหลี่ยมที่รีดน้ำออกแล้ว มาวางไว้ระหว่างกระดาษแข็ง 2 แผ่น และใช้หนังสือหรือสมุดหนา ๆ ทับไว้ 7 วัน เยื่อของต้นกกสามเหลี่ยมจะแห้งเป็นแผ่นกระดาษ ในระหว่างที่ทับไว้ควรเปลี่ยนกระดาษแข็งทุกวัน (แสดงวิธีทำในภาคผนวก ค ภาพที่ 17)

3.2.5 ได้กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยมโดยแช่เยื่อ 3 วัน (แสดงวิธีทำในภาคผนวก ค ภาพที่ 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การทดลองทำกระดาษจากกกสามเหลี่ยมโดยทำการแช่เยื่อแบบที่ 2-4 โดยทำการแช่เยื่อไว้ 5, 7 และ 9 วัน ในขั้นตอนที่ 2 ส่วนขั้นตอนอื่น ๆ ดำเนินการเช่นเดียวกันกับทำการแช่เยื่อ 3 วัน

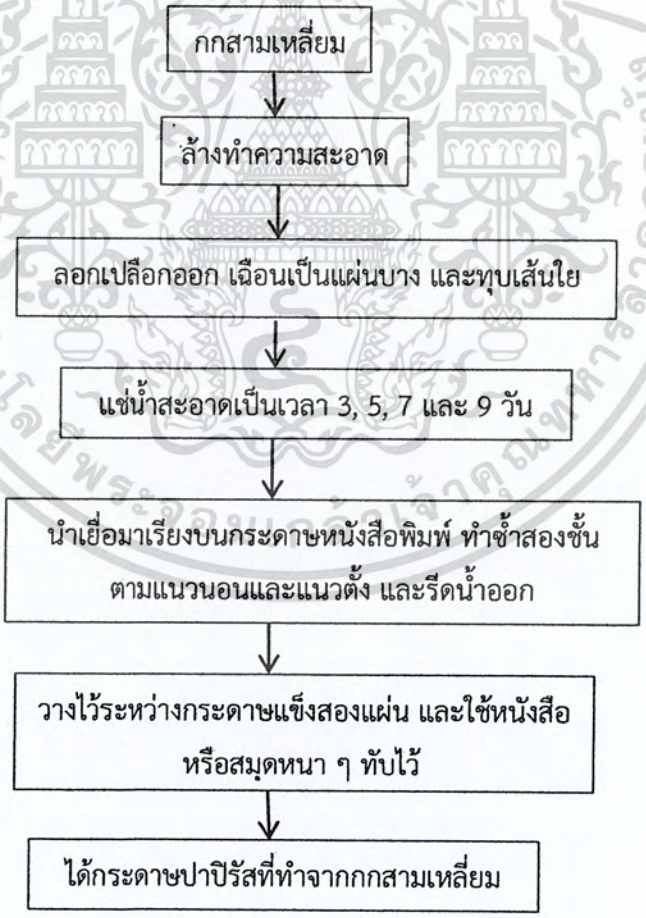
3.3 สถานที่ทำกระดาษ

หอพักนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาการทำกระดาษ

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวม 4 เดือน

ขั้นตอนการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้กกสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสที่ได้จากการตรวจเอกสารในบทที่ 2 นำมาประยุกต์ใช้ในการทำกระดาษปาปิรัสจากกกสามเหลี่ยม ซึ่งทำการศึกษาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 4 แบบ คือ การแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 3, 5, 7 และ 9 วัน ได้ผลการทดลองและวิจารณ์ผลดังนี้

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 3 วัน

จากการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 3 วัน ใช้วิธีการทำกระดาษเหมือนการทำกระดาษปาปิรัส คือ เก็บต้นกกมาและตัดเป็นท่อนตามความยาวกระดาษที่ต้องการ ลอกเปลือกสีเขียวออก เฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ ทุบเส้นใยกก นำไปแช่ในน้ำ 3 วัน และนำมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ แล้วทับให้แห้ง จากผลการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 3 วัน ได้ผลดังนี้ เยื่อของต้นกกสามเหลี่ยมที่แช่ 3 วันมีความหยุ่นและโปร่งแสงน้อย แต่ก็สามารถทำเป็นแผ่นกระดาษปาปิรัสได้ กระดาษปาปิรัสที่ได้จากเยื่อกกสามเหลี่ยมที่แช่เยื่อ 3 วัน มีลักษณะต่าง ๆ ไม่ค่อยเหมือนกระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกอียิปต์ คือ เนื้อกระดาษไม่เรียบจากการใช้มือสัมผัส และเนื้อเยื่อกระดาษแต่ละแผ่นไม่ค่อยประสานกัน ทำให้แผ่นกระดาษมีลักษณะเป็นรูเหมือนตาข่าย และกระดาษมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ สังเกตได้ด้วยตา (แสดงผลการศึกษาในภาคผนวก ง ภาพที่ 19)

4.1.2 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 5 วัน

จากการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 5 วัน ใช้วิธีการทำกระดาษเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.1 แต่เปลี่ยนระยะเวลาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมจาก 3 วัน เป็น 5 วัน ได้ผลการศึกษาดังนี้ เยื่อของต้นกกสามเหลี่ยมที่แช่ในระยะเวลา 5 วัน มีความหยุ่นและโปร่งแสงมากกว่าการแช่เยื่อในระยะเวลา 3 วัน และสามารถทำเป็นแผ่นกระดาษแบบปาปิรัสได้เหมือนกับการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมในระยะเวลา 3 วัน กระดาษปาปิรัสที่ได้จากกกสามเหลี่ยมโดยการแช่เยื่อ 5 วัน มีลักษณะใกล้เคียงกับกระดาษปาปิรัสที่ได้จากการแช่เยื่อ 3 วัน คือ เนื้อกระดาษไม่เรียบ จากการใช้มือสัมผัส และเนื้อเยื่อกระดาษแต่ละแผ่นไม่ค่อยประสานกัน ทำให้แผ่นกระดาษมีลักษณะเป็นรูเหมือนตาข่าย สีของกระดาษเป็นสีน้ำตาล สังเกตด้วยตา (แสดงผลการศึกษาในภาคผนวก ง ภาพที่ 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 7 วัน

จากการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 7 วัน ใช้วิธีการทำกระดาษเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.1 แต่เปลี่ยนระยะเวลาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมจาก 3 วัน เป็น 7 วัน ได้ผลการศึกษาดังนี้ เยื่อกกสามเหลี่ยมที่ผ่านการแช่เยื่อเป็นระยะเวลา 7 วันมีความหยุ่นและโปร่งแสงมากกว่าการแช่เยื่อ 3 และ 5 วัน ทำให้มองเห็นเส้นใยของต้นกก สีของเยื่อกระดาษเข้มขึ้น และสามารถทำเป็นแผ่นกระดาษแบบปาปิรัสได้เหมือนกับการแช่เยื่อกกในเวลา 3 และ 5 วัน กระดาษปาปิรัสที่ได้ มีลักษณะใกล้เคียงกับกระดาษปาปิรัสที่ได้จากการแช่เยื่อแบบ 3 และ 5 วัน เยื่อกระดาษแต่ละแผ่นประสานกันมากขึ้นจึงมีรูระหว่างเยื่อกระดาษแต่ละแผ่นน้อย และสีกระดาษเป็นสีน้ำตาลเข้ม สังเกตได้ด้วยตา (แสดงผลการศึกษาในภาคผนวก ง ภาพที่ 21)

4.1.4 ผลการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 9 วัน

จากการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยมแบบแช่เยื่อ 9 วัน ใช้วิธีการทำกระดาษเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.1.1 แต่เปลี่ยนระยะเวลาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมจาก 3 วัน เป็น 9 วัน ได้ผลการศึกษาดังนี้ เยื่อกกที่ผ่านการแช่เยื่อแบบ 9 วันมีความหยุ่นและโปร่งแสงมากที่สุด มีสีน้ำตาลอมดำ สามารถทำเป็นกระดาษปาปิรัสได้เช่นเดียวกับการแช่เยื่อ 3, 5, และ 7 วัน เนื้อกระดาษปาปิรัสที่ได้มีความหยาบกระด้าง จากการใช้มือสัมผัส เนื้อเยื่อแต่ละแผ่นไม่ค่อยประสานกัน เหมือนกับการแช่เยื่อแบบ 3 และ 5 วัน จึงทำให้แผ่นกระดาษมีลักษณะเป็นรูเหมือนตาข่าย และมีสีเข้มที่สุด คือ สีน้ำตาลอมดำ สังเกตได้ด้วยตา (แสดงผลการศึกษาในภาคผนวก ง ภาพที่ 22)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษที่ได้จากกกสามเหลี่ยมที่ทำการแช่เยื่อแบบ 3, 5, 7 และ 9 วัน

จำนวนวันที่แช่เยื่อ	เนื้อกระดาษ	การประสานกันของเยื่อกกสามเหลี่ยม	สี
3 วัน	ไม่เรียบ	ไม่ค่อยประสานกัน	น้ำตาลอ่อน
5 วัน	ไม่เรียบ	ไม่ค่อยประสานกัน	น้ำตาล
7 วัน	ไม่เรียบ	ประสานกันมากขึ้น	น้ำตาลเข้ม
9 วัน	ไม่เรียบ และหยาบกระด้าง	ประสานกันน้อย	น้ำตาลอมดำ

4.2 วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้ต้นกกสามเหลี่ยม คือ เก็บต้นกกสามเหลี่ยมมาและตัดเป็นท่อนตามความยาวกระดาษที่ต้องการ ลอกเปลือกสีเขียวออก เฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ ทุบเส้นใยกก นำไปแช่น้ำเป็นเวลา 3, 5, 7, และ 9 วัน นำมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ และทับให้แห้งเป็นแผ่นกระดาษ จะเห็นว่า การแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 3 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมจะทึบแสง ไม่ค่อยหยุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 5 และ 7 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมจะหยุ่น และโปร่งแสงมากขึ้น ส่วนการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยม 9 วัน เยื่อกกสามเหลี่ยมจะหยุ่น และโปร่งแสงมากที่สุด จากการแช่เยื่อจะเห็นได้ว่า เยื่อกกสามเหลี่ยมจะมีความหยุ่น และโปร่งแสงมากขึ้นตามเวลาในการแช่เยื่อ อาจเกิดจากการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติของต้นกก เมื่อต้นกกแก่เต็มที่แล้วถ้าไม่มีตัดต้นกกก็จะเน่า เหี่ยว แห้งและฟุบลง พอฝนตกก็จะแทงหน่อขึ้นมาใหม่ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556 : http://th.m.wikipedia.org)

จากการน้ำเยื่อกกสามเหลี่ยมมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ เยื่อกกสามเหลี่ยมที่แช่ 3, 5, 7 และ 9 วัน ทำเป็นแผ่นกระดาษได้ใกล้เคียงกับกระดาษปาปรัส และสีกระดาษจะมีความเข้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น คือ สีน้ำตาลอ่อน น้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม และสีน้ำตาลอมดำ ส่วนที่แตกต่างจากกระดาษปาปิรัส คือ เนื้อกระดาษไม่เรียบ เนื้อเยื่อกระดาษไม่ค่อยประสานกัน ทำให้กระดาษที่ได้มีลักษณะเป็นรูเหมือนตาข่าย (ดังภาพที่แสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 23) เนื่องจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำแตกต่างไปจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำกระดาษปาปิรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

กกสามเหลี่ยมเป็นพืชที่ขึ้นได้ทั้งในน้ำตื้น และน้ำไหล เช่น ในนาข้าว และคันคูน้ำทั่วไป ถ้าเป็นบริเวณที่มีการนำต้นกกสามเหลี่ยมมาใช้ทอเสื่อ และทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กกสามเหลี่ยมจะเป็นวัชพืชที่ก่อประโยชน์ แต่ถ้าเป็นบริเวณที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ เช่น ในนา สถาบัน รางรถไฟ เป็นต้น กกสามเหลี่ยมจะเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่สร้างความเสียหาย หรือเป็นวัชพืชที่ไม่ก่อประโยชน์ ดังนั้นการนำกกสามเหลี่ยมที่ขึ้นภายในสถาบัน หรือรางรถไฟมาทำกระดาษจะเป็นการลดปริมาณวัชพืช ทำให้ลดค่าใช้จ่ายที่จ้างคนงานกำจัดวัชพืชได้ด้วย

การทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้กกสามเหลี่ยม ได้ทำการศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสจากกกสามเหลี่ยม โดยเก็บต้นกกมาและตัดเป็นท่อนตามความยาวที่ต้องการ ลอกเปลือกสีเขียวออก เฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ ทุบเส้นใย นำไปแช่ในน้ำ และนำมาเรียงเป็นแผ่นกระดาษ แล้วทับให้แห้งเป็นแผ่นกระดาษ ซึ่งทำการศึกษาการแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ การแช่เยื่อ 3, 5, 7 และ 9 วัน การแช่เยื่อกกสามเหลี่ยมจะมีความหยุ่น และโปร่งแสงมากขึ้นตามเวลาในการแช่เยื่อ และนำเยื่อมาทำเป็นแผ่นกระดาษ ได้กระดาษที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกระดาษปาปิรัส แต่เนื้อกระดาษจะไม่เรียบ และเนื้อเยื่อกระดาษระหว่างแผ่นไม่ค่อยประสานกัน ทำให้แผ่นกระดาษเป็นรูเหมือนตาข่าย สีกระดาษจะเข้มขึ้นตามเวลาแช่เยื่อ (ดังภาพที่แสดงในภาคผนวก ง ภาพที่ 23) และถ้าแช่เยื่อนาน ๆ จะทำให้เนื้อกระดาษมีความกระด้าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตกระดาษแบบปาปิรัส เป็นการทำกระดาษแบบไม่ใช้สารเคมี สามารถทำได้ในครัวเรือน

2. ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจจะศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกอียิปต์ เปรียบเทียบกับการทำกระดาษจากต้นกกสามเหลี่ยม โดยศึกษาความเหมือน และความต่างของกระดาษจากกกทั้งสองชนิดจากวิธีการทำกระดาษวิธีเดียวกัน

3. ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจจะหาอุปกรณ์ที่ใช้ทำให้ได้ใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำกระดาษปาปิรัสมากที่สุด เพื่อพัฒนาคุณภาพกระดาษให้ดีขึ้น

4. ควรศึกษาการทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกสามเหลี่ยมเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่น เช่น การทำกระเป๋า การห่อช่อดอกไม้ เป็นต้น

5. เนื่องจากการทดลองเป็นการทดลองในหอที่มีพื้นที่จำกัด และไม่มีแสงแดดในการผึ่งแผ่นกระดาษ ทำให้แผ่นกระดาษแห้งช้า การศึกษาครั้งต่อไปอาจจะทำการอบ และผึ่งแดด เพื่อศึกษาวิธีการทำกระดาษให้แห้ง และนำกระดาษมาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2529. เอกสารวิชาการที่ 33 เรื่อง กก. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณภัทร เฉลิมชุติปภา. "บทความพิเศษจากปาปิรัสสู่เปเปอร์". UPDATE. ปีที่ 24 ฉบับที่ 256 (มกราคม 2552). น. 36 – 37.

พรชัย เหลืองอาภามงค์. 2540. วัชพืชศาสตร์. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. 2539. "เอกสารการสอนชุดวิชาวัสดุการพิมพ์" นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (อัดสำเนา).

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : อัมรินบุ๊คเซนเตอร์.

สุรชัย มัฉฉาชีพ. 2538. วัชพืชในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และคณะ. 2544. รายงานการวิจัยการเปรียบเทียบสายพันธุ์กกในพื้นที่ลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. "พันธุ์พืชน้ำแห่งท้องทุ่งบางเดชะ". แหล่งที่มา : http://adulschool.krubpom.com/web/tree/mn6.html, 10 มกราคม 2556.

การผลิตกระดาษจากผักตบชวา. แหล่งที่มา : http://www.school.net.th/library/webcontest2003/100team/dlbs085/interEx/informate/order/t_produc/t_order.htm, 18 มีนาคม 2556.

กลุ่มอาชีพ แปรรูปผลิตภัณฑ์จักสานจากต้นกก. 2554. "กลุ่มอาชีพ กลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จักสานจากต้นกกบ้านหว้า". ของดีอีสานบ้านเฮา. แหล่งที่มา : http://panumassasen. Wordpress. com, 22 มีนาคม 2556.

ชุลีพร เดชะศีลพิพัฒน์. 2551. "ประโยชน์ของวัชพืช". แหล่งที่มา : http.agriqua.doae.go.th.plantclinic/clinic/other/weed/Uses.pdf, 12 พฤศจิกายน 2551.

ประวิตร โสภโณดร."รู้จักวัชพืชจากภาพ". วัชพืชและการจัดการ. แหล่งที่มา : http://www.natres. Psu.ac.th/Department/PlantScience/weed/index.htm, 22 มีนาคม 2556.

แมวเหมียว. 2550. "กระดาษปาปิรัส". ไปอียิปต์ กระดาษปาปิรัส. แหล่งที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=43397, 22 มีนาคม 2556.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. "การเก็บเกี่ยว". กกรังกา. แหล่งที่มา : http://th.m.wikipedia. org/wiki, 28 มีนาคม 2556.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. "ลักษณะกกอียิปต์".กกอียิปต์. แหล่งที่มา : http://th.wikipedia. org/wiki, 19 มีนาคม 2556.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. "ลักษณะทางพฤกษศาสตร์วงศ์กก". วงศ์กก. แหล่งที่มา : http://th. Wikipedia.org/wiki, 19 มีนาคม 2556.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. ม.ป.ป. "กระดาษ." กระดาษ-วิกิพีเดีย. แหล่งที่มา : http://th. Wikipedia. org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0 %B8%A9, 25 กรกฎาคม 2550.

วิจิตร สนหอม. 2554. การพัฒนากระดาษกกเพื่อใช้ในงานศิลปประดิษฐ์. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 82 น. แหล่งที่มา : http://tdc. thailis.or.th/tdc/browse, 17 มีนาคม 2556.

วุฒินันท์ คงทัด. 2545. งานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสา. โครงการถ่ายทอดงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษจากปอสา สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตจตุจักร ประจำปีงบประมาณ 2545 จำนวน 73 น. แหล่งที่มา : https://docs.google.com, 22 มีนาคม 2556.

สมพร ชัยอารีย์ และคณะ. 2553. บรรจุภัณฑ์กระดาษจากปาล์มน้ำมัน. โครงการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2553. แหล่งที่มา : www.research. chula.ac.th, 27 มีนาคม 2556.

สุทัศน์ ยกส้าน. ม.ป.ป. "กระดาษกับการอนุรักษ์". โครงการสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา : http://www. school.net.th/library/snet6/envi4/recycle/paper1.htm, 6 มกราคม 2556.

สุพรีมพริ้นท์, บริษัท. ม.ป.ป. "กระบวนการผลิตกระดาษ".เรื่องของกระดาษ. แหล่งที่มา : http:// www.Supremeeprint.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=538771417, 19 มีนาคม 2556.

สุพรีมพริ้นท์, บริษัท. ม.ป.ป. "ความหมาย และความเป็นมาของกระดาษ".เรื่องของกระดาษ. แหล่งที่มา : http://www.Supremeeprint.net/index.php?lay=show&ac=article&Id= 538771417, 19 มีนาคม 2556.

อิสรภาพแห่งการคิดไทยโพสต์. 2555. "ผักตบชวาวัชพืชไร้ค่า สู่กระดาษรักษาสิ่งแวดล้อม".คอลัมน์. แหล่งที่มา : http://www.thaipost.net/node/51436, 19 มีนาคม 2556.

Biogang Blog. 2552. "ผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา". ผลิตภัณฑ์กระดาษสา ภูมิปัญญาที่มีมานานถึงร้อยปี. แหล่งที่มา : http://www.biogang.net/blog/blog_detail.php?uid=20774&id= 789, 18 มีนาคม 2556.

Dek-D Writer APP. 2553. "หลักฐานประวัติศาสตร์ตะวันตกสมัยโบราณ". หลักฐานทางประวัติศาสตร์ : ประเภท&หลักฐานในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก. แหล่งที่มา : http://writer. dek-d.com/savage-devil/story/viewlongc.php?id= 664047 & chapter=9, 10 กุมภาพันธ์ 2556.

Henry_Detchbordin. 2553. "ประวัติศาสตร์กระดาษ". บทความกระดาษกับเรื่องราวนับพันปี. แหล่งที่มา : http://atcloud.com /stories/94838, 22 กุมภาพันธ์ 2556.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

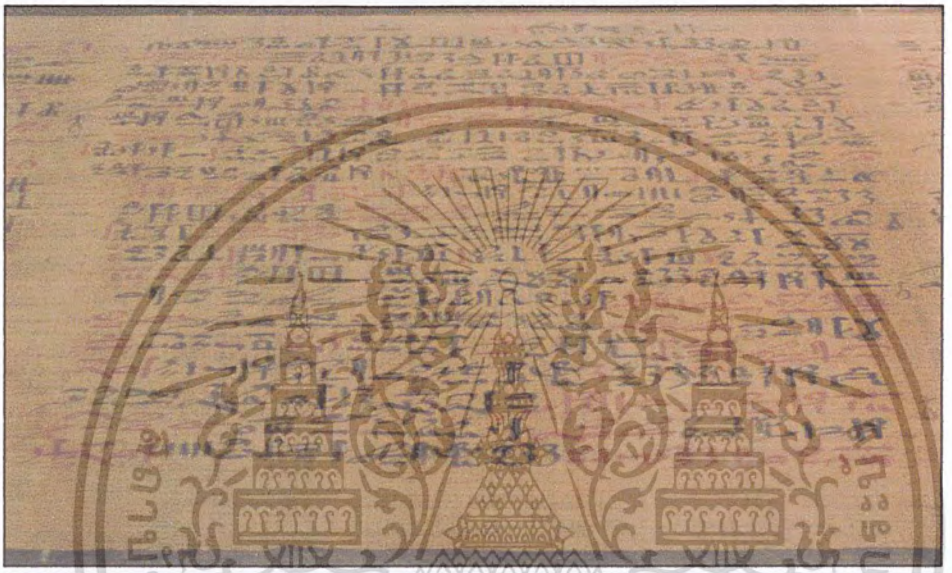
ภาคผนวก ก

กระดาษปาปิรัส

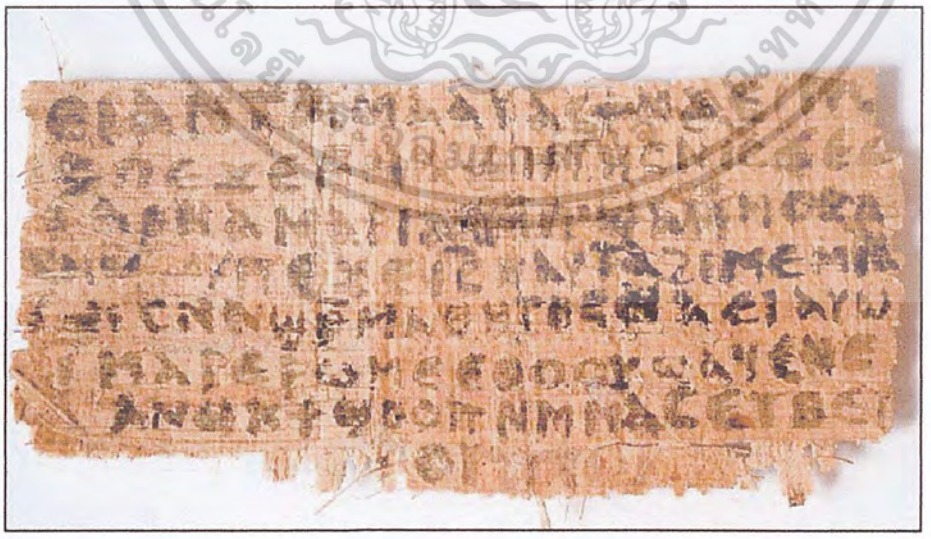
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กระดาษปาปิรัส



ภาพที่ 2 การบันทึกตำรายาในกระดาษปาปิรัส
ที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki



ภาพที่ 3 กระดาษปาปิรัสที่บันทึกข้อความสนทนาที่พระเยซูพูดถึงหญิงชื่อ แมรี่
ที่มา : http://www.matichon.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ส่วนประกอบของต้นกกสามเหลี่ยม

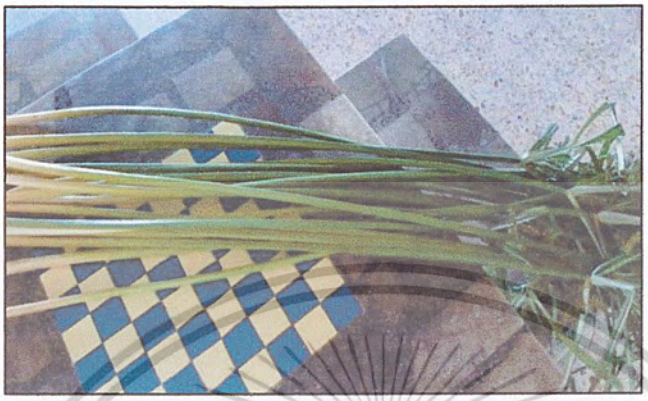
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ส่วนประกอบของต้นกกสามเหลี่ยม

ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของต้นกกสามเหลี่ยม
ที่มา : http://eol.org/pages/1121900/media

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ต้นกกสามเหลี่ยม

ภาพที่ 6 ช่อดอกของต้นกกสามเหลี่ยม

ภาพที่ 7 ใบของต้นกกสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการทำกระดาษปาปิรัส

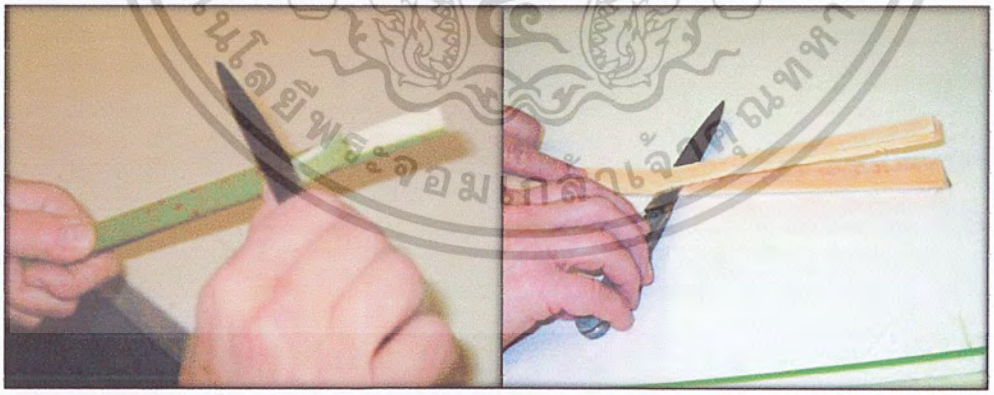
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการทำกระดาษปาปิรัส

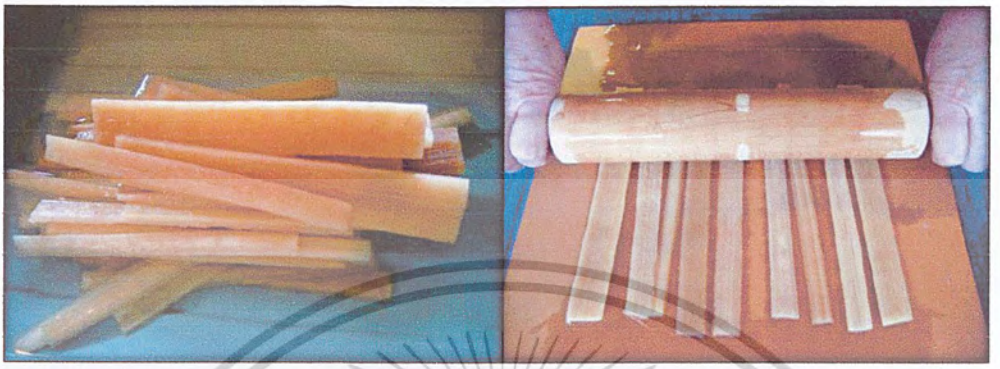
1. วิธีการทำกระดาษปาปิรัส

ภาพที่ 8 การตัดต้นกกอียิปต์
ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=4339



ภาพที่ 9 การลอกเปลือก และเฉือนต้นกกเป็นแผ่น
ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=43397

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การทุบเส้นใยกก และนำมาแช่น้ำ 3 วัน แล้วรีดน้ำออก
ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=43397

ภาพที่ 11 การเรียงเป็นแผ่นกระดาษ และการทับแผ่นกระดาษให้แห้ง
ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=43397

ภาพที่ 12 กระดาษปาปิรัส
ที่มา : http://www.oknation.net/blog/print.php?id=43397

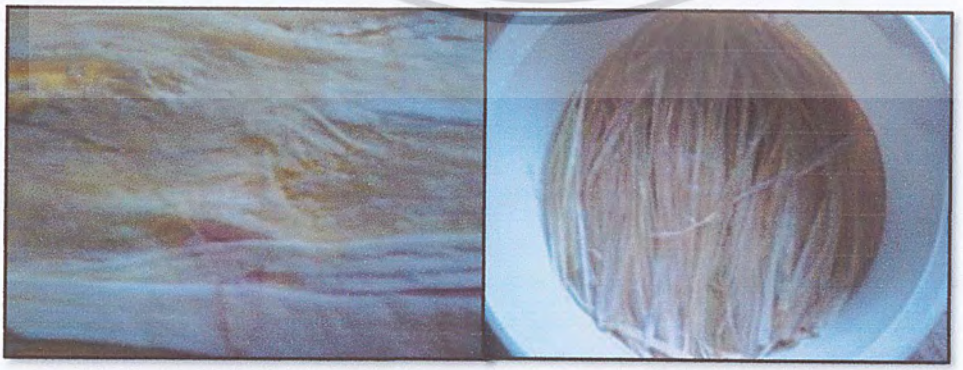
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทำกระดาษปาปิรัสโดยใช้กกสามเหลี่ยม

ผู้วิจัยดำเนินการทำกระดาษปาปิรัสในวันที่ 13 ตุลาคม 2555

ภาพที่ 13 การเก็บต้นกกสามเหลี่ยมมาตัดเป็นท่อน ๆ ตามความยาวที่ต้องการ

ภาพที่ 14 การลอกเปลือกกกสามเหลี่ยม และเฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ

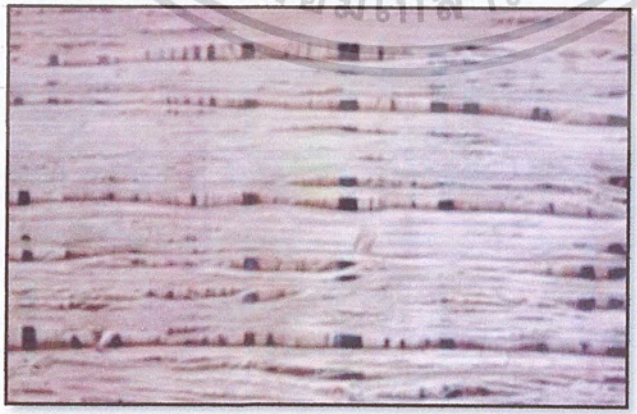


ภาพที่ 15 การทุบเส้นใย และการแช่เยื่อกกในเวลาที่ต่างกัน คือ 3, 5, 7 และ 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16 การนำเยื่อกกมาเรียงบนกระดาษหนังสือพิมพ์ และการรีดน้ำออก

ภาพที่ 17 การใช้หนังสือ หรือสมุดหนา ๆ ทับไว้



ภาพที่ 18 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากต้นกกสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการทดลองทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการทดลองทำกระดาษปาปิรัสจากต้นกกสามเหลี่ยม

ผู้วิจัยสรุปผลการทดลองทำกระดาษ 4 แบบจากเยื่อกกสามเหลี่ยมที่แช่น้ำไว้ 3, 5, 7, และ 9 วัน และสรุปผลการทดลองทำไว้วันที่ 27 ธันวาคม 2555

ภาพที่ 19 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 3 วัน

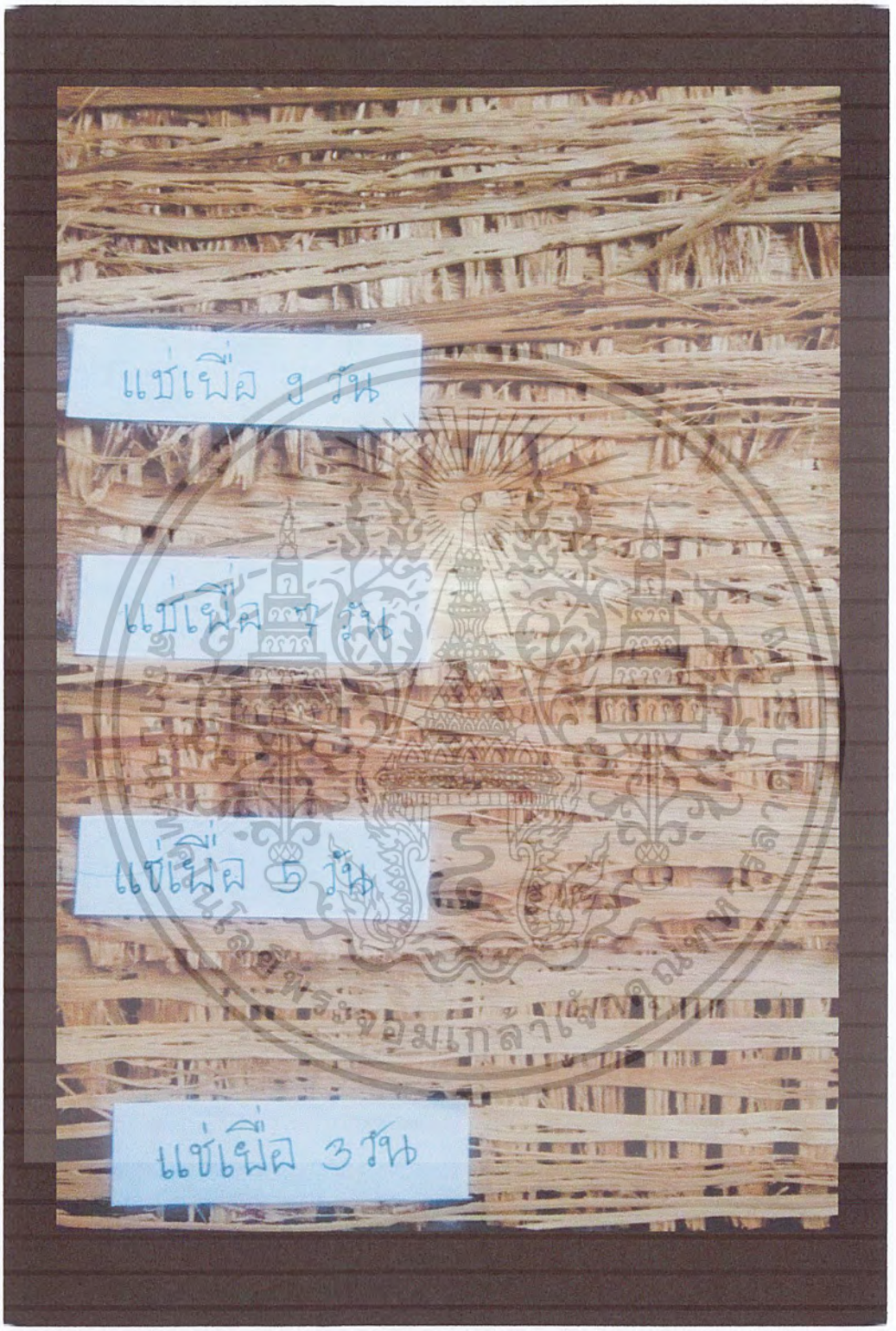
ภาพที่ 20 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 7 วัน

ภาพที่ 22 กระดาษปาปิรัสที่ทำจากกกสามเหลี่ยม แช่เยื่อ 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 เปรียบเทียบลักษณะของกระดาษที่ได้จากการแช่เยื่อกกที่แตกต่างกัน คือ 3, 5, 7 และ 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้