การศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

Study quantity of fiber and quality of paper which make from another kind of Nam Wa banana

ละมัย ยานพะโยม

Lamai Yanpayom

อารีรัตน์ หมัดอะดัม

Areerut Mad-adam

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Bachelor of Education Project in Chemistry

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

2547

ชื่อวิจัย การศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

ผู้วิจัย นางสาวละมัย ยานพะโยม

นางสาวอารีรัตน์ หมัดอะดัม

สาขาวิชา เคมี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์นงเยาว์ เทพยา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์นงเยาว์ เทพยา)

.....กรรมการ

(อาจารย์สุคนธ์ พิทักษ์วงศ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปวีณา หนูคง)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้วิจัย ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

.....

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

ประธานโปรแกรมวิชาเคมี

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

ชื่อผู้วิจัย นางสาวละมัย ยานพะโยม
นางสาวอารีรัตน์ หมัดอะดัม

สาขาวิชา เคมี

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า ซึ่งส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าคือ ลำต้น ใบ และก้านใบ การศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโซดาไฟที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการผลิตกระดาษ และศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานจากกระดาษที่ได้ พบว่า การหาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า คือ ลำต้น ใบ และก้านใบ มีปริมาณเส้นใย 33.04 ± 0.85, 28.63 ± 0.90 และ 43.08 ± 0.72 ตามลำดับ เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้ามาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษตามกรรมวิธีแบบพื้นบ้าน พบว่า ปริมาณในการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษ ซึ่งจะได้ลักษณะเส้นใยที่เหมาะสม คือ ลำต้นใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และก้านใบปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เยื่อกระดาษที่ผลิตได้ นำไปแปรรูปเป็นการ์ดอวยพร พบว่า เยื่อกระดาษที่ได้จากส่วนของลำต้นจะได้รับความพึงพอใจสูงสุด ส่วนเยื่อกระดาษที่ได้จากส่วนของก้านใบและใบ จะได้รับความพึงพอใจลดลงตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต สำเร็จได้เพราะคณะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมช่วยเหลืออย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่โปรแกรมวิชาเคมีและศูนย์วิทยาศาสตร์ ได้ช่วยเหลือส่งเสริมสนับสนุน ได้อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย ขอบคุณอาจารย์ดวงรัตน์ ทองคำ ที่ได้ให้ข้อมูลวิจัยและคำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์นงเยาว์ เทพยา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน ได้สละเวลาตรวจ แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยและขอบคุณผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือที่ไม่กล่าวถึง ตลอดจนขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับบิดามารดา พี่น้องและเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดเวลาในการทำวิจัยจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ละมัย ยานพะโยม

อารีรัตน์ หมัดอะดัม

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)
กิตติกรรมประกาศ.....(4)
สารบาญ.....(5)
สารบาญตาราง.....(6)
สารบาญภาพประกอบ.....(7)
บทที่
1 บทนำ.....1
ความสำคัญและที่มา.....1
การตรวจเอกสาร.....2
วัตถุประสงค์.....30
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....30
ขอบเขตของงานวิจัย.....31
นิยามศัพท์เฉพาะ.....31
2 วิธีการวิจัย.....32
วัสดุ.....32
อุปกรณ์.....33
วิธีดำเนินการวิจัย.....37
3 ผลและการอภิปรายผล.....45
4 บทสรุป.....52
5 บรรณานุกรม.....54
6 ภาคผนวก.....56
7 ประวัติผู้เขียน.....67

สารบาญตาราง

ตาราง **หน้า**

1. ปริมาณการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษต่าง ๆ.....21
2. การนำเข้าเยื่อกระดาษและเศษกระดาษ กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ.....21
3. การส่งออกกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ สิ่งพิมพ์และหนังสือ.....22
4. ปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย.....45
5. น้ำหนักเยื่อกระดาษและลักษณะของเส้นใยที่ปริมาณความเข้มข้น ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ.....46
6. การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยที่ใช้ทำเยื่อกระดาษ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ผ่านการฟอกสี.....47
7. ผลการประเมินประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า.....49

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1. ประเภทสารอาหารของคาร์โบไฮเดรต.....2
2. สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส.....5
3. สูตรโครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส.....6
4. แสดงหน่วยที่ซ้ำของลิกนินและสูตรโครงสร้างของลิกนิน.....7
5. การจัดเรียงตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในไม้.....7
6. ลักษณะของกล้วยน้ำว้า.....23
7. ลักษณะลำต้นของกล้วยน้ำว้า.....24
8. ลักษณะใบของกล้วยน้ำว้า.....25
9. ลักษณะก้านใบของกล้วยน้ำว้า.....25
10. ตัวอย่างลำต้นแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว.....32
11. ตัวอย่างใบแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว.....32
12. ตัวอย่างก้านใบแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว.....33
13. เตาไฟฟ้า.....34
14. ตู้อบไฟฟ้ายี่ห้อ Memmert รุ่น UM 500.....34
15. เครื่องวิเคราะห์เส้นใยยี่ห้อ VELP รุ่น FIWE 35
16. ตัวอย่างลำต้นของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย.....35
17. ตัวอย่างใบของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย.....36
18. ตัวอย่างก้านใบของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย.....36
19. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งยี่ห้อ Mettler รุ่น PB 1502.....37
20. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-2105.....37
21. ตัวอย่างหลังสกัดด้วยเครื่องวิเคราะห์เส้นใย.....39
22. ลักษณะกระดาษที่ได้จากลำต้นของกล้วยน้ำว้า.....42
23. ลักษณะกระดาษที่ได้จากใบของกล้วยน้ำว้า.....42
24. ลักษณะกระดาษที่ได้จากก้านใบของกล้วยน้ำว้า.....42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

กระดาษเป็นสิ่งจำเป็นที่มีบทบาทสำคัญ และเกี่ยวพันกับชีวิตมนุษย์นับตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน มนุษย์โดยทั่วไปมีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จากกระดาษชนิดต่าง ๆ มากขึ้นเป็นลำดับ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเผยแพร่วิทยาการ การนำไปทำบรรจุภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ กระดาษมีความคงทนเหมาะกับสภาพการใช้งานประกอบกับการขยายตัวด้านเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ที่ส่งผลให้มีความต้องการใช้กระดาษขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์กระดาษก็ยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาต้นทุนการผลิต ปัญหาการขาดแคลนเยื่อกระดาษ ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

มนุษย์จึงได้พยายามค้นคว้าหาวัตถุดิบสำหรับผลิตเยื่อกระดาษขึ้น เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการ โดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีวัสดุจากธรรมชาติและวัสดุเหลือใช้ทางด้านเกษตรกรรมมากมายที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษ เช่น ชานอ้อย ฟางข้าว ต้นข้าวโพด หญ้าต้นกก ผักตบชวา เป็นต้น

ปัจจุบันกระดาษที่ทำจากวัสดุทางธรรมชาตินับวันที่จะมีความต้องการสูง เช่น กระดาษสา กระดาษสับปะรด กระดาษมูลช้าง กระดาษใบเตย กระดาษต้นลิ้นมังกร กระดาษดอกดาหลา กระดาษฟางข้าว และกระดาษต้นข้าวโพด วัสดุจากธรรมชาติเหล่านี้มีมากมายในเมืองไทย ราคาถูกและมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ในท้องตลาดก็ยังต้องการอีกมากเช่นเดียวกัน ฉะนั้นถ้าคนไทยได้ช่วยกันสร้างงานจากวัสดุทางธรรมชาติที่ต้องทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ภูมิปัญญาเหล่านี้จะสามารถสร้างงานให้ชุมชนได้มีอาชีพที่ยั่งยืนได้อีกมาก (http : // www.school.net.th)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาวัสดุจากธรรมชาติ คือ กล้วยน้ำว้า เนื่องจากกล้วยน้ำว้าเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นที่ผู้วิจัยอาศัยอยู่ และกล้วยน้ำว้าเมื่อทำการตัดเครือนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์แล้วส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าที่เหลืออยู่ถ้าไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด จะถูกทิ้งไว้ในสวนเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ไม่มีคุณค่า เว้นแต่เมื่อย่อยสลายตัวดีแล้ว อาจกลายเป็นวัสดุอินทรีย์หรือปุ๋ยกลับคืนสู่ดินต่อไป แต่ถ้าได้นำมาใช้ให้คุ้มค่า เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ วัสดุเหล่านี้จะกลายเป็นของมีคุณค่าและมีราคาต่อเกษตรกร ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปริมาณเส้นใยในส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าและนำมาผลิตเป็นกระดาษ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของ

เส้นใยจากเยื่อกระดาษที่ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้ นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อพัฒนาและสร้างงานให้กับคนในท้องถิ่นได้

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.2.1.1 คาร์โบไฮเดรต

ภาพที่ 1 ประเภทสารอาหารของคาร์โบไฮเดรต

(http//www.rakbankerd.com)

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) , ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีสูตรทั่วไปเป็น $(CH_2O)n$ โดยที่ n เป็นเลขจำนวนเต็ม คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหาร ที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือ เป็นองค์ประกอบของเซลล์ เป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายและเซลล์สะสมไว้เป็นพลังงานสำหรับใช้เวลาที่ต้องการ คาร์โบไฮเดรตได้จากอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล เช่น ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า เผือก มัน และผลไม้ต่าง ๆ

ก. ประเภทของคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)

เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุดร่างกายไม่สามารถย่อยให้เล็กลงกว่านี้ได้ อีกเมื่อรับประทานเข้าไปสามารถดูดซึมได้ทันที น้ำตาลชั้นเดียวทีสำคัญคือน้ำตาลเฮกโซส (hexose) ซึ่งมี 3 ชนิด คือ

1.1 กลูโคส (glucose) มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไปในพืช ผัก ผลไม้ องุ่น ข้าวโพด น้ำผึ้ง ทางการแพทย์ใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการใช้อย่างรวดเร็ว เช่นในคนป่วยที่อ่อนแอ น้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลชนิดเดียวในกระแสเลือดของมนุษย์ ที่ได้จากการย่อยของคาร์โบไฮเดรต เรียกว่าน้ำตาลในเลือด (blood sugar) กลูโคสเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ธรรมดาที่สุดใช้ในกระบวนการหายใจ อาจกล่าวได้ว่าคาร์โบไฮเดรตนั้น เป็นสารอาหารหลักในการจัดหาพลังงานให้สิ่งมีชีวิตได้ อย่างไรก็ตามทั้ง ๆ ที่กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานเบื้องต้นแต่สัตว์มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตเล็กน้อยเท่านั้น คือสะสมไกลโคเจนไว้ในตับ และกล้ามเนื้อด้วยปริมาณจำกัด ถ้ามีการออกกำลังกายมาก ไกลโคเจนที่สะสมไว้จากอาหารที่รับประทานจะหมดไปเซลล์จำนวนมากใช้ไขมัน และโปรตีนในการสร้างพลังงานได้อย่างไรก็ดี เนื้อเยื่อประสาทใช้กลูโคสอย่างเดียวเท่านั้น ในสัตว์เพื่อให้น้ำตาลกลูโคสมีอยู่ตลอดเวลา จำเป็นต้องเปลี่ยนโมเลกุลของไขมันและโปรตีนเป็นคาร์โบไฮเดรตได้

1.2 ฟรุกโทส (fructose) มีรสหวานกว่าน้ำตาลชนิดอื่นพบในเกสรดอกไม้ ผลไม้ ผัก น้ำผึ้ง กากน้ำตาล ปนอยู่ในกลูโคส ในร่างกายได้จากการย่อยน้ำตาลทราย

1.3 กาแลกโทส (galactose) ไม่เกิดในรูปอิสระในธรรมชาติ ได้จากการย่อยแลกโทส หรือน้ำตาลนม ซึ่งมีอยู่ในอาหารพวกนม และผลิตผลของนมทั่ว ๆ ไป

2. โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide)

เป็นน้ำตาลที่ได้จากการรวมน้ำตาลชั้นเดียว 2 โมเลกุลเมื่อกินน้ำตาล 2 ชั้นเข้าไปต้องถูกย่อยโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ได้น้ำตาลชั้นเดียวก่อนจึงจะดูดซึมได้คาร์โบไฮเดรตประเภทนี้ที่สำคัญคือ

2.1 ซูโครสหรือน้ำตาลทราย (sucrose) เป็นน้ำตาลที่เรารับประทานกันมากกว่าคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ พบว่าคนไทยบริโภคน้ำตาลประมาณคนละ 10 กิโลกรัม/ ปี ใช้ในการประกอบอาหารเกือบทุกชนิด เตรียมได้จากอ้อย และหัวบีท เมื่อซูโครสแตกตัวหรือถูกย่อยจะให้น้ำตาลกลูโคสกับฟรุกโทสอย่างละ 1 โมเลกุล

$$\text{ซูโครส} \xrightarrow{\text{ย่อย}} \text{กลูโคส} + \text{ฟรุกโทส}$$

2.2 มอลโทส (moltose) ไม่เกิดในรูปอิสระในธรรมชาติได้จากการย่อยแป้งในเมล็ดข้าวที่กำลังงอกจะมีเอนไซม์จะย่อยมอลโทส ให้เป็นกลูโคส 2 โมเลกุล

$$\text{มอลโทส} \xrightarrow{\text{ย่อย}} \text{กลูโคส} + \text{กลูโคส}$$

2.3 แลกโทส (lactose) ไม่พบในพืชมีอยู่ในน้ำนมเรียกว่า น้ำตาลนม แลกโทสต่างกับน้ำตาลสองชั้นตัวอื่นที่ว่ามีความหวานน้อยกว่า ละลายน้ำได้น้อยกว่า ย่อยได้ช้ากว่า และบูดได้ยากกว่าซูโครส และมอลโทส เมื่อย่อยจะให้กลูโคส กับกาแลกโทส อย่างละ 1 โมเลกุล

แลกโทส $\xrightarrow{\text{ย่อย}}$ กลูโคส + กาแลกโทส

3. พอลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ และซับซ้อน ประกอบด้วยน้ำตาลชั้นเดียวเป็นจำนวนมาก มารวมกัน ไม่มีรสหวาน ที่สำคัญ คือ

3.1 แป้ง (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบในพืชสะสมอยู่ในเมล็ด ราก หัว ลำต้น เมล็ดเป็นแหล่งธัญพืชสำคัญ โมเลกุลของแป้งเกิดจากน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นจำนวนมากในภาพที่เป็นเส้นตรง อะมิโลส (amylose) และกิ่งก้านอะมิโลเพกทิน (amylopectin) เมื่อแป้งถูกย่อยถึงขั้นสุดท้ายจะได้น้ำตาลกลูโคส

3.2 ไกลโคเจน (glycogen) เป็นน้ำตาลหลายชั้น พบในตับ และกล้ามเนื้อสัตว์ บางทีเรียกว่าแป้งสัตว์ มีส่วนประกอบคล้ายแป้ง แต่มีกิ่งก้านมากกว่า เมื่อแตกตัวออกจะได้กลูโคส ไม่พบในพืช

3.3 เดกซ์ทริน (dextrin) ได้จากการย่อยแป้ง อาหารที่มีเดกซ์ทรินอยู่บ้าง ได้แก่ น้ำผึ้ง โดยส่วนมากปนอยู่กับคาร์โบไฮเดรตอย่างอื่น เดกซ์ทรินเมื่อแตกตัวหรือถูกย่อยต่อไปจะให้มอลโทส และท้ายที่สุดจะให้กลูโคส

แป้ง $\longrightarrow$ เดกซ์ทริน $\longrightarrow$ มอลโทส $\longrightarrow$ กลูโคส

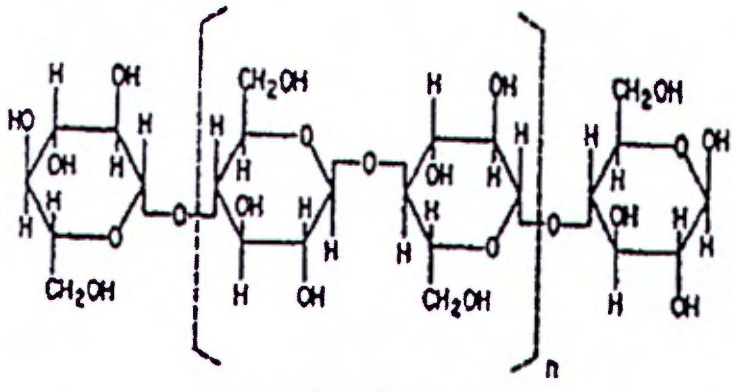
3.4 เซลลูโลส (cellulose) บางทีเรียกว่าใยหรือกาก เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืช มีมากใน ใบ ก้าน เปลือก คนไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ ช่วยป้องกันท้องผูก สัตว์พวกวัว ควาย มีเอนไซม์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ เซลลูโลสเมื่อย่อยจะแตกตัวออก ให้น้ำตาลกลูโคส

ข. เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers) เป็นอินทรีย์วัสดุที่สำคัญ หาได้ง่ายจากธรรมชาติ มีปริมาณมาก สามารถเกิดขึ้นได้ใหม่เรื่อยๆ และมีราคาถูกกว่าเส้นใยสังเคราะห์ ด้วยเหตุนี้เส้นใยธรรมชาติ จึงนิยมใช้เป็นสารเติมแต่งในพลาสติก โดยอาจเป็นทั้งสารตัวเติม และสารเสริมแรง เพื่อเป็นการลดต้นทุน เพิ่มปริมาณการผลิต และเสริมแรงแก่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเส้นใยที่นำมาใช้ โครงสร้างโดยทั่วไปของเส้นใยธรรมชาติ ประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin) และสารประกอบอื่นๆ

1. เซลลูโลส (Cellulose)

เซลลูโลส เป็นสารประกอบพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccarides) เชิงเส้นตรงที่ประกอบด้วยหน่วยซ้ำ ๆ กัน มีสูตร โมเลกุลทั่วไป คือ ($C_6H_{12}O_6$) เป็นโครงสร้างในเนื้อเยื่อพืชโดยพบรวมกับลิกนิน เพนโตแซนกัม แทนนิน ไขมัน สารที่ทำให้เกิดสี เป็นต้น มีเซลลูโลสมีหมู่ไฮดรอกซิลถึง 3 หมู่ สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสจึงมีมากและโครงสร้างของเซลลูโลสยังจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ จึงทำให้เซลลูโลสมีความเป็นผลึกสูงมาก อุณหภูมิการหลอมตัวจึงสูงมาก มักจะเกิดการสลายตัวก่อนถึงอุณหภูมิหลอมตัว และมีความสามารถในการละลายต่ำ เซลลูโลสธรรมชาติจะมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยต่างกัน การกระจายน้ำหนักโมเลกุลของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อสมบัติทางกายภาพ ส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพไม่ดีในทางอุตสาหกรรมจะหาน้ำหนักโมเลกุล โดยประมาณได้โดยการวัดความหนืด



แสดงสูตรโครงสร้างของเซลลูโลส

ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส

(http//www.nationpark.go.th/garbage-fiber)

สมบัติทางกายภาพของเซลลูโลส

1. การละลาย ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายในกรดเข้มข้น เช่น กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) เป็นต้น โดยเซลลูโลสจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสอย่างรวดเร็วในสารละลายกรดที่อุณหภูมิห้องแต่จะหยุดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำ เซลลูโลสบวมตัวในสารละลายของเกลือเข้มข้นบางชนิด เช่น สารละลายอัลคาไลไฮดรอกไซด์ (Alkali hydroxide) บางครั้งทำให้เซลลูโลสที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถละลายได้

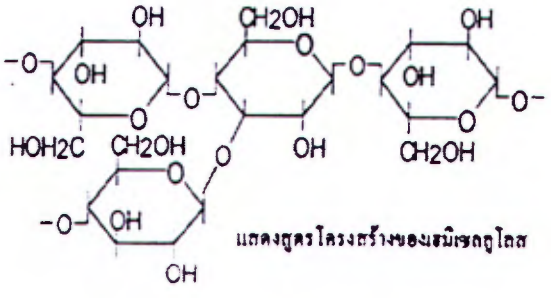
2. ความหนืด เป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของเซลลูโลสโดยถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นของเซลลูโลสความหนืดก็จะเพิ่มขึ้นอย่างเร็ว ทำให้มีสมบัติทางกายภาพดีขึ้น

3. การดูดซับความชื้น เซลลูโลสส่วนใหญ่จะมีการดูดซับ หรือการคายไอน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ในบรรยากาศรอบตัวของมันจนกระทั่งถึงจุดสมดุลโดยสมดุลของความชื้นของเซลลูโลสจะแปรเปลี่ยนไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศนั้น ปริมาณความชื้นของเซลลูโลสมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพบางประการ เช่น เมื่อความชื้นสูงขึ้นค่าความแข็งแรงดึงก็มีค่าสูงขึ้น

4. ความหนาแน่น เซลลูโลสที่เป็นเส้นใยเดี่ยว จะไม่มีค่าความหนาแน่นที่แน่นอน ค่าความหนาแน่นจะแปรเปลี่ยนไปตามแหล่งที่มาหรืออาจเปลี่ยนไปเนื่องจากการปรับปรุงทางเคมี

2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)

เฮมิเซลลูโลส เป็นพอลิแซกคาไรด์ชนิดหนึ่ง ซึ่งคล้ายกับเซลลูโลส แต่ประกอบ ด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิด เช่น กลูโคส กาแลกโตส แมนโนส ไซโลส อะราบิโนส รวมทั้งกรดกลูคูโรนิก และกาแลกทูโรนิก เฮมิเซลลูโลสพบในเนื้อเยื่อของพืชโดยรวมอยู่กับสารอื่น ๆ เช่น ลิกนิน เซลลูโลส เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์พบมากในแกลบ ซังข้าวโพด เฮกโซแซน สูตรทางเคมีคือ $(C_6H_{12}O_6)_{2n}$ โครงสร้างทางเคมีแสดงดังภาพ



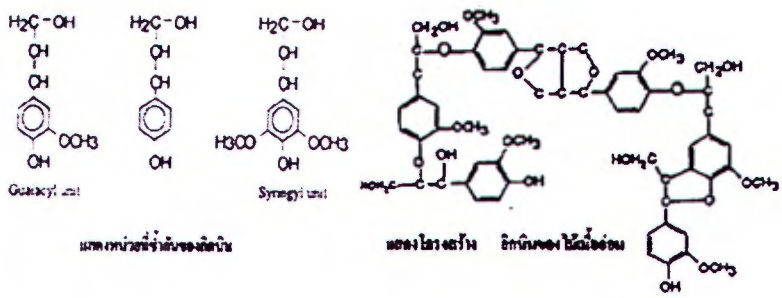
ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส

(http//www.nationpark.go.th/garbage-fiber)

3. ลิกนิน (Lignin)

ลิกนิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมักพบอยู่รวมกับเซลลูโลส ลิกนินเป็นสารที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนรวมกันเป็นหน่วยย่อยหลายชนิดซึ่งเป็นสารอะโรมาติก ลิกนินไม่ละลายน้ำ ไม่มีสมบัติทางการ

ยืดหยุ่น เพราะฉะนั้นจึงทำให้พืชที่มีลิกนินมาก มีความแข็งแรงทนทาน เมื่อพืชตายลิกนินจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ลิกเนส (Lignase) หรือลิกนินเนส (Ligninase) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญในรา ตัวอย่างหน่วยที่ซ้ำกันของลิกนินและสูตรโครงสร้างของลิกนินแสดง ดังรูป

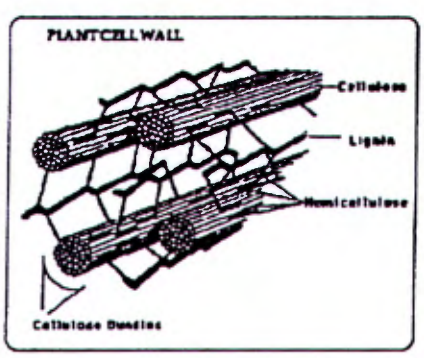


ภาพที่ 4 แสดงหน่วยที่ซ้ำของลิกนินและสูตรโครงสร้างของลิกนิน

(http//www.nationpark.go.th/garbage-fiber)

4. การจัดเรียงตัวของเซลลูโลส

เฮมิเซลลลูโลส และลิกนินในไม้ ไม้แต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนระหว่างเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิไม่เท่ากัน ขึ้นกับชนิดและอายุของไม้ โดยไม้ที่มีลิกนินมากจะมีความแข็งสูงและในไม้ชนิดเดียวกันไม้ที่มีอายุมาก จะมีปริมาณลิกนินมาก เช่นเดียวกันโดยการจัดเรียงตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนินในไม้จะเป็นไป ดังรูป



แสดงการจัดเรียงตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในไม้

ภาพที่ 5 การจัดเรียงตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินในไม้

(http//www.nationpark.go.th/garbage-fiber)

1.2.1.2 ประวัติของการผลิตกระดาษ

ประเทศจีนได้ค้นพบวิธีการทำกระดาษ เมื่อประมาณ ค.ศ. 105 ก่อนหน้านี้เอกสารส่วนมากจะเขียนลงบนแผ่นหนังแกะ หนังแพะ หรือหนังลูกวัว ชาวอียิปต์โบราณใช้แผ่นปาปิรุส ซึ่งทำจากกกชนิดหนึ่งนำมาทุบให้แบน ซึ่งยังไม่ถือว่าเป็นกระดาษที่แท้จริง เพราะกระดาษนั้นจะทำจากเส้นใยซึ่งถูกบดให้ละเอียดแล้วนำมารวมกันใหม่ ในอดีตได้มีการทำกระดาษจากใยต้นหม่อน แหจับปลา เศษผ้า และเศษปอ นอกจากนั้น ยังพบว่าสารที่เนื้อเป็นเส้นใยเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะเยื่อไม้ซึ่งได้จากไม้เนื้ออ่อน เช่น ไม้จำพวกสน สามารถนำมาใช้ทำกระดาษได้ดี โดยนำมาบดให้ละเอียด ใส่น้ำ ฟอกสี เติมสารเคลือบเนื้อลงไป เพื่อไม่ให้ดูดน้ำหมึกมากเกิน เมื่อนำมาใช้งานหลังจากนั้นจึงนำมารีดให้เป็นแผ่นกระดาษและขนาดต่าง ๆ

1.2.1.3 ประเภทของกระดาษ

กระดาษที่ผลิตขึ้นใช้มีมากมายหลายประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน การผลิตกระดาษมีขึ้นในครั้งแรกในประเทศจีนมาเกือบสองพันปีมาแล้ว ก่อนการคิดค้นการพิมพ์ขึ้น กระดาษที่ผลิตขึ้นในระยะแรกใช้เพื่อการพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ จนในยุคปัจจุบันได้มีการนำกระดาษไปใช้ในรูปอื่นอีกมาก เช่น การนำไปใช้ในการบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงและกล่อง กระดาษซับ กระดาษกรอง กระดาษแสตมป์ และกระดาษย่น เป็นต้น

การจำแนกประเภทของกระดาษ ที่ใช้ในปัจจุบันทำได้หลายวิธี เช่น จำแนกตามการใช้งาน และตามลักษณะของผิวหน้า ซึ่งสามารถที่จะสรุปประเภทของกระดาษตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ก. การจำแนกประเภทของกระดาษตามการใช้งาน อาจจำแนกได้ดังนี้ คือ

1. กระดาษที่ใช้ในการเขียน (writing papers) เป็นกระดาษที่มีความเหนียวพอสมควร คุณสมบัติที่สำคัญคือ ต้องมีสีและผิวหน้าที่เหมาะสมต่อการเขียนและการใช้งาน จึงจำเป็นต้องใส่สารเพื่อช่วยให้ผิวและสีของกระดาษมีความยาวและเรียบเหมาะสม และป้องกันไม่ให้กระดาษดูดซึมหมึกที่ใช้เขียนมากเกินไป ตัวอย่างกระดาษที่ใช้ในการเขียน ได้แก่ กระดาษปอนด์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพิมพ์ด้วย

2. กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ (printing papers) ควรมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ สามารถรับหมึกพิมพ์ได้ไม่ควรทำให้หมึกแห้งตัวช้า มีความเรียบและความพรุนพอเหมาะที่จะให้หมึกพิมพ์ซึมผ่านได้ มีความทึบแสง มีสีที่ถูกต้องตามประเภทของงาน มีความมัน ความยืดหยุ่นต่อแรงกดขณะพิมพ์ มีความทนทานต่อการดึงถอนที่ผิว (picking) ไม่เปลี่ยนขนาดได้ง่ายเมื่อรับหรือคายความชื้นไม่มีฝุ่นผงที่ผิวหน้า และแข็งแรงพอที่จะป้อนเข้าเครื่องพิมพ์ได้ นอกจากนี้กระดาษที่จะนำมาใช้ในการพิมพ์มีขนาดและความหนาแตกต่างไปตามวัตถุประสงค์

การใช้งาน มีทั้งชนิดเคลือบผิวและไม่เคลือบผิว สีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสีขาวยกเว้นบางประเภทที่ทำเป็นสีต่าง ๆ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษแอร์เมล์ กระดาษปอนด์ และกระดาษอาร์ต

กระดาษหนังสือพิมพ์เป็นกระดาษที่มีคุณภาพต่ำทางด้านความขาวและความคงทนสังเกตได้จากการที่กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถูกแสงแดดนาน ๆ ทั้งนี้เนื่องจากลิกนินซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อไม้ยังเหลือในเยื่อกระดาษ จึงทำปฏิกิริยากับแสงและออกซิเจนในอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง กระดาษประเภทนี้ไม่เหมาะนำไปใช้พิมพ์หนังสือเล่ม (books) ที่ต้องเก็บไว้ใช้นาน ๆ คุณภาพของกระดาษจะดีขึ้นถ้าเยื่อไม้นั้นมีปริมาณลิกนินน้อยลงหรือไม่มีเลย

กระดาษที่ไม่มีเยื่อที่ได้จากการบดไม้ผสมอยู่เลยเรียกว่า กระดาษวู๊ดฟรี (woodfree) ในประเทศไทยอาจเทียบได้กับกระดาษปอนด์ ส่วนใหญ่ทำจากเยื่อของฝ้ายและชานอ้อย และเยื่อที่ได้จากกรรมวิธีทางเคมี กระดาษประเภทนี้เหมาะที่จะนำไปใช้ในการพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพดี เพราะมีสีขาวและแข็งแรงทนทาน กระดาษที่ใช้งานมีการทำสำเร็จที่ผิวหน้า (surface finish) เพื่อให้ผิวหน้ามีคุณสมบัติดีขึ้นด้วยวิธีต่าง ๆ ในขั้นตอนสุดท้ายในการทำกระดาษ ได้แก่ แมชีนฟินิช (machine finish) ซุปเปอร์คาเลนเดอร์ (supercalender) หรือแมชชีนเกลซ (machine glaze) เป็นต้น

3. กระดาษที่ใช้ในการห่อ (wrapping papers) ได้แก่ กระดาษสีน้ำตาลหรือกระดาษคราฟท์ (kraft) กระดาษที่ใช้ในท้องตลาดยังมีชนิดที่มิใช่กระดาษคราฟท์ แต่เป็นกระดาษสีน้ำตาลธรรมดาที่มีความเหนียวและความคงทนต่างจากกระดาษคราฟท์มาก กระดาษห่อมีหลายชนิด ตั้งแต่ที่ไม่ได้ฟอกขาวจนถึงกระดาษที่มีการฟอกขาว เช่น กระดาษถุงชนิดที่ผิวไม่มัน ผิวมันด้านเดียว และผิวมันสองด้าน กระดาษที่ป้องกันไขมัน (glassine) รวมทั้งกระดาษที่มีการเคลือบด้วยฟิล์มพอลิเมอร์หรือแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์

4. กระดาษแข็ง (boards) ได้แก่ กระดาษที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 180 กรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป ทำได้จากการซ้อนกันของชั้นเยื่อกระดาษ (pasteboards) บางประเภทอาจทำจากการประกอบแผ่นกระดาษเข้าด้วยกัน คุณภาพของกระดาษมีหลายระดับ ตัวอย่างเช่น กระดาษกล่องและกระดาษลูกฟูก

5. กระดาษเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ (specialty papers) เช่น กระดาษที่ใช้พิมพ์ธนบัตร ซึ่งต้องการคุณสมบัติพิเศษเพื่อป้องกันการปลอมแปลง มีความทนทานต่อการพับ มีความเหนียวและทนทานเป็นพิเศษ กระดาษที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษยังได้แก่กระดาษที่ใช้พิมพ์แสตมป์ กระดาษย่น กระดาษที่เคลือบฟิล์มพลาสติก กระดาษห่อผลไม้ กระดาษไข กระดาษที่ทำจากผ้า กระดาษที่ใช้พิมพ์คำตอบที่ตรวจด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ข. การจำแนกประเภทกระดาษตามผิวหน้า อาจแบ่งได้เป็น

1. กระดาษไม่เคลือบผิว เป็นกระดาษที่มีผิวไม่เรียบ และมีผิวหน้าหลายแบบ ขึ้นอยู่กับขั้นตอนสุดท้ายในการทำกระดาษ หลังจากเส้นใยเรียงตัวกันจนเป็นแผ่นแล้ว (wed formation) แผ่นกระดาษจะผ่านไประหว่างลูกกลิ้ง เพื่อทำการขัดมัน (calendering) ยิ่งผ่านลูกกลิ้งมากจะยิ่งได้กระดาษผิวหน้าเรียบมากขึ้น กระดาษประเภทนี้จะไม่ผ่านการเคลือบผิวใด ๆ

กระดาษที่มีการขัดมันน้อยเรียกว่า กระดาษแอนทิค (antique) ใช้กันมากในการพิมพ์หนังสือเล่ม โปสเตอร์ และแผ่นพับ เป็นกระดาษที่มีเยื่อกระดาษแน่น แม้จะมีผิวหยาบ แต่เหมาะที่จะใช้พิมพ์งานเพื่อการอ่าน

กระดาษที่มีการขัดมันปานกลางจะมีผิวเรียบขึ้น เป็นกระดาษที่ทำผิวหน้าสำเร็จในเครื่อง (machine finish) นิยมใช้พิมพ์นิตยสาร เพราะมีผิวหน้าของกระดาษดีพอสมควร

กระดาษที่มีการขัดมันมาก (supercalendered) จะมีผิวเรียบมาก ใช้พิมพ์งานที่มีสกรีนละเอียดมาก ๆ ได้ เช่น การพิมพ์นิตยสาร

1.1 กระดาษที่ไม่เคลือบผิวยังอาจแบ่งแยกเป็นประเภทต่าง ๆ ไว้ดังนี้ คือ

1.1.1 กระดาษปรู๊ฟหรือกระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นกระดาษที่มีคุณภาพต่ำในด้านความขาวและความคงทน มีการเติมสารกันซึม (sizing) น้อย กระดาษประเภทนี้มีทั้งแบบที่มีการทำผิวหน้าสำเร็จในเครื่องทำกระดาษ และแบบที่มีการขัดมันมากเป็นพิเศษ

นอกจากนี้ยังมีกระดาษหนังสือพิมพ์ชนิดน้ำหนักเบาและมีสีขาว (light weight newsprint) ด้วย

1.1.2 กระดาษปอนด์ (woodfree papers) ทำจากเยื่อไม้ที่ผ่านการฟอกด้วยสารเคมี (chemical – wood pulp) เหมาะที่จะใช้ในงานพิมพ์หนังสือทั่วไป มีสีขาว เก็บไว้ได้นาน แข็งแรงและทนทานกว่ากระดาษหนังสอพิมพ์มาก

1.1.3 กระดาษการ์ด คือ กระดาษปอนด์ที่มีความหนา มีน้ำหนักมาตรฐาน ประมาณตั้งแต่ 200 กรัม ต่อตารางเมตรขึ้นไป ใช้ในงานพิมพ์ทั่วไปที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน เช่น ปกหนังสือ โปสเตอร์ หรือการบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น กระดาษการ์ดมีความหนามาก ๆ เรียกว่ากระดาษบอร์ด (boards) ทำจากเยื่อกระดาษหลายชั้นเข้าด้วยกัน (pasteboards)

1.1.4 กระดาษแบงค์ (banks) มีการใช้สารกันซึมในการทำกระดาษ กระดาษประเภทนี้มีลักษณะกรอบ เหนียว โปร่งแสง และมีน้ำหนักเบากว่ากระดาษพิมพ์เขียวทั่วไป กระดาษแบงค์มีน้ำหนักตั้งแต่ 45-60 กรัม ต่อตารางเมตร ถ้าน้ำหนักกระดาษมากกว่า 60 กรัม ต่อตางเมตรขึ้นไป เรียกกระดาษบอนด์ (bonds) แต่ถ้าน้ำหนักกระดาษตั้งแต่ 28-32 กรัม ต่อตารางเมตร เรียกว่า กระดาษแอร์เมล์ (airmail)

1.2 กระดาษเคลือบผิว (coated papers) เป็นกระดาษที่นำกระดาษไม่เคลือบผิวมาเคลือบผิว ผลิตขึ้นภายหลังจากที่มีการพัฒนาทำกระดาษขึ้น เนื่องจากแต่เดิมมีปัญหาการขาดแคลนกระดาษที่มีคุณภาพดี เพื่อใช้ในงานพิมพ์ที่มีสกรีนละเอียด ต่อมาใช้สารสีขาวทึบแสงไททาเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) หรือดินขาว (china clay) เป็นสารเคลือบผิวแทน การใช้สารสีขาวทึบแสงแทนก็ให้ภาพที่พิมพ์ได้แลดูใกล้เคียงกับภาพวัตถุในธรรมชาติมากที่สุด ปัจจุบันการเคลือบผิวกระดาษจะทำในเครื่องทำกระดาษในขั้นตอนสุดท้าย บางครั้งนิยมเรียกกระดาษเคลือบผิวว่า กระดาษอาร์ต (art papers) ซึ่งเป็นกระดาษที่มีผิวหน้าเรียบ และมีความมันสูง กระดาษเคลือบผิวที่มีคุณภาพดีที่ดีที่สุดทำจากเยื่อของต้นกกเอสพาโต (esparto) ที่เคลือบด้วยดินขาว แต่ราคาแพงมาก กระดาษเคลือบผิวคุณภาพดีที่ใช้ทั่วไปจะนำกระดาษปอนด์มาเคลือบผิว กระดาษเคลือบผิวหลายชนิด อาจเป็นการเคลือบผิวหน้าเดียวหรือสองหน้า มีสีหรือไม่มีสีก็ได้ การเคลือบผิวอาจเป็นแบบมันหรือแบบด้าน อาจมีการปั๊มลวดลายต่าง ๆ บนกระดาษ เช่น ลายหนังไก่ ลายผ้า หรือลายเส้น และยังมีความหนาต่างกัน ความหนาหรือน้ำหนักกระดาษเคลือบผิวนี้จะขึ้นกับเนื้อในของกระดาษที่ใช้ การจะเลือกใช้ชนิดใดขึ้นกับวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน แม้กระดาษเคลือบผิวจะมีราคาแพงแต่บางครั้งก็จำเป็นต่องานพิมพ์ที่ต้องการคุณภาพสูง

ค. การจำแนกประเภทของกระดาษวัตถุดิบและวิธีการผลิตกระดาษ

การจำแนกกระดาษด้วยวิธีนี้เป็นการจำแนกตามกรรมวิธีการผลิตกระดาษตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การเตรียมเยื่อ และการผลิตเยื่อ การผลิตเยื่อกระดาษ (pulling process) เป็นการทำให้เส้นใยในวัตถุดิบที่ใช้ทำกระดาษแยกตัวจากกันเป็นอิสระด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการใช้พลังกล ใช้สารเคมี หรือใช้ทั้งพลังงานกลและสารเคมี กระดาษบางประเภททำจากเยื่อเซลลูโลสที่มีสารลิกนินเจือปน แต่บางประเภททำจากเซลลูโลสบริสุทธิ์ 100 เปอร์เซ็นต์ (rag papers) บางประเภททำจากส่วนผสมของเซลลูโลสสองแบบ และบางประเภททำจากเส้นใยสังเคราะห์ เช่น เส้นใยพอลิเอสเตอร์ และเส้นใยพอลิเอไมด์ เป็นต้น การจำแนกประเภทของกระดาษตามวิธีการผลิตเยื่อมีดังนี้ คือ

1. กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้พลังงานกลในการผลิต (ground wood หรือ mechanical wood papers) ได้แก่ กระดาษบรู๊ฟ และกระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นกระดาษราคาถูกใช้พลังงานกลในการบดไม้ โดยไม่เติมสารเคมีในการขจัดสิ่งเจือปนออกไป เยื่อไม้ที่ได้จากการบดยังมีส่วนที่ยังไม่บริสุทธิ์อยู่มาก เช่นสานลิกนิน กัม และเรซิน ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นกระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้เร็ว เนื่องจากมีสารลิกนินเหลือมากในกระดาษ ถ้าอบชิ้นไม้ด้วยไอน้ำที่

อุณหภูมิประมาณ 120-150 องศาเซลเซียสก่อนนำมาบดจะทำให้เส้นใยในไม้แยกจากกันได้ง่ายขึ้น ทำให้เยื่อมีเส้นใยหักป่นน้อยลง เป็นผลให้คุณภาพของกระดาษดีขึ้น

2. กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้สารเคมีและพลังงานกลในการผลิต (chemechanical wood papers) วิธีการผลิตจะใช้สารเคมีช่วยในการสลายเยื่อ ร่วมกันการใช้พลังงานกลเพื่อให้ลิกนินละลายออกมาได้มากขึ้น เป็นผลให้เส้นใยในไม้แยกออกจากกันได้ง่ายขึ้น สารเคมีที่ใช้ทำให้กระดาษมีความขาวและคุณสมบัติอื่นดีขึ้น สารดังกล่าวได้แก่ โซเดียมไบซัลไฟท์ (sodium bisulphite) โซเดียมซัลไฟท์ (sodium sulphite) หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) และโซเดียมซัลไฟด์ (sodium sulphide) กระดาษที่ใช้สารเคมีและพลังงานกลในการผลิตเยื่อได้แก่ กระดาษพิมพ์ดีด กระดาษเขียนหนังสือและกระดาษสมุดนักเรียน เป็นต้น

3. กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้สารเคมีในการผลิต (chemical wood papers) สารเคมีที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษได้แก่ โซเดียมซัลไฟท์ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์ ซึ่งใช้ในการละลายลิกนินในเยื่อไม้ ทำให้ได้เยื่อกระดาษมีความขาวและคุณสมบัติด้านอื่นดีขึ้น เช่น มีความทนทานต่อแรงดึงต่าง ๆ มีความทนทานต่อการเก็บรักษา และยังป้องกันไม่ให้มีการดูดซึมของหมึกที่ผิวกระดาษมากเกินไป นอกจากนี้แล้วการใช้กระดาษประเภทนี้ในการพิมพ์จะทำให้ได้งานพิมพ์ที่มีคุณภาพดีขึ้นด้วย

4. กระดาษที่ใช้เส้นใยเซลลูโลสบริสุทธิ์ (rag papers) กระดาษที่ใช้เส้นใยเซลลูโลสบริสุทธิ์ปราศจากสิ่งเจือปนในการผลิตจะมีคุณภาพดีที่สุด เก็บได้นานโดยมีคุณสมบัติของกระดาษไม่แปรเปลี่ยนหรือแปรเปลี่ยนน้อยมาก แต่ราคาของกระดาษยังสูงอยู่ ไม่นิยมใช้ในงานพิมพ์ทั่วไป นอกจากใช้ในงานพิมพ์เช็ค หรือพันธบัตร และธนบัตร

5. กระดาษที่ใช้เส้นใยสังเคราะห์ เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษ (synthetic papers) เนื่องจากได้มีการใช้กระดาษกันอย่างกว้างขวาง และมากขึ้นทุกปี วัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้ในการทำกระดาษจึงเริ่มขาดแคลน วัสดุจำพวกเส้นใยสังเคราะห์จึงเข้ามามีบทบาทในการผลิตกระดาษนอกเหนือจากการใช้วัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ กระดาษที่ใช้เส้นใยสังเคราะห์ผสมกับเส้นใยธรรมชาติจะมีคุณสมบัติที่ดีกว่ากระดาษแบบเดิมหลายประการ เช่น มีความทนทานต่อการพับ ต่อแรงดึง และต่อการฉีกขาดดีขึ้น มีความเหนียวและยืดหยุ่น มีความคงทนและมีขนาดคงที่ต่อการแปรเปลี่ยนของความชื้นสัมพัทธ์ เมื่อเทียบกับกระดาษแบบเดิม กระดาษที่ใช้เส้นใยสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษที่นิยมใช้ในทางการค้าจะทำจากเส้นใยไนลอน หรือเส้นในพอลิเอสเตอร์ผสมกับเยื่อเซลลูโลส กระดาษประเภทนี้มีแนวโน้มที่จะเป็นที่นิยมจะใช้กันมากขึ้น

ปัจจุบันยังมีใช้น้อยเพราะทำให้เกิดปัญหามลภาวะ เนื่องจากสามารถทำลายเส้นใยสังเคราะห์ดังกล่าวโดยวิธีธรรมชาติ และกระดาษประเภทนี้ยังมีราคาแพง

1.2.1.4 วัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษ ต้องใช้วัตถุดิบจากส่วนที่เรียกว่า "เซลลูโลส" ของพืช ซึ่งในพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะมีเซลลูโลส ประกอบมากหรือน้อยไม่เท่ากัน และมีเส้นใยที่แตกต่างกัน สำหรับพันธุ์ไม้ที่ใช้ผลิตเยื่อกระดาษแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

ก. ไม้เนื้ออ่อน (Soft Wood) ได้แก่ ไม้ที่มีใบสีเขียวตลอดทั้งปี มีใบแคบและให้เส้นใยยาว เช่น พวกไม้สน เมื่อนำไปทำเยื่อกระดาษจะได้เยื่อใยยาว ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้กระดาษมีความเหนียวและแข็งแรง

ข. ไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) ได้แก่ ไม้เบญจพรรณต่าง ๆ ที่ผลัดใบทุกปี มีใบกว้างและให้เส้นใยสั้น เช่น ไม้ยูคาลิปตัส เมื่อนำไปทำเยื่อกระดาษ จะได้เส้นใยสั้น ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตกระดาษ และมีคุณสมบัติทำให้กระดาษมีความทึบ และหน้ากระดาษเรียบ

ค. ไม้ล้มลุก เป็นไม้ที่ให้เส้นใยสั้นที่มีคุณภาพดี เช่น ปอ อ้อย กก หญ้าขจรจบ ต้นอ้อ และต้นแขม เป็นต้น เยื่อที่ได้จากไม้นี้เรียกว่า Primary Fiber หรือ Virgin Pulp ซึ่งเป็นเยื่อที่ได้มาจากแหล่งขั้นต้น ยังไม่เคยผ่านการใช้งาน เยื่อประเภทนี้ในปัจจุบันมีราคาสูงขึ้นเป็นลำดับ และยังมีปริมาณค่อนข้างจำกัด ขณะที่ความต้องการใช้ยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีการทดแทนเยื่อจากแหล่งขั้นต้นด้วยเยื่อที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว คือ เยื่อจากเศษกระดาษที่เรียกว่า Secondary Fiber

วัตถุดิบที่โรงงานเยื่อกระดาษในประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

1. ชานอ้อย เป็นผลผลิตพลอยได้จากโรงงงานผลผลิตน้ำตาล เยื่อที่ผลิตได้จะเป็นเยื่อใยที่สั้นและปานกลาง สามารถผลิตเป็นกระดาษอนามัย กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษลูกฟูก กระดาษเหนียว และกระดาษเนื้อละเอียด อย่างไรก็ตาม ชานอ้อยได้มีการนำไปใช้ในการผลิตอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอื่น ๆ ด้วย

2. ปอแก้ว เป็นพืชที่มีคุณสมบัติที่ใช้ทำกระดาษได้คุณภาพดี ทั้งนี้เพราะเยื่อที่ได้จากปอแก้วทั้งต้นเป็นเยื่อผสมทั้งเยื่อใยยาวและสั้น

3. ฟางข้าวเป็นพืชที่ให้เส้นใยสั้นและบางใช้ผลิตกล่องกระดาษ กระดาษแข็ง และกระดาษห่อของ เยื่อกระดาษที่ฟอกแล้วใช้ทำกระดาษพิมพ์เขียน กระดาษที่ได้จากเยื่อฟางข้าวมีแรงต้านทานการฉีกขาดและทึบแสงต่ำ

4. ไม้ไผ่ เป็นไม้โตเร็วที่ให้เส้นใยสั้นที่ยาวมาก และได้เยื่อคุณภาพดีเหมาะสำหรับทำกระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษเพื่อการอุตสาหกรรม เช่น กระดาษคราฟท์ ไม้ไผ่เป็นไม้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่อายุ 2-3 ปีขึ้นไป

5. ยูคาลิปตัส ให้ผลผลิตเป็นเยื่อใยสั้น เป็นไม้โตเร็ว ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์หรือรอบระยะเวลาการตัดฟัน ประมาณ 5 ปี ให้ผลผลิตประมาณ 15 ตันต่อไร่

1.2.1.5 การทำกระดาษ

การทำกระดาษในปัจจุบันมีอยู่ 2 วิธี คือ การทำกระดาษด้วยมือ และการทำกระดาษด้วยเครื่องจักร

ก. การทำกระดาษด้วยมือ

การทำกระดาษด้วยมือนั้นมีโอกาสที่จะนำวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ มาทำกระดาษได้อย่างกว้างขวางกว่าการทำกระดาษด้วยเครื่องจักร ขอเพียงแต่ว่าวัตถุดิบนั้น ๆ มีคุณสมบัติในการกระทำเป็นเยื่อกระดาษได้ดี และเหมาะสมกับการทำกระดาษด้วยมือ ส่วนกรรมวิธีก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของวัตถุดิบ ฉะนั้นจึงปรากฏว่า การทำกระดาษด้วยมือได้มีการศึกษาและค้นคว้าเรื่องวัตถุดิบอยู่ตลอดเวลา วัตถุดิบหลายชนิดได้ถูกนำมาใช้ในการทำกระดาษด้วยมือ เช่น ต้นกล้วย ต้นกก ต้นหญ้าบางชนิด และพวกใยปอต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมากไม่น้อยที่ได้มีการทดลองและค้นคว้าในด้านการทำเยื่อกระดาษได้ผล แล้วหากแต่ในปัจจุบันยังประสบกับอุปสรรคที่เกี่ยวกับเรื่องต้นทุนในการผลิตอยู่ เพราะมีวัตถุดิบหลายชนิดเมื่อนำเอามาทำเป็นเยื่อกระดาษแล้วมีต้นทุนในการผลิตสูง จึงยังไม่สามารถที่จะนำมาทำเป็นการค้าได้ในขณะนี้ เช่น กระดาษที่ทำจากเส้นใยปอชนิดต่าง ๆ หรือกระดาษที่ทำจากเปลือกข่อยด้วยวัตถุดิบดังกล่าวเมื่อนำมาทำเป็นกระดาษด้วยการทำด้วยมือ จะมีลักษณะและคุณสมบัติคล้ายกับกระดาษสา แต่ราคาต้นทุนในการผลิตสูงกว่ากระดาษสา ฉะนั้นในสภาพเศรษฐกิจปัจจุบันนี้จึงยังทำเป็นการค้าไม่ได้ นอกจากจะทำเป็นการทดลองหรือกรณีพิเศษเท่านั้น มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. การเตรียมเยื่อกระดาษ เริ่มโดยการนำวัตถุดิบมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปต้มกับโซดาไฟในอัตราส่วนที่เหมาะสม หรือแช่น้ำก่อนที่จะต้ม ในกรณีที่เยื่อได้จากวัตถุดิบที่แข็งควรแช่น้ำก่อนเพื่อต้องการให้เยื่อนั้นอ่อนตัวลง

2. ต้มโดยใช้โซดาไฟ เป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดเวลาทั้งยังให้ผลแน่นอนกว่าใช้ขี้เถ้า แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีต้มด้วยขี้เถ้า วัสดุที่ผ่านการต้มต้องล้างน้ำให้สะอาดเพื่อกำจัดขี้เถ้าหรือโซดาไฟ

3. การฟอกสี วัสดุที่ต้มแล้วผลิตโดยทั่วไป จะนำไปทุบ เพื่อให้ได้กระดาษที่ขาวขึ้นกว่าเยื่อกระดาษตามธรรมชาติ การฟอกสีจะใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรด์

4. การทุบเยื่อ เยื่อกระดาษที่ผ่านการต้มทำความสะอาดแล้วจะนำมาตีหรือทุบเยื่อให้แตกสม่ำเสมอ เพื่อนำไปทำแผ่นกระดาษต่อไป การทุบเยื่อกระดาษสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ทุบด้วยมือและใช้เครื่องตีเยื่อ

5. การทำแผ่นกระดาษเนื่องจากว่า เยื่อใยของพืชที่ได้นั้นจะมีลักษณะเป็นเยื่อชนิดเส้นใยสั้นนั้นการนำเอาไปทำเป็นแผ่นกระดาษต้องใช้เยื่อชนิดเส้นยาวจำพวกเยื่อที่ใช้จากใยปอ เช่น ใยจากปอสา ผสมลงไปในอัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ ของเยื่อพืช การผสมเยื่อในเครื่องตีเยื่อจะทำให้เยื่อกระดาษเข้ากันดีกว่าการผสมเยื่อด้วยวิธีอื่น การทำแผ่นกระดาษนั้นอุปกรณ์ในการทำแผ่นกระดาษประกอบด้วยถังช้อนกระดาษขนาดกว้าง 0.08 เมตร ยาว 1.25 เมตร สูง 0.50 เมตร ถังไม่รั่วจำนวน 1 ถัง ตะแกรงช้อนแผ่นกระดาษขอบทำด้วยไม้กรุด้วยตาข่ายไนล่อนชนิดตาถี่ขนาดกว้าง 0.46 เมตร ยาว 0.05 เมตร จำนวนหลาย ๆ อัน จากกระดาษที่ผ่านการทุบแล้วจะนำมาทำเป็นแผ่นกระดาษได้ มีวิธีการทำ 2 วิธี คือ

5.1 วิธีการช้อนแผ่นกระดาษ เริ่มต้นด้วยการตักน้ำใส่ถังช้อนเกือบเต็มถัง น้ำสำหรับใช้ช้อนแผ่นกระดาษต้องเป็นน้ำที่สะอาด ต่อจากนั้นก็เอาเยื่อกระดาษ ที่ได้เตรียมไว้แล้วใส่ลงในถังช้อนมีกฎเกณฑ์ดังนี้ คือถ้าต้องการแผ่นกระดาษบางก็ใส่เยื่อลงถังน้อย แต่ถ้าต้องการแผ่นกระดาษหนาก็ใส่เยื่อกระดาษลงในถังช้อนให้มากขึ้นถามความหนาที่ต้องการ หลังจากใส่เยื่อในถังช้อนก็ใช้ไม้กวนเยื่อออกกระจายออกจากกันโดยทั่ว แล้วขั้นต่อไปก็เอายางกระเจี๊ยบสด ใส่ลงถังช้อนเพื่อผสมเยื่อกระดาษ การใส่น้ำยางกระเจี๊ยบสดเพื่อผสมกับเยื่อมีเกณฑ์ดังนี้คือ ถ้าต้องการแผ่นกระดาษบางก็ใส่เยื่อให้มาก ถ้าต้องการให้แผ่นกระดาษหนาก็ใส่น้ำยางกระเจี๊ยบเล็กน้อยคือตรงกันข้ามกับการใส่เยื่อดังกล่าวมาแล้ว ปกติการทำกระดาษแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป จะใส่ยางกระเจี๊ยบสดลงในถังช้อนกระดาษครั้งแรกประมาณ 3 ลิตร และค่อย ๆ เติมในตอนใส่เยื่อครั้งต่อ ๆ ไปอีกครั้งละ 1 ลิตร การใส่เยื่อลงไปครั้งแรกแล้วช้อนแผ่นกระดาษไปประมาณ 10 แผ่น ก็เติมเยื่อลงไปอีก ถ้าเยื่อกระดาษที่มีอยู่ในถังช้อนน้อยเกินไป เวลาช้อนแผ่นกระดาษจะสังเกตเห็นได้ว่า เยื่อจะติดตะแกรงช้อนบางลอยตัวและเส้นใยของเยื่อกระจายออกจากกันอย่างสม่ำเสมอ และน้ำในถังช้อนจะมีลักษณะลื่นทำให้กระดาษได้รวดเร็วขึ้น กระดาษที่ได้มีความหนาบางสม่ำเสมอดี

วิธีช้อนแผ่นกระดาษใช้มือ 2 ข้างจับตะแกรงทางด้านยาวตักลงไปในกะละมัง โดยการตักเข้าหาตัว แล้วยกตะแกรงขึ้นตรง ๆ แล้วเทน้ำในตะแกรงออกไปข้างหน้าโดยเร็ว การจับของตะแกรงต้องจับให้ตะแกรงตรง และตะแกรงขนานกับถังช้อนอย่าจับให้ตะแกรงเอนซ้ายเอนขวา การจับตะแกรงช้อนไม่ต้องเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้แผ่นกระดาษที่ช้อนได้มีความหนาบางไม่สม่ำเสมอกัน เมื่อยกตะแกรงขึ้นพ้นน้ำและเทน้ำออกหมดแล้วให้เอาตะแกรงช้อนนี้ไปตากแดด แล้วเอาตะแกรงช้อนอันใหม่มาทำการช้อนแผ่นกระดาษต่อไปอีกเรื่อย ๆ จนกว่าจะเห็นเยื่อกระดาษในถังช้อนน้อยลงและกระดาษที่ช้อนบางกว่าที่ต้องการแล้วก็เอาเยื่อกระดาษใส่ลงถังช้อนอีกเมื่อใส่เยื่อแล้วก็เติมน้ำยางกระเจี๊ยบ (ให้เยื่อกระดาษกระจายตัวได้ดี) ลงไปด้วย เอาไม้กวนเยื่อให้กระจาย

ออกจากกันเหมือนกับการใส่เยื่อครั้งแรก แล้วจึงทำการช้อนแผ่นกระดาษต่อไปอีก

การช้อนกระดาษด้วยวิธีดังกล่าวจะต้องเตรียมตะแกรงช้อนไว้เป็นจำนวนมากเพราะเมื่อช้อนแผ่นกระดาษแล้วต้องนำเอาไปตากแดดทั้งตะแกรงจนกว่ากระดาษจะแห้งสนิท ถ้าเป็นฤดูแดดดีก็ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

5.2 การแตะ โดยการนำเยื่อที่ทุบเป็นก้อนมาละลายกวนในกระบอกไม้ไผ่โดยผสมกับน้ำเล็กน้อยใช้ไม้กระทุ้งเพื่อให้เยื่อแตกตัวสม่ำเสมอดี เทลงในตะแกรงกรุด้วยผ้ามุ้งซึ่งวางอยู่ในกระบะน้ำตื้น ใช้มือเกลี่ยแตะให้เยื่อกระจายออกไปทั่วตะแกรงสม่ำเสมอแล้วยกขึ้นวางผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนจะนำไปตากต่อไป วิธีการทำกระดาษด้วยการแตะจะเสียเวลามากกว่าการตักช้อน กล่าวคือถ้าให้วิธีแตะในวันหนึ่ง ๆ ผู้ผลิตจะทำแผ่นกระดาษได้ประมาณ 40-100 แผ่น แต่ถ้าใช้วิธีตักช้อนจะทำได้ถึง 300-600 แผ่นต่อวัน

วิธีการตากกระดาษ เอาตะแกรงช้อนกระดาษไปวางพิงกันเป็นชุด ๆ ชุดละ 4 ตะแกรง โดยการตั้งตะแกรงพิงกันทำมุม 45 องศาเพื่อกันไม่ให้ตะแกรง

การลอกแผ่นกระดาษ การลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรงช้อนพอกระดาษแห้งสนิทแล้วก็ทำการลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรง โดยการใช้มือสะกิดมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง พอแผ่นกระดาษเผยออกก็จับมุมกระดาษทั้ง 2 ข้างลอกออกไปซึ่งจะลอกได้ง่ายมากแผ่นกระดาษที่ลอกออกจากตะแกรงช้อนแล้วก็จะกลายเป็นกระดาษสำเร็จ พร้อมที่จะนำเอาไปใช้งานได้ทันทีหรือนำไปเรียงซ้อนกันเป็นพับ ๆ ละ 50 แผ่น เพื่อเตรียมไว้จำหน่ายต่อไป (ฉลอง เอี่ยมอาทร :2543)

การทำเมอร์เซอไรส์ (Mercerization) กระบวนการทำเมอร์เซอไรส์หรือในบางครั้งอาจใช้ศัพท์ไม่ค่อยตรงกันนัก แต่เป็นที่เข้าใจกันดีว่าการชุบมันนับเป็นกระบวนการในการปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายหรือด้ายฝ้าย โดยอาศัยการทำปฏิกิริยากับด่าง คือ สารละลายโซดาไฟ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Caustic Soda, NaOH) ซึ่งค้นพบโดย นายจอห์น เมอร์เซอร์ ในปี พ.ศ. 2396 (ค.ศ. 1853) แต่ได้มีการนำไปใช้น้อยมากเพราะจะทำให้สูญเสียความยาวของผ้าเนื่องจากหดตัวไปถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ และยังทำให้ผ้ามีความคงทนมากขึ้น หลักการของการทำเมอร์เซอไรส์ คือ การนำด้ายฝ้ายหรือผ้าฝ้ายผ่านเข้าไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาประมาณ 20 นาที ณ อุณหภูมิห้อง เส้นใยฝ้ายเกิดการพองตัวขณะเดียวกันก็ให้แรงดึงด้วย โครงสร้างกายภาพของเส้นใยจะเปลี่ยนไปจากที่มีลักษณะหลอดแบน บิดตัว มีเกลียวและพื้นที่หน้าตัดเหมือนเม็ดถั่วกลายเป็นพื้นที่หน้าตัดกลม ผิวเรียบ เหยียดตรง ความมันมากขึ้นขณะเดียวกันความสามารถในการรับสีย้อมก็ดีขึ้นด้วย (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา; 2543)

ข. การทำกระดาษด้วยเครื่องจักร

การทำกระดาษด้วยเครื่องจักรที่ได้ออกแบบมาสำหรับวัตถุดิบชนิดใดแล้ว หากเปลี่ยนไปใช้กับวัตถุอื่น ก็จะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักกันเป็นการใหญ่ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองมาก เพราะฉะนั้นโรงงานกระดาษทั่ว ๆ ไป จึงใช้วัตถุดิบชนิดใดชนิดหนึ่ง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงชนิดของวัตถุดิบบ่อย ๆ ซึ่งการทำกระดาษด้วยเครื่องจักรมีกระบวนการผลิตดังนี้

ในขั้นแรกในการผลิตเยื่อกระดาษ จะนำวัตถุดิบคือเปลือกไม้หรือกากพืชบางชนิดมาเข้าเครื่องตัดเป็นชิ้น ๆ แล้วผ่านเข้าเครื่องตัดเป็นชิ้น ๆ แล้วผ่านเข้าเครื่องแยกฝุ่นออกก่อนส่งเข้าหม้อต้มเยื่อทางเคมี ในหม้อต้ม เยื่อจะแตกตัวออก จากนั้นผสมวัสดุช่วยเสริมเนื้อกระดาษ (Loading materail) วัสดุช่วยเสริมคุณภาพพิเศษแก่เนื้อกระดาษ (Sizing materail) ตลอดจนสารเคมีอื่น ๆ หลังจากนั้นผ่านเข้าเครื่องตีเยื่อ เพื่อให้เยื่อกระจายตัวและเกิดเมือก ซึ่งถือเป็นหลักสำคัญในการสร้างกระดาษ เพราะทำให้กระดาษดีและเหนียวขึ้น เยื่อที่ทำจะผ่านการแยกสิ่งสกปรกออกก่อนถึงกระบวนการฟอกเยื่อเพื่อให้ขาว และมีโครงสร้างทางเคมีที่คงที่ซึ่งต้องใช้ทั้งคลอรีน โซดาไฟ ก่อนนำไปผลิตเป็นกระดาษ

กระบวนการผลิตกระดาษเริ่มต้นจากการบดเยื่อ โดยผสมทั้งเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้นด้วยกัน อัตราการผสมก็ขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่จะผลิต จากนั้นเติมสารเคมีปรับปรุงคุณภาพกระดาษ เช่น สารป้องกันไม่ให้น้ำและหมึกซึม สารช่วยให้ทึบแสง นอกนจากนี้ยังใส่สีย้อมเล็กน้อยเพื่อให้กระดาษดูนวลตา จากนั้นผ่านเข้าถังเยื่อผสมกับน้ำ ตีให้เส้นใยแผ่กระจาย เยื่อผสมนี้จะมีน้ำปนอยู่ร้อยละ 99 แล้วปล่อยเยื่อผ่านไปบนตะแกรงพลาสติกที่ถี่ยิบ โดยมีเครื่องดูดน้ำอยู่ใต้ตะแกรงคอยดูดน้ำจากเยื่อกระดาษไว้ ทำให้เยื่อกระดาษเริ่มเกาะกันเป็นแผ่นบาง จากนั้นผ่านเข้าเครื่องรีดความร้อนสูงเพื่อรีดน้ำออกแล้วอบเพื่อลดความชื้น กระดาษสำเร็จรูปจะมีความชื้นอยู่เพียงร้อยละ 4-5 ขั้นตอนสุดท้ายจะมีการตกแต่งขัดผิวหน้าและเคลือบกระดาษให้เรียบ ก่อนเก็บเป็นม้วนใหญ่แล้วนำมาตัดเป็นม้วนเล็ก ๆ หรือแผ่น เพื่อนำไปใช้งานต่อไป จากขั้นตอนในกระบวนการผลิตจะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ เป็นผู้ใช้น้ำมากที่สุดเป็นอันดับ 3 ในบรรดาอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ด้วยกันทั้งหมด โดยต้องอาศัยน้ำเป็นตัวช่วยในการผลิตตั้งแต่เริ่มแรก เพราะน้ำจะเป็นตัวให้เยื่อกระดาษ และวัตถุที่ใช้ผสมกัน จนถึงวิธีการผลิตตัวกระดาษ ก็ต้องใช้น้ำมากในการกระจายเยื่อลงตะแกรง กระดาษที่ผลิตตันหนึ่ง ๆ ต้องใช้น้ำสิบ ๆ ตัน

การใช้น้ำหมุนเวียนในการผลิตให้ได้มากครั้งที่สุดเท่าที่จะทำได้ จึงเป็นสิ่งที่โรงงานทำกระดาษหลายแห่งเริ่มให้ความสนใจ บางแห่งสามารถหมุนเวียนใช้น้ำได้ถึงสองครั้ง นับเป็นการประหยัดน้ำจากแหล่งธรรมชาติได้อย่างน่าชื่นชม ทั้งประหยัดปริมาณเคมีภัณฑ์ ประหยัดความร้อน รวมไปถึงเรื่องการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานก่อนระบายสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องจักร และที่สำคัญคือจิตสำนึกเรื่องสิ่งแวดล้อม ในนโยบายของผู้ผลิตแต่ละรายด้วย

1.2.1.7 การใช้ประโยชน์ของกระดาษ

ในปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการขยายตลาดให้เป็นอุตสาหกรรม หรือการเพิ่มมูลค่าให้กับกระดาษมากขึ้น สำหรับการใช้ประโยชน์มีหลายรูปแบบดังนี้คือ

ก. ผลิตภัณฑ์ศิลปหัตถกรรม

มีการพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทของใช้ประจำวัน หรือของใช้สำนักงาน เช่น กล่องต่าง ๆ ภาชนะใส่ของ สมุดบันทึก แฟ้มเอกสาร ประเภทของตกแต่งและของที่ระลึก เช่น ภาพประดับฝาผนัง โคมไฟ กระดาษห่อของขวัญ โบว์ ซองและกระดาษเขียนจดหมาย ฉากกั้นห้อง ปฏิทิน พัด ว่าว โมบายด์ การ์ดต่าง ๆ ของประดับตกแต่งต้นคริสต์มัส และกรอบรูป สำหรับการพัฒนาเทคนิคตกแต่งลวดลาย และสีบนกระดาษ เช่น การเขียนเทียนบาติก การมัดย้อม การพิมพ์ซิลค์สกรีน การทำลายหินอ่อน การทำลายน้ำ และภาพฉีกปะหรือเทคนิคคอลลาจ (collage) นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในงานศิลปะภาพวาด เป็นต้น

ข. ผลิตภัณฑ์เพื่อธุรกิจอุตสาหกรรม

การนำกระดาษเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตสินค้าอุตสาหกรรม และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่น อุตสาหกรรมดอกไม้ประดิษฐ์ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมการพิมพ์ เป็นต้น

ค. ผลิตภัณฑ์เพื่อจุดประสงค์เฉพาะ

โดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ เช่น การใช้กระดาษในการแพทย์ (ใช้ซับเลือด และห่อเครื่องมือ อุปกรณ์เข้าอบเชื้อโรค)

วารุณี และคณะ (2546) ได้รายงานการทดสอบตลาดผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์กระดาษในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการสำรวจ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มสามารถส่งออกในระดับการค้ามีหลายประเภท ได้แก่

1. บัตรอวยพร ใช้แนวคิดของใบไม้ และดอกไม้ให้มาก ควรมีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์มีจุดเด่นเฉพาะ การฉีกริมบัตรเป็นธรรมชาติ การตัดขอบด้วยกรรไกรซิกแซ็ก ข้อควรระวัง คือ กระดาษที่สอดใส่สำหรับเขียนอวยพร ควรมีความหนาพอเหมาะสำหรับการเขียน ส่วนแบบให้คำนึงถึงการส่งทางไปรษณีย์ ซึ่งควรเรียบไม่ขรุขระมาก คำอวยพรที่พิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ไม่เหมาะสมกับงานหัตกรรม

2. สมุดบันทึก ควรมีหลายขนาดให้เลือกเพื่อโอกาสต่าง ๆ เป็นแบบเรียบง่าย ไม่ตกแต่งมาก แต่ควรเป็นงานประณีตคงทนในการใช้งาน การเย็บด้วยเชือกปอสาเป็นสิ่งที่น่าสนใจโดยเฉพาะการเข้าเล่ม กะดาษที่ใช้เขียนควรมีหน้าเรียบและหนาบางสม่ำเสมอ

3. ถุงกระดาษ ชนิดที่ทำด้วยกลีบดอกไม้ และใบไม้ ควรมีหลายขนาดเพิ่มขึ้นนับเป็นเอกลักษณ์ที่ดีมาก แตกต่างจากสินค้าที่มีในท้องตลาด มีความเป็นธรรมชาติ ถุงขนาดใหญ่ควรระมัดระวังเรื่องความแข็งแรง

4. กล่องชา ตลาดมีความสนใจในระดับปานกลาง ชื่นชอบในการออกแบบตกแต่งลักษณะโครงสร้างควรมีความอดทน แข็งแรง เนื้อลายกระดาษดี ควรใช้พลาสติกคลุมเพื่อป้องกันความสกปรก ชอบการตกแต่งที่ใช้เชือก และมีความประณีตในการบุนวมที่ฝา

5. รูปภาพฉีกปะ ควรปรับปรุงเรื่องสีที่สดใสมากเกินไป วิธีการสร้างภาพจากกระดาษฉีกชิ้นเล็ก ๆ ให้เป็น 3 มิติ เป็นแนวคิดที่ดี ภาพนก และดอกไม้ดูเป็นธรรมชาติ แต่ไม่มีอะไรที่แสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศไทย ควรใส่กรอบกระจก หรือพลาสติก เพื่อปองกันฝุ่นละออง

6. ที่คั่นหนังสือ ควรมีคำอธิบายด้านหลังของที่คั่นหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับวัตถุดิบที่นำมาทำกระดาษด้วยมือ และเป็นหัตถกรรม

สำหรับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ มีข้อคิดเห็นที่สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 ดอกไม้ประดิษฐ์มีความน่าสนใจ แต่ความนิยมยังเป็นผ้าไหม ผ้า และดอกไม้จริง

6.2 กรอบรูป ไม่มีอะไรแตกต่างจากที่มีอยู่ในตลาดสหรัฐอเมริกาแล้ว

6.3 ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ สามารถพบเห็นได้ตามร้านทั่ว ๆ ไป รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แตกต่างจากที่มีอยู่แล้ว ไม่มีเอกลักษณ์ของไทย ไม่มีตลาด เพราะดูเป็นของถูก คุณภาพต่ำและผิดขนาด ไม่เหมาะกับวัฒนธรรมของคนอเมริกา

ในด้านความคิดเห็นที่ได้จากการสนทนากับลูกค้าชาวอเมริกัน และพ่อค้าขายปลีก สามารถสรุปเกณฑ์ที่ลูกค้าใช้ในการตัดสินใจได้ดังนี้ คือ

(1) การประดับตกแต่ง ลูกค้ามีความชื่นชอบในการออกแบบหัตถกรรม ในลักษณะสามมิติ และมีความคิดเห็นในเชิงบวกต่อผลิตภัณฑ์ ที่มีการตกแต่งแบบธรรมดาง่าย ๆ การตกแต่งมากทำให้เกิดผลในทางลบมากขึ้น และไม่ชอบผลิตภัณฑ์เหล่านั้น

(2) สี ชอบสีที่เป็นธรรมชาติ สดใส สีไม่ฉูดฉาดมากเกินไป

(3) คุณภาพ ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้นมีความประณีตในการผลิต ชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความคงทน และแข็งแรง

(4) การใช้วัสดุธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ และวิธีการย้อมสีจากธรรมชาติ ได้รับความนิยมชมชอบจากคนอเมริกัน ส่วนการใช้วัสดุที่ไม่ใช่ธรรมชาติจะไม่ค่อยได้รับความนิยม

(5) การใช้ประโยชน์ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ได้จริง ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานของผลิตภัณฑ์ มีน้ำหนักมากว่าความสวยงาม

(6) ความเป็นเอกลักษณ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ ในลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ มีความสำคัญเป็นพิเศษที่เฉพาะเจาะจง มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่พบทั่วไปในตลาด

(7) ความเหมาะสมทางวัฒนธรรม ผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ควรสอดคล้องกับวัฒนธรรมของชาวอเมริกัน หรือมีลักษณะที่เป็นตัวแทนและสื่อถึงประเทศผู้ผลิต

(8) การให้ความรู้ ลูกค้าชอบสินค้าที่สามารถรู้เรื่องบางอย่างเกี่ยวกับวัฒนธรรมจากตัวสินค้าได้ และราคาก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้พิจารณาประกอบการตัดสินใจ และยินดีที่จะจ่ายเพิ่มถ้าสินค้าถูกใจและได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่กล่าวไว้

1.2.1.8 ภาวะอุตสาหกรรมปี 2546 และแนวโน้มปี 2547 อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษและสิ่งพิมพ์

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และสิ่งพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถทดแทนการนำเข้าได้อย่างมาก อัตราการขยายตัวของอุตสาหกรรมนี้เป็นตัวบ่งชี้ความเจริญก้าวหน้าทาง สังคม และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศได้เป็นอย่างดี โดยอัตราการบริโภคกระดาษของคนไทยโดยเฉลี่ยมีประมาณ 40 กิโลกรัม/คน/ปี และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความต่อเนื่องกันอย่างเห็นได้ชัด การผลิตของอุตสาหกรรมดังกล่าวแต่ละประเภทเริ่มมีความสมดุลมากขึ้น ทั้งนี้เพราะอุตสาหกรรมขั้นต้น คือ อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ โดยเฉพาะเยื่อใยสั้นมีกำลังการผลิตที่สามารถรองรับอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้อย่างเพียงพอ

ก. ภาวะการผลิต

ภาวะการผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษชนิดต่าง ๆ ในปี 2546 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.8 เมื่อเทียบกับปีก่อน ทั้งนี้เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ดีขึ้น ประกอบกับในช่วงไตรมาสที่ 2 มีการแพร่ระบาดของโรค SARS อย่างรุนแรงในประเทศคู่แข่ง ทำให้ลูกค้าในประเทศเหล่านั้นหันมาจ้างการผลิตในประเทศไทยเพิ่มขึ้น ดังนั้นภาวะการผลิตในปี 2546 จึงดีขึ้น

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษต่าง ๆ

หน่วย : พันตัน

ผลิตภัณฑ์	2544	2545	2546 *	อัตราการขยายตัว (เปอร์เซ็นต์)2546/2545 *
เยื่อกระดาษ	710.05	701.39	722.38	2.9
กระดาษพิมพ์เขียน	416.18	496.92	695.61	39.9
กระดาษแข็ง	223.22	220.72	211.36	-4.2
กระดาษคราฟท์	1,392.45	1,483.58	1,528.69	3.0
รวม	**2,741.90**	**2,902.61**	**3,158.04**	**8.8**

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

* ตัวเลขประมาณการ (http//www.doa.go.th/botary/new14.html)

ข. การนำเข้า

ภาวะการนำเข้าเยื่อกระดาษ กระดาษ และผลิตภัณฑ์กระดาษ ในปี 2546 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.5 และ 19.7 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปีก่อน ทั้งนี้เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ดีขึ้น แหล่งนำเข้าเยื่อกระดาษและเศษกระดาษที่สำคัญของไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนาดา และญี่ปุ่น ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การนำเข้าเยื่อกระดาษและเศษกระดาษ กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ

หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ

ผลิตภัณฑ์	2543	2544	2545	2546*	อัตราการขยายตัว (เปอร์เซ็นต์) 2546/2545*
เยื่อกระดาษและเศษกระดาษ	429.8	299.1	317.3	341.2	7.5
กระดาษแข็งและผลิตภัณฑ์	559.5	536.6	588.8	705.2	19.7

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร กระทรวงการคลัง

* ตัวเลขประมาณการ (http//www.doa.go.th/botary/new14.html)

ค. การส่งออก

ภาวะการส่งออกกระดาษ และผลิตภัณฑ์กระดาษในปี 2546 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.2 และการส่งออกสิ่งพิมพ์และหนังสือเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.5 เมื่อเทียบกับปีก่อน ทั้งนี้เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ดีขึ้น แหล่งส่งออกกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษที่สำคัญของไทยได้แก่ ฮ่องกง จีน และมาเลเซีย ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การส่งออกกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ สิ่งพิมพ์และหนังสือ

หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐ

ผลิตภัณฑ์	2543	2544	2545	2546*	อัตราการขยายตัว (เปอร์เซ็นต์) 2546/2545 *
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	603.1	610.5	625.6	7022.1	12.2
สิ่งพิมพ์และหนังสือ	41.1	48.3	70.7	85.	20.5

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร กระทรวงการคลัง

* ตัวเลขประมาณการ (http//www.doa.go.th/botary/new14.html)

ง. สรุปภาวะอุตสาหกรรมและแนวโน้มปี 2547

ในปี 2546 ภาวะเศรษฐกิจในประเทศดีขึ้น ประกอบกับการระบาดของโรค SARS อย่างรุนแรงในประเทศคู่แข่ง ทำให้ภาวะอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และสิ่งพิมพ์มีแนวโน้มที่ดีขึ้น

สำหรับทิศทางอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และสิ่งพิมพ์ของประเทศไทยในปี 2547 คาดว่าจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้นทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออก เนื่องจากนโยบายของภาครัฐที่ขยายการศึกษาภาคบังคับและสนับสนุนโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ทำให้สิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือ เอกสารการขาย แผ่นพับ สลากและบรรจุภัณฑ์ มีแนวโน้มเติบโตสูง

จ. ปัญหา/อุปสรรค

1. ขาดความเชื่อมโยง กับอุตสาหกรรม ต่อเนื่อง (Cluster) เช่น อุตสาหกรรมการพิมพ์ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์

2. ขาดการส่งเสริม และประชาสัมพันธ์ในเรื่องการปลูกไม้ยูคาลิปตัส และไม้ยูคาลิปตัสยังไม่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจทำให้ไม่ได้รับการจัดให้อยู่ในเขตพื้นที่ยุทธศาสตร์ที่รัฐจะให้การส่งเสริม (Zoning)

3. การกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษี

4. กฎ ระเบียบ และขั้นตอนในการดำเนินงานของหน่วยงานราชการไม่เอื้อต่อการพัฒนาและส่งเสริมประสิทธิภาพในการแข่งขัน เช่น เรื่องการคืน VAT ระยะเวลาการทำงานของกรม ศุลกากร

4.1 ยุทธศาสตร์เพิ่มขีดความสามารถ ในการแข่งขันของอุตสาหกรรม

4.2 การพัฒนาศักยภาพประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางทางการศึกษาและฝึกอบรมเทคโนโลยีการผลิตเยื่อกระดาษ กระดาษ การพิมพ์ และบรรจุภัณฑ์รวมทั้งเป็นศูนย์กลางการพิมพ์ในภูมิภาค

4.3 การส่งเสริมผลิตเยื่อกระดาษ ให้เป็นวัตถุดิบที่ได้มาตรฐานเพื่อรองรับระบบมาตรฐานสิ่งพิมพ์

4.4 การศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบศักยภาพ และประสิทธิผลกับประเทศคู่แข่งและคัดเลือกประเภทสิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับการผลิตของไทย

4.5 การศึกษารายละเอียดของกฎเกณฑ์หรือระเบียบทางการค้าของประเทศคู่ค้า รวมถึงการจัดหาผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเจรจาทางการค้า และต่อรองกรณีที่เกิดปัญหา

4.6 การทบทวนกฎระเบียบและขั้นตอนของทางราชการที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม

1.2.1.9 ข้อมูลทั่วไปของกล้วยน้ำว้า

ก. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของกล้วยน้ำว้า

ภาพที่ 6 ลักษณะของกล้วยน้ำว้า

(http://http//www.thaihealth.info)

ชื่อพื้นเมือง : กล้วยใต้, กล้วยส้ม, กล้วยตานีอ่อง, กล้วยมะลิอ่อง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Musa sapientum Linn. Musaceae*

ชื่อวงศ์ : MUSACEAE

ชื่อสามัญ : Banana, Cultivated banana

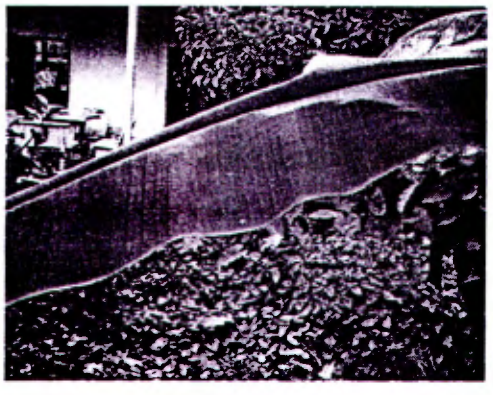
ข. ลักษณะทั่วไป

กล้วยน้ำว้าเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่ สูงประมาณ 2-5 เมตร ชอบอากาศร้อนชื้นและอบอุ่น อุณหภูมิที่เหมาะไม่สมควรต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำทำให้กล้วยแทงปลี(การออกดอก) ช้า ควรมีความชื้นสัมพัทธ์อย่างน้อย 60เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 200-220 มม./เดือน ส่วนดินที่เหมาะสมควรเป็นดินที่มีความสมบูรณ์ การระบายน้ำดี และหมุนเวียนอากาศดี มีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 4.5-7 แต่ที่ดีควรอยู่ในระดับ 6 ซึ่งจะพบทั่วๆไป ในพื้นที่แถบเอเชีย แต่ถ้าพื้นที่นั้นมีอากาศร้อนยาวนาน แต่มีการชลประทานที่ดี คือ มีน้ำสม่ำเสมอจะสามารถปลูกกล้วยได้ดี และให้ผลผลิตสม่ำเสมอ กล้วยน้ำว้าจะใช้ระยะเวลาการปลูกถึงเก็บเกี่ยวผลใช้ระยะเวลาประมาณ1 ปี จำนวน 10 หวี/เครือ ตั้งแต่ปลูกจนถึงแทงปลีใช้ระยะเวลา 250-260 วัน แทงปลีถึงระยะเก็บเกี่ยว 110-120 วัน

ต้นกล้วย ต้นกล้วยส่วนที่เราเห็นโผล่พ้นจากดินนั้น อันที่จริงเป็นก้านใบของกล้วย ในทางวิชาการถือว่าเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) หรือเรียกว่าหยวกประกอบด้วย ก้านใบจำนวนมากอัดกันแน่นเป็นชั้นๆชั้นนอกสุดอาจมีสีเขียวหรืออาจมีปื้นดำ มีความแข็ง และเหนียวมากกว่าก้านใบที่อยู่ด้านใน มีเยื่อใยคิดจากน้ำหนักแห้ง 26.1เปอร์เซ็นต์ ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นไป ปลายป้านด้านบนสีแดงอมม่วงมีนวล ด้านล่างสีแดงเข้ม ต้นกล้วยจะสามารถให้ผลเมื่อโตเต็มที่ ในสภาพดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำเพียงพอ ต้นกล้วยจะให้ผลหลังจากปลูกประมาณ 6 เดือน และให้ผลตลอดทั้งปี เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมีผล 10-16 ผล กว้าง 3-4 ซม. ยาว 11-13 ซม. มีเหลี่ยม ก้านผลสั้นมีความยาวใกล้เคียงกัน เปลือกหนา เมื่อสุกเปลือกจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล เนื้อสีขาวรสหวาน ไส้กลางเหลือง

ภาพที่ 7 ลักษณะลำต้นของกล้วยน้ำว้า

ใบกล้วย ใบกล้วยสด มีสีเขียวเข้ม มีวัตถุแห้งประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำมากถึง 72 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ ใบกล้วยที่โผล่พ้นลำต้นเหนือดินจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับลำต้นแล้วค่อย ๆ สู่ลงใบ มีลักษณะ ยาวรี ขนาดใบประมาณ 150-400 × 70-100 ซม. โดยความยาวจะเป็นประมาณ 2.0-4.5 เท่าของความกว้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ และสภาพแวดล้อม ใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อต้นกล้วยมีอายุมากขึ้น และจะลดขนาดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเริ่มให้ช่อดอก หลังจากนั้นจะไม่มีใบใหม่เกิดขึ้นอีก เส้นใบเรียวขนานกันเกือบเป็นมุมแกกับก้านใบ กล้วยจะเกิดใบใหม่ทุก 7-10 วัน เป็นการทดแทนใบเก่าแก่ และตายไป



ภาพที่ 8 ลักษณะใบของกล้วยน้ำว้า

ก้านใบกล้วย ก้านใบจะอยู่ตรงกลางของใบกล้วย ที่ก้านใบมีร่องตามยาวเข้าไปสู่กาบใบ เกิดรวมกันอยู่ที่ยอด

ภาพที่ 9 ลักษณะก้านใบของกล้วยน้ำว้า

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัสมีนี สะแปอิง และคณะ (2546) การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับน้ำมันของกระดาษที่ผลิตจากเนื้อเยื่อ กากอ้อย ใบสับปะรด และเปลือกข้าวโพด ได้เริ่มทำการศึกษาช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2547 ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความสามารถในการดูดซับน้ำมันของกระดาษที่ผลิตจากเนื้อเยื่อ คือ กากอ้อย ใบสับปะรด และเปลือกข้าวโพด มีวิธีดำเนินการ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก ขั้นตอนการทำกระดาษ ส่วนขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการวัดความสามารถในการดูดซับน้ำมันจากเนื้อเยื่อทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กากอ้อย ใบสับปะรด และเปลือกข้าวโพด การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ความสามารถในการดูดซับน้ำมันของกระดาษที่ผลิตจากเนื้อเยื่อ กากอ้อยมีอัตราเฉลี่ยในการดูดซับน้ำมัน 0.106 กรัม เนื้อเยื่อใบสับปะรดมีอัตราเฉลี่ยในการดูดซับน้ำมัน 0.110 กรัม และเนื้อเยื่อเปลือกข้าวโพดมีอัตราเฉลี่ยในการดูดซับน้ำมัน 0.108 กรัม จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 0.108 กรัม ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่ากระดาษทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างในการดูดซับน้ำมัน

จรินทร์ เทศวานิช และ เอกพล หนุ่ยศรี (2536) การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานของกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ไทย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาถึงอุปสงค์และอุปทานของกระดาษพิมพ์ในประเทศไทย สถานภาพของอุตสาหกรรมกระดาษพิมพ์และเขียน ปัญหาของการซื้อและการใช้กระดาษของโรงพิมพ์ การจำหน่ายและปัญหาของธุรกิจจำหน่ายกระดาษพิมพ์และเขียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่โรงงานผลิตกระดาษพิมพ์และเขียน จำนวน 14 ตัวอย่าง โรงพิมพ์ จำนวน 90 ตัวอย่างและธุรกิจจำหน่ายกระดาษ 20 ตัวอย่าง รวมทั้ง 3 กลุ่มเท่ากับ 124 ตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า (1) ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์กระดาษพิมพ์และเขียนที่สำคัญได้แก่ ปัจจัยมูลค่าการผลิตสิ่งพิมพ์โดยมีค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 มูลค่าการส่งออกสิ่งพิมพ์โดยมีค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 และรายได้ต่อบุคคลโดยมีค่าระดับนัยสำคัญ 0.001 แสดงว่าปัจจัยมูลค่าการผลิตสิ่งพิมพ์ มูลค่าการส่งออกสิ่งพิมพ์และรายได้ต่อบุคคล มีอิทธิพลต่อการบริโภคกระดาษพิมพ์และเขียนในประเทศไทย (2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุปทานการผลิตกระดาษพิมพ์และเขียนที่สำคัญ ได้แก่ แรงงานโดยมีค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 เครื่องจักรกลโดยมีค่าระดับนัยสำคัญ 0.001 แสดงว่าแรงงานและเครื่องจักรกลมีอิทธิพลต่อปริมาณการผลิตกระดาษพิมพ์และเขียน และค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยแรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และเวลา รวมเท่ากับ 1.07573 แสดงว่า การผลิตกระดาษพิมพ์และเขียนอยู่ในลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดที่เพิ่มขึ้น (3) โรงงานผลิตกระดาษพิมพ์ และเขียนส่วนใหญ่ดำเนินการในรูปของบริษัทจำกัดเป็นโรงงานขนาดใหญ่ใช้เงินลงทุนมาก ผลิตกระดาษออกมาจำหน่ายทั้งในและ

ต่างประเทศแต่ยังไม่เพียงพอต่ออุปสงค์ในประเทศ การดำเนินงานของโรงงานมีปัญหาหลายประการ ได้แก่ เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีอยู่ล้าสมัย ไม่เพียงพอชำรุดและต้องซ่อมแซมบ่อย ขาดแคลนวิศวะกร ช่างเทคนิคและแรงงานที่มีฝีมือ ปัญหาการตัดราคาซึ่งกันและกันและการบริหารงานยังไม่มีประสิทธิภาพ (4) โรงพิมพ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้กระดาษที่ผลิตในประเทศ ยกเว้นโรงพิมพ์ที่ผลิตสิ่งพิมพ์เพื่อการส่งออกส่วนใหญ่จะใช้กระดาษที่ผลิตจากต่างประเทศ เนื่องจากกระดาษบางชนิดที่ผลิตได้ในประเทศยังมีคุณภาพละมาตรฐานต่ำกว่ากระดาษที่ผลิตจากต่างประเทศ โดยโรงพิมพ์ต่าง ๆ จะมีการวางแผนการซื้อกระดาษตลอดปี (5) ธุรกิจจำหน่ายกระดาษส่วนใหญ่ ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำหน่ายกระดาษทั้งขายปลีกและขายส่ง จำหน่ายโดยเงินสดและเงินเชื่อ ธุรกิจจำหน่ายกระดาษประสบปัญหาทั้งทางด้านเงินทุนที่มีอย่างจำกัด ขาดแคลนสถานที่เก็บกระดาษ และปัญหาด้านระเบียบกฎหมาย ซึ่งจะได้รับการแก้ไขต่อไป

ดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม (2545) การผลิตกระดาษจากหญ้าแฝกเชิงอุตสาหกรรมและหัตถกรรม การนำหญ้าแฝกส่วนที่ถูกตัดทิ้งเหนือจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งจัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาศึกษาเป็นวัตถุดิบผลิตเป็นเยื่อกระดาษเชิงอุตสาหกรรม และเชิงหัตกรรม พบว่า ในการศึกษาการผลิตเยื่อหญ้าแฝกเชิงอุตสหกรรม สภาวะการต้มเยื่อหญ้าแฝกที่เหมาะสมในกระบวนการโซดา (Soda process, NaOH) และกระบวนการโมโนซัลไฟต์ (Monosulfite process, Na_2SO_3) ทั้งสองขบวนการจะใช้สารเคมีอยู่ที่ร้อยละ 15 มีระยะเวลาการต้ม 90 นาที ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เมื่อนำหญ้าแฝกมาทดสอบสมบัติทางกายภาพผลที่ได้จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าเยื่อชนิดอื่นที่ผลิตได้ภายในประเทศ แต่ยังคงถือว่าสามารถนำมาผลิตเป็นกระดาษได้ และจากการศึกษาความเหมาะสมในการนำเยื่อหญ้าแฝกไปใช้งานเชิงอุตสาหกรรม พบว่า เยื่อหญ้าแฝกสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมผลิตเป็นกระดาษทำลูกฟูกได้ การผลิตและนำเยื่อหญ้าแฝกไปผสมกับเยื่อจากกล่องกระดาษเก่าได้ร้อยละ 50 โดยไม่ทำให้สมบัติทางกายภาพแตกต่างจากกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้เฉพาะเยื่อจากกล่องกระดาษเก่าเพียงอย่างเดียว ส่วนการนำหญ้าแฝกมาใช้ในเชิงหัตถกรรม โดยผลิตเป็นเยื่อกระดาษตามกรรมวิธีแบบพื้นบ้านจะมีสภาวะการต้มเยื่อที่ใช้ปริมาณโซดาไฟได้ตั้งแต่ร้อยละ 5 จนถึงร้อยละ 15 ซึ่งเยื่อหญ้าแฝกที่ได้จะนำไปผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมโดยนำไปผสมกับเยื่อสา ทำให้สามารถลดการใช้เยื่อสาลงได้ถึงร้อยละ 40 และในกรณีที่การต้มเยื่อหญ้าแฝกยังคงมีส่วนใบอยู่ก็สามารถนำไปผสมในเยื่อสา ผลิตเป็นกระดาษที่มีลวดลายของใบหญ้าแฝกอยู่ภายในเนื้อกระดาษซึ่งจัดเป็นความสวยงามของกระดาษได้อีกแบบหนึ่ง

ธนพรรณ บุณยรัตกลิน (2543) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าว การวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าว ครั้งนี้ ขอนำเสนอเฉพาะในส่วนของการทำ

กระดาษจากฟางข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและผลิตกระดาษจากฟางข้าว ด้วยวิธีต้มเยื่อและทำเป็นแผ่นด้วยวิธีตักช้อน ทำการทดลอง 4 ตัวอย่าง โดยต้มเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งฟอกและไม่ฟอก ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงพบว่า กระดาษชนิดฟอกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติในการทำกระดาษมากที่สุด เพราะมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน กล่าวคือ มีความชื้น 10.43 เปอร์เซ็นต์ ความขาวสว่าง 76.52 เปอร์เซ็นต์ ความต้านแรงดึง 2.52 kg/m และความต้านแรงฉีกขาด 338.30 mN

นงคราญ กาญจนประเสริฐ และคณะ (2546) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาเชิงวิสาหกิจชุมชน มีวัตถุประสงค์สำคัญ 4 ประการ คือ ต้องการทดลองทำกระดาษสาให้มีกลิ่นหอม การใช้วัสดุชนิดอื่นแทนปอสา การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้หลากหลาย และการจำหน่ายด้วยวิธีการต่าง ๆ การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลอง และกระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่มกระดาษสา ตำบลบ้านแยง อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาปรากฏว่า การทดลองทำกระดาษสาให้มีกลิ่นหอม สามารถกระทำได้หลายวิธี แต่วิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด คือ การอบด้วยความร้อนคล้ายการอบร่ำของไทย ส่วนวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ที่ใช้ผลิตกระดาษแทนปอสาได้ทั้งร้อยเปอร์เซ็นต์ คือ ต้นกล้วย หญ้าแฝก และพืชที่มีเส้นใยอื่น ๆ ที่มีเส้นใย กระดาษสานอกจากใช้ประโยชน์ในลักษณะเป็นแผ่นกระดาษแล้ว ยังนำมาประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ได้หลายชนิด เช่น กล่องใส่ของ ถุง กระเป๋า สมุด แฟ้ม การ์ด ดอกไม้ ฉาก กรอบรูป เชือก และสิ่งของอื่น ๆ ตามต้องการ สำหรับการจำหน่ายอาจติดต่อซื้อ ณ ที่ทำการกลุ่มหรือโทรศัพท์ โทรสาร หรือการนำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มไปแสดงในงานที่หน่วยงานต่าง ๆ จัดขึ้น ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ รวมทั้งการจำหน่ายและเผยแพร่ทางเว็บไซต์ http://http//www.rip.th สำหรับการดำเนินงานของกลุ่ม เนื่องจากมีกระบวนการผลิตครบวงจรตั้งแต่การปลูกปอสา การผลิตแผ่นกระดาษ การทำผลิตภัณฑ์ และการจำหน่าย ผลงานมีความเจริญก้าวหน้าพัฒนาอย่างรวดเร็วจนเป็นที่ประจักษ์แก่บุคคลทั่วไป เช่น การผลิตงานที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน การมีผลงานที่นำไปจดสิทธิบัตร และการได้รับรางวัลชนะเลิศประเภทต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้กลุ่มกระดาษสาได้ทำการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับประชาชนในท้องถิ่น นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป เพื่อขยายเครือข่ายให้กว้างขวางเพิ่มขึ้น รวมทั้งเป็นการสร้างงาน สร้างอาชีพ และเพิ่มรายได้ให้กับประชาชน จึงนับได้ว่าเป็นกลุ่มที่เข้มแข็งมากกลุ่มหนึ่ง ทำให้ได้รับการช่วยเหลือสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ อยู่เสมอ และครั้งหลังสุด เป็น 1 ใน 8 ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ระดับประเทศ ซึ่งได้รับการคัดเลือกให้ไปศึกษาดูงาน ณ ประเทศญี่ปุ่น

ประทุมทอง ไตรรัตน์ และ วุฒินันท์ คงทัด (2547) การศึกษาการผลิตกระดาษจากเปลือกกัญชงที่มีอายุ 90, 100, 110, 120 และ 90-120 วัน โดยทำการคัดแยกเนื้อแกนออกจากเปลือก

นำเยื่อแต่ละอายุ ทำแผ่นน้ำหนักมาตรฐาน 70 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร และทำแผ่นน้ำหนักมาตรฐาน 160 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร จากเปลือกกัญชงอายุ 90-120 วัน และผสมสารกันซึมโดยผสมแป้งคาโอลิน (Kaolin) ร้อยละ 15 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้งต้านการซึมโดยเคลือบด้วยสารเฮอร์คอน (Hercon) ไคโตซาน (Chitosan) แป้งออกซิไดซ์ (Oxidized starch) กาวจากสัตว์ (Animal giue) และกลูโคแมนแนน (Glucomannan) วัดสมบัติทางฟิสิกส์และการต้านการซึมของกระดาษมาตราฐานของ TAPPI ผลการศึกษาพบว่าเปลือกกัญชงที่ลอกจะมีเนื้อแกนติดมาร้อยละ 4.25 ของเปลือกและ 7.47 ของเยื่อ เปลือกกัญชงต้มแล้วจะมีเยื่อร้อยละ 63.66, 62.51, 61.36, 57.62 และ53.08 ความขาวสว่างร้อยละ 63.64, 64.86, 64.37, 66.02, และ 65.04 ความทึบแสงร้อยละ 80.97, 81.53, 84.58, 80.77, และ 79.83 ความต้านต่อการฉีกขาด 284.61, 201.14, 163.44, 173.92 และ163.45 นิวตันตารางเมตรต่อกรัม ตามลำดับ กระดาษจากเยื่ออายุ 90 วัน มีแนวโน้มดีกว่ากระดาษที่มาจากเยื่อที่มีอายุมาก การใช้สารเฮอร์คอนร้อยละ 2-6 กันซึมได้ร้อยละ 91.94 สารเฮอร์คอนร้อยละ 2 และไคโตซานร้อยละ 1-1.50 กันซึมได้เฉลี่ยร้อยละ 90.8 สารเฮอร์คอนร้อยละ 6 และไคโตซานร้อยละ 1-1.50 กันซึมได้เฉลี่ยร้อยละ 92.28 ในขณะที่สารไคโตซานร้อยละ 1-1.50 เคลือบ 2 ครั้ง กันซึมได้เฉลี่ยร้อยละ 17.35 แป้งออกซิไดซ์ร้อยละ 6 และไคโตซานร้อยละ 1-1.50 กันซึมได้เฉลี่ยร้อยละ 49.76 กาวจากสัตว์ร้อยละ 3-7 เคลือบ 2 ครั้ง กันซึมได้เฉลี่ยร้อยละ 13.40 และสารกลูโคแมนแนนร้อยละ 0.50-1.50 ไม่กันซึมเลย

วารินทิพย์ ลาภพล และ ภัคจิรา ศรีดุกา (2546) ศึกษาปริมาณเยื่อใยในการผลิตเยื่อกระดาษจากวัสดุเหลือใช้ โดยการนำวัสดุเหลือใช้ธรรมชาติ จากท้องถิ่นในเมืองนครศรีธรรมราชมาศึกษา เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นเยื่อกระดาษ การหาปริมาณเยื่อใย โดยใช้วิธี AOAC (1984) พบว่าต้นกกมีปริมาณเยื่อใย 52.32 ± 0.74 เปอร์เซ็นต์ ชานอ้อยมีปริมาณเยื่อใย 74.41 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์ ผักตบชวามีปริมาณเยื่อใย 63.63 ± 0.072 หญ้าคามีปริมาณเยื่อใย 67.92 ± 0.46 เปอร์เซ็นต์ และฟางข้าวมีปริมาณเยื่อใย 57.52 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำวัสดุมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษตามกรรมวิธีแบบพื้นบ้านพบว่าปริมาณการใช้โซดาไฟที่เหมาะสมสำหรับการต้มมีดังนี้ ฟางข้าวสามารถใช้ปริมาณโซดาไฟที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชานอ้อยใช้ปริมาณโซดาไฟที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต้นกกและผักตบชวาใช้ปริมาณโซดาไฟที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ หญ้าคาใช้ปริมาณโซดาไฟที่ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อกระดาษที่ผลิตได้มีคุณภาพต่างกันสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์จากเยื่อกระดาษได้

อุไร ตันสกุล และ กัญหา กะระณา (2541) การใช้ประโยชน์จากเยื่อกระดาษจากวัชพืช ส่วนทิ้งเปล่าของพืชท้องถิ่น และบรรจุภัณฑ์กระดาษในการประดิษฐ์ของเล่นเพื่อการศึกษา งานวิจัยนี้มีกระบวนการทำงานสามขั้นตอนคือ (1) ทำกระดาษจากเยื่อวัชพืช ส่วนทิ้งเปล่าของพืช

และบรรจุภัณฑ์ของกระดาษ (2) นำกระดาษและเยื่อกระดาษมาประดิษฐ์เป็นของเล่นเพื่อการศึกษาสำหรับสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก่เด็กวัย 3-6 ขวบ และ (3) ทดสอบความแข็งแรงทนทานและคุณภาพของของเล่น วัตถุดิบที่ให้เยื่อที่เหมาะสำหรับนำมาทำกระดาษ ได้แก่ ชานอ้อย ฟางข้าว ก้านผักตบชวา กล่องนมสดยูเอชทีตราลูซีล และเยื่อผสมของวัตถุดิบดังกล่าว ของเล่นเพื่อการศึกษาที่ผลิตขึ้นมีห้าชุด แต่ละชุดจะสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน ได้แก่ ขนาด (เล็ก-ใหญ่) รูปทรงเรขาคณิต จำนวนนับ1-5 เลข 0-9 และปริมาณ (เท่ากับ มากกว่า น้อยกว่า) ของเล่นเหล่านี้ผ่านการทดสอบความแข็งแรงทนทาน โดยการทดสอบทางกายภาพในสถานการณ์จำลองควบคู่กับการใช้งานในสถานการณ์จริง ได้แก่ ทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง ความทนทานต่อการตกกระแทกในที่สูง การดูดซับน้ำ และความทนทานต่อการเล่นของเด็ก นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินคุณภาพของเล่น โดยมีผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนระดับปฐมวัยเป็นผู้ประเมินตามเกณฑ์ในแบบวิเคราะห์ของเล่น ผลการวิจัยศึกษาพบว่า การออกแบบและการตกแต่งผิวของเล่นมีผลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ขอขงของเล่นที่ใช้กระดาษแข็งหนาเป็นวัสดุโครวงสร้าง และตกแต่งผิวโดยการเคลือบโพลีเอสเตอร์เรซินมีความต้านทานแรงดึงสูง แต่การเคลือบเรซินบนพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ ทำให้ของเล่นแตกร้าวได้ง่ายเมื่อตกกระแทก ของเล่นเคลือบเรซินที่ออกแบบโดยไม่มีการเจาะรูมีคุณสมบัติดูดซับน้ำน้อย จากการทดลองนำไปให้เด็กเล่นพบว่า ของเล่นเหล่านี้มีความแข็งแรงทนทานมากกว่าของเล่นประเภทกระดาษที่ใช้กันอยู่ในชั้นเรียนเด็กเล็ก ของเล่นเพื่อการศึกษาที่ผลิตขึ้นทุกชิ้นมีผลการประเมินคุณภาพในเกณฑ์ดี ผู้ประเมินได้เสนอแนะให้เพิ่มสีสันและขนาดของของเล่นบางชุด เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า คือ ลำต้น ใบ และก้านใบ
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณความเข้มข้น ของโซเดียม ไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโซดาไฟที่ เหมาะสม เพื่อใช้ในการผลิตกระดาษ
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานจากกระดาษที่ได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มคุณค่าของวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น
2. ทำให้ทราบปริมาณเส้นใยในส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

3. ทำให้ทราบถึงปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่พอเหมาะในการผลิตกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

4. สามารถนำเยื่อกระดาษที่ได้มาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

5. เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะทำให้ผู้ที่สนใจ นำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางธุรกิจ

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง คือ ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น ลำต้น ใบ และก้านใบ
2. ศึกษาปริมาณเส้นใยโดยการใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย (Fiberter system)
3. ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานจากเยื่อกระดาษที่ได้ โดยใช้แบบประเมิน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

คุณภาพของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีเยื่อกระดาษที่ละเอียด เหมาะกับการใช้งาน

เนื้อของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีเนื้อกระดาษไม่เปื่อยยุ่ย

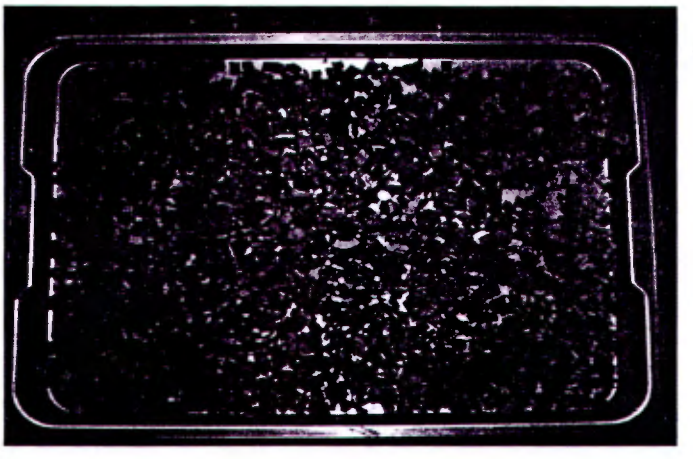
ความสวยงามของกระดาษ หมายถึง ลักษณะของเส้นใยในเนื้อกระดาษ

ความคงทนของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีความทนทาน ยากต่อการฉีกขาด

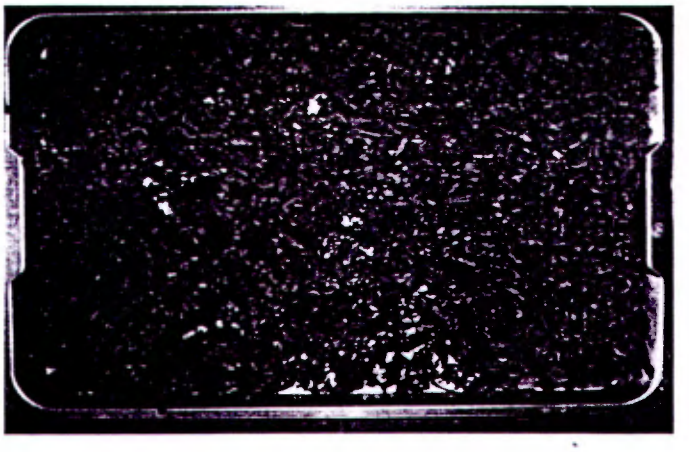
บทที่ 2
วิธีการวิจัย

2.1 วัสดุ

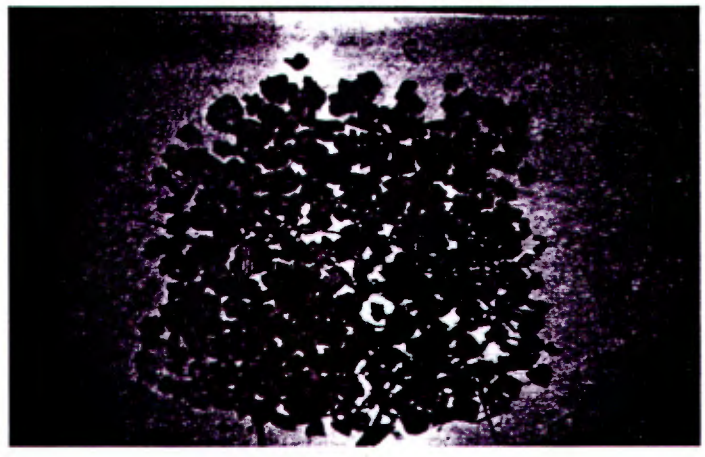
ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้คือ ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น ลำต้น ใบ และก้านใบ



ภาพที่ 10 ตัวอย่างลำต้นแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว



ภาพที่ 11 ตัวอย่างใบแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว



ภาพที่ 12 ตัวอย่างก้านใบแห้งของกล้วยน้ำว้าที่หั่นแล้ว

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 อุปกรณ์ – เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

2.2.1.1 อุปกรณ์ – เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

2.2.1.1.1 แก้วครูซิเบิล

2.2.1.1.2 บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร

2.2.1.1.3 หลอดหยด

2.2.1.1.4 กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร

2.2.1.1.5 แท่งแก้วคน

2.2.1.1.6 ช้อนตักสาร

2.2.1.1.7 เตาไฟฟ้า

2.2.1.1.8 โถดูดความชื้น

2.2.1.1.9 เตาอบ

2.2.1.1.10 เครื่องวิเคราะห์เส้นใย

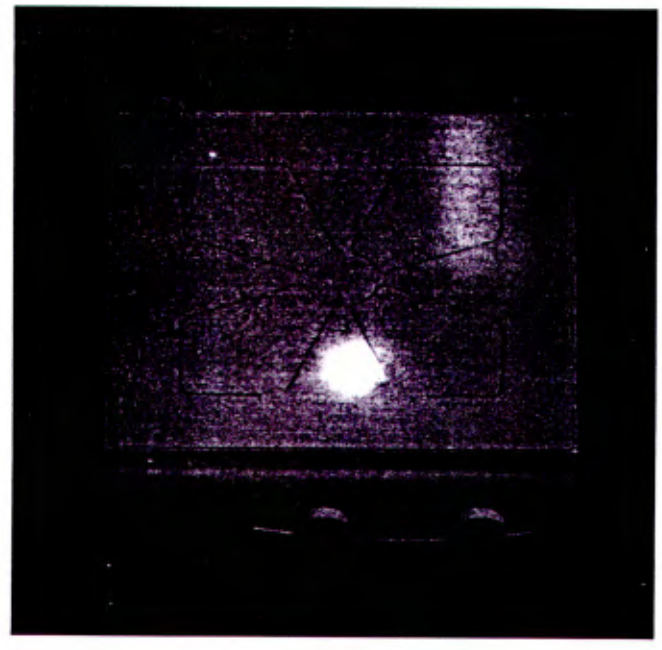
2.2.1.1.11 เตาเผา

2.2.1.1.12 เครื่องแยกอนุภาค

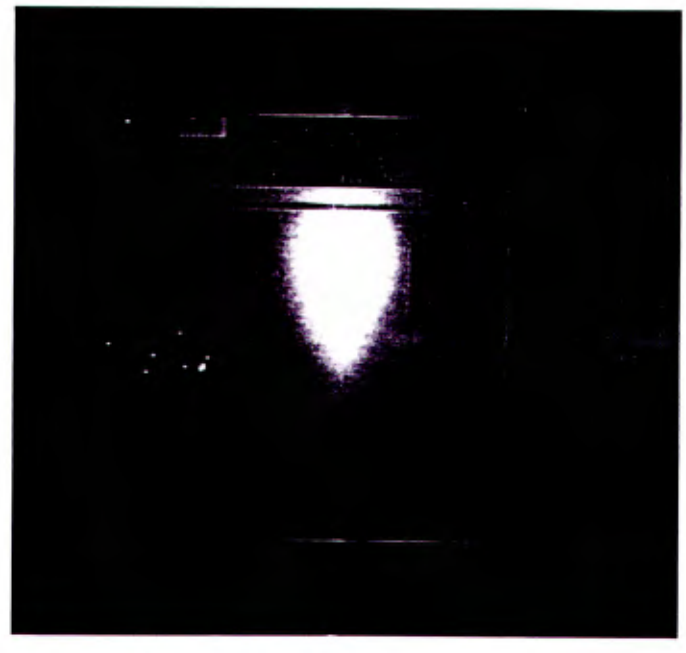
2.2.1.1.13 ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

2.2.1.1.14 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

2.2.1.1.15 เครื่องปั่น

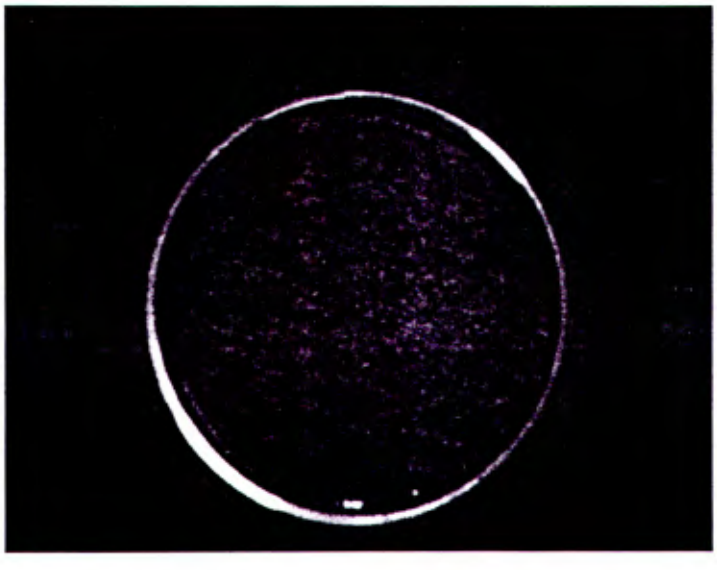


ภาพที่ 13 เตาไฟฟ้า

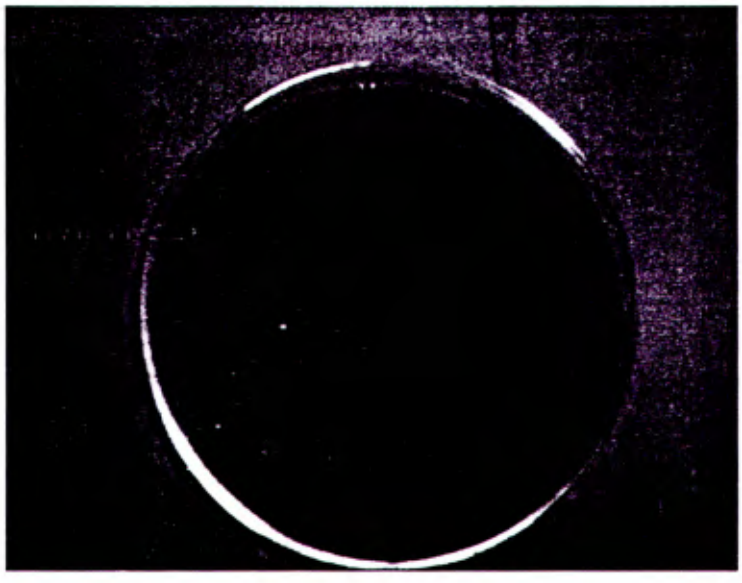


ภาพที่ 14 ตู้อบไฟฟ้ายี่ห้อ Memmert รุ่น UM 500

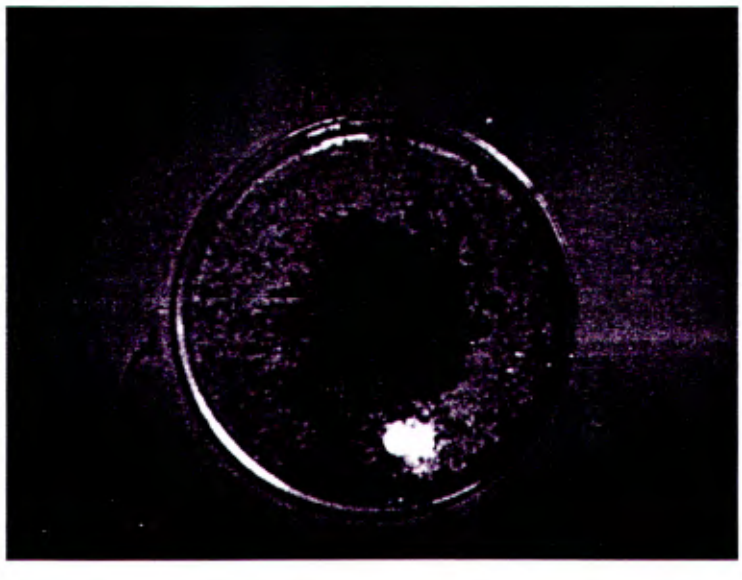
ภาพที่ 15 เครื่องวิเคราะห์เส้นใย ยี่ห้อ VELP รุ่น FIWE



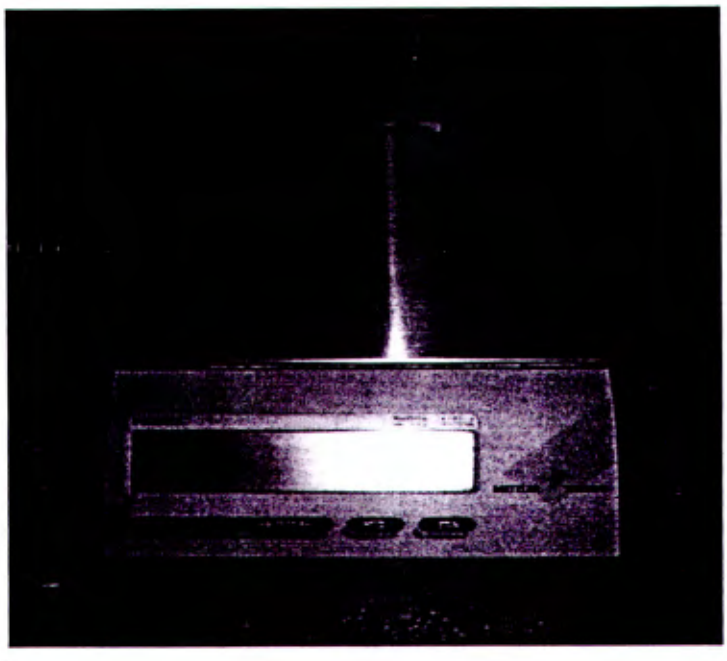
ภาพที่ 16 ตัวอย่างลำต้นของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย



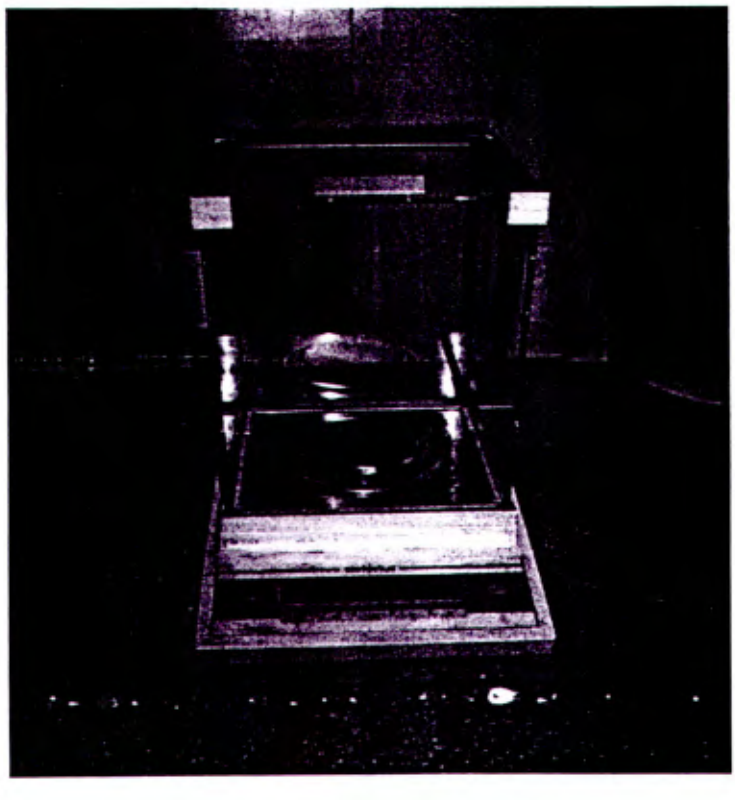
ภาพที่ 17 ตัวอย่างใบของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย



ภาพที่ 18 ตัวอย่างก้านใบของกล้วยน้ำว้าที่นำมาวิเคราะห์เส้นใย



ภาพที่ 19 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น PB 1502



ภาพที่ 20 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP - 2105

2.2.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

2.2.1.2.1 Sodium Hydroxide (NaOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซดาไฟ 1.25 % M 40.0 g / mol BDH England

2.2.1.2.2 Sulfuric acid (H_2SO_4) หรือ กรดซัลฟิวริก 1.25 % M 98.08 g / mol BDH Germany

2.2.1.2.3 Ethyl alcohol

2.2.1.2.4 N-octanol

2.2.2 อุปกรณ์ – เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.2.2.1 อุปกรณ์ – เครื่องมือที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.2.2.1.1 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งยี่ห้อ Mettler รุ่น PB 1502

2.2.2.1.2 ผ้าขาวบาง

2.2.2.1.3 ตะแกรงลวด

2.2.2.1.4 กะละมัง

2.2.2.1.5 เครื่องปั่น

2.2.2.1.6 ถุงพลาสติก

2.2.2.1.7 ยางวง

2.2.2.1.8 บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร

2.2.2.1.9 Sterring rod

2.2.2.1.10 Hood

2.2.2.1.11 Hot plate

2.2.2.1.12 ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

2.2.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.2.2.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 % ตามลำดับ

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เส้นใย

นำพืชตัวอย่างมาหั่นให้ได้ขนาด 2 เซนติเมตร

⇩

นำพืชตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน

⇩

นำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น

⇩

นำพืชตัวอย่างที่ได้จากการปั่น นำมาแยกขนาดอนุภาคด้วยเครื่องแยกอนุภาคให้ได้ขนาด 42 เมช

⇩

เก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย

2.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย

อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 105-110 °C ประมาณ 2-3 ชั่วโมง

⇩

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม แล้วใส่ลงใน Glass Crucible (ชั่งน้ำหนัก Glass Crucible ด้วย)

⇩

นำ Glass Crucible ประกอบเข้าในเครื่องสกัด เปิดเครื่องสกัดพร้อมเปิดน้ำหล่อเย็น

⇩

เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 1.25 % หลอดละ 150 มิลลิลิตร

(กรดซัลฟิวริกที่เติมต้องต้มให้ ร้อนก่อน)

⇩

เติม *N*-Octanol 3 - 5 หยด (ป้องกันการเกิดฟอง)

⇩

ต้ม 30 นาที (ตั้งความร้อนประมาณตำแหน่ง 7-8)

⇩

เปิดสวิตซ์เครื่องดูดสูญญากาศ แล้วเปิดวาล์วเพื่อถ่ายกรดออกจากตัวอย่าง ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร แล้วถ่ายออก (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 % หลอดละ 150 มิลลิลิตร เติม *N*-Octanol 3-5 หยด

⇩

ต้ม 30 นาที (ตั้งความร้อนประมาณตำแหน่ง 7-8)

⇩

ถ่ายออกล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

ล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง

⇩

ล้างด้วย Acetone (CH_3COCH_3) 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

นำ Glass Crucible ไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C ประมาณ 1-2 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desicator)

⇩

ชั่งน้ำหนักแล้วนำไปคำนวณกับค่าน้ำหนักเริ่มต้น จะได้เส้นใยที่รวมเถ้าอยู่ด้วย

⇩

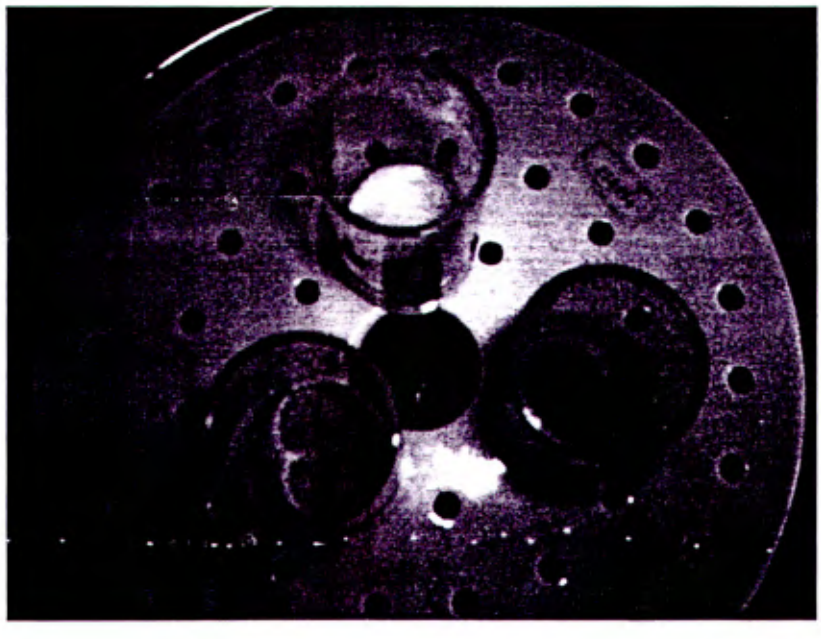
นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 °C ประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้ เย็นใน Desicator

⇩

นำมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล

⇩

นำมาหาเปอร์เซ็นต์เส้นใย



ภาพที่ 21 ตัวอย่างหลังสกัดด้วยเครื่องวิเคราะห์เส้นใย

2.3.3 การเตรียมตัวอย่างกระดาษ

นำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้ามาหั่นให้ได้ขนาด 2 เซนติเมตร

⇩

นำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน

⇩

ชั่งน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า 50 กรัม ใส่ถุงพลาสติกเก็บไว้ทดลอง

2.3.4 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อทำเป็นเยื่อกระดาษ

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 %

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 20 %

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 30 %

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 40 %

2.3.5 การทำเยื่อกระดาษ

นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10 , 20 , 30 และ 40 2.3.5.2 ตามลำดับ

ใส่ในบีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1000 มิลลิลิตร

⇩

ตั้งบนเตาให้ความร้อน (Hot Plate) จนกระทั่งน้ำเริ่มเดือด

⇩

นำตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้แล้วมาต้มใน Beaker เพื่อต้มแยกเยื่อ

⇩

กำหนดเวลาที่ใช้ต้ม 2 ชั่วโมง

⇩

ตั้งไว้ให้เย็น

⇩

นำมาล้างน้ำจนหมดด่างที่ใช้ต้ม คั้นน้ำออก

⇩

สังเกตการเปื่อยยุ่ยของกระดาษที่ได้

⇩

เก็บเยื่อกระดาษที่ได้ไว้ทำเป็นกระดาษ

2.3.6 การทำกระดาษด้วยมือ

นำเยื่อกระดาษที่ต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 40 % มาทำกระดาษ

⇩

นำเยื่อกระดาษมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 3 ครั้ง

⇩

นำเยื่อกระดาษมาปั้นเป็นก้อน โดยมีขนาดเท่ากับที่เราคะประมาณจะเอากระดาษแผ่นหนาหรือบาง

⇩

นำเยื่อกระดาษใส่ใน Beaker ใช้แท่งแก้วคนให้เยื่อแตกตัวสม่ำเสมอ

⇩

เทลงในตะแกรงชนิดตาถี่ซึ่งวางอยู่ในกะละมังน้ำตื้น

⇩

ใช้มือเกลี่ยเพื่อให้เยื่อกระจายทั่วตะแกรงอย่างสม่ำเสมอ

⇩

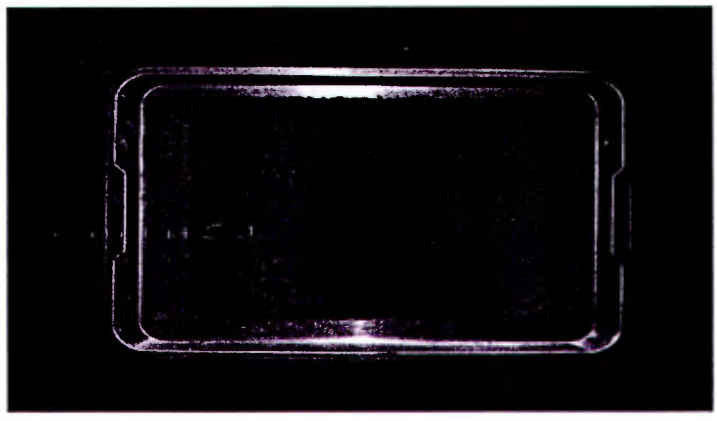
ใช้มือจับตะแกรงยกขึ้นตรง ๆ ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

⇩

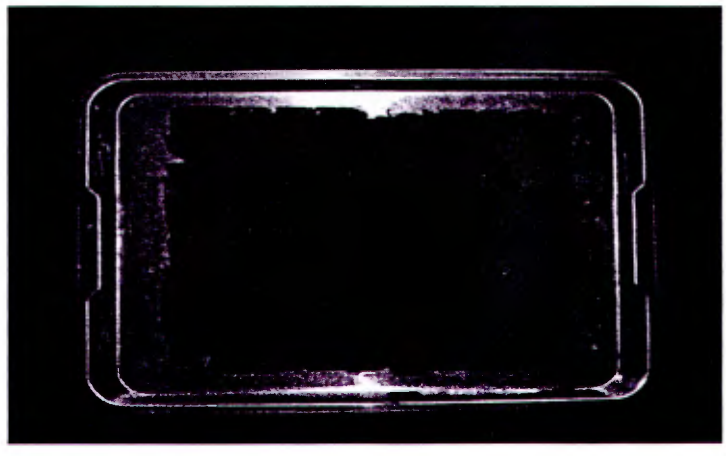
นำไปตากแดดจนกระทั่งกระดาษแห้ง

⇩

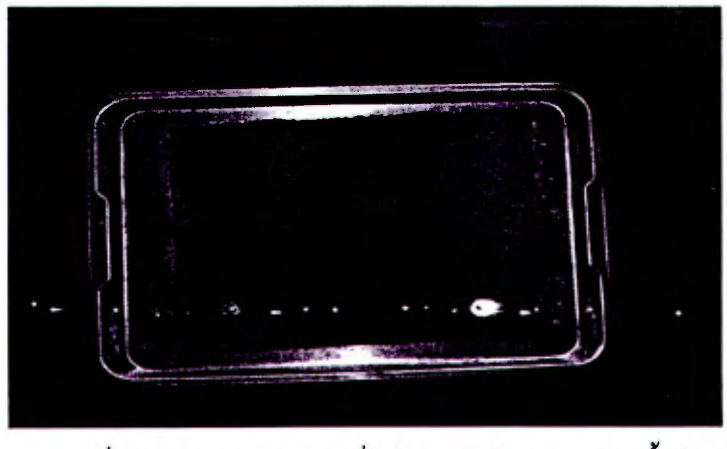
นำมาลอกแผ่นกระดาษออก โดยใช้มือสะกิดมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง พอแผ่นกระดาษเผยออก ก็จับมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง ลอกออกก็จะได้กระดาษ



ภาพที่ 22 ลักษณะกระดาษที่ได้จากลำต้นของกล้วยน้ำว้า



ภาพที่ 23 ลักษณะกระดาษที่ได้จากใบของกล้วยน้ำว้า



ภาพที่ 24 ลักษณะกระดาษที่ได้จากก้านใบของกล้วยน้ำว้า

2.3.6 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

แบบประเมินประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า มีลักษณะเกณฑ์การประเมิน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

1 = ควรปรับปรุง

2 = พอใช้

3 = ปานกลาง

4 = ดี

5 = ดีมาก

โดยมีการใช้แบบประเมิน 30 ชุด ด้วยกัน โดยประเมินจากนักศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2.3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.7.1 ค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

เมื่อ $\sum Xi = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots X_n$

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3.7.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum\left(Xi - \overline{X}\right)^2}{N-1}}$$

เมื่อ $Xi = X_1 + X_2 + X_3 + \ldots X_n$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยหรือค่ามัชฌิมเลขคณิต

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3.7.3 % Crude Fiber

$$\text{\% Crude Fiber} = \frac{F_1 + F_2}{F_3} \times 100$$

เมื่อ F_1 = น้ำหนัก Glass Crucible + ตัวอย่างก่อนเผา

F_2 = น้ำหนัก Glass Crucible + ตัวอย่างหลังเผา

F_3 = น้ำหนักสารตัวอย่าง

บทที่ 3
ผลและการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น ลำต้น ใบ และก้านใบ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย ซึ่งได้ค่าดังตารางที่ 4 การหาปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ผลิตเยื่อกระดาษและลักษณะของเส้นใยที่ได้จากส่วนต่างๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น ลำต้น ใบ และก้านใบ ที่ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ที่ใช้ทำเยื่อกระดาษ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ผ่านการฟอกสี ดังตารางที่ 6 และแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าดังตารางที่ 7 ซึ่งได้ค่าดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย

ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า	เปอร์เซ็นต์ Crude Fiber ± S.D.
ลำต้น	33.04 ± 0.85
ใบ	28.63 ± 0.90
ก้านใบ	43.08 ± 0.72

จากตารางที่ 4 แสดงปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย พบว่า เส้นใยที่ได้จากก้านใบ จะมีปริมาณเส้นใยมากที่สุด คือ 43.08 เปอร์เซ็นต์ ลำต้น จะมีปริมาณเส้นใยปานกลาง คือ 33.04 เปอร์เซ็นต์ และใบมีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด คือ 28.63 เปอร์เซ็นต์ การที่ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้ามีปริมาณเส้นใยที่แตกต่างกัน จะทำให้ลักษณะของกระดาษที่ได้แตกต่างกัน คือ กระดาษที่ได้จากก้านใบที่มีปริมาณเส้นใยมาก จะทำให้ได้เนื้อกระดาษที่หยาบและไม่เรียบ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วารินทิพย์ ลาภผล และ ภัคจิรา ศรีดุกา (2546) ที่ศึกษากระดาษที่ได้จากชานอ้อยจะมีปริมาณเส้นใยมาก เนื้อกระดาษที่ได้จึงเหมาะกับการทำเป็นผลิตภัณฑ์ คือ ปกหนังสือ กรอบรูป ส่วนกระดาษที่ได้จากใบที่มีปริมาณเส้นใยน้อยจะทำให้กระดาษนิ่มและฉีกขาดได้ง่าย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วารินทิพย์ ลาภผล และ ภัคจิรา ศรีดุกา (2546) ที่ศึกษากระดาษที่ได้จากหญ้าคา เนื้อกระดาษที่ได้จึงเหมาะกับการทำกระดาษชำระ และใบไม้ประดิษฐ์

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักเยื่อกระดาษและลักษณะของเส้นใยที่ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า	ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ เปอร์เซ็นต์	น้ำหนักเยื่อกระดาษ (g) ± S.D.	ลักษณะของเส้นใย
ลำต้น	10	36.53 ± 0.92	เปื่อยยุ่ย[2]
	20	32.88 ± 0.74	เปื่อยยุ่ย[2]
	30	21.30 ± 0.73	เปื่อยยุ่ย[1]
	40	19.20 ± 0.60	เปื่อยยุ่ย[3]
ใบ	10	47.90 ± 0.46	เปื่อยยุ่ย[1]
	20	43.66 ± 0.51	เปื่อยยุ่ย[2]
	30	40.37 ± 0.40	เปื่อยยุ่ย[3]
	40	43.61 ± 0.45	เปื่อยยุ่ย[2]
ก้านใบ	10	27.13 ± 0.14	เปื่อยยุ่ย[1]
	20	22.03 ± 0.39	เปื่อยยุ่ย[3]
	30	29.27 ± 0.18	เปื่อยยุ่ย[2]
	40	32.89 ± 0.44	เปื่อยยุ่ย[2]

หมายเหตุ 1 = เปื่อยยุ่ยน้อย 2 = เปื่อยยุ่ยปานกลาง 3 = เปื่อยยุ่ยมาก

จากตารางที่ 5 เป็นการหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ใช้กับส่วนของลำต้น ใบ และก้านใบ ของกล้วยน้ำว้า โดยแสดงน้ำหนักเยื่อกระดาษ และลักษณะของเส้นใย ที่ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ส่วนของลำต้นใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของก้านใบใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะได้ลักษณะของเส้นใยละเอียดดี น้ำหนักของเยื่อกระดาษในส่วนของลำต้น ใบ และก้านใบ จะมีน้ำหนักเยื่อกระดาษที่แตกต่างกัน ถ้าน้ำหนักเยื่อกระดาษน้อย ลักษณะของเส้นใยที่ได้จะเปื่อยยุ่ยมาก การประสานกันดี แต่เมื่อนำไปทำกระดาษ พบว่า ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของกระดาษที่ได้ จะมีลักษณะดี เนื่องจากเนื้อกระดาษที่ได้มีเนื้อละเอียด การที่กระดาษมีเนื้อละเอียดนั้นจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การนำกระดาษไปใช้เขียน การนำไปทำสมุดบันทึก เป็นต้น เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ นำกระดาษที่

ผลิตได้ไปประดิษฐ์เป็นการ์ดอวยพร การเขียนข้อความลงบนกระดาษก็สามารถทำได้ ไม่มีการซึมของหมึก

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ที่ใช้ทำเยื่อกระดาษ เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ผ่านการฟอกสี

ลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า	การฟองฟูของเส้นใย	การเกาะเกี่ยวของเส้นใย	ความหยาบและละเอียดของเส้นใย	ความลื่นของกระดาษ	ความนิ่มของเยื่อกระดาษ	สีของเยื่อกระดาษ
ลำต้น	เส้นใยมีการฟองฟูมาก	เส้นใยเกาะเกี่ยวกันปานกลาง	เส้นใยมีความละเอียดปานกลาง	เยื่อกระดาษมีความลื่นมาก	เยื่อกระดาษมีความนิ่มปานกลาง	ครีม
ใบ	เส้นใยมีการฟองฟูปานกลาง	เส้นใยเกาะเกี่ยวกันดีมาก	เส้นใยมีความละเอียดมาก	เยื่อกระดาษมีความลื่นปานกลาง	เยื่อกระดาษมีความนิ่มมาก	เขียวเข้ม
ก้านใบ	เส้นใยมีการฟองฟูน้อย	เส้นใยเกาะเกี่ยวกันน้อย	เส้นใยมีทั้งหยาบและละเอียดปนกัน	เยื่อกระดาษมีความลื่นน้อย	เยื่อกระดาษมีความนิ่มน้อย	น้ำตาลอ่อน - เข้ม

จากตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษ ที่ไม่ผ่านการฟอกสี พบว่า

เส้นใยที่ได้จากลำต้น เส้นใยมีการฟองฟูมาก การเกาะเกี่ยว ความละเอียดและความนิ่มของเส้นใยปานกลาง ทำให้กระดาษที่ได้มีคุณภาพดีที่สุด และมีลักษณะคล้ายกระดาษสา เนื่องจากเนื้อกระดาษจะมีเส้นใยเล็ก ๆ ปรากฏอยู่ ทำให้เหมาะแก่การนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น สมุดบันทึก ถุงกระดาษ การ์ดอวยพร ดอกไม้ประดิษฐ์ และอื่น ๆ ตามต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนงคราญ กาญจนประเสริฐ และ คณะ (2546) พบว่า กระดาษที่ได้จากต้นกล้วยสามารถนำมาทดแทนกับกระดาษจากปอสาได้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์

เส้นใยที่ได้จากใบ เส้นใยมีการฟองฟู ปานกลาง เส้นใยมีความละเอียดและเกาะเกี่ยวกันดีมาก ทำให้กระดาษที่ได้มีความนิ่ม สีของกระดาษมีสีเขียวเข้ม เมื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงให้สีสันสวยงามโดยไม่จำเป็นต้องมีการย้อมสี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวารินทิพย์ ลาภพล และ ภัคจิรา ศรีคุกา (2546) ในส่วนที่ทำกระดาษจากหญ้าคา พบว่า เยื่อกระดาษมีความนิ่ม เส้นใยมีการฟองฟูปานกลาง กระดาษที่ได้จากใบของกล้วยน้ำว้าสามารถนำมาแปรเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กระดาษชำระ และใบไม้ประดิษฐ์

เส้นใยที่ได้จากก้านใบ เส้นใยมีทั้งหยาบและละเอียดปนกัน มีการฟองฟูน้อยมาก ทำให้กระดาษที่ได้มีความหนามาก แต่มีความสวยงาม คือ มีลักษณะของเส้นใยปรากฏให้เห็นบนเนื้อกระดาษ เป็นลวดลายเฉพาะตัว เนื่องจากสีของกระดาษมีสีน้ำตาลอ่อน - เข้ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุไร ตันสกุล และ กัณหา กะระณา (2541) ในส่วนที่ทำกระดาษจากชานอ้อย ซึ่งมีปริมาณเส้นใยมากเช่นเดียวกับก้านใบ โดยกระดาษที่ทำจากชานอ้อย เมื่อนำไปผลิตเป็นของเล่น พบว่า ของเล่นผ่านการทดสอบความแข็งแรงทนทาน กระดาษที่ได้จากก้านใบสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น โคมไฟ ปกหนังสือ และกรอบรูป เป็นต้น

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประเมินได้ทำคือ การ์ดอวยพร

รายการประเมิน	ผลการประเมิน (ร้อยละ)				
	5	4	3	2	1
1. คุณภาพของกระดาษ					
1.1 ลำต้น	46.66	40.00	23.33	0.00	0.00
1.2 ใบ	10.00	50.00	33.33	6.66	0.00
1.3 ก้านใบ	23.33	36.66	40.00	0.00	0.00
2. เนื้อของกระดาษ					
2.1 ลำต้น	40.00	33.33	16.66	1.00	0.00
2.2 ใบ	20.00	26.66	36.66	16.66	0.00
2.3 ก้านใบ	33.33	40.00	23.33	3.33	0.00
3. ความสวยงามของกระดาษ					
3.1 ลำต้น	53.33	33.33	10.00	3.33	0.00
3.2 ใบ	3.33	40.00	16.66	6.66	3.33
3.3 ก้านใบ	16.66	23.33	33.33	23.33	3.33
4. ความคงทนของกระดาษ					
4.1 ลำต้น	33.33	43.33	23.33	0.00	0.00
4.2 ใบ	13.33	20.00	50.00	16.66	0.00
4.3 ก้านใบ	53.33	40.00	6.66	0.00	0.00
5. ความเหมาะสมของกระดาษที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์					
5.1 ลำต้น	53.33	40.00	13.33	0.00	0.00
5.2 ใบ	20.00	36.66	40.00	0.00	3.33
5.3 ก้านใบ	33.33	50.00	16.66	0.00	0.00

รายการประเมิน	ผลการประเมิน (ร้อยละ)				
	5	4	3	2	1
6. ความพึงพอใจต่อกระดาษที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์					
6.1 ลำต้น	43.33	33.33	23.33	0.00	0.00
6.2 ใบ	26.66	26.66	40.00	3.33	3.33
6.3 ก้านใบ	33.33	40.00	26.66	0.00	0.00

หมายเหตุ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่างของลำต้น ใบ และก้านใบของกล้วยน้ำว้าโดยการนำมาทำเป็นการ์ดอวยพร พบว่า

คุณภาพของกระดาษ กระดาษที่ได้จากลำต้น มีคุณภาพดีที่สุด ก้านใบและใบของกล้วยน้ำว้ามีคุณภาพลดลงตามลำดับ เนื่องจากกระดาษที่ได้จากลำต้น มีความละเอียดเหมาะที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น การ์ดอวยพร ใช้ตกแต่งสมุดบันทึก กรอบรูป และดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นต้น

เนื้อของกระดาษ กระดาษที่ได้จากลำต้นมีเนื้อกระดาษดีที่สุด ก้านใบและใบของกล้วยน้ำว้ามีลักษณะเนื้อของกระดาษลดลงตามลำดับ เนื่องจากกระดาษที่ได้จากลำต้น มีเนื้อกระดาษที่ไม่เปื่อยยุ่ย เยื่อกระดาษประสานกันดี มีความเหนียวและยืดหยุ่นดี ทนต่อแรงดึงได้พอสมควร สามารถนำไปใช้เขียนได้ โดยไม่มีการซึมของหมึก นอกจากนั้น กระดาษที่ผ่านการฟอกสีและทำการย้อมสี จะทำให้เนื้อกระดาษบางลง เพราะสารฟอกสีมีผลทำให้การประสานของเนื้อกระดาษลดลง กระดาษจึงบางและฉีกขาดง่ายกว่ากระดาษที่ไม่มีการฟอกสี

ความสวยงามของกระดาษ กระดาษที่ได้จากลำต้นมีความสวยงามมากที่สุด ก้านใบและใบของกล้วยน้ำว้ามีความสวยงามของกระดาษลดลงตามลำดับ เนื่องจากกระดาษที่ได้จากลำต้น มีลวดลายเฉพาะตัว คือ มีลักษณะของเส้นใยปรากฏให้เห็นอยู่ภายในเนื้อกระดาษทำให้ดูเหมือนมีลวดลายอยู่ในตัว

ความคงทนของกระดาษ กระดาษที่ได้จากก้านใบมีความคงทนดีที่สุด ส่วนลำต้นและใบของกล้วยน้ำว้าจะมีความคงทนลดลงตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณเส้นใยสูงสุด จึงทำให้กระดาษที่ผลิตได้มีความคงทนสูง หนา และยากต่อการฉีกขาด

ความเหมาะสมของกระดาษที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ กระดาษที่ได้จากลำต้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นการ์ดอวยพรได้ดีที่สุด ส่วนก้านใบมีลักษณะของเนื้อกระดาษที่ได้

จะมีความคงทนสูงเหมาะที่จะนำไปแปรรูปเป็นปกหนังสือ และใบของกล้วยน้ำว้าลักษณะของเนื้อกระดาษที่ได้เหมาะที่จะนำไปแปรรูปเป็นกระดาษชำระ

ความพึงพอใจต่อกระดาษที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ กระดาษที่ได้จากลำต้นของกล้วยน้ำว้าเป็นที่พอใจของผู้ประเมินมากที่สุด ก้านใบเป็นที่พอใจของผู้ประเมิน ปานกลาง และใบของกล้วยน้ำว้าเป็นที่พอใจของผู้ประเมินน้อยที่สุด เนื่องจากเยื่อกระดาษที่ได้จากลำต้นมีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งด้านคุณภาพของกระดาษ เนื้อกระดาษและความสวยงามของกระดาษ เหมาะสมในการผลิตเป็นการ์ดอวยพร

ข้อดีจากการประเมินกระดาษ

1. กระดาษที่ได้สามารถย้อมสีให้มีความหลากหลาย เช่น สีแดง สีชมพู สีเขียว และสีเหลือง เป็นต้น ซึ่งสามารถที่จะนำไปทำประโยชน์หรือประดิษฐ์เป็นสิ่งต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น การ์ดอวยพร จัดป้ายนิเทศ สมุดบันทึก ที่คั่นหนังสือ ดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นต้น

2. กระดาษที่ได้จากลำต้นและก้านใบของกล้วยน้ำว้ามีลวดลายในตัว คือ กระดาษจะมีลักษณะเป็นเส้นใยในเนื้อกระดาษ เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์จะทำให้ดูสวยงาม

3. กระดาษจากลำต้นของกล้วยน้ำว้ามีความลื่น สามารถที่จะเขียนข้อความเล็ก ๆ น้อย ๆ ได้เนื่องจากน้ำหมึกจากปากกาไม่ซึมลงไปในเนื้อกระดาษมากนัก

4. กระดาษที่ได้จากก้านใบของกล้วยน้ำว้ามีความหนาทำให้ยากต่อการฉีกขาด

5. กระดาษที่ได้จากใบของกล้วยน้ำว้าให้สีตามธรรมชาติ คือสีเขียวเข้มจึงเหมาะที่จะนำไปทำเป็นใบไม้ประดิษฐ์ การ์ดอวยพร ตกแต่งสมุดบันทึก

ข้อเสียจากการประเมินกระดาษ

กระดาษที่ทำจากส่วนของใบจะมีเนื้อกระดาษที่บางจนเกินไป ฉีกขาดง่าย ส่วนกระดาษที่ทำจากก้านใบเนื้อของกระดาษจะมีเนื้อกระดาษที่ไม่เท่ากัน และไม่สม่ำเสมอ เพราะมีปริมาณเส้นใยในส่วนที่ปั่นไม่ละเอียดปะปนอยู่

ข้อเสนอแนะจากการประเมินกระดาษ

1. ควรปรับปรุงกระดาษให้มีความคงทนกว่าเดิม เช่น การเติมเยื่อให้มีปริมาณมากในขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษ

2. ควรมีการตกแต่งกระดาษด้วยการใช้กลีบดอกไม้หรือวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น โดยการนำไปผสมกับเยื่อก่อนที่จะนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษ

3. เนื้อกระดาษในแต่ละแผ่นควรจะมีเนื้อกระดาษที่เรียบสม่ำเสมอ

บทที่ 4
บทสรุป

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาหาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า ซึ่งพบว่า การหาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า คือ ลำต้น ใบ และก้านใบ จะให้ปริมาณเส้นใยที่แตกต่างกัน คือ ลำต้นมีปริมาณเส้นใย 33.04 ± 0.85 ใบมีปริมาณเส้นใย 28.63 ± 0.90 และก้านใบมีปริมาณเส้นใย 43.08 ± 0.72 เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้ามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษ พบว่า ใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษโดยมีลักษณะเส้นใยที่ได้แตกต่างกัน คือ ลำต้นใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และก้านใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นเยื่อกระดาษ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมที่เหมาะในการผลิตกระดาษ คือ 40 เปอร์เซ็นต์ ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และเมื่อนำกระดาษที่ได้ไปศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยการนำไปทำเป็นการ์ดอวยพร พบว่า กระดาษที่ได้จากลำต้นสามารถนำไปทำเป็นการ์ดอวยพรได้ดีที่สุด ส่วนก้านใบและใบของกล้วยน้ำว้า ได้รับความนิยมในการทำการ์ดอวยพรน้อยลง

ข้อเสนอแนะ

1. ก้านใบเมื่อนำไปปั่นเส้นใยจะพันติดกับเครื่องปั่น ทำให้ปั่นไม่ละเอียด เมื่อนำไปทำกระดาษ จะทำให้กระดาษที่ได้มีความหยาบละเอียดและหนาบางไม่เท่ากัน ดังนั้นก่อนที่จะต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรจะหั่นให้มีขนาดเล็ก

2. การย้อมสี ถ้าย้อมสีด้วยสีผสมอาหารสีจะไม่ค่อยติดทำให้กระดาษที่ได้มีสีซีด ดังนั้นควรย้อมด้วยสีย้อมผ้าแทน

3. ถ้าต้องการให้กระดาษมีความสวยงามมากยิ่งขึ้น ควรตกแต่งกระดาษที่ได้ด้วยกลีบดอกไม้ หรือวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ๆ โดยการนำกลีบดอกไม้ หรือวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ไปผสมกับเยื่อก่อนที่จะนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษ

4. การฟอกขาวโดยใช้ไฮเตอร์สีของกระดาษที่ได้จะไม่ค่อยขาวเท่าที่ควร ดังนั้นควรใช้สารเคมีชนิดอื่น ๆ เช่น คลอรีน

5. การเตรียมตัวอย่างในส่วนของลำต้นของกล้วยน้ำว้า ควรนำไปอบที่อุณหภูมิมากกว่า 60 ^{0}C เนื่องจากในลำต้นของกล้วยน้ำว้ามีปริมาณน้ำอยู่มาก

6. การเตรียมตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าไม่ควรเตรียมเก็บไว้ในปริมาณที่มาก เนื่องจากจะทำให้ส่วนต่าง ๆ แห้งเกินไป

7. ในการเตรียมตะแกรงสำหรับทำกระดาษที่ได้จากส่วนของใบ ควรใช้ตะแกรงที่มีตาถี่เนื่องจากเส้นใยในส่วนของใบมีความละเอียดมาก

8. ควรมีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษด้วยเครื่องมือชนิดอื่น เช่น ดัชนีความต้านแรงดึง ความขาวสว่างของกระดาษ เป็นต้น

9. ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ควรนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

10. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้กลุ่มตัวอย่างให้หลากหลายกว่านี้ เนื่องจากการใช้กลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายจะทำให้ทราบว่าพืชตัวอย่างชนิดใด มีความเหมาะสมในการทำกระดาษ ทั้งในเรื่องของต้นทุนการผลิตและคุณภาพของกระดาษ

บรรณานุกรม

กัสมีนี สะแปอิง และ คณะ. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับน้ำมันของกระดาษที่ผลิตจากเนื้อเยื่อกากอ้อย ใบสับปะรด และเปลือกข้าวโพด. ภูเก็ต: สถาบันราชภัฏภูเก็ต.

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2528. ไม้ผลเมืองร้อน. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

จรินทร์ เทศวานิช และ ผศ.ดร.เอกพล หนุ่ยศรี. 2536. การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานของกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ไทย.

ฉลอง เอี่ยมอาทร. 2533. "การทำกระดาษจากผักตบชวา" ว.ส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (มกราคม 2533), 56-60.

ดำรงค์ศักดิ์ เหล่าแสงธรรม. 2545. การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฟกเชิงอุตสาหกรรมและหัตกรรม กรุงเทพฯ: กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

ธนพรรณ บุญยรัตกลิน. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าว. กรุงเทพ ฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

นิรัชรา เบญจนิรัติศัย. 2534. "เยื่อกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ" ว.เศรษฐกิจ. (กันยายน–สิงหาคม 2534), 24-28.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ และ คณะ. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาเชิงวิสาหกิจชุมชน. พิษณุโลก: สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

ประทุมทอง ไตรรัตน์ และ วุฒินันท์ คงรัด. 2547 "การผลิตกระดาษจากเปลือกกัญชงด้วยมือแบบไทย" ว.วิจัยและฝึกอบรม. (มกราคม – เมษายน 2547), 73-90.

ฝ่ายวิจัยสินค้าอุตสาหกรรมกองวิจัยสินค้าและการตลาด. "เยื่อกระดาษ" ว.เศรษฐกิจพาณิชย์. (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2535), 66-76.

เยาวนิจ ทองพหุสัจจะ และ กฤษณะ รวยอาจิณ. 2535. "การทำกระดาษสาในภาคเหนือ" (กุมภาพันธ์ 2535), 9-38.

วารินทิพย์ ลาภผล และ ภัคจิรา ศรีดุกา. 2546 ศึกษาปริมาณเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษจากวัสดุเหลือใช้. นครศรีธรรมราช: สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.

อุไร ตันสกุล และ กัญหา การะณา. 2541 "การใช้ประโยชน์จากเยื่อกระดาษจากวัชพืชส่วนทิ้งเปล่าของพืชท้องถิ่นและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษในการประดิษฐ์ของเล่นเพื่อการศึกษา" ว.คหเศรษฐศาสตร์. (กันยายน–ธันวาคม 2541), 71-77.

บรรณานุกรม (ต่อ)

http://kanchanapisek.or.th/kp6/book9/chapter 12 /t9-12/html

http://www.riclib,nrct ,go.th/php/abst,shtml

http : // www.school.net.th/library/snet 4 /july 8 /sv – paper.html

ภาคผนวก

เค้าโครงวิจัย

ชื่อโครงการ การศึกษาปริมาณเส้นใยและประสิทธิภาพของกระดาษที่ผลิตจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

Study quantity of fiber and quality of paper which make from another kind of Nam Wa banana

ประเภทของงานวิจัย งานวิจัยเชิงทดลอง

สาขาที่ทำการวิจัย สาขาการศึกษาบัณฑิต (เคมี)

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาวละมัย ยานพะโยม

Miss Lamai Yanpayom

นางสาวอารีรัตน์ หมัดอะดัม

Miss Areerut Mad-adam

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นงเยาว์ เทพยา

สถานที่ทำการทดลอง โปรแกรมวิชาเคมีและศูนย์วิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและที่มา

กระดาษเป็นสิ่งจำเป็นที่มีบทบาทสำคัญ และเกี่ยวพันกับชีวิตมนุษย์นับตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน มนุษย์โดยทั่วไปมีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จากกระดาษชนิดต่าง ๆ มากขึ้นเป็นลำดับ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อเผยแพร่วิทยาการ การนำไปทำบรรจุภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ กระดาษมีความคงทนเหมาะกับสภาพการใช้งานประกอบกับการขยายตัวด้านเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ที่ส่งผลให้มีความต้องการใช้กระดาษขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกันอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์กระดาษก็ยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาต้นทุนการผลิต ปัญหาการขาดแคลนเยื่อกระดาษ ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

มนุษย์จึงได้พยายามค้นคว้าหาวัตถุดิบสำหรับผลิตเยื่อกระดาษขึ้น เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการ โดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีวัสดุจากธรรมชาติและวัสดุเหลือใช้ทางด้านเกษตรกรรมมากมายที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษ เช่น ชานอ้อย ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ต้นหญ้า ต้นกก ผักตบชวา เป็นต้น

ปัจจุบันกระดาษที่ทำจากวัสดุทางธรรมชาตินับวันที่จะมีความต้องการสูง เช่น กระดาษสา กระดาษสับปะรด กระดาษมูลช้าง กระดาษใบเตย กระดาษต้นลิ้นมังกร กระดาษดอกดาหลา กระดาษฟางข้าวและกระดาษต้นข้าวโพด วัสดุจากธรรมชาติเหล่านี้มีมากมายในเมืองไทย ราคาถูก และมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ในท้องตลาดก็ยังต้องการอีกมากเช่นเดียวกัน ฉะนั้นถ้าคนไทยได้ช่วยกันสร้างงานจากวัสดุทางธรรมชาติที่ต้องทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ภูมิปัญญาเหล่านี้จะสามารถสร้างงานให้ชุมชนได้มีอาชีพที่ยั่งยืนได้อีกมาก (http : // www.school.net.th)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาวัสดุจากธรรมชาติ คือ กล้วยน้ำว้า เนื่องจากกล้วยน้ำว้าเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นที่ผู้วิจัยอาศัยอยู่ และกล้วยน้ำว้าเมื่อทำการตัดเครือนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์แล้วส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าที่เหลืออยู่ถ้าไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด จะถูกทิ้งไว้ในสวนเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ไม่มีคุณค่า เว้นแต่เมื่อย่อยสลายตัวดีแล้ว อาจกลายเป็นวัสดุอินทรีย์หรือปุ๋ยกลับคืนสู่ดินต่อไป แต่ถ้าได้นำมาใช้ให้คุ้มค่า เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ วัสดุเหล่านี้จะกลายเป็นของมีคุณค่าและมีราคาต่อเกษตรกร ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปริมาณเส้นใยในส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าและนำมาผลิตเป็นกระดาษ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยจากเยื่อกระดาษที่ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้ นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อพัฒนาและสร้างงานให้กับคนในท้องถิ่นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า คือ ลำต้น ใบ และก้านใบ
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโซดาไฟที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการผลิตกระดาษ
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานจากกระดาษที่ได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มคุณค่าของวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น
2. ทำให้ทราบปริมาณเส้นใยในส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า
3. ทำให้ทราบถึงปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่พอเหมาะในการผลิตกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า
4. สามารถนำเยื่อกระดาษที่ได้มาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
5. เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะทำให้ผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางธุรกิจ

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัสมีนี สะแปอิง และ คณะ. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับน้ำมันของกระดาษที่ผลิตจากเนื้อเยื่อกากอ้อย ใบสับปะรด และเปลือกข้าวโพด. ภูเก็ต: สถาบันราชภัฏภูเก็ต.

จรินทร์ เทศวานิช และ ผศ.ดร.เอกพล หนุ่ยศรี. 2536. การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานของกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ไทย.

ดำรงค์ศักดิ์ เหล่าแสงธรรม. 2545. การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฟกเชิงอุตสาหกรรมและหัตกรรม กรุงเทพฯ: กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

ธนพรรณ บุญยรัตกลิน. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าว. กรุงเทพ ฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

ประทุมทอง ไตรรัตน์ และ วุฒินันท์ คงรัด. 2547 "การผลิตกระดาษจากเปลือกกัญชงด้วยมือแบบไทย" ว.วิจัยและฝึกอบรม. (มกราคม – เมษายน 2547), 73-90.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ และ คณะ. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาเชิงวิสาหกิจชุมชน. พิษณุโลก: สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

วารินทิพย์ ลาภผล และ ภัคจิรา ศรีดุกา. 2546 ศึกษาปริมาณเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษจากวัสดุเหลือใช้. นครศรีธรรมราช: สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.

อุไร ตันสกุล และ กัญหา การะณา. 2541 "การใช้ประโยชน์จากเยื่อกระดาษจากวัชพืชส่วนทิ้งเปล่าของพืชท้องถิ่นและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษในการประดิษฐ์ของเล่นเพื่อการศึกษา" ว.คหเศรษฐศาสตร์. (กันยายน–ธันวาคม 2541), 71-77.

เอกสารอ้างอิง

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2528. ไม้ผลเมืองร้อน. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

ฉลอง เอี่ยมอาทร. 2533. "การทำกระดาษจากผักตบชวา" ว.ส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (มกราคม 2533), 56-60.

นิรัชรา เบญจนิรัติศัย. 2534. "เยื่อกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ" ว.เศรษฐกิจ. (กันยายน–สิงหาคม 2534), 24-28.

ฝ่ายวิจัยสินค้าอุตสาหกรรมกองวิจัยสินค้าและการตลาด. "เยื่อกระดาษ" ว.เศรษฐกิจพาณิชย์. (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2535), 66-76.

เยาวนิจ ทองพหุสัจจะ และ กฤษณะ รวยอาจิณ. 2535. "การทำกระดาษสาในภาคเหนือ" (กุมภาพันธ์ 2535), 9-38.

http://kanchanapisek.or.th/kp6/book9/chapter 12 /t9-12/html

http://www.riclib,nrct ,go.th/php/abst,shtml

http : // www.school.net.th/library/snet 4 /july 8 /sv – paper.html

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เส้นใย

นำพืชตัวอย่างมาหั่นให้ได้ขนาด 2 เซนติเมตร

⇩

นำพืชตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน

⇩

นำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น

⇩

นำพืชตัวอย่างที่ได้จากการปั่น นำมาแยกขนาดอนุภาคด้วยเครื่องแยกอนุภาคให้ได้ขนาด 42 เมช

⇩

เก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย

อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 105-110 °C ประมาณ 2-3 ชั่วโมง

⇩

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม แล้วใส่ลงใน Glass Crucible

(ชั่งน้ำหนัก Glass Crucible ด้วย)

⇩

นำ Glass Crucible ประกอบเข้าในเครื่องสกัด เปิดเครื่องสกัดพร้อมเปิดน้ำหล่อเย็น

⇩

เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 1.25 % หลอดละ 150 มิลลิลิตร

(กรดซัลฟิวริกที่เติมต้องต้มให้ ร้อนก่อน)

⇩

เติม N-Octanol 3 - 5 หยด (ป้องกันการเกิดฟอง)

⇩

ต้ม 30 นาที (ตั้งความร้อนประมาณตำแหน่ง 7-8)

⇩

เปิดสวิตซ์เครื่องดูดสูญญากาศ แล้วเปิดวาล์วเพื่อถ่ายกรดออกจากตัวอย่าง ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร แล้วถ่ายออก (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 % หลอดละ 150 มิลลิลิตร เติม N-Octanol 3-5 หยด

⇩

ต้ม 30 นาที (ตั้งความร้อนประมาณตำแหน่ง 7-8)

⇩

ถ่ายออกล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

ล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง

⇩

ล้างด้วย Acetone (CH_3COCH_3) 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร (ใช้ปั๊มช่วยในการล้าง)

⇩

นำ Glass Crucible ไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C ประมาณ 1-2 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นใน โถดูดความชื้น (Desicator)

⇩

ชั่งน้ำหนักแล้วนำไปคำนวณกับค่าน้ำหนักเริ่มต้น จะได้เส้นใยที่รวมเถ้าอยู่ด้วย

⇩

นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 °C ประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้ เย็นใน Desicator

⇩

นำมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล

⇩

นำมาหาเปอร์เซ็นต์เส้นใย

3. การเตรียมตัวอย่างกระดาษ

นำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้ามาหั่นให้ได้ขนาด 2 เซนติเมตร

⇩

นำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 วัน

⇩

ชั่งน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า 50 กรัม ใส่ถุงพลาสติกเก็บไว้ทดลอง

4. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อทำเป็นเยื่อกระดาษ

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

⇩

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์

5. การทำเยื่อกระดาษ

นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 2.3.5.2 ตามลำดับ

ใส่ในบีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1000 มิลลิลิตร

⇩

ตั้งบนเตาให้ความร้อน (Hot Plate) จนกระทั่งน้ำเริ่มเดือด

⇩

นำตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้แล้วมาต้มใน Beaker เพื่อต้มแยกเยื่อ

⇩

กำหนดเวลาที่ใช้ต้ม 2 ชั่วโมง

⇩

ตั้งไว้ให้เย็น

⇩

นำมาล้างน้ำจนหมดด่างที่ใช้ต้ม คั้นน้ำออก

⇩

สังเกตการเปื่อยยุ่ยของกระดาษที่ได้

⇩

เก็บเยื่อกระดาษที่ได้ไว้ทำเป็นกระดาษ

6. การทำกระดาษด้วยมือ

นำเยื่อกระดาษที่ต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ มาทำกระดาษ

⇩

นำเยื่อกระดาษมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 3 ครั้ง

⇩

นำเยื่อกระดาษมาปั้นเป็นก้อน โดยมีขนาดเท่ากับที่เรากะประมาณจะเอากระดาษแผ่นหนาหรือบาง

⇩

นำเยื่อกระดาษใส่ใน Beaker ใช้แท่งแก้วคนให้เยื่อแตกตัวสม่ำเสมอ

⇩

เทลงในตะแกรงชนิดตาถี่ซึ่งวางอยู่ในกะละมังน้ำตื้น

⇩

ใช้มือเกลี่ยเพื่อให้เยื่อกระจายทั่วตะแกรงอย่างสม่ำเสมอ

⇩

ใช้มือจับตะแกรงยกขึ้นตรง ๆ ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

⇩

นำไปตากแดดจนกระทั่งกระดาษแห้ง

⇩

นำมาลอกแผ่นกระดาษออก โดยใช้มือสะกิดมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง พอแผ่นกระดาษเผยออก ก็จับมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง ลอกออกก็จะได้กระดาษ

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง คือ ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า เช่น ลำต้น ใบ และก้านใบ
2. ศึกษาปริมาณเส้นใยโดยการใช้เครื่องวิเคราะห์เส้นใย (Fiberter system)
3. ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้งานจากเยื่อกระดาษที่ได้โดยใช้แบบประเมิน

ระยะเวลาการทำวิจัย

ระหว่างเดือนตุลาคม 2547 - มีนาคม 2548

แผนงานการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรมการวิจัย	2547						2548		
	ก.ค.	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเขียนเค้าโครงการวิจัย	↔	↔							
2. สร้างเครื่องมือและทำการทดลอง			↔	↔					
3. รวบรวมข้อมูล					↔	↔			
4. วิเคราะห์ข้อมูลแปลผลและสรุปผลการวิจัย							↔	↔	
5. จัดทำเอกสารรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่								↔	↔

อุปกรณ์การทำวิจัย

1. อุปกรณ์ – เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

1.1 อุปกรณ์ – เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

1.1.1 ครูซิเบิล

1.1.2 บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร

1.1.3 หลอดหยด

1.1.4 กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร

1.1.5 แท่งแก้วคน

1.1.6 ช้อนตักสาร

1.1.7 เตาไฟฟ้า

1.1.8 โถดูดความชื้น

1.1.9 เตาอบ

1.1.10 เครื่องวิเคราะห์เส้นใย

1.1.11 เตาเผา

1.1.12 เครื่องแยกอนุภาค

1.1.13 ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

1.1.14 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

1.1.15 เครื่องปั่น

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

1.2.1 Sodium Hydroxide (NaOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซดาไฟ 1.25เปอร์เซ็นต์ M 40.0 g / mol BDH England

1.2.2 Sulfuric acid (H_2SO_4) หรือ กรดซัลฟิวริก 1.25 เปอร์เซ็นต์ M 98.08 g / mol BDH Germany

1.2.3 Ethyl alcohol

1.2.4 *N*-octanol

2. อุปกรณ์ – เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.1 อุปกรณ์ – เครื่องมือที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.1.1 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งยี่ห้อ Mettler รุ่น PB 1502

2.1.2 ผ้าขาวบาง

2.1.3 ตะแกรงลวด

2.1.4 กะละมัง

2.1.5 เครื่องปั่น

2.1.6 ถุงพลาสติก

2.1.7 ยางวง

2.1.8 บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร

2.1.9 แท่งแก้วคน

2.1.10 ตู้ดูดควัน

2.1.11 เตาไฟฟ้า

2.1.12 ตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำเยื่อกระดาษ

2.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10 , 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

งบประมาณของโครงการวิจัย

7,000 บาท

ลงชื่อ.....ละมัย ยานพะโยม.....ผู้ทำวิจัย

(นางสาวละมัย ยานพะโยม)

ลงชื่อ.....ผู้ทำวิจัย

(นางสาวอารีรัตน์ หมัดอะดัม)

ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

เป็นหนังสือที่น่าสนใจ และการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(นางสาวนงเยาว์ เทพยา)

แบบประเมิน

ประสิทธิภาพของกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้า

เกณฑ์การประเมิน

1	=	ควรปรับปรุง	2	=	พอใช้
3	=	ปานกลาง	4	=	ดี
5	=	ดีมาก			

คำอธิบาย

คุณภาพของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีเยื่อกระดาษที่ละเอียด เหมาะกับการใช้งาน

เนื้อของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีเนื้อกระดาษไม่เปื่อยยุ่ย

ความสวยงามของกระดาษ หมายถึง ลักษณะของเส้นใยในเนื้อกระดาษ

ความคงทนของกระดาษ หมายถึง กระดาษที่มีความทนทาน ยากต่อการฉีกขาด

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำ.....

รายการประเมิน	**ผลการประเมิน**					**หมายเหตุ**
	5	4	3	2	1	
1. คุณภาพของกระดาษ						
1.1 ลำต้น						
1.2 ใบ						
1.3 ก้านใบ						
2. เนื้อของกระดาษ						
2.1 ลำต้น						
2.2 ใบ						
2.3 ก้านใบ						
3. ความสวยงามของกระดาษ						
3.1 ลำต้น						
3.2 ใบ						
3.3 ก้านใบ						
4. ความคงทนของกระดาษ						
4.1 ลำต้น						
4.2 ใบ						
4.3 ก้านใบ						

รายการประเมิน	ผลการประเมิน					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
5. ความเหมาะสมของกระดาษที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ 5.1 ลำต้น 5.2 ใบ 5.3 ก้านใบ						
6. ความพึงพอใจต่อกระดาษที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ 6.1 ลำต้น 6.2 ใบ 6.3 ก้านใบ						

ข้อดีของกระดาษ.....

.....

.....

.....

ข้อเสียของกระดาษ.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวละมัย ยานพะโยม

วัน เดือน ปีเกิด 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศาสนูปถัมภ์ปากพะยูน มูลนิธิ	2540
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมสุไหงปาดี	2543
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2547

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวอารีรัตน์ หมัดอะดัม

วัน เดือน ปีเกิด 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2525

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศาสนูปถัมภ์ปากพะยูน มูลนิธิ	2540
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนส่งเสริมศาสนาวิทยา มูลนิธิ	2543
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2547