สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีในระดับครัวเรือน

Paper production from water hyacinth (*Typha angustifolia*) in homemade

โดย

นางสาว มณีทิพย์ ซิ่วกุ้ง

ปพ.
ม131ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...36244...
วัน, เดือน, ปี...20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีในระดับครัวเรือน

Paper production from water hyacinth (*Typha angustifolia*) in homemade

ชื่อ-สกุล นางสาว มณีทิพย์ ชิ่วกุ้ง

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

การนำต้นธูปฤาษีมาผลิตกระดาษ โดยนำก้านใบของธูปฤาษีตากแดดจนแห้ง แล้วมาต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 15 % / ธูปฤาษีแห้ง 100 กรัม / น้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการต้มประมาณ 160 – 170^{o}C เวลาที่ใช้ต้ม 3 – 4 ชั่วโมง ล้างเส้นใยของธูปฤาษีให้สะอาด เส้นใยที่ล้างสะอาดดีแล้วมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนธูปฤาษี 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง (เส้นใยที่เหลือจากการล้างที่มาจากน้ำหนักแห้งเริ่มต้น) / สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl หรือ น้ำยาซักขาว) ที่มี Active Cl 6 % ในอัตราส่วน 100 มิลลิกรัม / น้ำ 1 ลิตร ต้มนานประมาณ 2 –3 ชั่วโมง เส้นใยสีน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นสีขาว นำเส้นใยมาล้างให้สะอาดและหมดกลิ่นของน้ำยาซักผ้าขาว จากนั้นนำมาปั่นผสมกับน้ำ 1 ลิตร (สังเกตได้จากลักษณะของน้ำจะเหมือนกาว) ช้อนเยื่อด้วยตะแกรงมุ้งลวดพร้อมทั้งกระจายเส้นใยให้สม่ำเสมอไม่เกาะกัน นำเส้นใยในตะแกรงมุ้งลวดไปตากแดดจนแห้ง ลอกแผ่นกระดาษออกจากมุ้งลวด

กระดาษที่ผลิตได้มี 2 ลักษณะคือ กระดาษแผ่นหนาและกระดาษแผ่นบาง เมื่อวัดด้วยเวอร์เนียร์กระดาษแผ่นหนาจะหนาประมาณ 0.9 มิลลิเมตร กระดาษแผ่นบางจะบางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร กระดาษที่ได้จะมีความนุ่มและเหนียว ทดสอบโดยการพับหลายๆครั้งจะไม่เกิดการฉีกขาด กระดาษจะมีสีขาวนวล กระดาษที่ผลิตได้สามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษห่อของขวัญหรือการ์ดต่างๆ ถุงกระดาษ สมุดบันทึกได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์หลายท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี อาจารย์จินตนา บุนนาค อาจารย์จันทร์เพ็ญ ประคองวงศ์ (กองวัชพืช) ที่กรุณาให้คำปรึกษาช่วยเหลือแก้ไขสิ่งบกพร่องต่างๆ พร้อมทั้งคำแนะนำในการจัดทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ความดีและประโยชน์ที่เกิดจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ขอมอบให้ คณาจารย์และผู้กล่าวนามข้างต้นที่ให้ความช่วยเหลือ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มณีทิพย์ ซิ่วกุ้ง

มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ข

สารบัญ..... ค

สารบัญภาพ..... จ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ลักษณะทั่วไปของธูปฤาษี..... 3

2.2 การใช้ประโยชน์จากธูปฤาษี..... 3

2.3 ประเภทของกระดาษ 6

2.4 ชนิดของวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ..... 9

2.5 ประเภทของเยื่อกระดาษ..... 11

2.6 ขั้นตอนการผลิตกระดาษในอุตสาหกรรมครัวเรือน..... 11

2.7 การต้มบดเยื่อกระดาษด้วยกรรมวิธีโซดา..... 13

2.8 การฟอกขาวเยื่อกระดาษด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์..... 13

3 อุปกรณ์และวิธีการทอลอง..... 17

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิตกระดาษ..... 17

3.2 วัตถุดิบและสารเคมีในการผลิตกระดาษ..... 17

3.3 วิธีการทดลอง..... 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่	
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	26
4.1 ผลการทอลองการผลิตกระดาษ	26
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	27
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	30
5.1 สรุปผลการทอลอง	30
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปภาพที่

1 การสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 15
2 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากธูปฤาษี 20
3 อุปกรณ์ในการผลิตกระดาษ 21
4 ธูปฤาษีแห้ง 21
5 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตกระดาษ 22
6 การต้มบดเส้นใยธูปฤาษี 22
7 การล้างเส้นใยของธูปฤาษี 23
8 การฟอกเส้นใยของธูปฤาษี 23
9 การล้างเส้นใยที่ผ่านการฟอกขาว 24
10 การกวนเส้นใยผสมกันน้ำจนเกิดเป็นเมือก 24
11 การขึ้นแผ่นกระดาษ 25
12 การลอกแผ่นกระดาษ 25
13 กระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี 28
14 การวัดความหนาของกระดาษ 29
15 ภาคผนวก ก การห่อของขวัญด้วยกระดาษจากธูปฤาษี 34
16 ภาคผนวก ก การพับถุงกระดาษด้วยกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี 35
17 ภาคผนวก ก การทำการ์ดอวยพรด้วยกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี 35
18 ภาคผนวก ก การทำสมุดบันทึกด้วยกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ธูปฤาษีเป็นพืชที่อยู่ในเขตร้อน มีการกระจายอยู่ทั่วไปตามห้วย หนอง คลอง บึง บริเวณที่พบธูปฤาษีอาศัยอยู่จะไม่พบพืชชนิดอื่น รากของต้นธูปฤาษีจะแตกกิ่งก้านสาขามากมายกระจายอยู่ใต้ท้องน้ำ ซึ่งการแพร่พันธุ์ของธูปฤาษีจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ถึงแม้ในฤดูน้ำแห้งรากของธูปฤาษีก็จะไม่ตายแต่จะฝังรากอยู่ใต้ดิน พอถึงฤดูฝนธูปฤาษีก็จะเจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ จึงยากต่อการกำจัด ดังนั้นธูปฤาษีจัดเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาทางน้ำ เช่น ปัญหาในคลองชลประทาน เพราะจะขัดขวางการไหลของน้ำ เป็นปัญหาในพื้นที่ตื้นเขินของชายฝั่งทะเลสาปและบ่อน้ำ เป็นอุปสรรคต่อทัศนียภาพของแหล่งน้ำ ดอกแก่ของธูปฤาษีจะแตกออกและปลิวฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้คนที่เป็นโรคภูมิแพ้ (จันทร์เพ็ญ ประคองวงศ์, 2535:10) ธูปฤาษีจัดเป็นวัชพืชที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ไม่มีมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ นอกจากจะสร้างปัญหาให้กับแหล่งน้ำเท่านั้น ดังนั้นหากมีการนำธูปฤาษีมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ จะเป็นการลดปัญหาดังกล่าวไม่มากก็น้อย อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัชพืชได้อีกทางหนึ่งด้วย

ปัจจุบันมีการนำต้นธูปฤาษีมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น การสกัดสารแทนนินจากดอกของธูปฤาษี เพื่อยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ (ศักดิ์ดา มณีวงษ์, 2539: 96) การนำดอกของธูปฤาษีมาทำดอกไม้แห้ง (อุดมศักดิ์ แก้วธนะสิน, 2526: 25) นอกจากนี้ต้นธูปฤาษีมีลักษณะที่คล้ายต้นกล้วย คือจะมีก้านใบแผ่ออกด้านข้างทั้งสองข้าง ด้านในของก้านใบมีเส้นใยที่ประสานกันมากมาย ซึ่งน่าจะเหมาะสำหรับนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษได้ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการผลิตกระดาษสา ซึ่งสามารถทำได้ง่ายในครัวเรือน หรือในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยกรรมวิธีโซดา (Soda Process) (นิยม เพชรผุด, 2516: 36) ซึ่งใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)ในการย่อยบดเยื่อ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ย่อยไม้เยื่อแข็งได้ดีกว่าไม้เนื้ออ่อน จากนั้นจะใช้วิธีฟอกสีด้วยสารโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) หรือน้ำยาซักผ้าขาว ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายสารเคมีทั่วไป การนำธูปฤาษีมาผลิตกระดาษในระดับครัวเรือน จัดเป็นอาชีพอาชีพหนึ่งที่จะทำรายได้ให้แก่ผู้ผลิต ทำให้เกิดการจ้างงานแก่ผู้ที่ว่างงาน ดังนั้นการนำต้นธูปฤาษีมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์จากวัชพืช เพิ่มมูลค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัชพืช และช่วยลดปัญหาทางน้ำได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตกระดาษจากธูปฤาษี
2. เพื่อศึกษาลักษณะของเนื้อกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาขั้นตอนการผลิตกระดาษจากธูปฤาษีและลักษณะของเนื้อกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระดาษจากเส้นใยของธูปฤาษี
2. สามารถสร้างรายได้ให้แก่ครอบครัว สร้างอาชีพให้แก่ครอบครัว ทำให้ครอบครัวมีความอยู่ดีกินดี
3. ลดจำนวนของธูปฤาษีที่ก่อให้เกิดปัญหาทางน้ำ เช่น การชลประทาน ทัศนียภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ธูปฤาษี หรือ กกช้าง เป็นพืชที่อยู่ในเขตร้อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Typha angustifolia* Lin อยู่ในตระกูล Family Typfaceae (บุญหงษ์ จงคิด, 2538: 178) ธูปฤาษีเป็นวัชพืชที่พบทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง บึง ฯลฯ การเจริญเติบโตเป็นกอหญ้าหนาทึบ บริเวณที่พบธูปฤาษีจะไม่พบพืชชนิดอื่น การขยายพันธุ์ของธูปฤาษีจะขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจัดเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาทางน้ำ เช่น ปัญหาในคลองชลประทาน เพราะจะขัดขวางการไหลของน้ำ เป็นปัญหาในพื้นที่ตื้นเขินของชายฝั่งทะเลสาปและบ่อน้ำ เป็นอุปสรรคต่อทัศนียภาพของแหล่งน้ำ

ลักษณะทั่วไปของธูปฤาษี ธูปฤาษีมีลำต้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนลำต้นที่อยู่ใต้ดินแบบ Rhizome จะแตกกิ่งก้านสาขามากมาย ระดับความลึกของรากประมาณ 0.3 เมตร หรือ 1 ฟุต ระดับความลึกของน้ำในช่วงที่ธูปฤาษีอยู่ได้ คือ 0.01 – 0.75 เมตร แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับน้ำลึกไม่เกิน 0.3 เมตร (ลักษณี คณานิธีพันท์, 2538: 254) ส่วนลำต้นที่อยู่เหนือดินประกอบด้วย ใบแตกออกเป็นแผงสองแนวทางด้านข้าง ใบแก่อยู่ด้านนอกห่อหุ้มใบอ่อนซึ่งอยู่ด้านใน ก้านใบจะมีเมือกเหนียว ๆ ขอบใบหนา โคนใบอวบหนากว่าปลายใบ แผ่นใบสีเขียวเข้ม ใบจะมีความกว้างประมาณ 6 –25 มิลลิเมตร ดอกออกเป็นช่อแบบ Spike แน่น ๆ รูปทรงกระบอก หรือ Spadix ที่ปลายก้านช่อ ก้านช่อดอกขาวยาวเรียวและแข็ง ช่อดอกสูงยาวเกือบเท่าใบ ช่อดอกมองเห็นเหมือนธูปขนาดใหญ่ ดอกย่อยแยกเพศ ดอกตัวผู้อยู่ตอนบนของช่อดอก ดอกตัวเมียอยู่ตอนล่างของช่อดอก ดอกมีสีน้ำตาลจับดูจะรู้สึกนุ่ม เกสรตัวผู้จะมีจำนวน 2 – 5 อัน ก้านชูอับเรณูแยกหรือติดกัน ประกอบด้วยอับเรณู 2 ช่อ ดอกตัวเมียประกอบด้วยกลีบกลมลักษณะเป็นขนเรียวยาวจำนวนมาก รังไข่รูปกระสวยมี 1 ช่อง และมีไข่อ่อนเพียง 1 ใบ ยอดเกสรตัวเมียเมื่อแก่จะปลิวไปได้ไกล ๆ เพราะมีขนจำนวนมาก (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2530: 233)

การใช้ประโยชน์จากธูปฤาษี

การเก็บรักษาดอกธูปฤาษีเพื่อทำดอกไม้แห้ง

การทำดอกไม้แห้งโดยใช้ธูปฤาษีใช้เฉพาะส่วนของช่อดอกตัวเมีย ที่มีความยาวทั้งก้าน 60 เซนติเมตร โดยการเก็บดอกธูปฤาษีแขวนห้อยหัวลงไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 3 เดือนครึ่ง ปรากฏว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีบดอกของธูปฤาษีไม่ร่วง นอกจากนี้ยังได้ทดลองต่อไปอีก เพื่อจะทำให้สามารถเก็บธูปฤาษีไว้ให้ได้นานที่สุด โดยการใช้สเปรย์ฉีด คือ สเปรย์ใส่ผม สเปรย์สีน้ำเงิน แลคเกอร์ใส ผลปรากฏว่าการใช้สเปรย์ทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้กลีบดอกของธูปฤาษีไม่ร่วงตลอดเวลา 3 เดือนครึ่ง และนอกจากนี้การย้อมสีด้วยสี 3 ชนิด คือ สีแดง สีเขียว สีเหลือง ผลปรากฏว่าสีที่ย้อมติดทีสุด คือ สีเขียว (อุดมศักดิ์ แก้วธนะสิน, 2526: 25)

การบำบัดสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำเสียโดยใช้ธูปฤาษี

น้ำเสียในชุมชนเมืองเพชรบุรี วิเคราะห์พบว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย จำนวน 3 ชนิด คือ แอลฟา – บีเอชซี แกมมา – บีเอชซี และเฮปตาคลอร์ โดยพบแอลฟา – บีเอชซี ปริมาณเฉลี่ย 1.9×10^{-12}, 1.9×10^{-12} และ 2.2×10^{-12} แกมมา – บีเอชซีพบ 9.6×10^{-12} และ 50.1×10^{-12} ส่วนเฮปตาคลอร์พบปริมาณเฉลี่ย 8.2×10^{-12}, 262.4×10^{-12} และ 293.2×10^{-12} ตามลำดับ เมื่อได้นำธูปฤาษีมาทดลองปลูกในอ่างทดลองที่น้ำเสียจนครบ 90 วัน พบว่าปริมาณของสารฆ่าแมลงทุกชนิดลดต่ำลงหรือถูกบำบัดหมดไป โดยเมื่อนำปริมาณสารที่ถูกบำบัดมาคิดเป็นเปอร์เซนต์ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของสารอยู่ระหว่าง 54.4 – 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระบบบำบัดประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ดินและพืช โดยต่างมีบทบาทต่อการดูดซับและดูดซึมสารฆ่าแมลงออกจากน้ำเสีย โดยสามารถพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช ภายหลังการทดลองบำบัดครบ 90 วัน พบว่าดินและพืชต่างมีปริมาณสารฆ่าแมลงสูงขึ้น แอลฟา – บีเอชซี ในดินจากแปลงทดลองจะมีปริมาณสารเฉลี่ยสูงขึ้นจากเดิม 151.4×10^{-12} แกมมา – บีเอชซี 225.2×10^{-12} และ 720.6×10^{-12} ตามลำดับ ส่วนในพืชจากแปลงทดลองบำบัดน้ำเสียพบว่าปริมาณสารทุกชนิดเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมต่างมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แอลฟา – บีเอชซี 60.9×10^{-12} แกมมา – บีเอชซี 6.1×10^{-12} เฮปตาคลอร์ 309.3×10^{-12} ดังนั้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพการดูดซึมสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนได้ก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำต่อไป (จุรีรัตน์ สาตราวาหะ, 2540 : 123)

การใช้ธูปฤาษีคลุมดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว

โดยการทดลองในแปลงทดลอง โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 4 ซ้ำ ให้การคลุมดินและการไม่คลุมดินเป็น main plot และระดับการให้น้ำ 3 ระดับ คือ ระดับสูง (ให้น้ำทุกวัน) ระดับปานกลาง (ให้น้ำวันเว้นวัน)และระดับต่ำ (ให้น้ำวันเว้นวัน2วัน)เป็น sub – plot จากผลการทดลองพบว่า การคลุมดินในการให้น้ำทั้ง 3 ระดับ มีแนวโน้มทำให้ถั่วเขียวมีผลผลิตแตกต่างจากการไม่คลุมดิน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในภาพรวม แต่เมื่อแยกวิเคราะห์ในระดับการให้น้ำแต่ละระดับ ผลปรากฏว่าที่ระดับการให้น้ำต่ำนั้น แปลงที่มีการคลุมดินสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าในแปลงที่ไม่คลุมดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 59.62 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไร่ ในส่วนของผลผลิตนั้นพบว่า ความยาวเฉลี่ยของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ได้จากแปลงที่คลุมดินสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้คลุมดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สำหรับจำนวนฝักต่อต้น เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก และความสูงของต้นนั้นต่างก็มีแนวโน้มว่าแปลงที่มีการคลุมดินจะให้ลักษณะต่างๆ เหล่านี้สูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้มีการคลุมดิน และเมื่อนำลักษณะจำนวนฝักต่อต้นไปแยกวิเคราะห์ ในแต่ละระดับของการให้น้ำก็พบว่าที่ระดับการให้น้ำต่ำนั้น แปลงที่มีการคลุมดินสามารถให้จำนวนฝักต่อต้นสูงกว่าในแปลงที่ไม่มีการคลุมดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 3.75 ฝักต่อต้น ซึ่งผลที่ได้ลักษณะนี้จึงเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวในแปลงที่คลุมดินสูงกว่าในแปลงที่ไม่คลุมดิน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในสภาพที่แปลงขาดน้ำหรือได้รับน้ำน้อย การคลุมดินโดยใช้ฐูปฤาษีจะช่วยยกระดับของผลผลิตถั่วเขียวให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่คลุมดิน (ลักษณี คณานิธินันท์, 2528: 132)

การสกัดส่วนต่างๆของฐูปฤาษีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบยักษ์

ไมยราบยักษ์ส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดขึ้นในพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรโดยตรง แต่เกิดขึ้นในพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน ทำให้อ่างเก็บน้ำตื้นเขิน และมีผลต่อการไฟฟ้าพลังน้ำ ทำให้หน่วยราชการต้องใช้จ่ายงบประมาณเพื่อการกำจัดไมยราบยักษ์ โดยวิธีตัดฟันในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ไมยราบยักษ์เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของโรคแมลงและศัตรูพืชรวมทั้งพาหนะนำโรคต่างๆ ในระหว่างนอกฤดูเพาะปลูก ฉะนั้นปัญหาเรื่องไมยราบยักษ์จึงควรแก้ไขโดยด่วน วิธีที่นิยมใช้กำจัด คือ การใช้สารเคมี สารสกัดจากดอกฐูปฤาษีที่ได้จากน้ำและเมทานออลมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ได้ เมื่อทำการแยกสารสกัดดังกล่าว พบว่าประกอบด้วยสารอัลลิโลเคมิคัลอย่างน้อย 1 ชนิด คือ แทนนินซึ่งสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ สารอัลลิโลเคมิคัลอีกชนิดหนึ่งคือ ฟลาโวนอยด์ สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดได้

ฟลาโวนอยด์จากส่วนต่างๆของฐูปฤาษีต่อการเจริญไมยราบยักษ์ จากผลการทดลอง เมื่อนำสารตัวอย่างที่แยกได้จากการทดสอบโดยวิธีทางเคมีของชิโนดะ พบว่าได้ผลบวก และโดยวิธีของพิว พบว่าได้ผลลบ นอกจากนี้พบว่าเมื่อศึกษาสเปกตรัม พบว่าสารสกัดดังกล่าวสามารถดูดกลืนแสงได้มากที่สุด ที่ความยาวคลื่น 275 และ 310 นาโนเมตร จึงอาจสรุปได้ว่า สารที่สกัดได้เป็นฟลาโวนอยด์ชนิดฟลาวาโนน เมื่อนำมาทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบยักษ์ พบว่า ฟลาวาโนนจากส่วนต่างๆของฐูปฤาษี สามารถชลอการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบยักษ์ได้ อีกทั้งยังแปรตามปริมาณของฟลาวาโนน (ศักดิ์ดา มณีวงษ์, 2539: 96)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษ เกิดจากเยื่อ (pulp) ประสานกันบนตะแกรง (wire section) ของเครื่องจักรทำกระดาษ (paper machine) หลังจากที่น้ำในเยื่อจะถูกระบายออก กระดาษตรงกับคำว่า paper ในภาษาอังกฤษ แล้วมีอีกคำหนึ่งที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน คือ board คำว่า board และ paper ความหมายไม่แยกกันโดยเด็ดขาด แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ borad จะหมายถึง กระดาษที่ค่อนข้างหนาแข็งกว่า คำว่า paper

กระดาษนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น กระดาษพิมพ์ ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ หนังสือ กระดาษสมุด กระดาษเขียนจดหมาย กระดาษอนามัย ได้แก่ กระดาษทิชชู และกระดาษอุตสาหกรรม ได้แก่ กระดาษเหนียว กระดาษทำลูกฟูก กระดาษทำกล่องต่าง ๆ เป็นต้นซึ่งสะดวกในการใช้งานมาก แต่มีน้อยคนมากที่จะทราบถึงขั้นตอนการผลิตกระดาษ การเลือกใช้วัตถุดิบที่จะมาผลิตกระดาษ ดังนั้นจึงเกิดอุตสาหกรรมเกี่ยวกับกระดาษขึ้น อุตสาหกรรมกระดาษจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญประเภทหนึ่ง สามารถทำรายได้ให้แก่ผู้ผลิตปีละไม่น้อย ประเทศที่ผลิตกระดาษที่สำคัญของโลก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนนาดา สวีเดน ฟินแลนด์ นอร์เว เยอรมันตะวันตก ฝรั่งเศส ออสเตรีย สหภาพโซเวียต ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย บลาซิล โปแลนด์ เชคโกสโลวาเกีย อิตาลี และประเทศอื่น ๆ อีก แต่ไม่มากนัก (นิยม เพชรผุด,2516: 117)

สำหรับประเทศไทยมีโรงงานอุสาหกรรมกระดาษอยู่ประมาณ 20 โรง ส่วนใหญ่แล้วผลิตกระดาษพิมพ์เขียน กระดาษห่อของ ถุงกระดาษ ซึ่งใช้เยื่อ (pulp) ที่สั่งมาจากต่างประเทศ มีเพียง 3 – 4 โรงที่ผลิตเยื่อกระดาษใช้เอง เช่น โรงงานกระดาษบางประอิน ผลิตเยื่อใยจากฟางข้าวและหญ้าขจรจบ ผลิตได้มีละประมาณ 9,000 ตัน โรงงานกาญจนบุรี ผลิตเยื่อใยยาวจากไม้ไผ่ ผลิตได้ปีละประมาณ 1,500 ตัน บริษัทศรีสยาม จำกัด ผลิตเยื่อใยสั้นจากชานอ้อยผลิตได้ปีละประมาณ 5,000 ตันและบริษัทสยามกราฟท์ ผลิตเยื่อใยจากชานอ้อย ผลิตได้ปีละประมาณ 22,000 ตัน (นัยนา นิยมวัน, 2526: 56) โรงงานทั้ง 4 โรงที่ผลิตเยื่อกระดาษใช้เองที่เหลืออีก 16 โรง ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและราคาของกระดาษจะสูงตามไปด้วย

ประเภทต่าง ๆของกระดาษ

กระดาษที่ผลิตขึ้นมีมากมายหลายประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน การจำแนกประเภทของกระดาษสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การจำแนกตามการใช้งาน จำแนกตามลักษณะของผิวหน้า เป็นต้น

1. **การจำแนกประเภทของกระดาษตามการใช้งาน**

ประเภทของกระดาษตามการใช้งานอาจจำแนกได้ดังนี้

1.1 กระดาษที่ใช้ในการเขียน (Writing papers) เป็นกระดาษที่มีความเหนียวพอสมควร คุณสมบัติที่สำคัญ คือ ต้องมีสีและผิวหน้าเรียบ เหมาะสมต่อการเขียนและการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน จึงจำเป็นต้องใส่สารเพื่อช่วยให้ผิวและสีของกระดาษมีความยาวและเรียบ ป้องกันกระดาษดูดซึมหมึก เช่น กระดาษปอนด์

1.2 กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ (Printing papers) มีคุณสมบัติ คือ สามารถรับหมึกพิมพ์ได้ ไม่ทำให้หมึกพิมพ์แห้งช้า มีความเรียบและความพรุนพอเหมาะที่จะให้หมึกพิมพ์ซึมผ่าน มีความทึบแสง มีความมัน ความยืดหยุ่นทนต่อแรงกดขณะพิมพ์ มีความทนทานต่อการดึงถอนที่ผิว นอกจากนั้นกระดาษจะมีขนาดและความหนาแตกต่างกันออกไป ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน มีทั้งเคลือบผิวและไม่เคลือบผิว เช่น กระหนังสือพิมพ์ กระดาษแอร์แมล์ กระดาษปอนด์ กระดาษอาร์ต สำหรับประเทศไทย กระดาษปอนด์ส่วนใหญ่ทำจากเยื่อใยจากฝ้ายและชานอ้อย

1.3 กระดาษที่ใช้ในการห่อ (Wrapping papers) ได้แก่ กระดาษสีน้ำตาล กระดาษกราฟท์ กระดาษสีน้ำตาลจะมีความเหนียวและความคงทนต่างจากกระดาษกราฟท์มาก กระดาษห่อมีหลายชนิด เช่น กระดาษถุงที่ผิวไม่มัน ผิวมันข้างเดียว และผิวมันทั้งสองด้าน

1.4 กระดาษแข็ง (Boards) ได้แก่ กระดาษที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 180 กรัมต่อตารางนิ้วขึ้นไป เช่น กระดาษกล่องและกระดาษลูกฟูก

1.5 กระดาษเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ (Specialty papers) เช่น กระดาษที่ใช้พิมพ์ธนบัตร ซึ่งต้องการคุณสมบัติพิเศษ เพื่อป้องกันการปลอมแปลง มีความทนต่อการพับ มีความเหนียวและความแข็งแรง

2. การจำแนกประเภทกระดาษตามผิวหน้า

การจำแนกประเภทกระดาษตามผิวหน้า อาจแบ่งได้ดังนี้

2.1 กระดาษไม่เคลือบผิว เป็นกระดาษที่มีผิวไม่เรียบ และมีผิวหน้าหลายแบบ ผิวหน้าของกระดาษจะเรียบหรือไม่เรียบนั้น ขึ้นอยู่กับขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกระดาษ หลังจากเส้นใยเรียงตัวกันเป็นแผ่นแล้ว กระดาษจะผ่านลูกกลิ้ง เพื่อทำการขัดมัน ยิ่งผ่านลูกกลิ้งมาก กระดาษจะยิ่งเรียบมัน แต่กระดาษประเภทนี้จะไม่ผ่านการเคลือบผิว เช่น กระดาษปรู๊ฟหรือกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษปอนด์ กระดาษอาร์ต กระดาษแบงค์

2.2 กระดาษเคลือบผิว เป็นกระดาษที่นำกระดาษไม่เคลือบผิวมาเคลือบผิว เพื่อใช้ในงานพิมพ์ที่มีสกรีนละเอียด สารที่ใช้เคลือบผิวกระดาษ ได้แก่ สารสีขาวทึบแสงไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) หรือ ดินขาว (china clay) การเคลือบสีของกระดาษจะทำในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกระดาษ (จรินทร์ เทศวาณิช, 2538: 181) กระดาษเคลือบผิว นิยมเรียกว่า กระดาษอาร์ต ซึ่งเป็นกระดาษที่มีผิวเรียบและมีความมันสูง กระดาษเคลือบผิวจะมีราคาแพงกว่ากระดาษปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจำแนกประเภทของกระดาษตามวัตถุดิบและวิธีการผลิตกระดาษ

จำแนกประเภทกระดาษด้วยวิธีนี้เป็นการจำแนกตามกรรมวิธีการผลิตกระดาษเริ่มตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การเตรียมเยื่อ และการผลิตเยื่อ ซึ่งเป็นการทำให้วัตถุดิบแยกตัวเป็นเส้นใยด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการใช้พลังกล ใช้สารเคมี หรือใช้ทั้งพลังกลและสารเคมี การผลิตกระดาษมีวิธีการผลิตเยื่อได้ดังนี้

3.1 กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้พลังกลในการผลิต ได้แก่ กระดาษปรู๊ฟ กระดาษหนังสือพิมพ์ ซึ่งจะเป็นกระดาษที่มีราคาถูก เป็นการใช้พลังกลในการบดไม้ ไม่มีการเติมสารเคมีในการขจัดสิ่งเจือปนออกไป เยื่อที่ได้จากการบดวิธีนี้จะมีสารจำพวก สารลิกนิน กัม และเรซิน ซึ่งเมื่อนำมาทำกระดาษจะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้เร็ว

3.2 กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้สารเคมีและพลังกลในการผลิต วิธีนี้จะใช้สารเคมีเข้าช่วยในการสลายเยื่อร่วมกับการใช้พลังกล เพื่อให้ลิกนินละลายออกมาได้เร็ว ทำให้เส้นใยในไม้แยกออกจากกันได้เร็วขึ้น การใช้สารเคมีทำให้กระดาษมีความขาวมาก สารที่ใช้ได้แก่ โซเดียมไบซัลไฟท์ (sodium bisulphite) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) เป็นต้น

3.3 กระดาษที่ผลิตจากเยื่อที่ใช้สารเคมีในการผลิต สารเคมีที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ โซเดียมซัลไฟท์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น ซึ่งช่วยในการสลายลิกนินในเยื่อไม้ ทำให้ได้กระดาษที่มีความขาว มีความทนทานต่อแรงดึงต่าง ๆ มีความทนทานต่อการเก็บรักษา และยังป้องกันการดูดซึมหมึกที่ผิวกระดาษมากเกินไป

3.4 กระดาษที่ใช้เส้นใยเซลลูโลสบริสุทธิ์ กระดาษที่ได้จากการผลิตเส้นใยที่บริสุทธิ์ จะมีคุณภาพดีที่สุด เก็บไว้ได้นาน แต่ราคาของกระดาษยังสูงอยู่ไม่นิยมใช้พิมพ์งานทั่วไป ส่วนมากจะใช้สำหรับพิมพ์เช็ค ธนบัตร และพันธนบัตร

3.5 กระดาษที่ใช้เส้นใยสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษ ปัจจุบันมีการใช้กระดาษอย่างมากมายและเพิ่มมากขึ้นทุกปี วัตถุดิบจากธรรมชาติเริ่มที่จะขาดแคลน วัสดุจำพวกเส้นใยสังเคราะห์จึงมีบทบาทในการผลิตกระดาษ กระดาษที่ใช้เส้นใยสังเคาะห์ผสมกับเส้นใยธรรมชาติจะมีคุณภาพดีกว่ากระดาษที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ คือ มีความทนทานต่อการพับต่อแรงดึง และต่อการฉีกขาด มีความเหนียวและยืดหยุ่น มีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ วัตถุดิบที่นิยมใช้ในทางการค้าจะทำจาก เส้นใยไนลอน หรือเส้นใยพอลิเอสเตอร์ ซึ่งจะผสมกับเยื่อเซลลูโลส เป็นที่นิยมใช้กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ

วัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ

1. ไม้ (Wood) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1.1 ไม้เนื้ออ่อน (Softwood) เป็นไม้ที่มีลักษณะใบเขียวเข้มตลอดปี จำพวกที่มีเมล็ดเป็น cones ซึ่งเรียกว่า conifers เส้นใยจะมี pit เรียงตัวในแนวรัศมี ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย 3 – 4 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ยของเส้นใย 15 – 30 ไมครอน ได้แก่ ไม้สนเมืองหนาว

ไม้สน (Pine) ไม้สนที่เหมาะสำหรับทำเยื่อกระดาษประเภทเยื่อใยยาวมี 2 ชนิด คือ ไม้สนสองใบ และไม้สนสามใบ มีมากในภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน การใช้ประโยชน์จากไม้สน คือ นำยางและชันสนออกมาขายให้แก่ประชาชนเท่านั้น ดังนั้นได้นำไม้สนมาผลิตเยื่อกระดาษ ไม้สนเป็นพืชยืนต้นมีการเจริญเติบโตช้า การปลูกไม้สนป้อนโรงงานต้องเสียเวลาอย่างน้อย 10 ปี และได้เนื้อไม้คิดเฉลี่ยต้นละ 1.3 ลูกบาศก์เมตร ไม้สนสามารถผลิตเยื่อได้ประมาณ 54,000 ตันต่อปี และผลิตเป็นกระดาษประมาณ 60,000 ตันต่อปี (นัยนา นิยมวัน, 2526: 56)

1.2 ไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) เป็นไม้ใบกว้าง ผลัดใบในฤดูใบไม้ร่วงส่วนมากเป็นไม้ในเขตร้อน เส้นใยจะเป็นแบบ libiform เส้นใยไม่ทำหน้าที่เป็นทางเดินของน้ำแต่จะมีเซลล์จำพวก vessel ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย 1 – 1.5 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ยของเส้นใย 7 – 15 ไมครอน ได้แก่ ไม้เมืองร้อนเกือบทุกชนิด ไม้เนื้อแข็งเมืองหนาว ได้แก่ maple, oak, และ birch

ไม้ยางพารา (Rubber wood) ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่ให้เยื่อใยสั้น เมื่อทำเป็นเยื่อกระดาษแล้วนำมาผสมกับเยื่อใยยาว จะได้กระดาษที่มีคุณภาพดี เยื่อใยสั้นของไม้ยางพาราถ้าไม่ได้ฟอกขาวจะใช้ทำกระดาษห่อของได้ ไม้ยางพาราจะให้ปริมาณของเยื่อใยสูงและย่อยง่าย ประเทศมาเลเซียได้ผลิตเยื่อใยจากไม้ยางพาราส่งประเทศญี่ปุ่น การผลิตเยื่อใยจากไม้ยางพาราในประเทศไทย จะอยู่ในโครงการกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง แต่มีการผลิตเยื่อใยน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานผลิตกระดาษ ดังนั้นในอนาคตต้องมีการวางแผนปลูกไม้ยางพารา เพื่อเป็นวัตถุดิบในการทำเยื่อใยกระดาษให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานผลิตกระดาษ (สุริยัน มูลสาร, 2536: 103)

2. วัสดุเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ (Nonwood) แบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ฝ้าย (cotton, linter) ทั้งใยฝ้ายและเมล็ดฝ้ายติดปุย เป็นวัตถุดิบประเภทใยยาว ปริมาณอัลฟาเซลลูโลสสูง ใช้ผลิตเยื่อชนิดพิเศษให้คุณภาพสูง

พืชเส้นใย (bast fiber plants) เป็นพืชล้มลุกที่ลำต้นประกอบด้วยเปลือกที่มีเส้นใยยาว ได้แก่ ลินิน ป่าน ปอกระเจา และปอแก้ว เป็นต้น ลักษณะเนื้อไม้ภายในเป็นประเภทใยสั้น มีขุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย เส้นใยประเภทนี้เมื่อผ่านขบวนการบดเยื่อ มักแยกตัวออกในแนวแกนของเส้นใย เยื่อจากปอแก้วทั้งต้นเป็นเยื่อผสมทั้งใยยาวและใยสั้น ผลการทดลองพบว่าเยื่อดังกล่าวสามารถทำกระดาษได้คุณภาพดี (เศรษฐกิจการพาณิชย์, 2521: 76)

ปอแก้ว (Kenaf) เยื่อจากปอแก้วเป็นเยื่อผสมทั้งเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น สามารถนำมาผลิตกระดาษได้คุณภาพดี โดยไม่ต้องผสมเยื่อใยชนิดอื่น เพราะปอแก้วมีทั้งเยื่อใยสั้นและเยื่อใยยาวปนกันอยู่แล้ว ปอแก้วแห้ง 2.5 ตัน สามารถผลิตเยื่อใยได้ 1 ตัน

2.3 ของเหลือทางการเกษตร (agricultural waste) ได้แก่ ฟางข้าวและชานอ้อย เป็นต้น เป็นแหล่งวัตถุดิบประเภทใยสั้นที่มีปริมาณมาก มีขุย และสารเคมี จำพวกซิลิกาอยู่ด้วยจึงมักมีปัญหาในการนำสารเคมีกลับมาใช้อีก

ฟางข้าว (Rice straw) ฟางข้าวเป็นพืชที่ให้เส้นใยสั้นและบาง กระดาษที่ทำจากฟางข้าวจะมีแรงต้านทานการฉีกขาดและความทึบแสงต่ำ เยื่อใยจากฟางข้าวใช้สำหรับทำกล่องกระดาษ ทำกระดาษเข็ง ทำกระดาษห่อของ สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันโรงงานกระดาษบางประอินใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษ ผลิตเยื่อใยได้ประมาณ 9,000 ตันต่อปี (นัยนา นิยมวัน,2526 : 56) ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และมีอยู่เป็นจำนวนมาก แหล่งที่สำคัญ ๆ จะอยู่ในจังหวัดทางภาคกลาง ปริมาณที่เก็บเกี่ยวในประเทศมีประมาณ 7 – 14 ล้านตันต่อปี

ชานอ้อย (Bagasse) ชานอ้อยเป็นผลผลิตพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาล เยื่อใยจากชานอ้อยจะเป็นเยื่อใยสั้นปานกลาง ปัจจุบันมีโรงงานน้ำตาล 43 โรง มีปริมาณชานอ้อยป้อนโรงงานประมาณ 120,000 ตัน ซึ่งมีกำลังการผลิตเยื่อใยประมาณปีละ 22,000 ตัน (กรมเศรษฐกิจพาณิชย์, 2521: 76) เยื่อใยจากชานอ้อยสามารถนำมาผลิตกระดาษได้หลายชนิด เช่น กระดาษเหนียว กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษอนามัย กระดาษลูกฟูก กระดาษแข็ง เป็นต้น

2.4 วัตถุดิบประเภทหญ้า วัสดุเส้นใยประเภทนี้จะรวมไม้ไว้ด้วย มีส่วนประกอบของสารเคมีจำพวกซิลิกาสูง โดยเฉพาะ ที่ใช้กันในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ได้แก่ sabai grass หญ้าขจรจบ และไม้เพก เป็นต้น หญ้าขจรจบเป็นพืชที่เยื่อใยสั้น ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีกว่าฟางข้าว ใช้ทดแทนเยื่อใยยาวที่นำเข้าจากต่างประเทศได้เป็นบางส่วน เยื่อใยจากหญ้าขจรจบเหมาะสำหรับกระดาษเขียน

หญ้าขจรจบ (Burma grass) หญ้าขจรจบเป็นพืชที่ให้เยื่อใยสั้น แต่ให้เยื่อใยในปริมาณสูงและมีคุณภาพดีกว่าฟางข้าว เยื่อใยเหมาะสำหรับผลิตกระดาษพิมพ์เขียน โรงงานบางประอินผลิตเยื่อใยจากหญ้าขจรจบประมาณ 3,000 ตันต่อปี ซึ่งถือว่าใช้น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่มีอยู่ การนำเอาหญ้าขจรจบมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษเป็นการช่วยกำจัดวัชพืชได้อีกทางหนึ่ง ทำให้ชาวไร่ชาวนามีรายได้เพิ่มจากการเก็บหญ้าขจรจบมาขายให้กับโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เศษกระดาษ เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและมีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณการใช้มากขึ้น ในปัจจุบันมีการนำเข้าเศษกระดาษมากกว่าใช้กระดาษภายในประเทศ

ประเภทของเยื่อกระดาษ

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษเป็นอุตสาหกรรมที่จัดขึ้นเพื่อสนองความต้องการของอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ แต่มีปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอแก่ความต้องการของโรงงาน อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษที่โรงงานผลิตใช้เองมีไม่กี่ประเภท พอสรุปได้ดังนี้

1. เยื่อกระดาษชนิดฟอกขาว (Bleached pulp) คือ เยื่อใยที่ผ่านการฟอกด้วยสารเคมีจนได้สีขาว ใช้สำหรับผลิตกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน เยื่อฟอกขาวที่ผลิตขึ้นใช้เองในประเทศได้จากวัตถุดิบจำพวกวัสดุเหลือใช้และวัชพืช ได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย หญ้าขจรจบ เป็นต้น

2. เยื่อกระดาษชนิดไม่ฟอก (Unbleached pulp) คือ เยื่อใยที่ไม่ผ่านการฟอกด้วยสารเคมี ใช้สำหรับผลิตกระดาษอุตสาหกรรม มีแต่โรงงานที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เอง วัตถุดิบที่ใช้ คือ ชานอ้อย (มนตรี สนิทประชากร, 2529: 98)

ขั้นตอนการผลิตกระดาษในอุตสาหกรรมครัวเรือน

การผลิตกระดาษในระดับครัวเรือนส่วนมากนิยมใช้ต้นสาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเปลือกสาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสา จะมาจากต้นสา 2 ชนิด คือ ชนิดต้นเขียว ซึ่งเป็นเปลือกสาที่มีคุณภาพดี และชนิดต้นม่วง การตัดกิ่งสาที่มีอายุประมาณ 8 เดือน – 1 ปี แล้วนำมาขูดผิวออกแล้วลนไฟเพื่อให้เปลือกล่อนออก ปลือกสาที่ลนไฟนี้เมื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษจะมีความขาวมากกว่า กระดาษที่ได้จากเปลือกสาที่ไม่ได้ลนไฟ

1. การแช่เปลือกสาในน้ำ ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกสาอ่อนตัวลงก่อนที่จะนำไปต้มต่อไป บางแห่งจะนำไปต้มเลยซึ่งจะกินเวลานานกว่าการแช่ก่อนแล้วจึงต้ม

2. การต้มเยื่อ เพื่อให้เปลือกสานิ่มและเยื่อแยกตัวได้ดีก่อนที่จะนำไปทุบ การต้มนี้ทำได้ใน 2 ลักษณะคือ

2.1 การต้มโดยใช้ขี้เถ้า จะใช้ถังน้ำมันหรือถังก๊าซเก่าใส่น้ำ เปลือกสาและขี้เถ้าแล้วนำไปต้มประมาณ 3 – 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณสมบัติของขี้เถ้า

2.2 การต้มโดยใช้โซดา เป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดเวลาให้ผลที่แน่นอนกว่าชนิดแรก แต่จะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า

3. การฟอกสี ในผู้ผลิตบางรายจะทำก่อนทุบเยื่อเพื่อให้ได้กระดาษที่ขาวขึ้นกว่าสีของเยื่อสาตามธรรมชาติ โดยในการฟอกสีจะใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทุบเยื่อ เยื่อสาที่ผ่านการต้มทำความสะอาดแล้ว ก็จะนำมาตีหรือทุบเยื่อให้แตกละเอียดสม่ำเสมอ เพื่อนำไปทำแผ่นกระดาษต่อไป การทุบเยื่อสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

4.1 การทุบเยื่อด้วยมือ โดยนำเยื่อวางบนท่อนไม้แล้วทุบด้วยฆ้อนไม้ 2 มือ สลับกัน จะทำให้เยื่อประสานตัวกันเป็นอย่างดี ได้กระดาษที่มีความเหนียว

4.2 การทุบด้วยเครื่อง เมื่อนำไปทำแผ่นกระดาษจะได้กระดาษที่มีความหนาสม่ำเสมอ และเร็วแต่การประสานตัวของเส้นใยจะไม่เหนียวเท่ากับการทุบด้วยมือ

5. การทำแผ่นกระดาษ เยื่อปอสาที่ผ่านการทุบแล้วจะนำมาทำเป็นแผ่นกระดาษได้ 2 วิธี คือ การตักช้อนและการแตะ

6. การลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรงขณะเปียก เปิดบานพับแล้วหยิบตะแกรงตักเยื่อออกคว่ำบนป้าสักหลาด ยกด้านหนึ่งของตะแกรงออกในแนวฉากให้ตะแกรงหลุดจากเยื่อเป็นแนวขนานกับขอบตะแกรง โดยวิธีนี้แผ่นเยื่อจะติดอยู่บนผ้าสักหลาด วางแผ่นเปียกซ้อน ๆ กันตามจำนวนที่ตัดได้ตามต้องการ (อาจใช้เส้นด้ายขึงขวางแต่ละแผ่นเพื่อสะดวกในการลอกต่อไป)

7. การรีดน้ำออกจากแผ่นกระดาษ เมื่อได้ปริมาณแผ่นกระดาษที่ต้องการแล้ว จะใช้ผ้าสักหลาดอีกผืนหนึ่งคลุมทับเอาไว้ เพื่อให้สารยางกระเจี๊ยบสลายตัว แล้วจึงนำกองกระดาษนี้ไปทำการรีดน้ำออกโดยเครื่องไฮโดรลิคเพรส จนแผ่นกระดาษมีความชื้นหมาดพอสมควร

8. การอบแห้ง ลอกแผ่นกระดาษจากกอบที่วางซ้อนและบีบน้ำออกจนหมาดแล้วทีละแผ่นวางลงบนเครื่องอบแห้งซึ่งใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อน รีดผิวหน้ากระดาษให้ตึงเรียบทั้งแผ่น (อาจใช้ลูกสักหลาดทรงกระบอกรีดทับ หรือแปรงขนอ่อนนุ่มกวาดก็ได้) อบเป็นเวลาเพียง 1 – 2 นาที แผ่นกระดาษนี้ก็จะแห้งลอกออกได้

9. การลอกแผ่นกระดาษ ทำการลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรง โดยใช้มือสะกิดตรงมุมของกระดาษทั้ง 2 ข้าง มุมกระดาษเผยออกให้จับมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง ลอกออกอย่างระมัดระวัง เพราะกระดาษอาจจะฉีกขาดได้

การต้มบดเยื่อกระดาษด้วยกรรมวิธีโซดา (Soda process)

กรรมวิธีโซดา (Soda process) เป็นกรรมวิธีทางเคมี วิธีแรกที่ค้นพบและสามารถนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรมโดยชาวอังกฤษในระหว่างปี 1853-1854 กรรมวิธีนี้ใช้สารเคมีที่สำคัญคือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กรรมวิธีนี้ย่อยไม้เนื้อแข็งได้ดีกว่าไม้เนื้ออ่อน (soft wood) เยื่อที่ได้จากกรรมวิธีนี้ให้ผลผลิตน้อย คือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของไม้ และความแข็งแรงของเยื่อเมื่อนำไปทำกระดาษค่อนข้างต่ำ ต่ำกว่าเยื่อที่ได้จากกรรมวิธีซัลเฟต และมีสีน้ำตาลคล้ำ แต่อาจทำให้ขาวได้โดยการฟอกสี และอาจนำไปใช้ทำกระดาษประเภทต่างๆได้ การย่อยก็จะย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในถังย่อย (digester) เช่นเดียวกับกรรมวิธีซัลเฟต ปริมาณ NaOH ที่ใช้ประมาณ 15 –20 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้งของไม้ อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างต้มประมาณ 160 – 170°C เวลาที่ใช้ในการย่อย 4 –6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้และผลผลิตที่ต้องการ (นิยม เพชรผุด, 2516: 117)

การฟอกขาวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl)

เส้นใยที่ยังไม่ได้ฟอกสีจะมีสีคล้ำ โดยเฉพาะเยื่อที่ได้จากกรรมวิธีซัลเฟตและโซดา การนำไปใช้ต้องฟอกสี เว้นแต่กระดาษบางชนิดที่ถือว่าสีมีความสำคัญเป็นอันดับรอง ๆ ลงไปก็ไม่จำเป็นต้องฟอกสี การฟอกขาวเป็นขั้นตอนของการทำลายสารที่มีสีบนเส้นใยที่ติดมาตามธรรมชาติหรือจากการปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการปั่น ทอ จนได้เป็นผ้าผืน การฟอกขาวมีความจำเป็นเฉพาะกับผ้าที่จะนำไปทำเป็นผ้าขาวและผ้าย้อมสีอ่อน เพื่อทำให้ได้ความขาวหรือได้สีที่สดใส สำหรับผ้าที่นำไปย้อมสีเข้มอาจไม่จำเป็นต้องฟอกขาวก็ได้ สำหรับเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งค่อนข้างสะอาดและขาวอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องฟอกขาวก็ได้ ยกเว้นกรณีที่ต้องการไปทำผ้าขาว การฟอกขาวมีจุดประสงค์ คือ การกำจัดสิ่งสกปรกที่มีบนเส้นใย และ การกำจัดเปลือกเมล็ดฝ้ายหรือเปลือกของวัตถุดิบ

สารออกซิไดซิ่ง (Oxidising Bleaching Agents) ที่นิยมนำมาใช้ฟอกขาวผ้ามีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide ; H_2O_2)
2. โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite ; NaOCl)
3. โซเดียมคลอไรต์ (Sodium Chlorite ; $NaClO_2$)

สารฟอกขาวที่นิยมนำมาใช้ในการฟอกขาวของการผลิตกระดาษมากที่สุด คือ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2541: 199)

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ มีสูตรทางเคมี คือ NaOCl เป็นสารออกซิไดซ์ที่แรงที่สุดในจำพวกสารฟอกสิ่งทอ (Redox potential 1400 – 1550 mV) เป็นสารเคมีที่มีราคาถูก โดยทั่วไปใช้ฟอกเส้นใยเซลลูโลส ผ้า ก่อนฟอกต้องทำการกำจัดแป้งและกำจัดสิ่งสกปรกมาอย่างดีเสียก่อน เนื่องจากมันมีค่า Redox potential สูงจึงไม่สามารถทำให้เปลือกเมล็ดฝ้ายละลายน้ำ ขณะเก็บ มันจะค่อยๆ สลายตัวไปเอง ทำลายเส้นใยฝ้ายได้รุนแรงมาก ดังนั้นการใช้จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2541: 199) มีดังนี้

$$NaOCl + H_2O \rightleftharpoons NaOH + HOCl \quad \text{------(1) เกิดไฮโดรไลซิส}$$

$$HOCl \longrightarrow HCl + O \quad \text{------(2) ปล่อยสารฟอก O}$$

$$NaOCl + HCl \longrightarrow NaCl + HOCl \quad \text{------(3) เกิด HOCl สูงสุด}$$

$$HOCl + HCl \rightleftharpoons H_2O + Cl_2 \quad \text{------ (4) เกิดคลอรีนอิสระ}$$

อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามสมการ (1) ถึง (4) ได้ดังนี้

เมื่อโซเดียมไฮโปคลอไรต์ละลายน้ำเกิดการแตกตัวตามสมการ (1) ปฏิกิริยานี้ไป – กลับได้ มีความสมดุลที่ pH 11 – 11.5

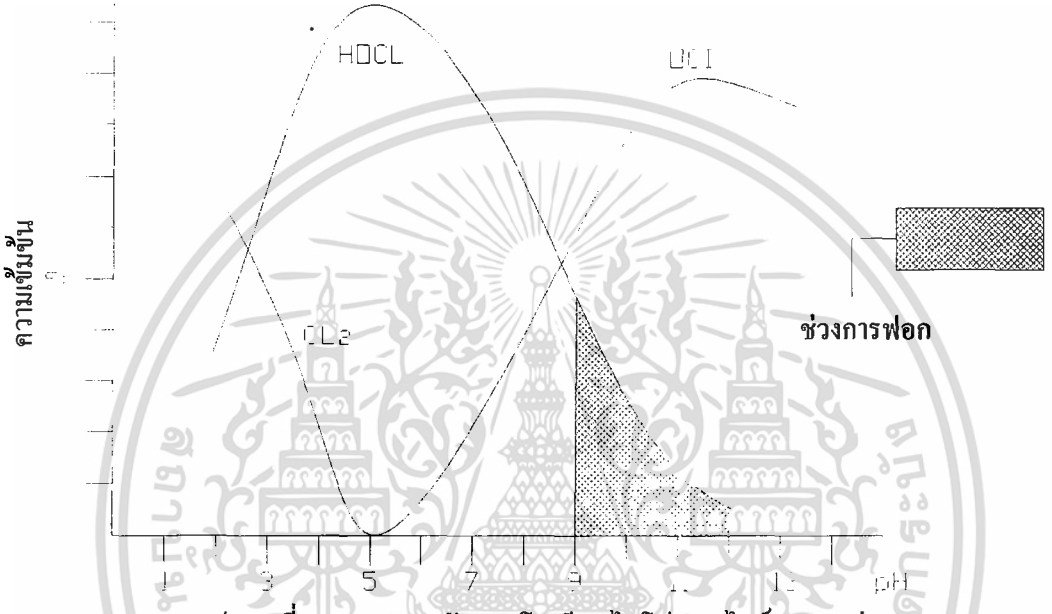
กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) ที่เกิดขึ้นตามสมการ (1) มีความไม่เสถียร ถ้ามีสารที่ถูกออกซิไดซ์ได้อยู่ด้วย มันจะแตกตัวตามสมการ (2) ให้แอคทีฟออกซิเจนอะตอมออกมาทำการฟอกผ้า แม้ปริมาณ HOCl มีไม่มาก แต่ก็เพียงพอต่อการนำไปฟอก เมื่อแอคทีฟออกซิเจนถูกใช้ไปอย่างต่อเนื่อง ก็ทำให้ NaOCl สลายตัวให้ HOCl อย่างต่อเนื่องเช่นกัน ทำให้เกิดการฟอกอย่างต่อเนื่องไปช้า ๆ

ถ้าเติมโซดาไฟลงไปในน้ำยาฟอกนี้ ความสมดุลของสมการ (1) จะเลื่อนมาทางซ้าย ความเข้มข้นของ HOCl ลดลง ทำให้น้ำฟอกนี้มีความเสถียรมากขึ้น ทำให้ผลการฟอกลดลง

ถ้าเติมกรดลงในน้ำยาฟอกนี้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ (3) ความเข้มข้นของ HOCl เพิ่มขึ้น HOCl เป็นกรดอ่อน เมื่อเติมกรดลงในน้ำยาฟอกทำให้ pH อยู่ในช่วง 5 – 6 จะทำให้เกิด NOCl สูงสุดเกิดการฟอกอย่างรุนแรง ผ้ามีโอกาสเปื่อยมากที่สุด เมื่อเติมกรดลงไปอีก pH ของสารละลายต่ำลงปริมาณ HOCl ลดลง และเปลี่ยนรูปเป็นการสลายตัวให้ก๊าซคลอรีน (Cl_2) ตามสมการ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ pH ต่าง ๆ กัน สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ตามรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 การสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ณ pH ต่าง ๆ

สรุปว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์เมื่อทำเป็นสารละลายเพื่อใช้ในการฟอก ถ้าสารละลายที่เป็นกลางจะสลายตัวให้แอคทีฟออกซิเจนออกมาเรื่อย ๆ เมื่อฟอกขาวผ้ามีโอกาสทำให้ผ้าเปื่อยได้ ถ้าสารละลายที่เป็นด่าง (ช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการฟอก คือ 9 – 11.5) จะให้แอคทีฟออกซิเจนออกมาช้า ๆ ทำให้การฟอกผ้าสม่ำเสมอ ไม่ทำให้ผ้าเปื่อย แต่ถ้าอยู่ในสารละลายที่เป็นกรดจะเกิดการฟอกอย่างรุนแรงที่สุด ผ้ามีโอกาสเปื่อยมากที่สุดด้วย

การฟอกผ้าด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถทำได้ทั้งวิธีแช่ผ้าอยู่ในสารละลายไฮโปคลอไรต์ หรือ ความร้อนเป็นตัวเร่งให้เกิดการออกซิไดซ์เร็วขึ้น ทำให้ผ้าเปื่อยเร็วขึ้น ดังนั้นการฟอกด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์จึงนิยมทำที่อุณหภูมิห้อง

การเตรียมสารละลายไฮโปคลอไรต์เพื่อนำมาทำแพด – หมัก ควรเตรียมสารละลายให้มีแอคทีฟคลอรีนไม่เกิน 8 กรัมต่อลิตร หมักไว้ราว 30 นาที ที่ pH 11.5 ความเข้มข้นและเวลาเท่านี้ไม่ทำให้ผ้าเปื่อย ถ้าใช้แอคทีฟคลอรีนเพียง 4 กรัมต่อลิตร สามารถหมักผ้าไว้ได้ถึง 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการฟอกขาวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์แบบแพด – หมักของผ้าฝ้าย

แอคทีฟคลอรีน กรัมต่อลิตร	5 – 8	3 – 5
pH	10.5 – 11	10.5 – 11
เวลาหมัก (นาที)	7 – 20	20 – 60

เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำไปล้างน้ำ บางครั้งอาจล้างด้วยน้ำที่มีกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) อยู่ด้วย เพื่อเร่งการสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่เหลือ หลังจากล้างน้ำแล้วถ้ายังมีโซเดียมไฮโปคลอไรต์เหลืออยู่ควรนำไปทำแอนติ – คลอร์ต่อ (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2541: 199)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เขียงพลาสติก
2. มีด
3. เครื่องชั่งชนิดหยาบและเครื่องชั่งชนิดละเอียด
4. เตาแก๊ส
5. หม้อ
6. ทัพพี
7. กะละมัง
8. พายไม้
9. กะบะขนาดใหญ่
10. กระชอนชนิดหยาบและกระชอนชนิดละเอียด
11. กระบอกตวง
12. ถ้วยตวงของเหลว
13. เวอร์เนียร์สำหรับวัดความหนาของกระดาษ
14. ตะแกรงอลูมิเนียมขนาด 25 – 40 รูต่อนิ้ว (ขนาด 12 X 12 นิ้ว)

3.2 วัตถุดิบและสารเคมี

1. ก้านใบของธูปฤาษีที่ผ่านการตากแห้ง
2. สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
3. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) (น้ำยาซักผ้าขาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36244

3.3 วิธีการทดลอง

1. การเตรียมธูปฤาษี

1.1 ตัดก้านใบของธูปฤาษีให้ยาวประมาณ 12 นิ้ว ล้างด้วยน้ำให้สะอาด นำไปตากแดด 2– 3 แดด ให้ธูปฤาษีแห้ง .

1.2 ก้านใบของธูปฤาษีที่มีความยาว 12 นิ้ว ให้ตัดแบ่งเป็น 3 ส่วน จะได้ก้านใบของธูปฤาษียาวส่วนละ 4 นิ้ว ถ้าตัดก้านใบของธูปฤาษียาวเกินไปจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการต้มบดเยื่อนานเกินไป

2. การต้มบดเยื่อของธูปฤาษี

นำธูปฤาษีที่ตากแห้งดีแล้ว ต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยใช้ NaOH 15 เปอร์เซ็นต์ / ธูปฤาษีแห้ง 100 กรัม / น้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการต้มประมาณ 160 – 170 °C เวลาที่ใช้ต้มบดเยื่อประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง (เสาวนีย์ ฉัตรพัฒนวงศ์, 254 : 40)

3. การทำความสะอาดเยื่อ

นำเยื่อที่ต้มแล้วมาล้างบนตะแกรงขนาด 25 – 40 รูต่อนิ้ว หรือใช้กระชอนขนาดใหญ่ ล้างให้เส้นใยสะอาด (สังเกตได้จากน้ำที่ใช้จะใสไม่มีสี)

4. การฟอกสี

นำเส้นใยที่ล้างสะอาดดีแล้วผสมกับน้ำในอัตราส่วนของธูปฤาษีที่ยังไม่ได้ต้ม 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง (เส้นใยที่เหลือจากการล้างทำความสะอาดแล้ว) / น้ำ 1 ลิตร / สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl หรือน้ำยาซักผ้าขาว) ที่มี active Cl 6 % ในอัตราส่วน 100 มิลลิลิตร (การฟอกสีเส้นใยของธูปฤาษี เพื่อต้องการให้เส้นใยมีความขาวสะอาดและสามารถนำมาย้อมสีได้ตามต้องการ) อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการต้มประมาณ 160 – 170 ° C ต้มประมาณ 2 ชั่วโมง ทำการคนเป็นครั้งคราว เพื่อให้เกิดการฟอกเยื่อได้อย่างทั่วถึง

5. การทำความสะอาดเยื่อหลังจากการฟอกสี

นำเส้นใยที่ผ่านการฟอกสีแล้วมาล้างทำความสะอาด ในกระชอนให้สะอาดและหมดกลิ่นของน้ำยาซักผ้าขาว (ล้างประมาณ 4 – 5 ครั้ง)

6. การกวนเส้นใยของธูปฤาษี

เส้นใยที่เหลือจากการล้างทำความสะอาดผสมกับน้ำ 1 ลิตร ใส่ในกะบะขนาดใหญ่ กวนเส้นใยด้วยพายไม้จนกระทั่งเส้นใยกระจายตัว (สังเกตจากลักษณะของน้ำจะเป็นเมือกคล้ายกาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การขึ้นรูปกระดาษ

7.1 เมื่อทำการกวนเส้นใยจนกระจายตัวแล้ว ให้ใช้ตะแกรงมุ้งลวดขนาด 25 – 40 รูต่อนิ้ว (12 X 12 นิ้ว) ตักช้อนเยื่อขึ้นมาโดยใช้มือ 2 ข้าง จับขอบตะแกรงตักลงไปในกะบะ โดยตักเข้าหาตัวแล้วยกตะแกรงขึ้นตรงๆ เทน้ำในตะแกรงออกอย่างรวดเร็ว

7.2 ยกตะแกรงขึ้นให้พ้นน้ำ เยื่อกระดาษจะติดอยู่กับตะแกรง จากนั้นนำไปตากแดดทั้งตะแกรง จนกระดาษแห้ง

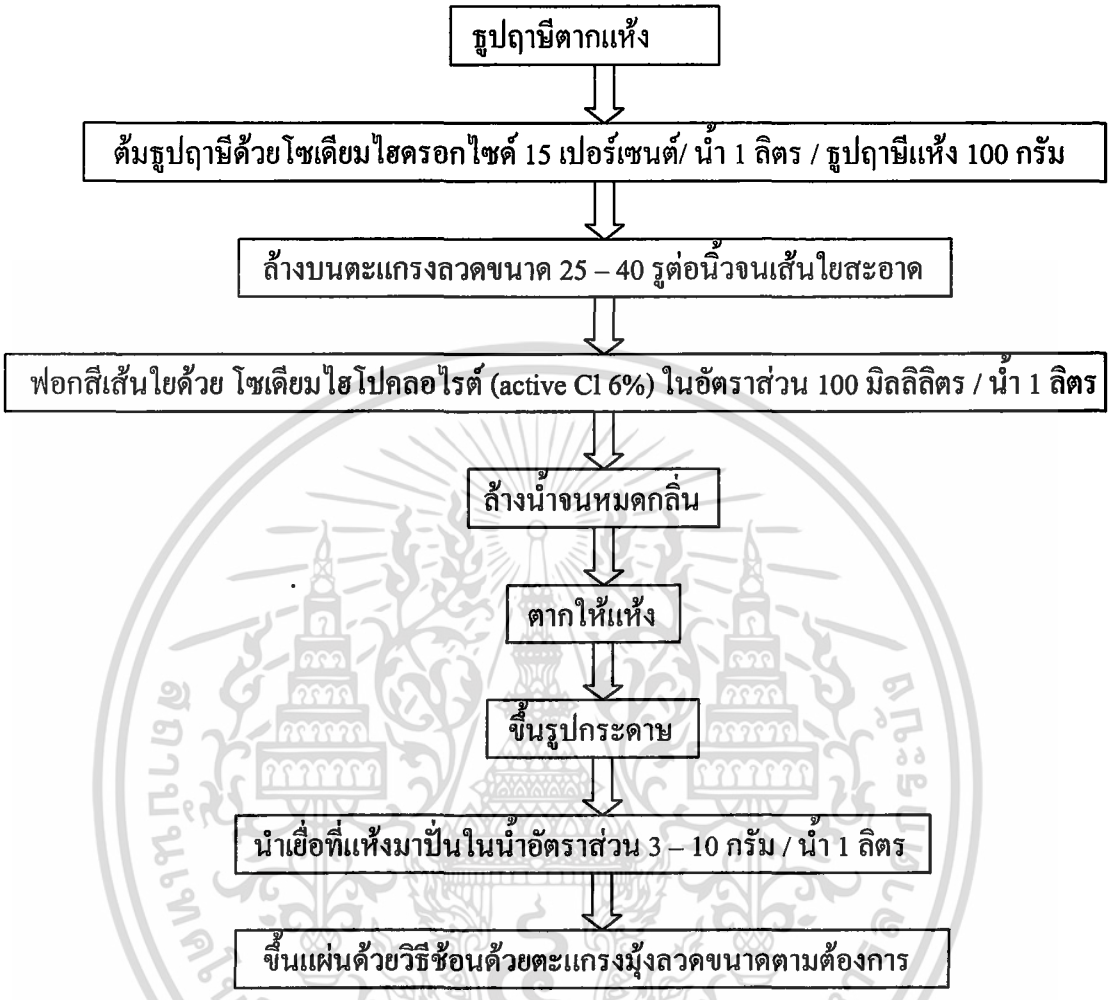
8. การลอกแผ่นกระดาษ

ทำหารลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรง โดยใช้มือสะกิดตรงมุมของกระดาษทั้ง 2 ข้าง มุนกระดาษเผยออกให้จับมุมกระดาษทั้ง 2 ข้าง ลอกออกอย่างระมัดระวัง เพราะกระดาษอาจจะฉีกขาดได้

9. การเก็บผลการทดลอง

เมื่อกระดาษแห้งดีแล้ว ทำการวัดความหนาของกระดาษด้วยเวอร์เนียร์ โดยวัดกระดาษทั้ง 4 ด้าน แล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาของกระดาษ การเก็บรักษากระดาษ ควรเก็บในที่แห้งสะอาด ไม่ควรให้ถูกน้ำ เพราะจะทำให้กระดาษเปื่อยยุ่ยและฉีกขาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากธูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการผลิตกระดาษ

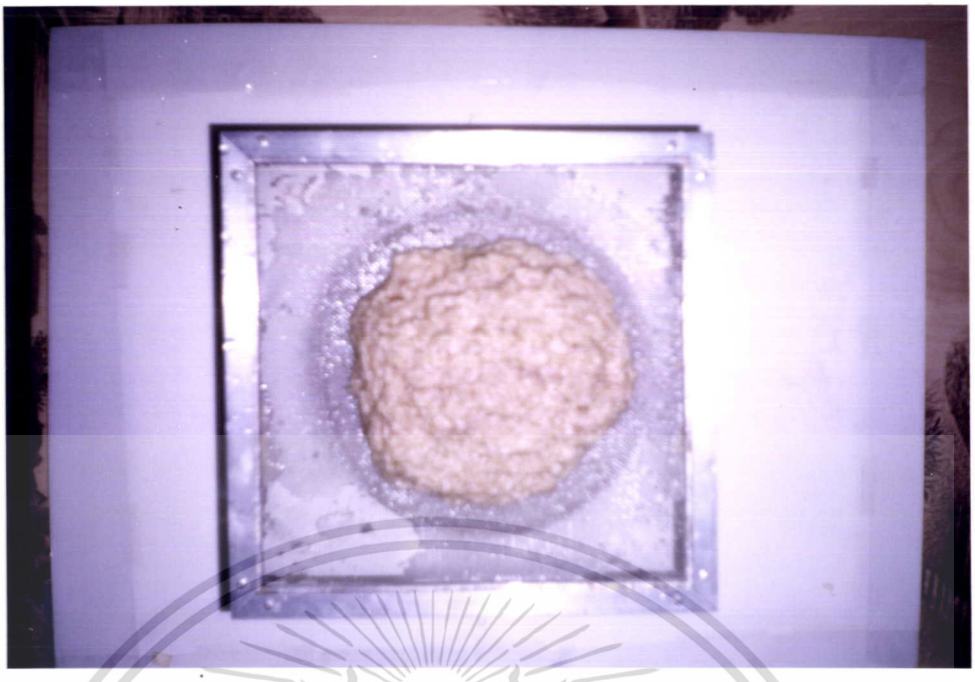
รูปภาพที่ 4 ธูปฤาษีแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 5 สารเคมีที่ในการผลิตกระดาษ

รูปภาพที่ 6 การต้มบดเส้นใยของธูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 7 การล้างเส้นใยของธูปฤาษี

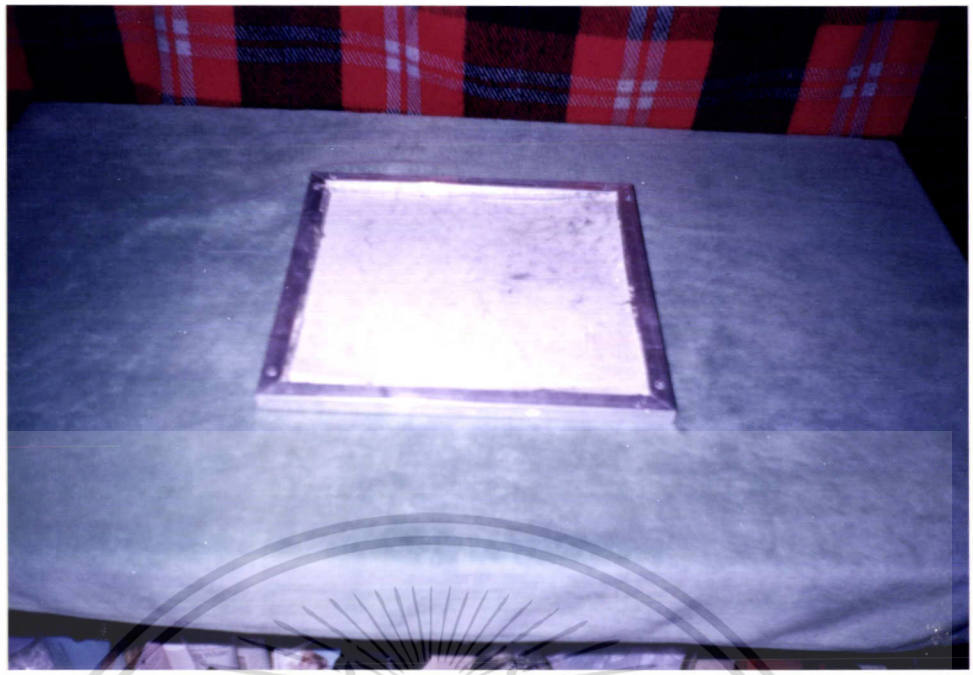
รูปภาพที่ 8 การฟอกเส้นใยของธูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 9 การล้างเส้นใยที่ผ่านการฟอกขาว

รูปภาพที่ 10 การกวนเส้นใยผสมกับน้ำจนเกิดเป็นเมือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 11 การขึ้นแผ่นกระดาษ

รูปภาพที่ 12 การลอกแผ่นกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการทดลองการผลิตกระดาษจากธูปฤาษี

จากการทดลองการทำกระดาษจากธูปฤาษี โดยการตัดก้านใบของธูปฤาษียาวประมาณ 12 นิ้ว ล้างให้สะอาดแล้วนำไปตากแดดจนธูปฤาษีแห้ง (ประมาณ 2 – 3 แดด) เมื่อธูปฤาษีแห้งดีแล้ว ให้ตัดแบ่งเป็น 3 ส่วน จะได้ก้านใบของธูปฤาษียาวส่วนละ 4 นิ้ว (ถ้าตัดก้านใบธูปฤาษียาวเกินไปจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการต้มบดเยื่อนานขึ้น) นำธูปฤาษีมาต้มกับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 15 เปอร์เซ็นต์ / ธูปฤาษีแห้ง 100 กรัม / น้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในระหว่างการต้มประมาณ 160 – 170 °C เวลาที่ใช้ต้มประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง นำเส้นใยที่ต้มแล้วมาล้างบนตะแกรงขนาด 25 – 40 รูต่อนิ้ว หรือในกระชอนขนาดใหญ่ ล้างจนเส้นใยสะอาด (สังเกตจากน้ำที่ใช้ล้างจะใส ไม่มีสี) นำเส้นใยที่เหลือจากการล้างมาฟอกสี โดยการนำเส้นใยที่ล้างทำความสะอาดแล้วมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนของธูปฤาษีที่ยังไม่ได้ต้ม 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง / น้ำ 1 ลิตร / สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl หรือน้ำยาซักผ้าขาว) ที่มี Active Cl 6 % ในอัตราส่วน 100 มิลลิลิตร อุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการต้มประมาณ 160 – 170°C เวลาที่ใช้การฟอกขาวประมาณ 2 ชั่วโมง นำเส้นใยที่ผ่านการฟอกขาวมาล้างบนตะแกรงขนาด 25 – 40 รูต่อนิ้วหรือในกระชอนขนาดใหญ่ ล้างจนสะอาดและหมดกลิ่นของน้ำยาซักผ้าขาว (ประมาณ 4 – 5 ครั้ง) จากนั้นนำเส้นใยที่เหลือจากการล้างผสมกับน้ำ 1 ลิตร กวนจนกระทั่งเส้นใยกระจายตัว (สังเกตจากน้ำจะมีลักษณะเป็นเมือกคล้ายกาว) แล้วช้อนด้วยตะแกรงมุ้งลวด นำเส้นใยที่ติดบนตะแกรงไปตากแดดจนแห้ง จากนั้นลอกแผ่นกระดาษออก

จากการทดลองจะได้กระดาษ 2 ลักษณะ คือ กระดาษแผ่นหนา และ กระดาษแผ่นบาง เมื่อวัดความหนาด้วยเวอร์เนียร์พบว่า กระดาษแผ่นหนาจะมีความหนาประมาณ 0.9 มิลลิเมตร กระดาษแผ่นบางมีความหนาประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ธูปฤาษีแห้ง 100 กรัม นำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษ จะได้เยื่อกระดาษ 40 กรัม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์จะได้ประมาณ 40% เมื่อนำมาผลิตกระดาษแล้วจะได้กระดาษขนาด 12 X 12 นิ้ว จำนวน 6 แผ่น การตักช้อนกระดาษครั้งที่ 1 – 3 จะใช้เยื่อกระดาษโดยเฉลี่ยแผ่นละประมาณ 9 กรัม จะได้กระดาษลักษณะแผ่นหนา เนื่องจากการช้อนครั้งแรก ๆ เส้นใยของธูปฤาษียังมีจำนวนมาก ส่วนการช้อนตักกระดาษครั้งที่ 4 – 6 จะใช้เยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษโดยเฉลี่ยแผ่นละ ประมาณ 4.33 กรัม จะได้กระดาษที่มีลักษณะบาง เพราะการช้อนครั้งหลัง ๆ เส้นใยของธูปฤาษีจะมีน้อยแต่ปริมาณของน้ำยังมีมาก ทำให้เส้นใยของธูปฤาษีติดบนตะแกรงน้อย ลักษณะของกระดาษที่ผลิตได้จากธูปฤาษี จะมีลักษณะอ่อนตัว เมื่อนำมาทดสอบโดยการพับหลาย ๆ ครั้ง กระดาษจะไม่เกิดการฉีกขาด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระดาษสา โดยการใช้แรงดึง ผลปรากฏว่า กระดาษสาจะมีความเหนียวมากกว่ากระดาษที่ผลิตได้จากธูปฤาษี

สีของกระดาษจะเป็นสีขาวนวล

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีเตรียมวัตถุดิบโดย การนำลำต้นและก้านใบของธูปฤาษี ตัดให้ยาวประมาณ 4 นิ้ว เมื่อนำไปต้มบดเยื่อ พบว่าลำต้นของธูปฤาษีจะใช้ระยะเวลาในการต้มบดเยื่อนานมาก ใช้เวลาในการต้มประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง ในขณะที่ก้านใบของธูปฤาษีใช้ระยะเวลาในการต้มประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง แต่ปริมาณของเส้นใยที่ได้จากการต้มบดเยื่อจะมีปริมาณเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ก้านใบของธูปฤาษี เพราะไม่ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการต้มบดเยื่อ

การขึ้นรูปกระดาษด้วยมือมี 2 ลักษณะ คือ การช้อนด้วยตะแกรง และการแตะ การช้อนด้วยตะแกรง จะกวนในกะบะขนาดใหญ่ แล้วช้อนด้วยตะแกรงมุ้งลวดด้วยมือ ทำให้การช้อนครั้งแรกจะติดเส้นใยมากทำให้กระดาษหนา ส่วนการขึ้นรูปกระดาษด้วยวิธีการแตะ จะกวนเส้นใยในภาชนะจนกระจายตัว แล้วนำน้ำใส่ในกะละมัง วางตะแกรงมุ้งลวดที่ระดับน้ำแล้วเทเส้นใยที่กระจายตัวดีแล้วบนตะแกรง วิธีนี้จะทำให้เส้นใยกระจายตัวและมีความสม่ำเสมอมากกว่าการช้อนด้วยตะแกรง สามารถควบคุมความหนาของกระดาษได้

เนื้อกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี มีลักษณะอ่อนนุ่ม เมื่อทดสอบด้วยการพับจะไม่เกิดการฉีกขาด แต่ความเหนียวของกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี เมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษสาที่ผลิตด้วยเครื่อง เพราะการกวนเยื่อกระดาษด้วยเครื่องจะทำให้เกิดความเหนียวมากกว่าการกวนกระดาษด้วยมือ เนื่องจากการกวนด้วยมือความสม่ำเสมอของแรงไม่เท่ากัน (สมบัติ อัศวปิยานนท์, 2530: 233)

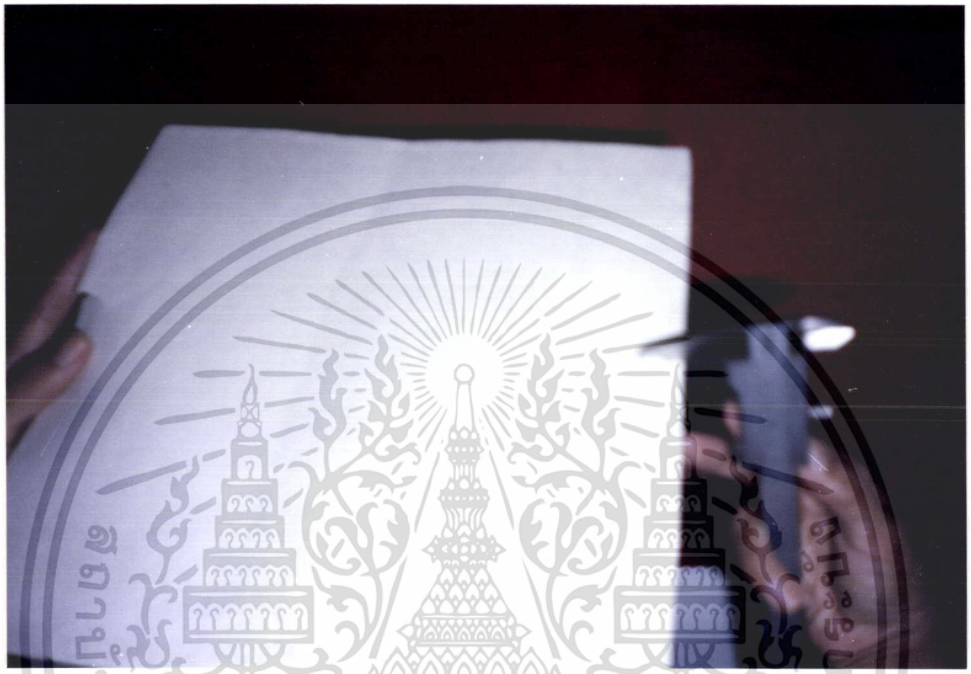
สีของกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี จะมีสีขาวนวล การฟอกสีเยื่อกระดาษจะทำให้กระดาษมีความขาว เพราะการฟอกขาวนั้นเป็นการทำลายสารที่มีสีบนเส้นใย หรือเกิดจากการปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการฟอกขาวนี้จะทำเฉพาะกระดาษที่ต้องการความขาว หรือกระดาษที่ต้องการย้อมสีต่าง ๆ ได้ นอกจากการย้อมสีเพื่อให้มีสีสันสวยงามแล้ว การเติมลวดลายลงบนกระดาษสามารถทำให้กระดาษมีความสวยงามมากขึ้น ลวดลายที่ใช้ เช่น กลีบดอกไม้ เศษไม้ต่าง ๆ ที่สวยงาม กระดาษที่ผลิตได้จากธูปฤาษีสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมาย เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเป็นกระดาษสำหรับห่อของขวัญ พับเป็นถุงกระดาษ ทำเป็นการ์ดอวยพรในโอกาสต่าง ๆ เป็นต้น

รูปภาพที่ 13 กระดาษที่ผลิตจากฐูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 14 การวัดความหนาของกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ธูปฤาษีเป็นวัชพืชที่มีการกระจายอยู่ทั่วไปตาม ห้วย หนอง คลอง บึง เป็นพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาทางน้ำมากที่สุด เช่น ปัญหาทางด้านชลประทาน ปัญหาการสัญจรทางน้ำ เป็นปัญหาของทะเลสาปและบ่อน้ำ ทำให้เกิดความตื้นเขิน ดอกแก่ของธูปฤาษีจะฟุ้งกระจายปลิวไปในอากาศ ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้คนที่เป็นโรคภูมิแพ้ ซึ่งจัดว่าธูปฤาษีเป็นวัชพืชที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์ การทดลองนำธูปฤาษีมาผลิตกระดาษ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากธูปฤาษี เช่น เป็นการเพิ่มมูลค่าของธูปฤาษี และช่วยลดปัญหาทางน้ำลงได้บ้าง

การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีในระดับครัวเรือน สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การผลิตกระดาษด้วยเครื่อง และ การผลิตกระดาษด้วยมือ ซึ่งการขึ้นรูปกระดาษด้วยมือทำได้ 2 ลักษณะ คือ การช้อนและการแตะ การขึ้นรูปกระดาษด้วยการช้อนนั้นจะได้กระดาษที่มีความหนาบางไม่เท่ากัน แต่การแตะสามารถควบคุมความหนาบางของกระดาษได้

การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีด้วยมือ โดยการนำก้านใบของธูปฤาษีที่ตากแห้งแล้ว มาต้มกับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ / ธูปฤาษีแห้ง 100 กรัม / น้ำ 1 ลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มประมาณ 160 – 170 $^{\circ}$C เวลาประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง จากนั้นล้างเส้นใยให้สะอาดดีแล้ว นำเส้นใยที่เหลือมาผสมกับน้ำ 1 ลิตร / สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 100 มิลลิลิตร ต้มนานประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วให้สะอาดและหมดกลิ่นของน้ำยาซักผ้าขาว นำเส้นที่ได้มากวนกับน้ำ 1 ลิตร ทำการกวนจนเส้นใยกระจายตัวแล้วช้อนด้วยตะแกรง นำไปตากแดดจนแห้ง ลอกแผ่นกระดาษออก การขึ้นรูปกระดาษด้วยวิธีการช้อนจะได้กระดาษ 2 ลักษณะ คือ กระดาษแผ่นหนา และกระดาษแผ่นบาง เมื่อวัดความหนาด้วยเวอร์เนียร์ กระดาษแผ่นหนาจะมีความหนาประมาณ 0.9 มิลลิเมตร และกระดาษแผ่นบางจะมีความบางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร กระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษีมีความอ่อนตัว นุ่ม เมื่อทดสอบโดยการพับหลาย ๆ ครั้ง จะไม่เกิดการฉีกขาด เมื่อนำกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษีมาเปรียบเทียบกับกระดาษสา โดยใช้แรงดึง กระดาษสาจะมีความเหนียวมากกว่ากระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี สีของกระดาษมีสีขาวนวล การฟอกสี เพื่อให้ได้กระดาษสีขาวและง่ายต่อการย้อมสี กระดาษที่ได้สมารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษห่อของขวัญ ทำการ์ดอวยพรต่าง ๆ นำมาประดิษฐ์เป็นงานศิลปะต่าง ๆ ได้แก่ ประดิษฐ์เป็นดอกไม้ ถุงกระดาษ เป็นต้น

การผลิตกระดาษจากธูปฤาษีเป็นการผลิตกระดาษในระดับครัวเรือน สามารถทำเป็นอาชีพเสริมหลังจากการประกอบอาชีพหลัก เป็นการเสริมรายได้ให้แก่ครอบครัว ทำให้ครอบครัวอยู่ดีกินดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตกระดาษสามารถทำได้ในครัวเรือน ซึ่งเป็นอาชีพอีกอาชีพหนึ่งที่จะทำรายได้ให้แก่ครอบครัว

2. ฟอกสีเส้นใยควรเพิ่มสารฟอกสีให้มากกว่าเดิม จะทำให้ได้กระดาษมีลักษณะสีขาวมากขึ้น เพราะกระดาษที่ผลิตได้จะมีสีเหลืองอ่อน

3. การผลิตกระดาษ ถ้าต้องการลวดลายที่สวยงาม สามารถเพิ่มสีหรือวัสดุที่ต้องการลงในขั้นตอนการขึ้นรูปกระดาษ โดยการนำวัสดุที่ต้องการใส่ในกะบะที่กวนเส้นใย แล้วใช้ตะแกรงตักช้อนเส้นใยขึ้นแล้วนำไปตากจนแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษม พิพัฒน์ปัญญากุล. 2541. การควบคุมคุณภาพงานเตรียมสิ่งทอเพื่อการย้อมพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชนจำกัด. 199 น.

จันทร์เพ็ญ ประคองวงศ์. 2535. การศึกษาทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาของฐูปฤาษี. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและทดลอง. กรมชลประทาน. 10 น.

จรินทร์ เทศวาณิช. 2538. การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานของกระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาฝ่านพัฒนาและเผยแพร่งานวิจัย.กรมส่งเสริมการเกษตร. 181 น.

จรีรัตน์ สาตราวาหะ. 2540. การศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในชุมชนน้ำเสียโดยฐูปฤาษี. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 452 น.

นัยนา นิยมวัน. 2526. การสำรวจและการศึกษาหาความต้องการงานวิจัยในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ. กรุงเทพฯ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. 56 น.

นิยม เพชรผุด. 2516. อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.

บุญหงษ์ จงคิด. 2538. ผลของฐูปฤาษีที่ใช้คลุมดินต่ออัตราการให้น้ำในแปลงถั่วเขียว. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 178 น.

มนตรี สนิทประชากร. 2529. การพัฒนาวัตถุดิบเยื่อกระดาษและกระดาษในประเทศไทย กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 98 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศรษฐกิจการพาณิชย์. 2521. รายงานผลการศึกษาวิจัยกระดาษพิมพ์เขียน. กรุงเทพฯ: วิชาพิมพ์ข่าวพาณิชย์. 76 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พันธุ์ไม้น้ำ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์. 233 น.

สมบัติ อัศวปิยานนท์. 2526. การปรับปรุงวิธีการผลิตกระดาษสา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 73 น.

สุริยัน มูลสาร. 2536. ศักยภาพของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและการปลูกสร้างสวนป่าโตเร็วในประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. 103 น.

เสาวนีย์ ฉัตรพัฒนวงศ์. 2541. แนวทางการผลิตกระดาษจากใบสับปะรด. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัญทิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. 40 น.

อุดมศักดิ์ แก้วธนะสิน. 2526. การเก็บรักษาธูปฤาษีเพื่อทำดอกไม้แห้ง. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัญทิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 25 น.

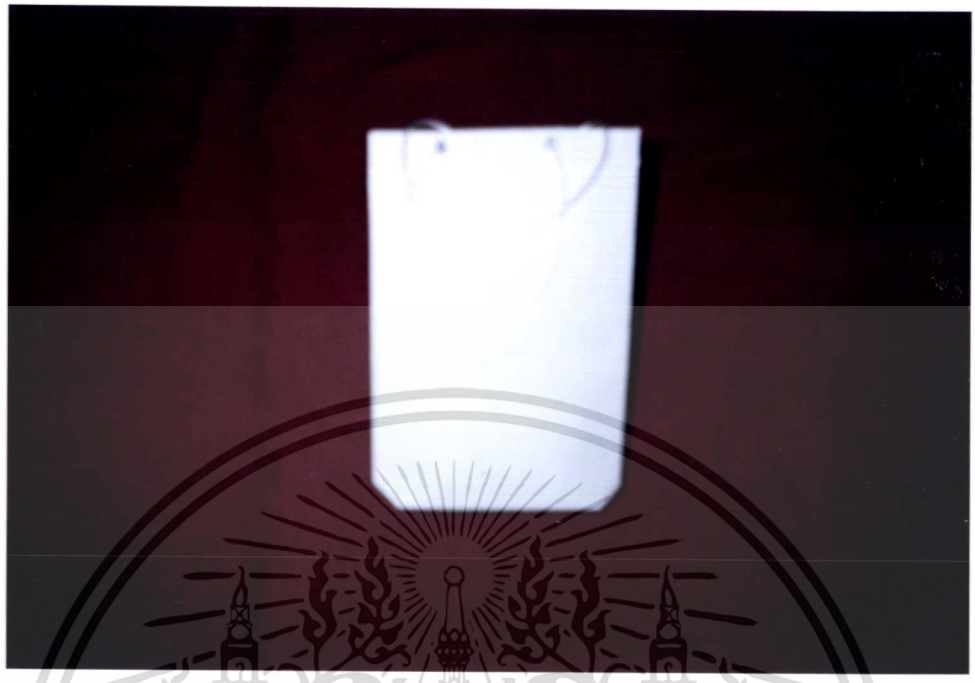
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์จากกระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษี

กระดาษที่ผลิตจากธูปฤาษีสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ในการห่อของ ของขวัญ การ์ดอวยพร ถุงกระดาษ เป็นต้น

<u>รูปภาพที่ 15</u> การห่อของขวัญด้วยกระดาษจากธูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 16 ถุงกระดาษ

รูปภาพที่ 17 การ์ดอวยพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 18 สมุดจดบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้