



รายงานการวิจัย

การทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม

โดย

ผศ.ศศิธร จารุสมบัติ

อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธ์

อ. ดร.ศราวุธ อินทรเทศ

โครงการวิจัยของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH

ปีงบประมาณ 2548

TS

1176.4

A76

เลขหมู่..... ๑๑๑๑

เลขทะเบียน... 123937

วัน, เดือน, ปี 28 ส.ค. 2555

b. 12234679
i.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ หัวหน้าภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องอัดกระดาษมาโดยตลอด รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำกรรมวิธีการอัดกระดาษ และที่สำคัญคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะครูศาสตราจารย์-อูดสากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณทั้งหมดที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ จนลุล่วงสำเร็จเป็นเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระดาษได้โดยไม่ใช้สารเคมี เพื่อช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และสามารถนำกระดาษที่ได้จากการอัดไปใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้อีกด้วย

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการวิจัย : การทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม

คณะผู้ดำเนินการวิจัย : ผศ.ศศิธร จารุสมบัติ
อ.พิศุทธิ์ ศิริพันธ์
อ. คร.ศราวุธ อินทรเทศ

หน่วยงาน : ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ : 2548

การวิจัยเรื่อง การทำกระดาษจากพืชหอม: กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ และ เพื่อทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษจากเตยหอมและตะไคร้หอม โดยใช้เครื่องอัดกระดาษโดยผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระดาษที่เหมาะสมกับการผลิตกระดาษในระดับครัวเรือน ที่มีต้นทุนต่ำ ง่ายต่อการปฏิบัติงาน และสามารถใช้ในการผลิตกระดาษทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมภายในครัวเรือน

เครื่องที่ได้สามารถผลิตกระดาษขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร มีการใช้ระบบไฮดรอลิก และใช้ระบบความร้อนเข้ามาช่วยได้แล้ว ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน และประเมินใน 12 รายการ คือ ขนาดของเครื่อง โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง ขนาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ การให้ความร้อน คุณภาพของการใช้แรงอัด ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง ความเหมาะสมในการอัดกระดาษต่อแผ่น ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระดาษในการปฏิบัติงาน คุณภาพของกระดาษที่อัด ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และประสิทธิภาพโดยรวม ผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีประสิทธิภาพพอใช้งานได้

การทดลองผลิตกระดาษจากเตยหอมและตะไคร้หอมให้เหมาะสมในการใช้งาน โดยมีขั้นตอน การผลิตกระดาษจากเตยหอมและตะไคร้หอม มีวิธีการคือ รวบรวมเตยหอมและตะไคร้หอมแล้วทำ ความสะอาด หั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 1 เซ็นติเมตรจากนั้นนำมาเข้าเครื่องบด เมื่อได้เส้นใยแล้ว นำมากรอง จากนั้นโดยเทลงในแผ่นกรอง นำเยื่อที่ได้มาตีให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันในน้ำ โดยใช้เครื่อง ตีเยื่อ นำเส้นใยที่ได้ไปเทลงในเครื่องทำแผ่น จะได้แผ่นเยื่อเปียกขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร นำเยื่อเปียกที่ ได้มาทำการอัดเยื่อ เพื่อเป็นการไล่น้ำออก จากนั้นนำไปอัดรีดเพื่อให้แห้ง แผ่นกระดาษที่ได้มี ลักษณะสี กลิ่น ผิวสัมผัส และความยืดหยุ่นดังนี้ กระดาษจากเตยหอม สีเขียวอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย ผิวสัมผัสเรียบ และมีความยืดหยุ่นมาก ส่วนตะไคร้หอม สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย เนื้อสัมผัสหยาบ และมีความยืดหยุ่นน้อย เมื่อเปรียบเทียบในด้านความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของกระดาษที่ ได้พบว่ากระดาษที่ผลิตจากเตยหอม และ ตะไคร้หอม มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมื ความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.66 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ด้านความชื้นจะพบว่าภาพรวม ความชื้นของกระดาษจากตะไคร้หอม จะมากกว่าความชื้นของเตยหอม ส่วนความหนาของกระดาษที่ ทำจากเตยหอมจะมีความหนาอยู่ที่ประมาณระหว่าง 0.63- 0.72 มิลลิเมตร และกระดาษที่ทำจากตะไคร้ หอมอยู่ที่ระหว่าง 1.02 – 1.04 มิลลิเมตร โดยกระดาษที่ทำจากตะไคร้หอมมีความหนามากกว่าเตยหอม จากนั้นนำมาทดลองทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ พบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปทำ โคมไฟ ปฏิทินแบบ ตั้งโต๊ะ หรือหน้าปกสมุด เป็นต้น

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	I
บทคัดย่อ.....	II
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1	
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของปัญหา.....	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	2
หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	2
บทที่ 2	
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
กระดาศ และการผลิตกระดาศ.....	3
การผลิตกระดาศ.....	5
วัตถุดิบในการทำกระดาศ.....	5
เยื่อกระดาศที่ใช้ในการผลิตกระดาศ.....	6
ระบบของการผลิตกระดาศ.....	7
การผลิตกระดาศในระบบอุตสาหกรรม.....	7
การผลิตกระดาศในระบบครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือ การทำกระดาศสา.....	8
เครื่องอัดกระดาศ.....	10
ระบบไฮดรอลิก.....	10
ระบบการให้ความร้อน.....	14
ขั้นตอนและวิธีผลิตกระดาศด้วยเครื่องอัด.....	15

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
วัสดุเคลือบผิว.....	16
กาว.....	16
พาราฟิน.....	18
พรอพอลิส.....	18
พืชหอม ที่นำมาทำกระดาษ กรณีศึกษา : ใบเตย และตระไคร้หอม.....	19
เตยหอม.....	19
ชื่อสามัญ เตยหอม.....	19
ชื่อวิทยาศาสตร์.....	19
ชื่อวงศ์.....	19
ชื่ออื่น ๆ.....	19
ถิ่นกำเนิด.....	19
การกระจายพันธุ์.....	20
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	20
การขยายพันธุ์.....	20
การดูแลรักษา.....	20
ประโยชน์.....	20
สารสำคัญ.....	21
สรรพคุณและส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์.....	21
คุณค่าทางโภชนาการ.....	22
ผลงานการวิจัยเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์.....	22
ตระไคร้หอม.....	23
ชื่อสามัญตระไคร้หอม.....	23
ชื่อวิทยาศาสตร์.....	23
ชื่อวงศ์.....	23
ชื่ออื่น ๆ ประจำท้องถิ่น.....	23
ถิ่นกำเนิด.....	23

	สารบัญ (ต่อ)	หน้า
	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	23
	นิเวศวิทยา.....	24
	องค์ประกอบทางเคมี.....	24
	สารสำคัญ.....	24
	สรรพคุณและส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์.....	25
	ความเป็นพิษ.....	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
	เครื่องอัดกระดาษระบบไฮดรอลิก.....	25
	เครื่องอัดกระดาษระบบนิวแมติกส์แทนมือหมุน.....	26
	การทำกระดาษจากเตยหอม.....	26
	การทำกระดาษจากต้นตะไคร้.....	27
	กระดาษจากเส้นใยสับปะรด.....	28
	การทำกระดาษจากมูลช้าง.....	28
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	30
	การออกแบบ พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ	30
	วัสดุที่ใช้ประกอบเครื่องอัดกระดาษ.....	30
	ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานสร้างเครื่องอัดกระดาษ.....	31
	การพัฒนาเครื่องอัดกระดาษ.....	36
	การทดลองการผลิตกระดาษจากพืชหอมและการทดสอบเครื่องอัด กระดาษ.....	37
	การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ.....	37
	สถานที่ที่ใช้ในการประกอบเครื่องอัดกระดาษ.....	38
	การทดสอบผลิตกระดาษ พัฒนาและทดลองทำผลิตภัณฑ์จากพืชหอม ซึ่ง ได้แก่ เตยหอมและตะไคร้หอม	38

	สารบัญ (ต่อ)	หน้า
	วัสดุ.....	38
	อุปกรณ์.....	38
	วิธีดำเนินการผลิตกระดาษจากพืชหอม	38
	การทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษที่ได้จากพืชหอม.....	45
บทที่ 4	ผลการดำเนินงานและวิจารณ์ผล.....	47
	ผลการดำเนินงาน.....	47
	การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ.....	47
	1. การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	47
	2. การทดลองอัดกระดาษ.....	49
	การทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษที่ผลิตได้จากเครื่อง.....	51
	การออกแบบพัฒนาและทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษพืชหอม.....	53
	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการนำกระดาษที่ได้จากพืชหอม ไปพัฒนา	
	ออกแบบ.....	54
	วิจารณ์ผลการทดลอง.....	56
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ.....	57
	สรุปการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระดาษ	57
	ปัญหาและอุปสรรค.....	58
	ข้อเสนอแนะ.....	58
	สรุปและข้อเสนอแนะการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์กระดาษจากพืชหอม.....	59
	ปัญหาและอุปสรรค.....	60
	ข้อเสนอแนะ.....	60
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	61
	บรรณานุกรม.....	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัด กระดาษ.....	48
2	คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม	49
3	คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอม	50
4	เปรียบเทียบในด้าน ความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของ กระดาษที่ได้	51

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ต้นเตยหอม.....	19
2	ต้นตะไคร้หอม.....	23
3	แผงควบคุมความร้อน.....	33
4	การติดตั้งปั๊มไฮดรอลิก.....	34
5	เครื่องอัดกระดาษหลังจากปรับปรุงแล้ว.....	35
6	การเพิ่มฉนวนหุ้มกันความร้อนในโครงเหล็กที่ใช้ประกอบเครื่อง.....	36
7	การแยกเนื้อเยื่อและน้ำออกจากกัน.....	39
8	การตีเนื้อเยื่อพืช.....	40
9	การนำเนื้อเยื่อพืชมาเข้าแบบที่มีความกว้าง 35x35 เซนติเมตร.....	41
10	กระดาษหลังจากอัดเย็นเพื่อไล่น้ำออก.....	42
11	แสดงขั้นตอนการอัดร้อนกระดาษ.....	43
12	กระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม.....	44
13	กระดาษที่ได้จากเตยหอม.....	44
14	เปรียบเทียบกระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม และกระดาษที่ได้จากเตยหอม...	45
15	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากกระดาษพืชหอม.....	46
16	กระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม.....	52
17	กระดาษที่ได้จากเตยหอม.....	52
18	เปรียบเทียบกระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม และกระดาษที่ได้จากเตยหอม...	53
19	การนำกระดาษที่ได้ไปทำคอมไฟ.....	54
20	การนำกระดาษที่ได้ไปทำปฏิทินตั้งโต๊ะ.....	54
21	การนำกระดาษที่ได้ไปทำปกสมุดบันทึก.....	55
22	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากกระดาษพืชหอม.....	55

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในภาวะปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติอันเป็นสมบัติของโลก โดยเฉพาะทรัพยากรพืชนั้นถูกมนุษย์ทำลายเสียเป็นส่วนใหญ่ การปลูกพืชทดแทนก็ต้องใช้เวลานาน และไม่สามารถทดแทนได้ทันกับความต้องการของมนุษย์ ที่นำพืชมาใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นการนำมาผลิตเป็น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยา รักษาโรคและที่อยู่อาศัยก็ตาม นอกจากนี้ทรัพยากรพืชยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะการผลิตกระดาษที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และกระดาษที่ใช้เป็นวัสดุในการตกแต่งต่าง ๆ หรือนำมาใช้งานในรูปแบบอื่น

ประโยชน์ของพืชมีหลายประการดังกล่าวข้างต้น ประกอบกับในปัจจุบันมนุษย์หันมาสนใจดูแลสุขภาพ และดำเนินชีวิตประจำวันด้วยการใช้พรรณพืช และผลิตภัณฑ์จากพืชในธรรมชาติกันมากขึ้น โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพร ซึ่งมีหลากหลายประเภท ใบเตยและตะไคร้หอม จัดได้ว่าเป็นสมุนไพรประเภทพืชหอมที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้สีเขียวของใบเตย การใช้กลิ่นหอมของทั้งใบเตยและตะไคร้หอม มาทำสีกผสมอาหาร มาทำเครื่องคั้นสมุนไพร เมื่อเรานำมาใช้ประโยชน์แล้ว กากส่วนเหลือจากการคั้น การคั้นน้ำ น่าจะสามารถนำมาผลิตเป็นกระดาษที่ให้กลิ่นหอมได้ เช่นเดียวกับการนำปอสามาทำกระดาษ และกระดาษที่ทำจากใบเตยและตะไคร้หอมนี้ ก็น่าจะนำไปใช้เป็นวัสดุ ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประดับ ตกแต่งให้เกิดความสวยงามต่อไปได้

นอกจากนี้กรรมวิธีการผลิตกระดาษจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดกระดาษ ซึ่งถ้านำเข้าจากต่างประเทศจะมีราคาแพงและขนาดไม่เหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรมครัวเรือน รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตกระดาษโดยทั่วไปที่นิยมคือ แบบช้อน ซึ่งมีการใช้สารเคมีที่มีสารตกค้างและการทำลายสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องอัดกระดาษต้นแบบในการอัดกระดาษ ที่สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี มีต้นทุนต่ำและสามารถใช้ในการทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมภายในครัวเรือน และทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษเตยหอมและตะไคร้หอมที่ผลิตได้จากเครื่องอัดกระดาษต้นแบบนี้ด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ
2. เพื่อทดลองทำผลิตภัณฑ์โดยใช้กระดาษจากพืชหอมที่ผลิตได้จากเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ

: กรณีศึกษาเตยหอมและตะไคร้หอม

ขอบเขตของปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระดาษที่เหมาะสม และทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษพืชหอมที่ผลิตได้จากเครื่อง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือและวัสดุประกอบการเรียนการสอน และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่นักศึกษา อีกทั้งสามารถเผยแพร่ให้แก่กลุ่มแม่บ้าน หรือผู้ที่สนใจต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้อุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระดาษ ที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน
2. ได้ผลิตภัณฑ์กระดาษจากพืชหอม ที่ทำจากเตยหอม และตะไคร้หอม

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร และภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เป็นองค์ความรู้ถ่ายทอดให้แก่นักศึกษา และได้เครื่องอัดกระดาษต้นแบบเพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุการเรียนการสอน
2. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร หรือผู้สนใจ นำไปเป็นแนวทางการประกอบอาชีพ และการทำธุรกิจขนาดย่อม

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้าเอกสาร ตำรา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

1. กระดาษ และการผลิตกระดาษ
2. เครื่องอัดกระดาษ
3. พืชหอม ที่นำมาทำกระดาษ ได้แก่ เตยหอม และตะไคร้หอม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระดาษ และการผลิตกระดาษ

กระดาษ เป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นมาสำหรับการจดบันทึก มีประวัติศาสตร์ยาวนาน เชื่อกันว่ามีการใช้กระดาษครั้งแรกๆ โดยชาวอียิปต์โบราณ และชาวจีนตั้งแต่สมัยโบราณ แต่กระดาษในยุคแรกๆ ส่วนผลิตขึ้นเพื่อการจดบันทึกด้วยกันทั้งสิ้น จึงกล่าวได้ว่าระบบการเขียน คือแรงผลักดันให้เกิดการผลิตกระดาษขึ้นในโลก ปัจจุบันกระดาษไม่ได้มีประโยชน์ในการใช้จดบันทึกตัวหนังสือ หรือข้อความเท่านั้น ยังใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้มากมาย เช่น กระดาษชำระ กระดาษห่อของขวัญ กระดาษลูกฟูก สำหรับทำกล่อง ฯลฯ

กระดาษของชาวอียิปต์โบราณ ผลิตจากกกชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า พาไพรัส (papyrus) และเรียกว่ากระดาษพาไพรัส พบว่ามีการใช้จารึกบทสวดและคำสาบาน บรรจุไว้ในพีระมิดของอียิปต์ นักประวัติศาสตร์เชื่อว่ามีการใช้กระดาษที่ทำจากพาไพรัสมาตั้งแต่ปฐมราชวงศ์ของอียิปต์ ซึ่งก็คือราว 3,000 ปีก่อนคริสตกาลนั่นเอง

ประเทศจีนได้รู้จักการทำกระดาษเมื่อประมาณ 2,000 กว่าปีมาแล้ว โดยการนำฟางมาแช่น้ำทิ้งไว้ เมื่อฟางเปื่อยดีแล้วก็นำไปตีจนละเอียดแล้วจึงกรองเอื่อที่ได้ออกมา แล้วนำไปล้างให้สะอาดอีกครั้งก็จะได้เอื่อกระดาษ จากนั้นนำเอื่อกระดาษที่ได้ มาละลายน้ำ แล้วใช้ตะแกรงไม้ไผ่ตักขึ้นลงไป เนื้อเอื่อฟางก็จะติดขึ้นมา พอหมาดดีแล้ว ก็ลอกเอื่อกระดาษที่ติดตะแกรงออกมาไปตากแดดจนแห้ง ก็จะได้กระดาษที่ทำจากฟาง(พรทิว พิงรัสมิ และอรัญ หาญสืบสาย, 2537 : 21-29)

กระดาษถูกผลิตขึ้นครั้งแรกในยุโรปโดยมุสลิมมัวร์ โดยวัสดุที่ใช้ทำกระดาษคือปอชั้นดีของบาเลนเซียและมัวร์เซีย โดยมีศูนย์กลางโรงงานกระดาษของอันดาลูเซีย ที่เมืองซาติวา (Xativa หรือ Jativa) ใกล้บาเลนเซีย จากสเปนและเกาะซิซิลีซึ่งในขณะนั้นเป็นอาณาจักรมุสลิม การทำกระดาษได้ขยายไปสู่ชาวคริสเตียนในอิตาลี จากนั้นในปีค.ศ. 1293 มีการตั้งโรงงานกระดาษที่โบโลญญา (Bologna) ในปีค.ศ. 1309 เริ่มมีการใช้กระดาษเป็นครั้งแรกในอังกฤษ จากนั้นในปลายศตวรรษที่ 14 ชาวเยอรมันจึงเพิ่งรู้จักกระดาษ

ประวัติการใช้กระดาษในสยามไม่ปรากฏหลักฐานชัดเจน แต่วัสดุที่มีลักษณะอย่างกระดาษนั้นเรามีกระดาษที่เรียกว่า สมุดไทย ผลิตจากเยื่อไม้ทุบละเอียด ต้มจนเปื่อย ใส่แป้งเพื่อให้เนื้อกระดาษเหนียว แล้วนำไปกรองในกระบะเล็กๆ ทิ้งไว้จนแห้ง แล้วลอกออกมาเป็นแผ่น พับทบไปมาจนตลอดความยาว จึงได้เป็นเล่มสมุด เรียกว่า สมุดไทยขาว หากต้องการ สมุดไทยดำ ก็จะผสมผงถ่านในขั้นตอนการผลิต ในทางภาคเหนือของไทย มีการผลิตกระดาษด้วยวิธีการคล้ายคลึงกัน เรียกว่า กระดาษสา เมื่อนำมาทำเป็นสมุดใช้เขียน เรียกว่า ปับสา (วิมลรัตน์ ศรีจรูสสิน, 2536)

ในปัจจุบันการทำกระดาษได้มีวิวัฒนาการ และขั้นตอนที่ซับซ้อนมากขึ้น อีกทั้งมีวัสดุที่หลากหลายที่นำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตเป็นกระดาษ เช่น ฟางข้าว ต้นปอ ชานอ้อย ไม้ไผ่ ไม้สน ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น กระดาษที่ทำออกมาจะประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อชิ้นเล็ก ๆ ที่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งกระดาษบางชนิดจะแลเห็นเนื้อเยื่อเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน โดยขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ หรือ วัสดุเนื้อไม้ที่นำมาทำ เช่น กระดาษที่ใช้ทำวาว หรือกระดาษถุงสีน้ำตาล ก็จะมองเห็นเนื้อเยื่ออย่างชัดเจน แต่ถ้าเป็นกระดาษสำหรับเขียนก็จะไม่สามารถมองเห็นเนื้อเยื่อได้ ไม้ที่นำมาใช้ทำกระดาษต้องมีคุณสมบัติที่เหนียว เนื้อเยื่อยาว มียางน้อย และควรเป็นไม้ที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย เจริญเติบโตเร็ว ให้ปริมาณผลผลิตของเยื่อ ไม้ต่อเนื้อที่การปลูกที่สูง

การผลิตกระดาษ

กระดาษ เป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นมาสำหรับการจดบันทึก และยังใช้ประโยชน์อื่นในด้านอื่น ๆ ได้มากมาย เช่น กระดาษชำระ กระดาษห่อของขวัญ กระดาษลูกฟูกสำหรับทำกล่อง เป็นต้น ดังที่ พรทวี พึ่งรัศมี และอรุณ หาญสืบสาย (2537) ได้กล่าวว่าการทำกระดาษเป็นได้ทั้งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และอุตสาหกรรมในครัวเรือน ตั้งแต่การทำกระดาษสาพื้นบ้าน ไปจนถึงการทำกระดาษบรรจุภัณฑ์ กระดาษพิมพ์เขียว และกระดาษชนิดพิเศษต่าง ๆ เช่น กระดาษที่ทนต่อแสงและความร้อน หรือกระดาษที่เรืองแสงได้ เป็นต้น ซึ่งไม่ว่ากระดาษประเภทใด ผู้ประกอบการผลิตจะต้องมีความรู้ทั้งทางด้าน การเลือกใช้อุปกรณ์ และวัตถุดิบในการทำกระดาษ และการควบคุมในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำงานของ

เครื่องพร้อม ๆ กัน และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้อุปกรณ์และวัตถุดิบในการทำกระดาษ ผู้ผลิตกระดาษจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ของเส้นใย (Fiber Science) ซึ่งได้แก่

1. องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย ซึ่งมี 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เซลลูโลส (cellulose), เฮมิเซลลูโลส (hemi-cellulose) และ ลิกนิน (lignin)
2. ประเภทของเส้นใยที่มาจากไม้เนื้อแข็ง (hardwoods) และ ไม้เนื้ออ่อน (softwoods)
3. โครงสร้างและคุณสมบัติของเส้นใย

โดยมีกรรมวิธีในการผลิตกระดาษแบ่งแยกออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การทำเยื่อ (pulping) เป็นขั้นตอนสกัดและแยกเส้นใยของพืชให้อยู่ในรูปเยื่อ โดยวิธีเชิงกลหรือกระบวนการทางเคมี

2. การเตรียมเยื่อ (stock preparation) เป็นขั้นตอนปรุงแต่งและผสมผสานเส้นใยและสารเคมีในสถานะที่เป็นของเหลวผสม

3. การทำกระดาษให้เป็นแผ่น (sheet formation) ประกอบด้วยขั้นตอนการฟอกเยื่อและการทำความสะอาด (bleaching-washing) เป็นขั้นตอนการทำกระดาษให้เป็นแผ่นบนเครื่องผลิต ตะแกรงเป็นส่วนที่รองรับเยื่อที่ผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่ต้องการแล้วให้ประสานกันเป็นแผ่น จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนของการกด (pressing) เพื่อรีดเอาน้ำออก โดยมีวนกระดาษเปียกที่ได้ จะวิ่งเข้าไปในลูกม่อกู่หลาย ๆ คู่ ที่เรียงกันหรือเป็นแถวซ้อนกันก็ได้ หลังจากรีดเอาน้ำออกแล้ว กระดาษมีวนจะทำให้แห้งอีกครั้งโดยการอบแห้ง (drying) การขัดผิว (calendaring) และการเข้ามีวน (reeling) เป็นต้น

4. ขั้นตอนหลังกระบวนการผลิต เช่น การตัดแบ่ง (slitting) การเคลือบ (coating) การขัดผิวให้มัน (supercallendering)

5. ขั้นตอนสำเร็จรูปครั้งสุดท้าย กระดาษมีวนอาจถูกตัดออกเป็นรีม ตรวจสอบและแยกกระดาษที่มีตำหนิออก นับและห่อเพื่อส่งขายให้แก่ลูกค้า ซึ่งกระบวนการผลิตเหล่านี้ อาจมีความแตกต่างกันของแต่ละโรงงานขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการ

วัตถุดิบในการทำกระดาษ

วัตถุดิบหลักในการทำกระดาษ คือ เซลลูโลสเป็นเส้นใยที่ได้มาจากพืช ส่วนใหญ่มาจากไม้ยืนต้นประเภทไม้เนื้ออ่อน ได้แก่ ต้นสน ต้นยูคาลิปตัส ไม้ ชานอ้อย ฝ้าย หญ้าไมยราพ ฟางข้าวต่าง ๆ กล่าวได้ว่าพืชทุกชนิดที่มีเส้นใยอาจนำมาทำกระดาษได้ แต่ในการทำเป็นอุตสาหกรรมนั้น จะใช้เส้นใย

ที่เหมาะสมกับการผลิตเท่านั้น และในปัจจุบันการขาดแคลนวัตถุดิบในการทำกระดาษมีมาก ดังนั้นทำให้ต้องมีความระมัดระวัง มีการนำเศษวัสดุไม้จากอุตสาหกรรมอื่น ๆ หรือจากการเกษตรมาส่งเสริมรวมทั้งการนำกระดาษที่ใช้แล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่ เพื่อให้มีการใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าที่สุดและยังเป็นการรักษาสีสิ่งแวดล้อมของโลกอีกด้วย ซึ่งการผลิตกระดาษภายในประเทศไทยนั้น โดยปกติจะใช้วัตถุดิบจาก 3 แหล่งดังนี้

1. เศษกระดาษและเยื่อกระดาษจากต่างประเทศ โดยมีการส่งเศษกระดาษสำเร็จรูปพร้อมที่จะใช้งานได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ และฮ่องกง ส่วนเยื่อที่ส่งเข้ามาส่วนใหญ่จะเป็นเยื่อใยยาว เช่นเยื่อ Albeni จากประเทศแคนาดา เยื่อ Spring wood จากประเทศสวีเดน เยื่อ Billerud และเยื่อ Frovifors จากประเทศสวีเดน เป็นต้น

2. เศษกระดาษภายในประเทศ มีลักษณะเป็นมัดโดยตรงจากพ่อค้าคนกลางอาจจะได้มาตรฐานหรือไม่ได้มาตรฐานก็ได้ ซึ่งโรงงานทำกระดาษจะต้องตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำมาใช้จริง ๆ

3. เยื่อที่ผลิตได้ภายในประเทศ ขณะนี้ประเทศไทยสามารถผลิตเส้นใยพีชชนิดสั้นเท่านั้น โดยจากพืชท้องถิ่นของประเทศไทยหลายชนิด ได้แก่ เยื่อจากขานอ้อย ไม้ไผ่ ฟางข้าวและต้นยูคาลิปตัส เป็นต้น พืชที่เหมาะสมในการนำไปใช้ทำเยื่อกระดาษนั้นวิเคราะห์ได้จากผนังของเส้นใยของพืชเหล่านั้นซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเซลลูโลส (cellulose) เป็นส่วนใหญ่ ที่ถือว่าเป็นวัสดุพื้นฐานในการผลิตกระดาษ โดยส่วนที่เป็นเส้นใยจะเปลี่ยนสภาพเป็นเยื่อกระดาษ เส้นใยเหล่านี้จะถูกแยกออกจากกันด้วยวิธีเคมีหรือวิธีกลซึ่งแยกเอาสารที่อยู่ระหว่างผนังเซลล์ของเซลล์ข้างเคียงออกจากกัน ให้เหลือเฉพาะส่วนที่เรียกว่า เยื่อ และพบว่าคุณภาพเฉพาะตัวของกระดาษที่สร้างขึ้นมาจะขึ้นอยู่กับสี ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยืดหยุ่น และความแข็งแรงของเส้นใยที่ใช้ เป็นต้น

เยื่อกระดาษที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

การผลิตกระดาษนั้น เยื่อกระดาษจะเป็นวัสดุสำคัญในการเป็นสิ่งตั้งต้นในการผลิต เยื่อกระดาษที่ใช้ในการผลิตกระดาษสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามกรรมวิธีการผลิต คือ

1. เยื่อเชิงกล (mechanical pulp) ได้จากการแยกเส้นใยออกจากไม้เนื้ออ่อน โดยวิธีกลด้วยหินบด จะทำให้ได้เยื่อสั้น อีกวิธีหนึ่งที่ได้จากการย่อยชิ้นไม้ด้วยวิธีกลและความดัน วิธีนี้ทำให้ได้เยื่อที่ยาวขึ้น มีความทนทานมากขึ้น วิธีการทำเยื่อเชิงกลนี้เป็นวิธีที่ประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ เพราะใช้เยื่อไม้ทั้งหมด ไม่มีเศษไม้เหลือทิ้ง เพราะเยื่อประเภทนี้มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำ ทึบแสง มีความหยุ่นตัว แต่เยื่อที่ได้ไม่แข็งแรงและไม่สว่าง นิยมใช้เป็นกระดาษหนังสือพิมพ์ และใช้ผสมกับเยื่อชนิดอื่น ๆ เช่น เยื่อที่ได้จากต้นสน ที่มีคุณสมบัติที่ดี มีความทึบแสง และดูดซึมน้ำได้ดี

2. เยื่อเคมี (chemical pulp) ได้จากการบดแยกเส้นใยออกจากไม้หรือพืชต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางเคมี เช่น เยื่อที่ได้จากไม้เนื้ออ่อนและเนื้อแข็งประเภทต่าง ๆ เยื่อที่ได้จากชานอ้อย ฟาง ข้าว ไม้ไผ่ และปอ เยื่อพวกนี้มีคุณสมบัติที่ดี คือ ขนาดของเยื่อยาว และมีความเหนียว

3. เยื่อกึ่งเคมี (semichemical pulp) ได้จากการเตรียมเยื่อตามกระบวนการทางเคมี และวิธีการผสมผสานกัน ทำให้ได้เยื่อเพิ่มมากขึ้น แต่ความยาวของเยื่ออาจลดลง เยื่อประเภทนี้มีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีปานกลาง เมื่อเทียบกับวิธีการทางเคมี

4. เยื่อความร้อน-เชิงกล (thermo-mechanical pulp หรือ TMP) วิธีการนี้จะต้มเยื่อโดยใช้ความร้อนให้ลิกนินอ่อนตัวและทำการบดในขณะที่ยังร้อนโดยไม่ใช้สารเคมี ซึ่งเยื่อที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อเคมีแล้ว จะมีราคาถูกกว่า และมีความแข็งตึง (stiffness) มากกว่า แต่ขณะเดียวกันมีความเหนียวด้อยกว่า ดังนั้น ส่วนใหญ่จะใช้เยื่อ TMP นี้ไปผสมกับเยื่ออื่น ๆ เพื่อทำกระดาษลูกฟูก

ระบบของการผลิตกระดาษ

การผลิตกระดาษในปัจจุบันนี้ ไม่ว่าจะผลิตมาจากเยื่อกระดาษที่มีความสำคัญในระบบอุตสาหกรรม หรือการผลิตขนาดเล็กที่สามารถทำได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ซึ่งเราสามารถแบ่งระบบการผลิตกระดาษ ได้ 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ

การผลิตกระดาษในระบบอุตสาหกรรม

กรรมวิธีทำเยื่อกระดาษ เพื่อที่จะใช้ทำกระดาษในระบบอุตสาหกรรมนั้น มีวิธีการคือ เมื่อเราได้ไม้มามากเป็นไม้ซุง จะต้องมาทำตามวิธีการดังนี้ คือ วิธีการลอกเปลือก ซึ่งมีหลายวิธี เช่น ใส่ท่อนไม้ที่ตัดสั้นลงไปในถังใหญ่ที่หมุนในแนวระดับ ไม้จะถูกกันเองจนเปลือกหลุด หรืออาจใช้น้ำที่มีความดันสูงระหว่าง 1,500 – 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ฉีดบนท่อนซุง เปลือกก็จะหลุดออก จากนั้นนำไปทำเยื่อกระดาษซึ่งมี 2 วิธีคือ

1. กรรมวิธีการบด ท่อนซุงที่ลอกเปลือกแล้ว จะถูกนำไปฝนกับโมหิน โดยมีน้ำฉีดเพื่อให้โมหินเยี่ยลง และได้เยื่อ ไม้เพื่อไปทำเยื่อกระดาษต่อไป

2. กรรมวิธีทางเคมี ท่อนซุงที่ได้จะถูกทำเป็นเยื่อกระดาษ โดยการต้มกับสารเคมี ซึ่งเยื่อกระดาษที่ได้จะมีสีที่ขาว และมีคุณภาพที่ดีกว่า แต่ก็มีราคาแพงกว่า วิธีการทำคือ ท่อนซุงจะถูกหั่นเป็นท่อนเล็ก ๆ แล้วผ่านไปยังหม้อต้ม เศษไม้จะถูกต้มกับสารเคมีนาน 6 – 24 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ และเยื่อกระดาษที่ได้ก็แบ่งเป็น 3 ประเภท ตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ คือ 1) เยื่อกระดาษโซดา (soda pulp) โดยใช้สารละลายด่างแก่ หรือ โซดาแผลเผา (caustic soda) 2) เยื่อกระดาษซัลไฟด์ (sulfide pulp)

โดยใช้แคลเซียมไบซัลเฟต (calcium bisulfate) และ 3) เยื่อกระดาษซัลเฟต (sulfide pulp) โดยใช้แคลเซียมไบซัลเฟต (calcium bisulfate) ร่วมกับโซดาเผาโซเดียมซัลไฟด์ (sodium sulfide) และโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) ซึ่งสารแต่ละชนิดจะทำให้กระดาษมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น เยื่อกระดาษโซดา จะอ่อนนุ่มและขาวกว่า สะอาดเหมาะที่จะทำกระดาษสมุด หนังสือ เยื่อกระดาษซัลไฟด์จะเหนียวเหมาะทำกระดาษที่ใช้งานที่เหนียวขึ้นมา ส่วนเยื่อกระดาษซัลเฟตนั้นมีคุณสมบัติที่เหนียวมาก และยังฟอกสีให้ขาวยาก จึงเหมาะที่จะใช้ทำกระดาษห่อของที่มีสีน้ำตาล

การทำเยื่อกระดาษให้มีสีขาวหรือสีน้ำตาลนั้น จะต้องผ่านการฟอกสีด้วยสารเคมี ได้แก่ คลอรีน ผงซักฟอก ครอโรน ไดออกไซด์ เป็นต้น เมื่อได้เยื่อกระดาษมาแล้ว จึงนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษ โดยเอาเยื่อกระดาษมากวนกับน้ำให้เข้ากันในถังใหญ่ ใส่ส่วนผสมอื่น ๆ ผสมกับแป้งหรือยางไม้บางชนิด ทำให้หมึกไม่ซึมเวลาพิมพ์ จากนั้นจะถูกนำไปผ่านลูกกลิ้งเพื่อทำให้เรียบ แล้วนำไปผ่านลูกกลิ้งอีกเป็นจำนวนมาก เพื่อให้น้ำในกระดาษระเหยจนแห้ง และในที่สุดกระดาษจะมีผิวเรียบ มัน แล้วจึงม้วนเป็นม้วนใหญ่ ๆ พร้อมทั้งจะนำไปใช้ต่อไป

การการผลิตกระดาษในระบบครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือการทำกระดาษสา

กระดาษสา เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากต้นปอสา (Paper Mulberry) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ญี่ปุ่น แล้วแพร่กระจายไปในเขตประเทศลาว พม่า เวียดนาม ไทย ตลอดจนถึงประเทศอินโดนีเซีย เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ตระกูลเดียวกับต้นหม่อน สาเก ขนุน มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Broussonetia papyrifera* Vent. เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้น ตามหุบเขาริมแม่น้ำลำธาร พบมากในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปลือกของปอสา จะมีเส้นใยที่ค่อนข้างยาวและเหนียวที่เหมาะสมกับการนำมาทำเป็นเยื่อกระดาษ (โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, 2552)

การทำกระดาษสามีด้วยกัน 2 แบบคือ กระดาษสาแบบช้อน และกระดาษสาแบบขัดแตะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (โศภิชฐ์ เวทยสุภรณ์, 2546: 21-26)

1. วิธีการทำกระดาษสาแบบช้อน

การทำกระดาษแบบช้อนเริ่มต้นด้วยการนำเปลือกต้นปอสามาแช่น้ำทิ้งไว้ราว 6-8 ชั่วโมง เสร็จแล้วจึงนำไปต้มกับโซดาไฟราว 4-6 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่คลอรีนทิ้งไว้อีก 6-8 ชั่วโมง เพื่อฟอกสีกระดาษให้ขาว จากนั้นจึงช้อนเส้นใยสาขึ้นมาหุบให้ยุบเปื่อยมากยิ่งขึ้น โดยหุบเป็นจังหวะสม่ำเสมอไปเรื่อย ๆ ราวครึ่งชั่วโมง (ปัจจุบันใช้เครื่องมือปั่นให้ยุบ) ต่อด้วยการนำเปลือกปอสาที่ยุบเต็มที่ไปแช่

ในถังน้ำ แล้วคนให้เชื้อสากระจ่ายไปทั่ว ๆ หากต้องการกระดาศสาสี ก็ให้ใส่สีย้อมลงไป ในถังน้ำในชั้นตอนนี้ ซึ่งแต่เดิมนั้น มีเพียงสีแดงสีเดียว แต่ปัจจุบันทำได้หลายสี จากนั้นให้ตัดเชื้อสาขึ้นมาตากแดดบนตระแกรง โดยนำตระแกรงที่เตรียมไว้ ตกลงไปในน้ำแล้วช้อนเชื้อสาขึ้นมา นำไปตากแดดฝั่งลมจนแห้งดี แล้วลอกกระดาศสาออก ก็จะได้กระดาศสาตามต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับการทำกระดาศสาของโครงการทำกระดาศสา ของโครงการ สวนจิตรลดา (โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, 2552) ดังนี้

วิธีการทำกระดาศสา มีรายละเอียดดังนี้ (โครงการฯ จะสาธิตวิธีการทำในลักษณะแบบช้อน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย และใช้อุปกรณ์น้อย) จะเริ่มจากการนำเปลือกของกิ่งปอสา ที่มีอายุประมาณ 3 ปีขึ้นไป ที่เอาส่วนผิวด้านนอกสีน้ำตาลออกแล้ว มาแช่น้ำผสมโซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ต่อด้วยการนำเปลือกที่แช่น้ำแล้วมาต้มด้วยโซดาไฟเข้มข้น เป็นเวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำให้สะอาด จากนั้นจะทำการฟอกขาว โดยต้มเปลือกปอสา กับสารเคมี 2 ชนิด คือ โซเดียมซัลไฟท์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นเวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำให้สะอาด จะได้เปลือกปอสาที่นิ่ม และมีสีฟอกขาวตามธรรมชาติ เสร็จแล้วนำเข้าสู่เครื่องตีเยื่อ แล้วนำเยื่อที่ได้มาใส่ลงในบ่อที่เติมด้วยน้ำสะอาด คนให้เชื้อกระจายทั่วบ่อก่อน แล้วจึงตัดช้อนด้วยตระแกรงที่ทำด้วยตาข่ายในลอน (ความหนาของกระดาศจะขึ้นอยู่กับปริมาณเยื่อที่เติมลงไป ในบ่อ ถ้าต้องการกระดาศที่หนา ให้ใส่เยื่อลงในบ่อในปริมาณมาก และถ้าต้องการกระดาศที่มีสีพื้นทั้งแผ่น ให้ผสมสีย้อมผ้าลงไป ในบ่อ ก่อนทำการตัดช้อน) ชั้นตอนสุดท้าย คือ นำเยื่อกระดาศสา (พร้อมตระแกรง) ไปตากแดด ให้แห้ง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ก็จะสามารถลอกกระดาศออกจากตระแกรงได้ เป็นกระดาศสาที่สามารถนำไปประดิษฐ์ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

2. วิธีการทำกระดาศสาแบบตะ

การทำกระดาศสาแบบตะนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ เหมือนแบบช้อน แต่มีข้อแตกต่างคือ เมื่อมาถึงขั้นตอนการใช้ตระแกรงช้อนเชื้อสาขึ้นจากถัง การทำแบบตะ จะไม่ทำแบบนี้ แต่จะนำกระดาศสาที่แช่เปื่อยแล้วมาปั่นก้อนแทนให้ได้ขนาด 1 ก้อน พอดี 1 แผ่น จากนั้นก็ทำการฉีกแล้วตะเป็นชิ้นเล็ก ๆ ลงบนตระแกรง แล้วเอาไปตากแดด เมื่อแห้งก็จะได้กระดาศสา 1 แผ่น จากตระแกรง 1 อัน

กระดาศสาแบบตะนี้จะหนากว่าแบบช้อน คือ หนาประมาณกระดาศทำกล่อง ซึ่งใน 1 แผ่น ต้องใช้จำนวนเยื่อกระดาศมากกว่าแบบช้อนถึง 10 เท่า อีกทั้งยังใช้เวลาทำมากกว่า จึงมีราคาที่สูงกว่ามาก แต่ก็เป็นที่นิยมของตลาด สำหรับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กลีบดอกไม้ ใบไม้ เป็นต้น

เครื่องอัดกระดาศ

เครื่องอัดกระดาศ มีหน้าที่สำหรับทำกระดาศให้แห้งและการขึ้นรูปกระดาศตามที่ต้องการ เครื่องอัดกระดาศเพื่อขึ้นรูปนี้เป็นเครื่องอัดกระดาศขนาดเล็ก ซึ่งอาศัยหลักการทำงานที่ทำให้กระดาศเป็นรูปร่าง และมีความเรียบเพื่อใช้ประโยชน์จากกระดาศในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตามที่ต้องการ สำหรับเครื่องอัดกระดาศแบบร้อนโดยทั่วไปจะประกอบด้วยระบบไฮดรอลิก และระบบให้ความร้อน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ระบบไฮดรอลิก

เครื่องอัดกระดาศ เป็นการทำงานของระบบไฮดรอลิกที่ใช้การไหลเวียนของของเหลว ที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงของของไหลให้เป็นกำลังกล (ขวัณชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2533 : 11) โดยมีอุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก (primary component) ขับเคลื่อนปั้มน้ำมันเพื่อส่งจ่ายให้ระบบเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component) ซึ่งประกอบด้วยปั้มนไฮดรอลิกทำงาน โดยมีอุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component) ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของของไหลไปตามอุปกรณ์ระบบท่อ (piping system) เป็นกำลังกล โดยควบคุมด้วยวาล์วที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component) ให้ไหลไปตามทิศทางเคลื่อนที่ของก้านสูบ ควบคุมความเร็วของก้านสูบ ควบคุมความดันของระบบ

จากการทำงานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกดังกล่าว ยังมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้การทำงานของระบบไฮดรอลิกมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น โดยมีอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้

1. น้ำมันไฮดรอลิก (Functions of hydraulics fluids) น้ำมันไฮดรอลิกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สำคัญในระบบไฮดรอลิก เพราะถ้าปราศจากน้ำมันระบบก็ไม่สามารถทำงานได้ หรือถ้าเลือกใช้ น้ำมันไฮดรอลิกที่ผิดประเภทไม่เหมาะสมกับเครื่องจักรตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ เครื่องจักรก็จะทำงานไม่เต็มที่หรืออาจขัดข้องไปทั้งระบบ เนื่องจากเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกมีลักษณะของการใช้แรงที่ไม่เหมือนกัน และระยะเบียดของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ และอุณหภูมิในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นการเลือกใช้น้ำมันจะต้องเหมาะสมกับลักษณะงานตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ (ขวัณชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2533 : 103)

2. ปัมไฮดรอลิก เป็นตัวทำหน้าที่ส่งน้ำมันไฮดรอลิก โดยเปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานของเหลวที่ไหล รูปแบบของปัมที่ใช้ในการประกอบเครื่องอัดกระดาศ เป็นแบบปัมมือโยก ซึ่งปัมมือโยกเหล่านี้จะใช้แทนปัมไฮดรอลิกในกรณีที่ไม่มีต้นกำลังขับปัมได้ เช่น การใช้ในงานอัด หรือในงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหลาย ระบายออกสู่อุปกรณ์ที่ใช้กับปัมมือโยกแบบนี้มักเป็นแบบแรม (Ram) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานเกี่ยวกับการอัดขนาดเล็กสามารถควบคุมการไหลของน้ำมันได้ดี ชนิดปัมเป็นแบบลูกสูบ ถ้าต้องการให้กระบอกสูบยกขึ้นต้องปิดวาล์วปล่อยน้ำมัน และโยกปัมขึ้นลงเพื่อดันน้ำมันออกจากปัม กระบอกสูบจะค้างตำแหน่งนั้น ๆ เมื่อหยุดการโยก หากต้องการให้กลับตำแหน่งเดิมให้เปิดวาล์วปล่อยเพื่อระบายน้ำมันออกไปยังถังน้ำมันอย่างเดิม

3. กระบอกสูบไฮดรอลิก เป็นกระบอกสูบที่มีสปริงอยู่ภายใน เพื่อทำหน้าที่ให้ลูกสูบวิ่งกลับไป ในจังหวะกลับนั้น สปริงต้องเอาชนะแรงเสียดทาน และแรงดันน้ำมัน ดังนั้นแรงทั้งหมดที่ใช้ดันกระบอกสูบ ผลลัพธ์ของแรงที่ก้านสูบจะได้น้อยลงประมาณ 25 % กระบอกสูบแบบนี้ จะมีกระบอกยาวกว่ากระบอกสูบแบบทำงานสองทิศทาง ในขณะที่มีช่วงชักเท่ากัน อุปกรณ์และการทำงานของกระบอกสูบ ได้แก่

3.1 กระบอกสูบแบบแรม (Ram) เป็นกระบอกสูบที่ใช้ในการประกอบเครื่องอัดกระดาศ เป็นแบบที่ไม่มีลูกสูบ แต่จะใช้ก้านสูบขนาดใหญ่ที่เรียกว่า แรม (Ram) ด้วยการเคลื่อนที่กลับมักใช้แรงจากภายนอก

3.2 การติดตั้งกระบอกสูบ มักอยู่ในแนวตั้ง จะมีกระบอกสูบไฮดรอลิก หรือกระบอกสูบลมอยู่ด้านข้าง เพื่อช่วยในจังหวะทำงานและจังหวะถอยกลับ แต่ถ้าวางกระบอกสูบไฮดรอลิกนี้ในแนวตั้งแบบกลับหัวขึ้น ลูกสูบจะกลับด้วยแรงภายนอก

3.3 การดูดส่งน้ำมันของปัมไฮดรอลิก ปัมไฮดรอลิกชนิดดูด-อัด จะเป็นปัมพวกที่มีการส่งน้ำมันคงที่เมื่อความเร็วรอบคงที่ ยกเว้นเมื่อมีการรั่วเกิดขึ้น จากที่ทราบกันแล้วว่าปัมไฮดรอลิกทำหน้าที่สร้างการไหล ไม่ใช่สร้างความดัน แต่ความดันจะเกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของน้ำมันที่สร้างขึ้น จากปัมนั้นถูกต้านทานการไหล เช่น เกิดจากความต้านทานภายในวาล์ว หรือท่อต่าง ๆ ซึ่งในกรณีเครื่องอัดกระดาศที่ประดิษฐ์ขึ้นนั้น ใช้ระบบไฮดรอลิกแบบที่ใช้ปัมมือโยกควบคุมกระบอกสูบ

4. น้ำมันไฮดรอลิก เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบไฮดรอลิกเพราะถ้าปราศจากน้ำมันไฮดรอลิก ระบบก็ไม่สามารถทำงานได้ หรือถ้าใช้น้ำมันผิดประเภทเครื่องจักรก็ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่หรือเกิดการเสียหายทั้งระบบ เนื่องจากเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกที่มีลักษณะของการใช้งานที่ไม่เหมือนกัน

หน้าที่ของน้ำมันไฮดรอลิก (Functions of Hydraulics Fluids) ขวัญชัย สนิทพิศสมบูรณ์ และ ปานเพชร ชินินทร(2533) กล่าวถึงหน้าที่หลัก ๆ ของน้ำมันไฮดรอลิกมีดังนี้

1. การส่งผ่านกำลังงาน (Power Transmission) น้ำมันไฮดรอลิก มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังจากจุดหนึ่ง ไปสู่อีกจุดหนึ่ง ในระบบเพื่อเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล ซึ่งถ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว น้ำมันไฮดรอลิกที่ไหลผ่านท่อ หรือไหลผ่านวาล์วควบคุมต่าง ๆ จะค้ำไหลไปได้อย่างราบเรียบ แต่ถ้าเกิดมีการต้านทานการไหลมาก ๆ จะทำให้กำลังงานสูญเสียไปและน้ำมันไฮดรอลิกจะต้องไม่ยุบตัว ตามความดันในขณะที่กำลังทำงาน

2. การหล่อลื่น (Lubrication) น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่หล่อลื่นและลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ เช่น ชิ้นส่วนของปั๊ม มอเตอร์ไฮดรอลิก ลูกสูบ กระจบอกสูบ แกนวาล์ว และส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนไหวโดยน้ำมันไฮดรอลิกจะมีสภาพเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ กั้นระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่เสียดสีกันกันทั้งในขณะที่ระบบกำลังทำงานและหยุดนิ่ง

3. การซีล (Sealing) น้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่ เป็นซีลด้วยเพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมเกิดขึ้นน้อยที่สุด ภายในชิ้นส่วนของอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกเมื่อมีความดันเกิดขึ้น การซีลนี้จะขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกแต่ละชนิด

4. การระบายความร้อน (Cooling) การไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิก ในระบบขณะการทำงานจะช่วยถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ อันเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียกำลังงานในระบบความร้อนนี้ ก็จะถูกพาไปโดยน้ำมันและไหลลงสู่ถังพัก แล้วแผ่กระจายความร้อนผ่านผนังของถังพักได้

คุณสมบัติที่ต้องการในน้ำมันไฮดรอลิกควรมีดังนี้

1. มีความหนืดพอเหมาะ และมีดัชนีความหนืดสูง น้ำมันไฮดรอลิกที่ดีควรมีค่าความหนืดคงที่แม้ว่าอุณหภูมิในการทำงานจะเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกยังมีผลต่อการหล่อลื่นระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย

2. มีจุดขึ้นแข็งต่ำ น้ำมันไฮดรอลิก ควรมีจุดขึ้นแข็งต่ำกว่าอุณหภูมิที่ระบบไฮดรอลิกทำงาน และจุดแข็งขึ้นแข็งนี้ จะมีปัญหาที่ต่อเมื่อระบบไฮดรอลิกต้องทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

3. คุณภาพของน้ำมันจะต้องไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าอุณหภูมิในการทำงานจะสูง

4. มีคุณภาพการหล่อลื่นที่ดี

5. ต้านทานการเกิดออกไซด์ได้ดีเยี่ยม

6. มีความคงที่และช่วยให้ไม่สิ้นเปลืองในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันบ่อย ๆ
7. มีคุณภาพคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก
8. ด้านทานการเกิดสนิม
9. ช่วงป้องกันการกัดก่อนของโลหะ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ
10. สามารถเข้ากับยาง ซีล ปะเก็น และสีได้เป็นอย่างดี
11. ด้านทานต่อการเกิดฟอง
12. มีความสามารถแยกตัวจากน้ำได้ดี
13. ทนไฟ
14. มีความสามารถในการอัดตัวต่ำ คือไม่ยุบตัวตามความดันเมื่อถูกอัดตัว
15. ไม่จับตัวเป็นก้อนหรือยางเหนียว

และการบำรุงรักษาน้ำมันไฮดรอลิก (Fluid Maintenance) เนื่องจากน้ำมันไฮดรอลิกเป็นส่วนหนึ่งในระบบที่มีราคาสูง จึงควรดูแลให้อยู่ในสภาพปกติเสมอ เพื่อไม่ให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย ควรเปลี่ยนทันทีเมื่อมีสภาพดังนี้

1. เมื่อน้ำมันเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม
2. เมื่อน้ำมันมีสิ่งสกปรกปะปนมาก
3. เมื่อมีน้ำปะปนอยู่ในน้ำมัน

เพราะเมื่อเกิดสภาพดังกล่าว จะทำให้อุปกรณ์ชำรุดและเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในอุปกรณ์ที่มีช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ แคบมาก จึงควรมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ

5. ชุดขับเคลื่อนน้ำมันเคลื่อนที่ (Hydrokinetic Drive)

ชุดขับเคลื่อนน้ำมันเคลื่อนที่ ประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานเหมือนกับตัวเชื่อมต่อแบบจูดลาก (Traction Type Fluid Coupling) แต่จะเพิ่มตัวเรือนแบบพิเศษ ท่อดัก (Scoop Tube) และปั้มน้ำมันแบบไหลเวียน ชุดน้ำมันไฮดรอลิกมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายชุดเช่น

5.1 ชุดขับเคลื่อนที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว (Kinetic Drive) ชุดขับเคลื่อนนี้ คล้ายคลึงกับตัวเชื่อมต่อของไหลแบบจูดลาก (Traction Type Fluid Coupling) แต่จะมีชุดควบคุมการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมัน ช่วยให้การสตาร์ทนุ่มนวลและลดแรงกระแทก พร้อมปรับความเร็วได้ด้วย

5.2 ชุดขับเคลื่อนใช้ความเหนียวของน้ำมัน (Hydro viscous Drive) แรงบิดจะถูกส่งถ่ายโดยปฏิบัติการเหนียวของของไหลระหว่างแผ่นจานที่กำลังหมุน

5.3 ชุดขับเคลื่อนใช้ความดันน้ำมัน (Hydrostatic Drive) ชุดขับเคลื่อนนี้จะประกอบด้วยปั๊มความเร็วต่ำแรงบิดน้ำมันไฮดรอลิกสูง และตัวกระตุ้นให้หมุน (Rotary Actuator) หรือมอเตอร์ ชุดขับเคลื่อนนี้ใช้ได้ดีในงานซึ่งมีการกระแทก (Shock) การเหนี่ยว (Stalling) การหมุนกลับทาง (Reversing) หรือความเร็วต่ำ (กณก เศษวาสน์, 2533 : 376)

ระบบการให้ความร้อน

เครื่องอัดกระดาษนี้ยังใช้ระบบการให้ความร้อนโดยผ่านฮีตเตอร์แผ่นที่ทำให้กระดาษแห้งเร็วขึ้น ฮีตเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนที่มีหลักการพื้นฐาน คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้น ลวดที่ใช้ผลิตฮีตเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิที่สูงได้

ฮีตเตอร์สามารถแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะที่ใช้งานแตกต่างกันดังนี้

1. ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater) ใช้ในการให้ความร้อนโดยแนบกับวัตถุโดยตรง รูปทรงจะเป็นแบบสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะสำหรับการให้ความร้อนกับแม่พิมพ์
2. ฮีตเตอร์แบบแท่ง (Cartridge Heater) ใช้ให้ความร้อนกับวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น เหล็ก และโลหะต่าง ๆ ตัวอย่างการใช้งาน เช่น งานบรรจุหีบห่อ งานขึ้นรูปพลาสติก โดยลักษณะการใช้งานทั่วไป คือ ใส่ไว้ในช่องบนวัตถุ ความร้อนจะถูกส่งผ่านจากฮีตเตอร์ไปยังวัตถุที่ต้องการให้ความร้อน
3. ฮีตเตอร์แบบจุ่ม (Immersion Heater) หรือบางทีเรียก ฮีตเตอร์ต้มน้ำ เหมาะที่จะใช้ให้ความร้อนกับของเหลวทุกชนิด ตัวอย่างการใช้งานเช่นงานต้มน้ำ ต้มน้ำมัน งานผสมสาร ทำจาก Tubular Heater ที่ตัดเป็นรูปตัว U และเชื่อมต่อกับเกลียว โดยขนาดของเกลียวจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของฮีตเตอร์ จะมีตั้งแต่ 1U 2U 3U 6U ตามความเหมาะสมของกำลัง watt และความยาวของตัวฮีตเตอร์
4. ฮีตเตอร์ท่อกลม (Tubular Heater) โครงสร้างคือ มีขดลวดความร้อนบรรจุอยู่ในท่อโลหะ ช่องว่างระหว่างขดลวดความร้อนและท่อโลหะ จะถูกอัดแน่นด้วยผงแมกนีเซียมออกไซด์ และถูกรีดลงให้มีความหนาแน่นตามมาตรฐาน วัสดุที่ใช้ทำท่อกลม มีหลายชนิด ตามกันตามลักษณะการใช้งาน
5. ฮีตเตอร์ (Finned Heater) ทำจาก Tubular Heater ที่ตัดเป็นรูปต่าง ๆ และเพิ่มแผ่นครีบบ้วนติดกับท่อฮีตเตอร์ อย่างต่อเนื่องจากปลายด้านหนึ่ง ไปอีกด้านหนึ่ง ส่วนของครีบบ้วนที่เพิ่มขึ้นมาจะทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็วขึ้น เหมาะสำหรับการใช้ในห้องอบแห้ง ในเตาอบ
6. บอบบิ้นฮีตเตอร์ (Bobbin Heater) เป็นฮีตเตอร์แบบจุ่มชนิดหนึ่ง ถูกออกแบบสำหรับให้ความร้อนกับของเหลว สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ปลอกฮีตเตอร์สามารถเลือกให้เหมาะสมกับการใช้

งาน มีให้เลือกทั้งสแตนเลส ที่มีข้อดีคือ เมื่อฮีทเตอร์เสียสามารถซ่อมได้ และควอทซ์ ที่ใช้งานชุปโดยใช้ไฟฟ้า แชนในน้ำกรดหรือสารละลาย

7. อินฟราเรด ฮีทเตอร์ (Infrared Heater) โดยมีหลักทำความร้อนคือ ให้กำเนิดแสงอินฟราเรด และส่งไปยังวัตถุ โดยเป็นแสงคลื่นยาวที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ ซึ่งรังสีคลื่นยาวนี้ จะทำให้โมเลกุลของวัตถุที่ได้รับรังสีนี้เข้าไปจะเกิดอาการสั่น ทำให้เกิดความร้อนขึ้น หลักการนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ เรียงเป็นแถวยาว เช่น สี กาว อาหาร พลาสติก หน่วยเล็กที่สุดของวัตถุ คือ โมเลกุลซึ่งประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ การที่วัตถุสามารถอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อนได้ เนื่องจากโมเลกุลนั้นมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้

ขั้นตอนและวิธีผลิตกระดาษด้วยเครื่องอัด

การผลิตกระดาษด้วยเครื่องอัดร้อนนี้ จะได้กระดาษขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร ตามขนาดของตะแกรง โดยมีขั้นตอนการทำดังนี้

1. การรวบรวมชนิดของพืชที่นำมาทำกระดาษ โดยนำมาปริมาณที่เพียงพอต่อการผลิต โดยนำมาล้างทำความสะอาด เอาสิ่งสกปรกออก
2. นำพืชที่ล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว มาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 1 เซ็นติเมตร หรือเล็กกว่านั้น เพื่อนำไปปั่นหรือบดให้ละเอียดต่อไป
3. เมื่อหั่นเรียบร้อยแล้ว นำไปบดด้วยเครื่องบด เพื่อให้ได้เยื่อพืชที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยในขณะที่ทำการบดจะต้องใช้น้ำเป็นตัวช่วยนำพาให้พืชที่บดนั้นละเอียด และทำได้รวดเร็ว
4. นำเนื้อเยื่อพืชที่ได้มาแยก เนื้อเยื่อกับน้ำออกจากกัน และสังเกตดูว่า เนื้อเยื่อพืชมีความละเอียดพอหรือยัง
5. นำเนื้อเยื่อพืชที่ได้ มาชั่งน้ำหนักตามที่กำหนด จากนั้นนำไปตีเยื่อ โดยอาจใช้เครื่องตีเยื่อ เพื่อไม่ให้เนื้อเยื่อจับกันเป็นก้อน โดยนำเนื้อเยื่อใส่ภาชนะแล้วใส่น้ำลงไปแล้วทำการตีให้ละเอียด
6. เมื่อได้เนื้อเยื่อที่ละเอียดดีแล้ว นำมาใส่ลงในแบบ หรือตะแกรงที่มีขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร ที่มีน้ำใส่ไว้ประมาณครึ่งหนึ่งของแบบ จากนั้น นำเนื้อเยื่อพืชใส่ลงไป แล้วทำการกระจายให้ทั่ว และสม่ำเสมอแล้วนำน้ำออก โดยปล่อยให้แห้ง

7. นำเนื้อเยื่อที่ได้ มาทำการอัดเย็น โดยการนำเยื่อที่ได้จากการเข้าแบบ มาร์คน้ำออก และอัดให้กระดาษมีความบางลง เพื่อช่วยลดระยะเวลา เมื่อนำไปอัดด้วยความร้อน ซึ่งวิธีนี้จะได้กระดาษที่แน่นและไม่แตกเสียหาย เมื่อไปอัดด้วย เครื่องอัดกระดาษแบบร้อน

8. จากนั้นนำกระดาษที่ได้จากการอัดเย็น มาอัดด้วยเครื่องอัดความร้อน เพื่อให้กระดาษแห้งสนิทและมีความเรียบ ซึ่งจะให้อุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส และควรใช้วัสดุเคลือบแผ่นอะลูมิเนียมที่อัดก่อน เพื่อป้องกันการหัก หรือแตกของกระดาษเมื่อแกะออกจากตระแกรง

9. กระดาษที่อัดแล้ว จะมีความหนาอยู่ที่ประมาณ 0.7-0.9 มิลลิเมตร หรือขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อเยื่อพืชที่ใส่ลงไป

10. เมื่อได้กระดาษที่อัดเรียบแล้ว ก็นำไปทาคด้วยวัสดุเคลือบผิว เพื่อให้มีความสวยงาม และคงทนเหมาะที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่อไป

วัสดุเคลือบผิว

เมื่อได้กระดาษจากการอัดแบบร้อนแล้ว เพื่อเพิ่มความสวยงามและความคงทน ต้องนำมาเคลือบผิวโดยมีวัสดุเคลือบผิวต่าง ๆ ดังนี้

1. กาว มีหลากหลายชนิดที่สามารถนำมาเป็นวัสดุเคลือบผิวกระดาษได้เป็นอย่างดีเช่น

1.1 กาวธรรมชาติ (Natural glue) กาวธรรมชาติที่ผลิตจากหนังและกระดูกสัตว์ได้จากการเคี้ยวเอ็นและกระดูกสัตว์ผสมกับน้ำแล้วปล่อยให้ตกสะเก็ด จนสามารถลอกออกเป็นชั้น ๆ ได้ กาวที่ทำจากชิ้นส่วนของปลาปกติจะเป็นของเหลว และจะมีกาวที่ได้จากพืช ได้แก่ ยางเหนียวของต้นไม้และแป้ง ซึ่งวัสดุเหล่านี้ปกติจะมีส่วนผสมกับน้ำ ทำให้เสื่อมคุณภาพได้เมื่อสัมผัสหรือโดนอากาศ กาวที่ทำจากพืช ได้แก่ กาวยางไม้ (ยางสน) กาวจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง ซึ่งกาวยงธรรมชาตินี้ บางชนิดจะมีการยึดเกาะกันสูงและติดกันอย่างแข็งแรง และมีความเหนียวเริ่มต้นที่ดี อีกทั้งถ้านำไปอบด้วยความร้อนและผสมสารเคมีบางชนิดก็จะทำให้มีความแข็งแรงและสลายตัวได้ช้า กว่าที่ไม่ได้อบด้วยความร้อน

1.2 กาวเซลลูโลส (Cellulose glue) ตัวประสานไพโรกไซลิน (Pyroxylin) ทำจากไนโตรเซลลูโลส (ฟิล์มภาพยนตร์) และสารละลายเคมี เช่น อีเธอร์ แอลกอฮอล์ มีความยืดหยุ่นเมื่อผสมกับยางเหนียวชนิดอื่น หรือยางสน ทำให้มีคุณสมบัติติดแน่นมากในทุก ๆ ผิวงาน และมีความเหนียวเริ่มต้น

ต่ำมาก จะต้องทำการอบด้วยความร้อน โคนการกลายเป็นไอของสารละลาย มีความต้านทานต่อความร้อนและเปลวไฟต่ำ กาวเหล่านี้ใช้ในอุตสาหกรรมรองเท้า กาวสังเคราะห์เซลลูโลสอะซิเตดมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนดี แต่มีคุณสมบัติต่ำมากต่อการตากแดด ตากลม ต่ำกว่ากาวไนโตรเจนเซลลูโลส

1.3 กาวพลาสติก (Plastic glue) เป็นกาวที่ผลิตจากพลาสติก ประเภทเทอร์โมเซตติง และประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งกาวประเภทเทอร์โมเซตติงไม่สามารถทำให้ร้อนได้อีกหลังจากที่ได้รับ การอบด้วยความร้อนแล้ว แต่กาวประเภทเทอร์โมพลาสติกสามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยการให้ความร้อน หรือด้วยสารละลาย

1.4 กาวแป้งเปียก กาวแป้งเปียกเป็นที่นิยมมากในสมัยก่อน เพราะยังไม่มีให้เลือกมากมายอยู่ในปัจจุบัน แต่ในปัจจุบันก็ยังได้มีบุคคลบางกลุ่มยังใช้กาวแป้งเปียกอยู่ เช่น ช่างตัดเย็บ เพราะสามารถละลายได้เมื่อถูกน้ำมีส่วนผสมคือ แป้งสาลี ½ กิโลกรัม น้ำสะอาด 2 ลิตร สารส้ม บดละเอียด 2 ช้อนชา กลีเซอริน 100 ซีซี กรดคาร์บอนิก 3 ซีซี น้ำมันก๊าด 3 ซีซี โคนการนำน้ำใส่ภาชนะ เทแป้งและสารส้มลงไปละลายแล้วยกตั้งไฟอ่อน เทส่วนผสมต่างที่เหลือลงไปกวนให้เข้ากันเสร็จแล้วปล่อยให้เย็น เก็บใส่ภาชนะเอาไว้ใช้ได้

1.5 กาวน้ำ เนื่องจากทำมาจากแป้งมัน กาวน้ำเลยมีลักษณะใสเหมือนน้ำ มีส่วนประกอบ และวิธีการทำดังนี้ แป้งมัน 0.4 กก. แป้งข้าวเจ้า 1 กก. สารส้ม 1 ก้อน น้ำ 4 ลิตร มีวิธีทำคือ นำแป้งมันและแป้งข้าวเจ้าใส่ลงในหม้อ เติมน้ำลงไปคนให้เข้ากัน พักไว้ เทน้ำที่เหลือลงในหม้ออีกใบรอจนเดือด ใส่สารส้ม 1 ก้อนคนให้ละลาย นำส่วนผสมแป้งตั้งไฟ แล้วนำส่วนสารละลายสารส้มเติมลงไป เคี่ยวจนเหนียว ทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว สามารถนำไปใช้ได้

2. พาราฟิน

พาราฟิน หรือ เคโรซีน เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมซึ่งกลั่นแยกออกจากน้ำมันดิบ จุดหลอมเหลวประมาณ 47-64 องศาเซลเซียส จุดเดือดประมาณ 150-275 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในน้ำ สามารถใช้ประโยชน์ได้มากมาย และมีหลายสถานะด้วยกัน โดยพาราฟิน แวกซ์ (Paraffin wax) คือ เป็นชื่อสามัญของแวกซ์ที่เป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนเป็นแวกซ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มปิโตรเลียมแวกซ์ (Petroleum wax) โดยมีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ C_nH_{2n+2} จำนวนคาร์บอนในห่วงโซ่โมเลกุล 19-36 อะตอม (C_{19} - C_{36}) มีลักษณะเป็นของแข็ง มีสีเหลืองอ่อนถึงขาว มีจุดหลอมเหลว อยู่ที่ระหว่าง 48-68 องศาเซลเซียส (วิกิมีเดีย, 2552) สามารถนำมาทำเป็นสารเคลือบผิวได้ ซึ่งได้แก่

2.1 ไอโซเมอไรเซชัน (Isomerization) เป็นการเปลี่ยนโครงสร้างของสาร โดยเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันแนฟทาเบา (light naphtha) ซึ่งมีค่าออกเทนต่ำ โดยนำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจาก นอร์มอลพาราฟิน ไปเป็นไอโซพาราฟิน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียสและมีสารประกอบคลอไรด์เป็นสารเร่งปฏิกิริยา ภายในบรรยากาศของก๊าซไฮโดรเจนที่ความดัน 30 เท่าของบรรยากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า ไอโซเมอเรต (isomerte) มีค่าออกเทน 88-89 ขณะเดียวกันสารอะโรมาติกส์และสารเบนซินก็ถูกกำจัดออกไป

2.2 รีฟอร์มเมอร์ (Reformer) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันแนฟทาหนัก (heavy naphtha) ซึ่งมีค่าออกเทนต่ำ โดยนำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจากนอร์มอลพาราฟิน (normal parafins) ไปเป็นไอโซพาราฟิน (isoparafins) และ อะโรมาติกส์ (aromatics) โดยใช้สารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) คือ พลาตินัม (platinum) และคลอไรด์ (chloride) และใช้อุณหภูมิประมาณ 543 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เรียกว่า รีฟอร์มเมต (reformate) มีค่า ออกเทน 100-102

3. พรอพอลิส (Propolis)

พรอพอลิสหรือยางไม้ คือสารเหนียวหรือยางเหนียว ๆ ที่ผึ้งเก็บมาจากตาหรือเปลือกของต้นไม้ เพื่อใช้ปิดรอยโหว่ของรังผึ้ง และต่อหุ้มศัตรูที่ถูกลูกผึ้งฆ่าตายในรัง แต่ไม่สามารถนำออกไปทิ้งนอกรังได้ เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเหม็น พรอพอลิส ที่ได้จากผึ้งจะมีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อ โรค (antiseptic) คุณสมบัติของพรอพอลิสอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของยางไม้ และพืชอาหารที่ผึ้งเก็บไป โดยปกติพรอพอลิสมีส่วนประกอบดังนี้ ไชผึ้ง (waxes) 30 % น้ำมัน (ethereal oil) 10 % ยางไม้ (resins and balsams) 55 % เกสรดอกไม้ (pollen) 5 % (โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, 2552)

มนุษย์ได้ค้นพบคุณสมบัติของพรอพอลิส ในการใช้รักษาและป้องกันโรคมาร่วม 2,000 ปีแล้ว โดยใช้ในรูปแบบของยาปฏิชีวนะที่สกัดมาจากสารชนิดหนึ่งในพรอพอลิส เรียกว่า โพลวานอยด์ ซึ่งจะช่วยป้องกันการเผาผลาญอย่างรวดเร็วของวิตามินซี ผลคือทำให้ร่างกายมีความต้านทานโรคได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า พรอพอลิสที่เตรียมไว้ในสารละลายแอลกอฮอล์ มีคุณสมบัติป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียหลายชนิด โดยปกติสารพรอพอลิสจะเป็นวัสดุเหนียว สีน้ำตาล ติดอยู่ตามส่วนต่างๆ ภายในรังผึ้ง เช่น ช่องว่างระหว่างคอนผึ้งเหนียวระยิบระยับ ผู้เลี้ยงผึ้งสามารถเก็บสารนี้ได้โดยใช้เหล็กจิ้มผึ้งขูดสารดังกล่าวออกแล้วปั่นเป็นก้อน ถ้าลองใส่ปากแล้วจะพบว่า มีรสขมฝาดเล็กน้อย ชุ่มคอ เชื่อว่าป้องกันโรคเหงือกบวมและแผลในปาก (หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์, 2551)

พืชหอม ที่นำมาทำกระดาด กรณีศึกษา : ใบเตย และตะไคร้หอม

การศึกษาเอกสารของเตยหอม และตะไคร้หอม ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยทั่วไป การขยายพันธุ์และรายละเอียดต่าง ๆ จาก สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (2552) ในหัวข้อข้อมูลไม้หอมเมืองไทย ดังนี้

เตยหอม



ภาพที่ 1 ต้นเตยหอม

(รูปภาพจาก http://www.pharmacy.cmu.ac.th/library/news/n2_files/Taihom.pdf)

ชื่อสามัญ	เตยหอม (Toeihom) Screw pine
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Pandanus odoratus</i> Ridi , <i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.
ชื่อวงศ์	PANDANACEAE
ชื่ออื่น ๆ	ภาคกลาง : เตยหอมใหญ่ (Toei-hom-yai) เตยหอมเล็ก (Toei-hom-lek)มลายู : ปาเนะวอจิง (Pa-nae-wo-ninging) หวานข้าวใหม่ (เหนื่อ) ปาเนะออริง (ไต้) ปาเนก้อจี (ไทยมุสลิม) ปานหนัน (นราธิวาส-ปัตตานี) พั้งลั้ง (จีน)
ถิ่นกำเนิด	ไทย มาเลเซีย

การกระจายพันธุ์ เอเชียดะวันออกเฉียงใต้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืช ล้มลุก มีใบเลี้ยงเดี่ยวลักษณะแตกออกเป็นพุ่ม ขนาดเล็กต้นที่เป็นกอเกิดจากการที่ใบงอกออกมาจากข้อ ต้น สูง 60- 90 ซม. ลำต้นเป็นข้อ ใบออกเป็นพุ่มบริเวณปลายยอด เมื่อโตจะมีรากค้ำจุนช่วยพยุงลำต้นไว้ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับเวียนเป็นเกลียวขึ้นไปจนถึงยอด ลักษณะใบยาวเรียวคล้ายใบหอก ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเป็นมัน เส้นกลางใบเว้าลึกเป็นแฉ่ง ถ้าดูด้านท้องใบจะเห็นเป็นรูปคล้ายกระดูกงูเรือ ใบมีกลิ่นหอม ต้นแก่มีรากอากาศขึ้นอยู่ตามชายคลองที่น้ำขึ้นลงถึง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2552)

การขยายพันธุ์ ทำโดยการปักชำลำต้นหรือกิ่งแขนง ที่แยกมาจากต้นแม่โดยชำลงในดิน ที่ชุ่มน้ำ เช่น ริมคันสวน ถ้าชำในดินแห้งต้องรดน้ำให้ชุ่มชื้นตลอดเวลาชอบแสงแดดรำไร แต่กัทนต่อแสงแดดจัด หรือโดยใช้หัวหรือเหง้า ไปปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ หรือปลูกใส่กระถาง

การดูแลรักษา

แสง	ต้องการแสงมาก
อุณหภูมิ	ชอบอุณหภูมิ ประมาณ 18- 22 องศาเซลเซียส
ความชื้น	ต้องการความชื้นในอากาศมาก ควรจะมีภาควัใส่ น้ำตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอ
น้ำ	สามารถรดน้ำได้ตามสบาย
ดินปลูก	ดินร่วน 1 ส่วน ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 1 ส่วน ทรายหยาบ 1 ส่วน เศษใบไม้ผุๆ 1 ส่วน
ปุ๋ย	ให้ปุ๋ยการให้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักละลายน้ำรดเดือนละครั้ง
โรคและแมลง	ทนต่อโรคและแมลง(ไม้ประดับออนไลน์ดอกทศอม เรื่อง เตยหอม)

ประโยชน์ ใช้ผสมอาหาร ทำอาหาร ดับกลิ่น แก้โรคเบาหวาน ใช้บำรุงหัวใจ กลิ่นหอมเย็นชื่นใจ คั้นทำให้ชุ่มคอ ใบตำพอกโรคผิวหนัง ต้นและรากขับปัสสาวะ ประโยชน์ทางอาหาร ส่วนใหญ่จะใช้ใบ ในสมัยก่อนคนไทยหุงข้าวด้วยหม้อดิน นิยมเอาใบเตยใส่ลงไปด้วย โดยนำมาล้างให้สะอาด ตัดเป็นท่อนๆ เพื่อความหอมของข้าวที่หุง รับประทานข้าวสวยร้อนๆ กลิ่นใบเตยทำให้มีความอร่อยมากขึ้น เตยหอมยังเอาไปปรุงรส กลิ่น อาหารประเภทอื่นได้ เช่น ผสมวุ้น ตะโก้ ขนมหวานต่างๆ ข้าวเหนียว น้ำเชื่อม สำหรับห่อเนื้อไก่เพื่ออบ หรือนำมาล้างให้สะอาด หั่นแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เอาไปคั่วแล้วเก็บใส่ขวดหรือกระป๋องทำเป็นชาใบเตยหอมก็ได้จะเก็บไว้ได้นานหลายเดือน

ปัจจุบันเตยหอมยังคงเป็นที่รู้จักกันในทุกระดับชั้น สามารถนำมาเป็นเครื่องคั้นน้ำใบเตย แทนน้ำเปล่าได้ หรือนำน้ำแข็งใส่ลงไปเวลาดื่มก็อร่อยดี แต่ไม่ใส่น้ำตาลจนหวานมาก ส่วนใหญ่จะนำใบเตยสดมาคั้นน้ำตากแต่งสีและกลิ่นในอาหาร และใช้แทนสีเขียวได้ดี หรือใช้รองก้นหม้อเวลานึ่งข้าวเหนียวก็จะมีกลิ่นหอมมารับประทาน ใบสดของใบเตยนอกจากนำมาเป็นยาและอาหารแล้วยังเป็นส่วนประกอบในการจัดดอกไม้ จัดแจกัน ตกแต่งโต๊ะอาหาร ใช้ดับกลิ่นเหม็นอับในบ้าน ในครัว ในรถ ในโรงรถด้วย โดยการใส่ใบเตยสดและใบเตยตากแห้ง

สารสำคัญ ใบเตยประกอบไปด้วยน้ำมันหอมระเหยและมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยประกอบไปด้วยสารหลายชนิด เช่นสารในกลุ่ม anthocyanin, ไลนาลิลอะซิเตท (Linalyl acetate) เบนซิลอะซิเตท (Benzyl acetate) ไลนาโลอล (Linalool) และเจอราเนียนอล (Geraniol) และสารที่ทำให้มีกลิ่นหอมคือคูมาริน (Coumarin) และเอทิลวานิลลิน (Ethyl vanillin) (ศูนย์รวมผลิตภัณฑ์ เพื่อสุขภาพและความงาม ออนไลน์ หรือGooherb Online Natural Health & Beauty Product)

สรรพคุณและส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์

ต้นและราก-ใช้เป็นยาขับปัสสาวะกระษัย ใบสด-ตำพอกรักษาโรคหัด โรคผิวหนัง ใช้เป็นบำรุงหัวใจให้ชุ่มชื้น โดยใช้ น้ำใบเตยผสมอาหาร แต่งกลิ่น แต่งสีขนม แก้อ่อนเพลีย ละเหยใจ บำรุงหัวใจ เวลาได้คั้นน้ำสมุนไพรชนิดนี้ จะมีความรู้สึกชุ่มชื้นขึ้นมา ส่วนที่ใช้เป็นยาได้แก่ ใบ รสหวานเย็นหอม บำรุงหัวใจ ดับพิษไข้ ชูกำลัง โดยใช้ใบเตยสดล้างให้สะอาด นำมาตำหรือปั่นให้ละเอียด เติมน้ำเล็กน้อย คั้นเอาแต่น้ำดื่ม อาจเติมน้ำตาลเล็กน้อยก็ได้ ใบเตยหอมกลิ่นด้วยไอน้ำจะมีสารหอมประกอบหลายชนิดในทางการแพทย์ช่วยลดน้ำตาลในเลือด

ปัจจุบันเตยหอมยังคงเป็นที่รู้จักกันในทุกระดับชั้น สามารถนำมาเป็นเครื่องคั้นน้ำใบเตย แทนน้ำเปล่าได้ หรือนำน้ำแข็งใส่ลงไปเวลาดื่มก็อร่อยดี แต่ไม่ใส่น้ำตาลจนหวานมาก ส่วนใหญ่จะนำใบเตยสดมาคั้นน้ำตากแต่งสีและกลิ่นในอาหาร และใช้แทนสีเขียวได้ดี หรือใช้รองก้นหม้อเวลานึ่งข้าวเหนียวก็จะมีกลิ่นหอมมารับประทาน ใบสดของใบเตยนอกจากนำมาเป็นยาและอาหารแล้วยังเป็นส่วนประกอบในการจัดดอกไม้ จัดแจกัน ตกแต่งโต๊ะอาหาร ใช้ดับกลิ่นเหม็นอับในบ้าน ในครัว ในรถ ในโรงรถด้วย โดยการใส่ใบเตยสดและใบเตยตากแห้ง

คุณค่าทางโภชนาการ

สำหรับใบเตยหอม 100 กรัม สามารถให้พลังงานต่อร่างกายของคนได้ 35 กิโลแคลอรี โดยประกอบด้วย น้ำ 85.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.6 กรัม โปรตีน 1.9 กรัม ไขมัน 0.8 กรัม กาก 5.2 กรัม แคลเซียม 124 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 27 มิลลิกรัม เหล็ก 0.1 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 2.987 ไมโครกรัม วิตามินบี 2 0.20 มิลลิกรัม ไนอะซิน 1.2 มิลลิกรัม วิตามินซี 8 มิลลิกรัม

นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นยาได้ ด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ เช่น ต้นและรากใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ใบสดนำมาคั้นเป็นน้ำใบเตยใช้บำรุงหัวใจ โดยมีสูตรการทำดังนี้

ยาขับปัสสาวะ ใช้ต้น 1 ต้น หรือ ราก 1 กำมือ ต้มกับน้ำดื่ม ยาบำรุงหัวใจ ใช้ใบสดไม่จำกัดผสมในอาหาร หรือนำมาคั้นน้ำรับประทาน ครั้งละ 2-4 ช้อนแกง ใบเตยหอมใช้แต่งสีและกลิ่นเครื่องดื่ม ขนมหวาน และอาหารหลายชนิด คุณค่าทางโภชนาการ ใบเตยสด มีน้ำมันหอมระเหย รสหวาน หอม มัน และมีสีเขียวที่นิยมใช้แต่งสีอาหาร เป็นสารคอโรฟิลด์

ยาบำรุงหัวใจ ใช้ใบสดต้มกับน้ำดื่ม ลดอาการกระหายน้ำ ทำให้ชุ่มชื้น ต้นและรากซึ่งเป็นยาขับปัสสาวะ และยังรักษาโรคเบาหวาน และแก้กระษัยน้ำเบาพิการ น้ำใบเตยหอม ส่วนผสม ใบเตย 3 ถ้วย น้ำสะอาด 8 ถ้วย น้ำตาลทราย 2 ถ้วย น้ำแข็ง

โรคหัด โรคผิวหนัง ใช้ใบสดตำพอกที่บริเวณแผล

โรคเบาหวานนำส่วนต้นและราก ต้มกับเนื้อหรือใบไม้สักจะช่วยรักษาโรคเบาหวาน

(ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552)

ผลงานการวิจัยเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์

การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พบว่า เตยหอมมีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิต ลดอัตราการเต้นของหัวใจ ขับปัสสาวะ ซึ่งฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่กล่าวไปทั้งหมดนั้น ซึ่งมาจากการทดลองในห้องทดลอง นอกจากนี้ได้มีการทำศึกษาวิจัย โดยนำน้ำต้มรากเตยหอมไปทดลองในสัตว์ทดลอง เพื่อดูฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ปรากฏว่าสามารถลดน้ำตาลในเลือดของสัตว์ทดลองได้ จึงนับได้ว่าสมุนไพรเตยหอมเป็นสมุนไพรที่มีคุณค่าอีกชนิดหนึ่งสามารถนำมาทำเป็นเครื่องดื่มรับประทานเองได้

(ศูนย์รวมผลิตภัณฑ์ เพื่อสุขภาพและความงาม ออนไลน์ หรือ Gooherb Online Natural Health & Beauty Product, 2552. ไม้ประดับออนไลน์คอตคอม เรื่องเตยหอม, 2552)

ตะไคร้หอม



ภาพที่ 2 ต้นตะไคร้หอม

(รูปภาพจาก http://www.rakbankerd.com/kaset/Plant/477_2.jpg)

ชื่อสามัญตะไคร้หอม Citronella Grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon nardus* Rendle

ชื่อวงศ์ Poaceae (Gramineae)

ชื่ออื่น ๆ ประจำท้องถิ่น ภาคเหนือ: จะไค, ภาคใต้: ไคร, คาหอม, เซ็ดเกรย, หัวสิงไค,
เหลอะเกรย

ถิ่นกำเนิด ศรีลังกา อินเดีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ตะไคร้หอมเป็น ไม้ล้มลุก มีอายุหลายปีลำต้นรวมกันเป็นกอ เช่นเดียวกับตะไคร้แกง มีลำต้นขึ้นจากเหง้าสั้น รูปทรงกระบอก ผิวเรียบเกลี้ยง ส่วนเหนือดินสูงถึง 250 เซนติเมตร ใบเดี่ยว รูปแถบเรียวยาว ขนาดกว้าง 1.5-2.6 เซนติเมตร ยาว 60-115 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบจักถี่ละเอียดและคม แข็ง ผิวใบสาก มีนวล ไม่มีขน โคนใบด้านในใกล้โคนใบมีขน ปลายใบยาวโน้มลง กาบใบเรียงซ้อนกันแน่น สีของใบจะไม่เขียวอมเทาเช่นตะไคร้แกงจะมี สีม่วงแดงปน หรือ ปลายแหลมสีเขียวออกเทา

บางพันธุ์ทั้งต้นใบม่วงแดง แต่ที่ปลูกกันมาก ต้นจะออกม่วงแดงเล็กน้อยกาบใบเรียงซ้อนกันแน่น สีเขียวออกเหลืองหรือแก่ออกสีแสดแดง ผิวเรียบ มีขนที่ปลาย ดอกช่อแบบแยก แขนงขนาดใหญ่ยาวถึง 100 เซนติเมตร กลิ่นของต้นตระกูลไคร้หอมจะ แตกต่างกับ ตะไคร้แกงมาก ออกดอกหน้าหนาวและมีกลิ่นหอมดอกออกเป็นช่อยาวสีของช่อดอกน้ำตาลแดงคล้ายแกนก้านช่อยาว โคนหักไปหักมา ช่อดอกย่อยมีทั้งแบบกระจะ และแบบเชิงลด ดอกสมบูรณ์เพศ กาบล่างมี 2 หยัก สีใส รยางค์แข็งยาว (ถ้ามีรยางค์) ไม่มีกาบบน กลีบเกล็ดมี 2 กลีบ เกสรเพศผู้ มี 3 อัน เกสรเพศเมีย ก้านเกสรมี 2 อัน ยอดเกสรมีขนยาวนุ่ม ส่วนช่อดอกแบบเชิงลด มีก้านดอกย่อยรูปรีแกมขอบขนานแคบ ๆ ยาว เป็นดอกเพศผู้หรือดอกเป็นหมัน รูปร่าง และขนาดของกาบช่อย่อยข้างล่าง มีเส้น 7-9 เส้น กาบช่อย่อยข้างล่างและข้างบนมีขนาดเท่ากัน มีเส้น 3 เส้น ดอกย่อยจริงจะมีเกล็ด 1 เกล็ด ยาว 0.3 เซนติเมตร สีใส ล้อมเกสรเพศผู้ 3 อัน และกลีบเกล็ด 2 กลีบ ผลแบบผลแห้งติดเมล็ด รูปทรงกระบอกถึงกึ่งกลม มีขั้วที่ฐานตะไคร้ปลูกง่ายเจริญงอกงามในดินแทบทุกชนิด การปลูก ใช้เหง้า ปลูกโดยเอาลำต้นหรือเหง้าปักชำ โดยตัดใบออก ให้เหลือตอโคนยาวพอสมควร ปักเฉียงลงดิน ตะไคร้ชอบดินร่วนซุย ไม่ชอบน้ำขังและปลูกได้ตลอดปี ส่วนที่ใช้เป็นยา ลำต้นและเหง้าแก่ สดหรือแห้ง (สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2552)

นิเวศวิทยา การปลูกทั่วไปในเขตร้อน ชอบขึ้นในที่โล่ง ดินร่วนมีความอุดมสมบูรณ์ระบายน้ำได้ดี และมีความชื้นดี

องค์ประกอบทางเคมี ใบและต้นสด เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการต้มกลั่น (hydrodistillation) ได้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.50 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันวิเคราะห์โดย GC และ GC-MS มีดังนี้ 1. camphene (0.51) , 2. linalool (1.61) , 3. citronella (4.94) , 4. neral (14.01) , 5. geraniol (35.13) , 6. geranial (13.40) , 7. cis-2,6-dimethyl-2,6-octadiene (1.02) , 8. geranyl acetate (15.91) , 9. trans-caryophyllene (2.70) , 10. a-bergamotene (0.20) , 11. geranial diethyl acetate (0.37) , 12. germacrene D (0.32) , 13. g-cadinene (0.85) , 14. d-cadinene (0.61) , 15. elemol (3.26) , 16. caryophyllene oxide (0.38) , 17. g-eudesmol (0.36) , 18. T-cadinol (1.34)

สารสำคัญ

ใบและลำต้นประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ปริมาณสูงมาก สารสำคัญในน้ำมันคือ citronella , Linalool , geraniol , methylheptenone เป็นต้น น้ำมันนี้มีฤทธิ์เป็นยาขับลม แก้จุกเสียด

และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราด้วย : เเหง้า, ใบ และกาบ-มีน้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีขายในชื่อว่า citronella oil ใช้เป็นยาทาแก้คันและเป็นสารแต่งกลิ่นในเครื่องสำอางบางชนิด

สรรพคุณและส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์

วิธีใช้น้ำมันตะไคร้หอมกลิ่นได้จากต้นและใบตะไคร้หอม นำมาผสม กับด้วยอื่น ๆ ใช้เป็นยาไล่ยุง หรือจะใช้น้ำมันตะไคร้หอมทาผิวหนัง ยุงไม่ชอบกลิ่นจะไม่เข้าใกล้ ใช้ต้นและใบสด 4-5 ต้น นำมาทุบจะมี กลิ่นน้ำมันหอมระเหยออกมา วางไว้ข้าง ๆ ตัว ยุงจะไม่กัดและช่วย ไล่แมลงด้วย ต้มอาบ อบ ใช้ต้นสด 7-5 ต้น สับต้มรวมกับสมุนไพรอื่น ๆ ตะไคร้หอมมีน้ำมันหอมระเหย ทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น น้ำมันตะไคร้หอม ใช้แต่งกลิ่นน้ำหอม สบู่ เทียน รูป และใส่ยากันยุง มีฤทธิ์ไล่ยุงดีมาก

ความเป็นพิษ

น้ำมันตะไคร้หอม มีค่าขนาดของยาเมื่อให้ทางปากที่ทำให้หนูขาวตายครั้งหนึ่ง LD_{50} มากกว่า 5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว เมื่อทดลองในกระต่ายโดยการทาทางผิวหนัง มีค่าดังกล่าวเป็น 4.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว น้ำมันตะไคร้หอมทดลองทาโดยตรงที่ผิวหนังกระต่ายก่อให้เกิดการระคายเคือง แต่จะไม่เกิดอาการดังกล่าวเมื่อผสมน้ำมันในปิโตรลาทัมในความเข้มข้น 8% (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2552)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องอัดกระดาษระบบไฮดรอลิก

ชง พรหมจินดาและอรุณ หนูสังข์ (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างเครื่องอัดกระดาษระบบไฮดรอลิก เพื่อใช้ในระดับครัวเรือน โดยได้ทำการประเมิน 12 รายการ คือ ขนาดของเครื่อง โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง ขนาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ การให้ความร้อน คุณภาพของการใช้แรงอัด ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง ความเหมาะสมในการอัดกระดาษต่อแผ่น ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระดาษในการปฏิบัติงาน คุณภาพของกระดาษที่อัด ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และประสิทธิภาพโดยรวม ผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีประสิทธิภาพพอใช้งานได้

เครื่องอัดกระดาษระบบนิวเมติกส์แทนมือหมุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (มทร.ธัญบุรี) ทำเครื่องอัดกระดาษ (หนังสือพิมพ์ คม ชัด ลึก, 2550) โดยร่วมมือโรงงานกระดาษบริษัท แอ็ดวานซ์ อะโกร จำกัด รายใหญ่ในประเทศไทย ได้ให้การสนับสนุนอาจารย์และนักศึกษา มทร.ธัญบุรี ทำการออกแบบเครื่องอัดเยื่อกระดาษ แบบทำงานอัตโนมัติแทนระบบมือหมุน พร้อมทำการตรวจสอบคุณภาพกระดาษก่อนส่งขาย

สิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลงานนักศึกษา ทำงานโดยใช้ระบบนิวเมติกส์แทนมือหมุน สามารถควบคุมแรงอัดให้คงที่ และเป็นระบบการทำงานที่สะอาด จึงป้องกันความสกปรกที่อาจเกิดกับเยื่อกระดาษ อีกทั้งทดแทนแรงงานคนได้เป็นอย่างดี

ผลทดสอบพบว่า ค่าที่เหมาะสมในการอัดเยื่อกระดาษอยู่ที่ความดัน 4 บาร์ ปริมาณน้ำเฉลี่ย 315 มิลลิลิตร ค่าเฉลี่ยต่อแผ่น 18.73 กรัม ขณะที่ในห้องแล็บต้องการค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17-19 กรัม/แผ่น ประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ สามารถอัดแผ่นเยื่อกระดาษได้ดีที่ความหนาของกระดาษ 30 แผ่น ใช้ความดันลมที่ 4 บาร์ จึงแสดงให้เห็นว่า เครื่องอัดเยื่อกระดาษนี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริง ทั้งนี้หลังจากเครื่องสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะส่งมอบให้บริษัทแอ็ดวานซ์ อะโกร เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตกระดาษต่อไป

การทำกระดาษจากเตยหอม

การศึกษาเรื่อง การทำกระดาษจากเตยหอม โดยกาญจนา โสภาคกุลและสุนันทา หินกอง (2546: บทคัดย่อ) ได้ทดลองการทำกระดาษจากเตยหอมโดยใช้วิธีการอัดร่อน พบว่ากระดาษที่ได้ ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากมีเศษชิ้นส่วนของใบเตยหลุดร่อนทำให้เกิดความไม่สะดวกในการนำแผ่นกระดาษไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ถ้าพูน ยิงดี และสำลี บำเหน็จ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิธีการผลิตเตยหอมให้เหมาะสมในการใช้งาน พบว่ากระดาษที่มีความหนา 0.7-0.9 มม. และ 1.0-1.3 มม. เมื่อนำมาเคลือบสารเคลือบผิว พบว่า คุณสมบัติด้านสี กลิ่น ของกลิ่นเตยหอมแตกต่างกันไป ตามแต่ละสารเคลือบผิวที่นำมาเคลือบ ลักษณะของสีของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้วผลดังนี้ ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบด้วยกาวน้ำ ลักษณะจะมีสีน้ำตาล ส่วนการเคลือบผิวด้วยกาวลาเทก พาราฟิน และกาวแป้งเปียก จะมีสีน้ำตาลเข้ม

ลักษณะของกลิ่นของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้วผลดังนี้ ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวกาวแป้งเปียก และพาราฟิน จะมีกลิ่นของใบเตยติดอยู่มาก ส่วนที่เคลือบด้วยกาวน้ำ และกาวลาเทกจะมีกลิ่นของใบเตยติดอยู่น้อย

การทำกระดาษจากต้นตะไคร้

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการในการใช้กระดาษเพิ่มขึ้น จะเห็นได้จากในปี 2536 ประเทศไทยมีการปลูกปอสาเพิ่มมากขึ้น และกำลังผลิตของโรงงานบางแห่งเพิ่มขึ้น 3-4 เท่า แต่ปัญหาที่สำคัญเกิดขึ้นคือ การขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ เนื่องจากนโยบายรัฐบาลที่รณรงค์ให้มีการตัดไม้ทำลายป่า นั่นทำให้โรงงานผลิตกระดาษสาแห่งหนึ่งในภาคเหนือ ต้องนำเข้าเปลือกปอสาส่วนใหญ่จากประเทศลาวและบางโรงงานต้องปิดไปเนื่องจากขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ นางสาวกมลชนก อยู่นันท์ นักศึกษาปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช ซึ่งมีอาจารย์กมลวรรณ เอียดนุช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา มีความคิดที่จะนำต้นตะไคร้ซึ่งเป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างทั้งทำเครื่องเทศทำสมุนไพร อีกทั้งยังจัดเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายร้อยปี ขึ้นเป็นกอใหญ่ มีกลิ่นเฉพาะปลูกง่าย เจริญงอกงามได้ในดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะในดินร่วนซุย ปลูกได้ตลอดปี มาทำเป็นกระดาษได้ โดยใช้การตะไคร้วัตถุดิบที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตะไคร้กระป๋องซึ่งจากการศึกษาตะไคร้มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตกระดาษจากกากต้นตะไคร้ให้มีความสวยงามน่าใช้ยิ่งขึ้น มี 5 รูปแบบคือ สีธรรมชาติ การฟอกขาว การย้อมสี การมัดย้อม และการตกแต่งด้วยดอกไม้, ใบไม้ชิ้นตอนการผลิตคือ นำกากต้นตะไคร้ที่เหลือใช้จากการผลิตอุตสาหกรรมอื่น ๆ มาแช่โซดาไฟ จากนั้นนำมาต้มเยื่อด้วยโซดาไฟ นำที่ต้มแล้วมาล้างน้ำ นำเข้าเครื่องตีเส้นใย ซ้อนกระดาษสีที่เป็นธรรมชาติขึ้นมา ผึ่งลมตากแห้ง ลอกออกจากกรอบก็จะได้กระดาษสาจากกากต้นตะไคร้ธรรมชาติ หากอยากให้เป็นสีขาวก็นำมาฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ล้างน้ำให้สะอาด ถ้าต้องการตกแต่งด้วยใบไม้ ดอกไม้ ก็นำมาใส่ลงไปในช่วงตอนนี้ แล้วนำไปผึ่งลมหรือตากแดดให้แห้ง จากนั้นแกะออกจากกรอบก็จะได้กระดาษสำเร็จรูปออกมา หากต้องการสีส้มและลวดลายที่แตกต่างออกไป ก็นำกระดาษที่ได้มาย้อมสีหรือทำการมัดย้อมจะได้กระดาษสาจากกากต้นตะไคร้ที่สวยงาม

กระดาษสาที่ผลิตด้วยมือจะมีลวดลายที่สวยงามเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ตลอดมานอกจากนี้กระดาษสายังมีความเหนียวนุ่ม ดูดซึมน้ำได้ดี ทนต่อมอดแมลง จึงมีผู้นำไปตัดแปลงใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะงานหัตถกรรม ผลิตภัณฑ์จากกระดาษสาได้รับความนิยมน้อยแต่แพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นสินค้าติดหนึ่งในสิบของสินค้าหัตถกรรมส่งออกในปี 2534 ทำรายได้เข้าประเทศหลายสิบล้านบาท

กระดาษจากเส้นใยสับปะรด

เสาวณีย์ ฉัตรพัฒน์วงศ์ และคณะ (2540) ได้วิจัย แนวทางการผลิตกระดาษจากเส้นใยสับปะรด ซึ่งมีวิธีการดังนี้ นำใยสับปะรดที่ตากแห้งดีแล้วมาต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 15 ppm. ใช้เวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง นำใยที่ต้มแล้วมาล้างน้ำบนตระแกรงขนาด 25-40 รูต่อตารางนิ้ว ล้างให้เหลือแต่เส้นใยที่สะอาด แล้วมาผสมกับน้ำในอัตราส่วน จากใบที่ยังไม่ได้ต้ม 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อน้ำ 1 ลิตร (เส้นใยที่เหลือจากการล้างที่มาจากน้ำหนักแห้งเริ่มต้น) จากนั้นนำมาฟอกสีด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ NaOCl_2 (น้ำยาซักผ้าขาว) ที่มี active Cl 6 % w/w ในอัตราส่วน 100 มิลลิลิตร / น้ำที่มีเส้นใยที่ล้างแล้ว 1 ลิตร นาน 2-3 ชั่วโมง ทำการคนเพื่อให้สารเคมีเข้าทำปฏิกิริยาอย่างทั่วถึง เส้นใยจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอมเขียวเป็นสีขาว นำมาล้างน้ำให้หมดกลิ่น เมื่อต้องการทำเป็นแผ่นก็เอามาปนกับน้ำในอัตราส่วน 3-10 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ขึ้นอยู่กับความหนาของกระดาษที่ต้องการ กระดาษที่ได้จะมีลักษณะสีขาวนวลเป็นมันเงา ซึ่งเป็นลักษณะของเส้นใยสับปะรด

ซึ่งสอดคล้องกับ กลุ่มผลิตภัณฑ์กระดาษใยสับปะรดบ้านทรายทองพัฒนา ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมืองจังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกสับปะรดมาก จึงมีการรวมกลุ่มตั้งเป็นสหกรณ์ขึ้นมา โดยมีการผลิตดังนี้ เมื่อได้ใยสับปะรดมาแล้วนำมาตัดให้ได้ขนาดยาวประมาณ 6 นิ้วแล้วนำไปล้างทำความสะอาด จากนั้นจึงนำไปต้มโดยต้มในถังขนาด 200 ลิตรที่ตัดครึ่ง หลังจากต้มประมาณ 3 ชั่วโมง จะได้เยื่อสับปะรดออกมา หรือถ้าต้องการให้เร็วขึ้นก็ให้ผสม โซดาไฟ หลังจากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด ถ้าต้องการกระดาษที่ไม่มีความละเอียดมากก็เอาไปใช้ได้เลย กระดาษที่ได้จะมีสีธรรมชาติคือสีน้ำตาล แต่ถ้าต้องการกระดาษที่ละเอียดมากขึ้น หรือต้องการเพิ่มสีอื่นต่าง ๆ จะต้องนำไปตีด้วยเครื่องอีกครั้งหนึ่งและในขั้นตอนนี้ก็จะมีสีลงไปตามขั้นตอน หลังจากนั้นก็จะปั่นเป็นก้อนตามน้ำหนักที่ต้องการว่าจะต้องการหนาหรือบาง แล้วนำไปตะกบฟรอมไม้ จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้งแล้วล้างออกมา จะได้กระดาษที่สามารถนำมาใช้งานตามต้องการ

การทำกระดาษจากมูลช้าง

มีการคิดค้นการนำมูลช้างจาก ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง มาทำการผลิตกระดาษ โดย นายวันชัย อัสววิบูลย์กิจ (ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง, 2552) ได้อธิบายว่าการทำกระดาษนั้นพืชทุกชนิดที่มีเส้นใยสามารถนำมาใช้ทำกระดาษได้ ซึ่งในมูลช้างนั้นประกอบด้วยเยื่อใยของพืชที่ช้างกินเข้าไป การที่นำมูลช้างมาทำกระดาษจึงมีความเป็นไปได้ เพราะในแต่ละวันช้างเชือกหนึ่งจะกินอาหารประมาณ 200 กิโลกรัม โดยถ่ายมาเป็นมูลประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 50-60 กิโลกรัม ซึ่งทางศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง มีวัตถุดิบในการผลิตถึงวันละ 1.3 ตัน จากมูลช้างประมาณ 50 เชือก

โดยมูลซังประมาณ 50 กิโลกรัม สามารถผลิตกระดาษได้ประมาณ 80-100 แผ่น ซึ่งมีขั้นตอนการผลิต ดังนี้ เริ่มด้วยการนำมูลซังมาล้างน้ำให้สะอาด เอาเศษอาหารออกให้หมด แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นนำมาต้มโดยผสม โซดาไฟ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อเป็นตัวช่วยให้เยื่อมูลซังยุ่ย ลงไปด้วย ในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อมูลซังในสถานะเปียก 20-25 กิโลกรัมแล้วต้มนาน 3-4 ชั่วโมง นำมาล้างน้ำให้หมดกลิ่น จากนั้นนำมาใส่ตะแกรง (เป็นอุปกรณ์การขึ้นรูปกระดาษจากมูลซัง นำไปผึ่งแดดแล้วลอกออกก็จะเป็นกระดาษจากมูลซัง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนา และหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ เพื่อทดลองผลิตกระดาษจากพืชหอมเช่น ใบเตย และตะไคร้หอม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งออกเป็นสองส่วน ดังนี้

1. การออกแบบ พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ ซึ่งเป็นเครื่องอัดกระดาษระบบไฮดรอลิกแบบร้อน
2. การทดลองผลิตกระดาษ และทดลองทำผลิตภัณฑ์จากพืชหอม ซึ่ง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเตยหอมและตะไคร้หอมที่ผลิตได้จากเครื่อง

การออกแบบ พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ

วัสดุที่ใช้ประกอบเครื่องอัดกระดาษ

เครื่องอัดกระดาษนี้ เป็นแบบไฮดรอลิกแบบร้อน โดยใช้แผ่นฮีทเตอร์ขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร เป็นแหล่งให้ความร้อน ซึ่งมีวัสดุที่ใช้ประกอบดังนี้

1. เหล็กฉาก หนา 5.5 มิลลิเมตร จำนวน 3 ท่อน ยาว 6 เมตร
2. แม่แรง ขนาด 20 ตัน จำนวน 1 ตัว
3. แผ่นฮีทเตอร์ ขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร จำนวน 1 แผ่น
4. น็อต 6 หุน
5. น็อต 4 หุน
6. แผงควบคุมความร้อน 1 ชุด
7. แผ่นเหล็กรอง จำนวน 12 แผ่น
8. แผ่นตระแกรงอะลูมิเนียม
9. ฉนวนกันความร้อน
10. สวิตช์ควบคุมความร้อน
11. ตลับเมตร
12. เครื่องตัดเหล็ก
13. เครื่องเจียร์ดอกสว่าน
14. อุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพกระดาษ

15. เครื่องเชื่อม
16. อุปกรณ์เขียนแบบ ได้แก่ กระดาษ ปากกา ดินสอเคมี ไม้บรรทัด ฯลฯ
17. สีนํ้ามัน
18. แท่นเจาะสว่านไฟฟ้า
19. เครื่องมือช่าง ได้แก่ ไขควง คีม เครื่องมือถอดน็อต (ปากตาย) กระดาษทราย ฯลฯ

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานสร้างเครื่องอัดกระดาษ

การประกอบเครื่องอัดกระดาษ โดยให้ความกว้างของแผ่นอัดมีขนาด 35 x 35 เซนติเมตรซึ่งมีขนาดเท่ากับขนาดของแผ่นฮีทเตอร์ โดยได้ศึกษาจากเครื่องสำเร็จรูปซึ่งเป็นเครื่องที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยการทำเครื่องอัดกระดาษนี้ ได้ทำการย่อส่วนทั้งในด้านของขนาด และลดในเรื่องต้นทุนการผลิตให้น้อยลง เช่น อุปกรณ์ที่นำมาประกอบ เครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการผลิต โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาระบบการทำงานของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ โดยศึกษาเครื่องอัดกระดาษของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และประกอบเครื่อง ให้มีต้นทุนต่ำ และลดขั้นตอนของเครื่องที่ผู้ผลิต ต้องการรวบรวมให้ทุกขั้นตอนอยู่ในเครื่องเดียวกัน
2. ออกแบบตัวเครื่องที่จะทำการประกอบ ซึ่งต้องออกแบบให้กระทัดรัด สะดวกแก่การเคลื่อนย้าย โดยการออกแบบหลาย ๆ รูปแบบ และนำมาพิจารณาข้อดี ข้อเสียของแต่ละแบบ แล้วทำการประเมินราคา
3. เมื่อได้แบบแล้ว เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ประกอบเครื่องตามแบบ ซึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญคือส่วนโครงสร้างของเครื่องต้องแข็งแรง โดยการใช้เหล็กฉาก หน้า 5.5 มิลลิเมตร จำนวน 3 ท่อนยาว 6 เมตร
4. ทำการตัดเหล็กเป็นท่อน ๆ ตามแบบที่กำหนดไว้ ให้ครบตามจำนวน
5. นำเหล็กที่ตัดแล้วไปเจาะรูเพื่อยึดติดกัน โดยใช้สว่านขนาด 6 หุน และการเจาะต้องทำด้วยความแม่นยำ เพื่อให้ได้โครงสร้างที่ถูกต้อง และแข็งแรง
6. ทำการประกอบโครงสร้าง ตามแบบที่วางไว้ และทำการตรวจสอบ โดยแบบจะมีการเสริมความแข็งแรงด้วยการต่อฐานให้มีความยาวประมาณ 1 เมตรและยาวออกจากตัวเครื่องที่กำหนดอีกด้านละประมาณ 25 เซนติเมตร เพื่อความแข็งแรง และไม่ล้ม ขณะปฏิบัติงานจริง
7. เตรียมอุปกรณ์ให้ความร้อน คือ ฮีทเตอร์ ซึ่งต้องคำนวณค่าความร้อนที่ใช้ในการปฏิบัติงานขณะอัดกระดาษ ให้เรียบร้อย โดยปกติความร้อนที่ตั้งจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 220 องศาเซลเซียส ดัง

นั้นฮีทเตอร์ที่ใช้ควรเป็นฮีทเตอร์ที่ให้ความร้อนสูงประมาณ 300 องศาเซลเซียสเพื่อเตรียมไว้ใช้ถ้าต้องการอัดกระดาษจากวัสดุอื่น ๆ ที่ต้องใช้ความร้อนสูง

8. นำฮีทเตอร์ที่เตรียมไว้มาติดตั้งกับแผ่นเหล็ก โดยให้แผ่นเหล็กประกบทั้งด้านหน้า และด้านหลังของฮีทเตอร์ โดยให้แผ่นเหล็กที่รองด้านหน้ามีความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร สาเหตุที่ต้องใช้เหล็กมาเป็นแผ่นรองด้านหน้าก็เพื่อให้ความร้อนจากฮีทเตอร์ผ่านมาที่เหล็กรองและเพื่อป้องกันไม่ให้ฮีทเตอร์ได้รับแรงอัดเพียงด้านเดียว สำหรับเหล็กที่ใช้ในการประกบด้านหลังของฮีทเตอร์มีความหนาประมาณ 0.9 – 1 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อรองรับแรงอัดของแม่แรงที่ใช้อัด และเป็นตัวที่ช่วยในการบีบฮีทเตอร์ให้มีความเรียบและไม่พองตัวขึ้นเมื่อมีความร้อนมาก ๆ

9. นำเหล็กที่จะประกบกับฮีทเตอร์มาเจาะรู ทั้งหมด 8 รู โดยใช้สว่านขนาด 6 หุน เพื่อยึดแผ่นฮีทเตอร์ให้มีความแข็งแรง แล้วขันน็อตรัดให้แน่น หลังจากนั้นนำชุดของฮีทเตอร์ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว ไปประกอบติดกับโครงสร้างของเครื่องอัดกระดาษที่ได้ประกอบเอาไว้แล้ว จากนั้นขันน็อตให้แน่น นำสายไฟทองเหลืองที่มีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าได้สูงมาเชื่อมต่อระหว่างแผ่นฮีทเตอร์กับแผงควบคุม โดยที่แผ่นฮีทเตอร์จะมีสัญลักษณ์ในการต่อสายไว้เรียบร้อยแล้ว

ประกอบแผงควบคุมความร้อนให้ติดกับเครื่องอัดกระดาษ ซึ่งในส่วนของแผงควบคุมนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วน คือ ส่วนของแผงควบคุม และส่วนของปุ่มปรับอุณหภูมิ

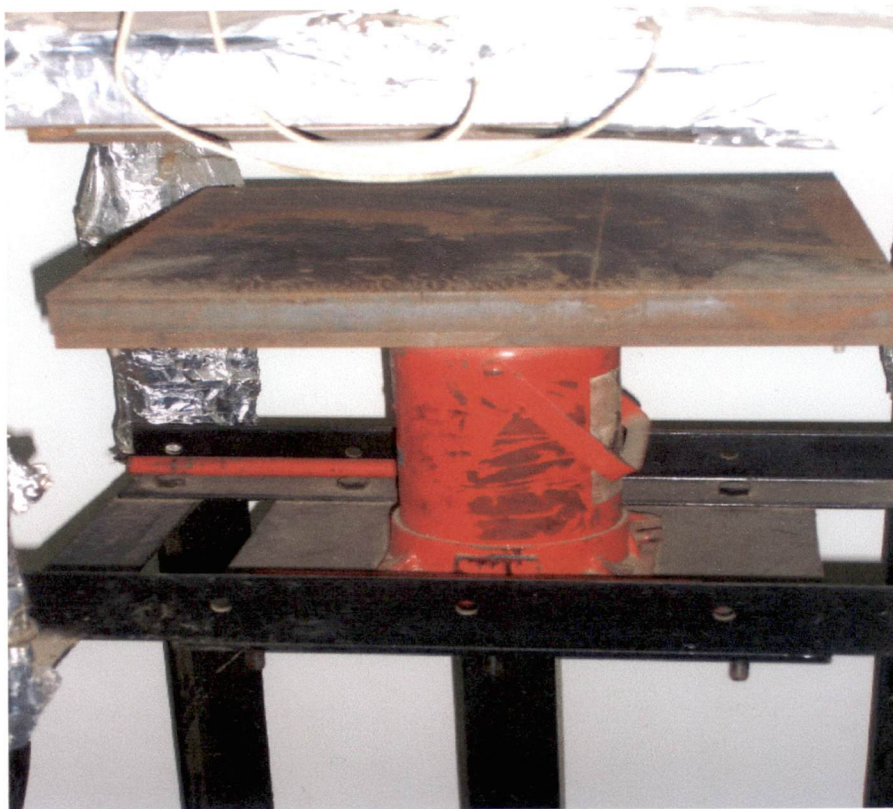
10. สำหรับในส่วนของแผงควบคุม จะทำหน้าที่ในการปรับและกำหนดอุณหภูมิมากน้อยที่จะใช้ในการอัดกระดาษในแต่ละครั้ง เพราะการทำงานของเครื่องบางครั้งจะต้องมีการปรับอุณหภูมิอยู่บ่อย ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องประกอบไว้เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3 แผงควบคุมความร้อน

11. ประกอบส่วนของเครื่องที่จะใช้เป็นเครื่องอัดเย็น โดยประมาณให้ห่างจากเครื่องอัดความร้อนประมาณ 15 - 20 เซนติเมตร สำหรับในส่วนนี้จะใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนา 1 เซนติเมตร เป็นตัวกั้นระหว่างเครื่องอัดความร้อนและเครื่องอัดเย็น โดยเหล็กแผ่นนี้จะใช้วิธีการดึงเข้าดึงออก บนรางที่ทำรองรับเอาไว้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

12. ประกอบในส่วนของปั๊มไฮดรอลิก โดยจากการเจาะในส่วนของฐานรองปั๊ม ส่วนนี้เป็นส่วนที่จะต้องรับน้ำหนักจากการอัดมากที่สุด ดังนั้นในส่วนของฐานรองจำเป็นจะต้องทำให้มีความแข็งแรงมากที่สุด สำหรับเหล็กที่นำมาใช้เป็นฐานรองนั้น มีขนาด 1.5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กรองนี้เกิดการอ่อนตัวขึ้นในขณะที่จำเป็นต้องใช้แรงอัดมาก



ภาพที่ 4 การติดตั้งปั๊มไฮดรอลิก

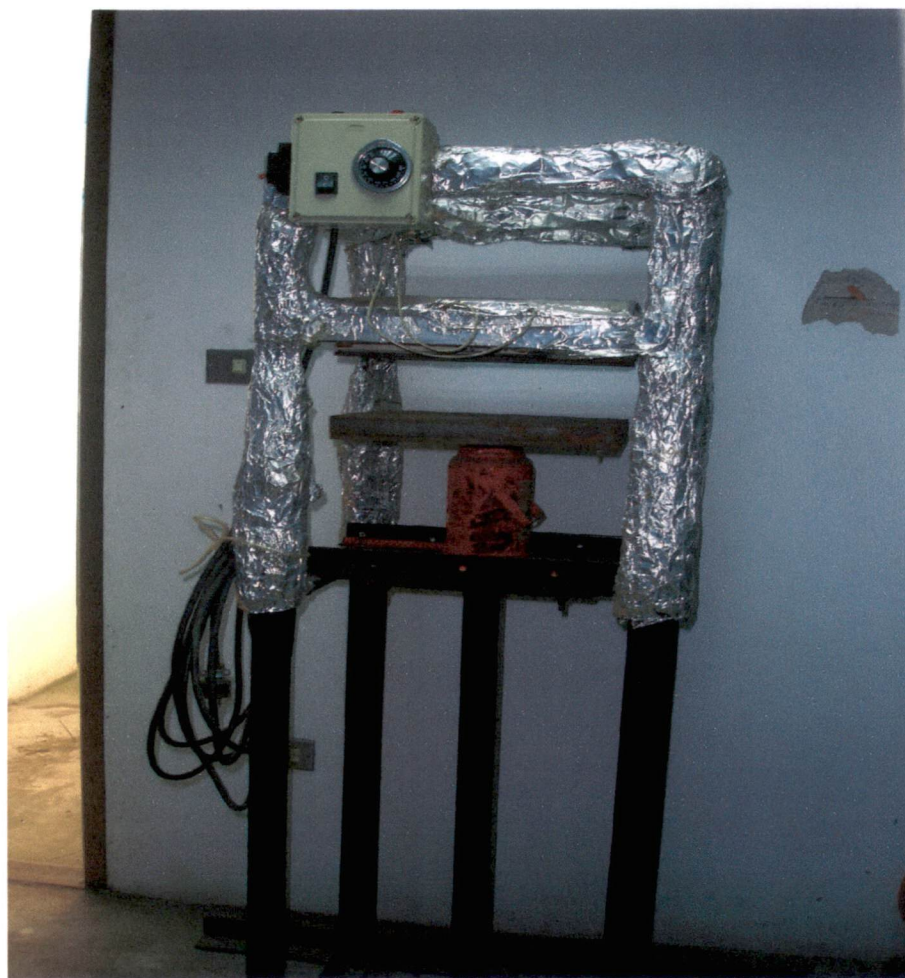
13. เชื่อมแผ่นเหล็กที่จะใช้ในการอัดให้ติดกับตัวปั๊ม เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน โดยเหล็กที่จะใช้เชื่อมมีขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร เท่ากับแผ่นฮีทเตอร์ให้ความร้อน ซึ่งเมื่อทำการอัดกระดาษ แผ่นเหล็กนี้จะเข้าไปประกบกับแผ่นเหล็กที่ให้ความร้อน และแผ่นฮีทเตอร์พอดี

14. ทำการทดลองเครื่อง ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ซึ่งส่วนที่จำเป็นจะต้องทำการทดลองก็คือ การให้ความร้อนของฮีทเตอร์ และปั๊มควบคุมอุณหภูมิของแผ่นฮีทเตอร์ ว่าสามารถให้ความร้อนได้เท่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งในบางครั้งนั้นหากแผ่นฮีทเตอร์ที่นำมาใช้ให้ความร้อนได้ไม่เพียงพอที่กำหนดเอาไว้ ความร้อนที่ได้ก็ไม่สามารถที่จะปรับให้เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นจะต้องเลือกและพิจารณาให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกันด้วย และในส่วนของปั๊มปรับอุณหภูมิก็เช่นเดียวกัน หากรับอุณหภูมิได้น้อยกว่าแผ่นฮีทเตอร์ก็จะไม่สามารถที่จะนำเข้ามาใช้ได้ เนื่องจากความร้อนของแผ่นฮีทเตอร์จะทำให้เกิดการเผาไหม้ทำให้ปั๊มควบคุมไหม้ด้วย และไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ดังนั้นในการเลือกปั๊มควบคุมต้องเลือกปั๊มที่มีความสามารถในการทนอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิของแผ่นฮีทเตอร์ที่นำมาใช้ ในการประกอบ

15. ขั้นตอนในการทดสอบและการใช้เครื่องอัดกระดาษ สำหรับการทดสอบเครื่องจะต้องมีการเปิดอุ่นเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 20 – 30 นาที ก่อนที่จะทำการทดลองหรือก่อนการปฏิบัติงานจริง ทั้งนี้เพื่อให้ความร้อนแผ่กระจายไปทั่วแผ่นเหล็ก และให้อุณหภูมิของเครื่องขึ้นถึงจุดที่เราต้องการใช้งานก่อน เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาในการปฏิบัติงาน

16. หลังจากทดสอบเครื่องเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการถอดประกอบส่วนต่าง ๆ ออก เพื่อทำการฉีดพ่นสีหรือทาสีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิม โดยขั้นตอนแรกต้องใช้กระดาษทรายขัดเหล็กให้สะอาด โดยใช้กระดาษทรายเบอร์ 0 ซึ่งเป็นกระดาษทรายที่มีความละเอียดที่สุด ขัดเอาสีเก่าเก่าที่ติดมากับเหล็กออกให้หมด

17. ใช้สีพ่นหรือทาให้ทั่วทั้งเครื่อง โดยการทำให้เสร็จเรียบร้อยไปที่ละชิ้นส่วน โดยทำการทาทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ทาครั้งที่ 1 เป็นการทารองพื้น แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง แล้วนำมาทาครั้งที่ 2 ทาสีจริงที่ต้องการ จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้ง แล้วนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบให้เรียบร้อยเหมือนเดิม



ภาพที่ 5 เครื่องอัดกระดาษหลังจากปรับปรุงแล้ว

การพัฒนาเครื่องอัดกระดาษ

เมื่อสร้างเสร็จแล้วได้ให้ผู้เชี่ยวชาญดูโครงสร้างจากสภาพภายนอกเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ทำการปรับปรุงพัฒนาในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่

1. ให้เพิ่มฉนวนหุ้มกันความร้อนในโครงเหล็กที่ใช้ประกอบเครื่อง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากความร้อนในขณะที่ใช้งาน
2. ทำการติดตั้งสวิทช์เพิ่มเติม เพื่อสามารถทำการควบคุมอุณหภูมิความร้อนในการอัดกระดาษได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะทำได้กระดาษอัดที่มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ
3. ทำการเสริมเหล็กแผ่นอัดให้มีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันการโก่งตัวของแผ่นอัด



ภาพที่ 6 การเพิ่มฉนวนหุ้มกันความร้อนในโครงเหล็กที่ใช้ประกอบเครื่อง

การทดลองผลิตกระดาษจากพืชหอม และการทดสอบเครื่องอัดกระดาษ

หลังจากได้ประกอบเครื่องแล้ว ทำการทดสอบการอัดกระดาษด้วยการทดสอบการผลิตกระดาษจากพืชหอมคือเตยหอมและตะไคร้ แล้วทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ เวลาในการผลิตกระดาษในแต่ละแผ่น อุณหภูมิ ขนาดความหนาบางของกระดาษแต่ละแผ่น และน้ำหนักแห้งของกระดาษ นำมาเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ เช่น สี กลิ่น ผิวกระดาษ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง ในเรื่องของการใช้ความร้อน แรงอัดของปัม ระยะเวลาในการอัดกระดาษของแต่ละแผ่น ความสะดวกของการดำเนินงานในแต่ละแผ่น และทำการทดสอบโครงสร้างว่ามีความแข็งแรงและสามารถรับแรงอัดได้มากน้อยเพียงใด เพื่อเหมาะแก่การใช้งาน

การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ

ทำการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ โดยผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบการประกอบเครื่องและระบบการให้ความร้อนต่าง ๆ มาทำการประเมินเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขต่อไป เพื่อให้เครื่องสามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผู้ประเมินคือ รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ หัวหน้าภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการประเมินมีทั้งหมด 12 รายการดังนี้

1. ขนาดของเครื่อง
2. โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง
3. ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ
4. การให้ความร้อน
5. คุณภาพของการใช้แรงอัด
6. ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง
7. ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง
8. ความเหมาะสมในการอัดกระดาษต่อแผ่น
9. ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระดาษในการปฏิบัติงาน
10. คุณภาพของกระดาษที่อัด
 - 10.1 สีของกระดาษ
 - 10.2 ความหนาของกระดาษ
11. ความสะดวกในการปฏิบัติงาน
12. ประสิทธิภาพโดยภาพรวมของเครื่อง

โดยใช้ระดับการประเมินและเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ระดับการประเมิน 3 ระดับคือ

3 = ดี หมายถึง มีประสิทธิภาพ เหมาะสมดี ไม่ต้องการปรับปรุงแก้ไข

2 = พอใช้ หมายถึง มีประสิทธิภาพใช้งานพอใช้ได้

1 = ต้องปรับปรุง หมายถึง มีประสิทธิภาพไม่ดี ต้องปรับปรุงแก้ไข

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

2.50 – 3.00 หมายถึง มีประสิทธิภาพดีมาก

1.50 – 2.49 หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง

1.00 – 1.49 หมายถึง มีประสิทธิภาพที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

สถานที่ที่ใช้ในการประกอบเครื่องอัดกระดาษ

สถานที่ที่ใช้ในการประกอบเครื่องอัดกระดาษคือ อาคารปฏิบัติการภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นได้ทำการเคลื่อนย้ายมาทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม และทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์-อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การทดสอบการผลิตกระดาษ พัฒนาและทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษฟืชหอม

สำหรับการผลิตกระดาษจากพืชหอม มีวัสดุและอุปกรณ์ ดังนี้

วัสดุ ได้แก่ ใบพืชที่มีกลิ่นหอม คือ ใบเตย และ ตะไคร้หอม

อุปกรณ์ ได้แก่ มีด เขียง ตะแกรง ตาชั่ง กะละมัง กาวน้ำ กาวแป้งเปียก กาวลาเทค พาราฟิน เครื่องอัดเย็น เครื่องอัดร้อน เครื่องปั่นย่อย เครื่องตีเยื่อ และคูบ

วิธีดำเนินการผลิตกระดาษจากพืชหอม : เตยหอม และตะไคร้หอม

ทำการผลิตกระดาษจากพืชหอม ขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร ไปสังเกตและบันทึกผลเกี่ยวกับคุณสมบัติด้าน สี กลิ่น ผิวสัมผัส และความยืดหยุ่น โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. การรวบรวมใบพืชคือ เศษหอมและตะไคร้หอม ที่จะนำมาใช้ในการผลิตกระดาษ ให้ได้ในปริมาณที่เพียงพอ โดยเอาเฉพาะส่วนของใบเท่านั้น

2. นำใบพืชที่รวบรวมได้ มาทำความสะอาด โดยการล้าง และคัดเลือกเอาสิ่งสกปรก และใบพืชอื่น ๆ ที่อาจปะปนมาออกให้หมด

3. นำใบพืชที่ล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว มาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 1 เซ็นติเมตร หรือเล็กกว่านั้น นำส่วนหนึ่งมานั่งก่อนจากนั้นจึงนำไปปั่นหรือบดให้ละเอียด โดยใช้เครื่อง Refiner ที่มีลักษณะเป็นจานบด ซึ่งสามารถปรับค่าความละเอียดได้ และยังสามารถปรับได้ทั้งสองทิศทาง คือตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา โดยใช้น้ำเป็นตัวนำพาวัสดุบดเข้าไปในจานบดเพื่อให้ได้เนื้อพืชที่มีความละเอียดและทำให้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อเราป้อนวัสดุบดลงไปในเครื่อง เครื่องจะทำการป้อนวัสดุบดเข้าไปในจานบด จากนั้นเนื้อเยื่อพืชก็จะไหลมาทางด้านล่างของเครื่อง



ภาพที่ 7 การแยกเนื้อเยื่อและน้ำออกจากกัน

4. นำเนื้อเยื่อที่มีลักษณะเป็นเส้นใยของพืชที่ได้มาสังเกตดูว่า เนื้อเยื่อพืชมีความละเอียดพอหรือยัง ถ้ามีความละเอียดตามต้องการแล้ว ก็นำมาแยก เนื้อเยื่อพืชกับน้ำออกจากกัน

5. นำเนื้อเยื่อพืชที่ได้นำไปตีเยื่อ โดยอาจใช้เครื่องตีเยื่อ เพื่อไม่ให้เนื้อเยื่อจับกันเป็นก้อนและกลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยนำเนื้อเยื่อใส่ภาชนะแล้วใส่น้ำลงไปแล้วทำการตีให้ละเอียด ขณะตีเยื่อที่ต้องใส่น้ำเพราะน้ำจะช่วยทำให้เส้นใยกระจายตัวได้ดี แผ่นจะเรียบ สม่ำเสมอ



ภาพที่ 8 การตีเนื้อเยื่อพืช

6. แล้วนำมาใส่ลงในแบบ หรือกระดาษที่มีขนาด 35 x 35 เซนติเมตรตามขนาดของเครื่องอัดกระดาษ ที่มีน้ำใส่ไว้ประมาณครึ่งหนึ่งของแบบ จากนั้น นำเนื้อเยื่อพืชใส่ลงไป แล้วทำการกระจายให้ทั่ว และสม่ำเสมอแล้วให้นำน้ำออก โดยปล่อยให้แห้ง



ภาพที่ 9 การนำเนื้อเยื่อพืชมาเข้าแบบที่มีความกว้าง 35x35 เซนติเมตร

7. นำเนื้อเยื่อที่ได้ มาทำการอัดเย็น โดยการนำเยื่อที่ได้จากการเข้าแบบ มาไล่น้ำออกจากแผ่น และอัดให้กระดาษมีความบางลง เพื่อช่วยลดระยะเวลาเมื่อนำไปอัดด้วยความร้อน ซึ่งวิธีนี้จะได้กระดาษที่แน่นและไม่แตกเสียหาย เมื่อบริโภคด้วยเครื่องอัดกระดาษแบบร้อน



ภาพที่ 10 กระดาษหลังจากอัดเย็นเพื่อไล่น้ำออก

8. จากนั้นนำกระดาษที่ได้จากการอัดเย็น มาอัดด้วยเครื่องอัดความร้อน เพื่อให้กระดาษแห้งสนิทและมีความเรียบ ซึ่งจะใช้อุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส และควรใช้วัสดุเคลือบแผ่นอะลูมิเนียมที่อัดก่อน เพื่อป้องกันการหัก หรือแตกของกระดาษเมื่อแกะออกจากตระแกรง



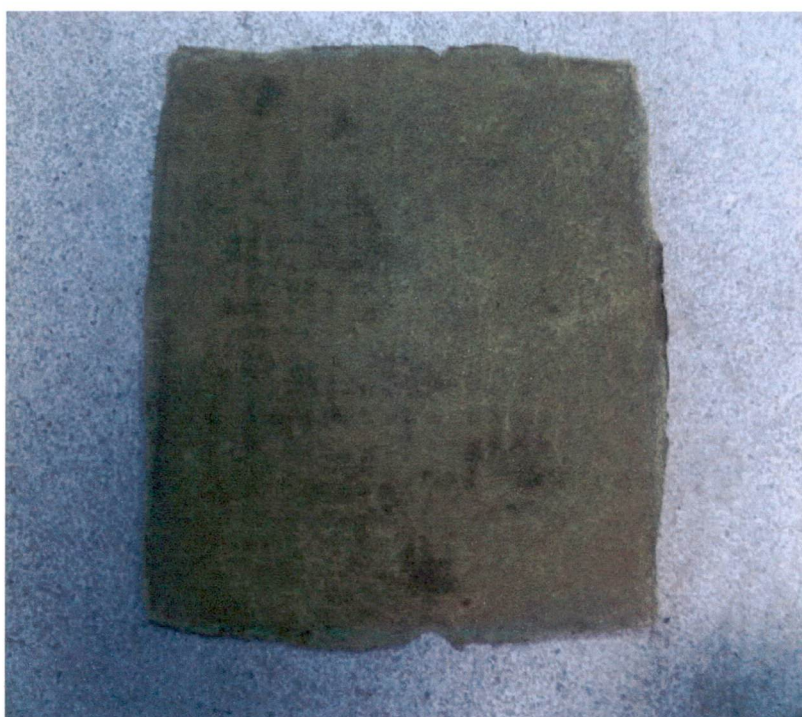
ภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการอัดร้อนกระดาษ

9. กระดาษที่อัดแล้ว ของเตยหอมจะมีความหนาอยู่ที่ประมาณระหว่าง 0.63- 0.72 มิลลิเมตร และของตะไคร้หอมอยู่ที่ระหว่าง 1.02 – 1.04 มิลลิเมตร หรือขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อเยื่อพืชที่ใส่ลงไป จากนั้นนำกระดาษที่ได้ไปทำการอบอีกครั้งหนึ่งในตู้อบ

10. เมื่อได้กระดาษที่อัดเรียบร้อยแล้ว ถ้านำไปผึ่งให้แห้ง ก็จะได้กระดาษที่มีความสวยงาม และคงทนเหมาะที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่อไป



ภาพที่ 12 กระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม



ภาพที่ 13 กระดาษที่ได้จากเตยหอม



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบกระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม และกระดาษที่ได้จากเตยหอม

การทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษที่ได้จากพืชหอม

เมื่อได้กระดาษจากพืชหอมมาแล้ว เราสามารถนำไปทำประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย เพราะกระดาษที่ได้มานั้น จะมีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบ หรือก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้กระดาษมีความราบเรียบทั้ง 2 ด้านมากยิ่งขึ้น สามารถนำกระดาษมาเคลือบผิวด้วยกาวหรือวัสดุเคลือบผิวอื่น ๆ จากนั้นนำไปฝั่งแดดให้แห้งสนิท จากนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายแนวทางด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำกระดาษที่ได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้แก่ โคมไฟ ปฏิทินตั้งโต๊ะ หรือหน้าปกสมุดบันทึก ก็สามารถทำได้ มีความสวยงามและยังมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของพืชชนิดนั้นอีกด้วย



ภาพที่ 15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากกระดาษพีชหอม

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน และวิจารณ์ผล

คณะผู้วิจัยได้แสดงผลการดำเนินงานและวิจารณ์ผล ดังนี้

1. การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ
2. การทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษที่ผลิตได้จากเครื่อง
3. วิจารณ์ผล

ผลการดำเนินงาน

การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ

การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ โดยมีวิธีการดังนี้

1. การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ ด้าน โครงสร้างภายนอก โดยผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบการประกอบเครื่องและระบบการให้ความร้อนต่าง ๆ มาทำการประเมินเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขต่อไป เพื่อให้เครื่องสามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผู้ประเมิน 1 ท่านคือ รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ หัวหน้าภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้ระดับการประเมินและเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ระดับการประเมิน 3 ระดับคือ

- | | |
|------------------|--|
| 3 = ดี | หมายถึง มีประสิทธิภาพ เหมาะสมดีไม่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข |
| 2 = พอใช้ | หมายถึง มีประสิทธิภาพใช้งานพอใช้ได้ |
| 1 = ต้องปรับปรุง | หมายถึง มีประสิทธิภาพไม่ดี ต้องปรับปรุงแก้ไข |

โดยมีผลการประเมิน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดกระดาษ

ลำดับที่	รายการที่ทำการประเมิน	สรุปผลการประเมิน		
		3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้อง ปรับปรุง)
1.	ขนาดของเครื่อง	✓		
2.	โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง		✓	
3.	ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ		✓	
4.	การให้ความร้อน	✓		
5.	คุณภาพของการใช้แรงอัด		✓	
6.	ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง		✓	
7.	ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง		✓	
8.	ความเหมาะสมในการอัดกระดาษต่อแผ่น	✓		
9.	ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระดาษในการปฏิบัติงาน	✓		
คุณภาพของกระดาษที่อัด				
	10.1 สีของกระดาษ		✓	
	10.2 ความหนาของกระดาษ		✓	
10.	ความสะดวกในการปฏิบัติงาน		✓	
11.	ประสิทธิภาพโดยภาพรวมของเครื่อง		✓	
รวมค่าเฉลี่ย		2.30		

จากการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

2.50 – 3.00 หมายความว่า มีประสิทธิภาพดี

1.50 – 2.49 หมายความว่า มีประสิทธิภาพพอใช้

1.00 – 1.49 หมายความว่า มีประสิทธิภาพที่ต้องปรับปรุง

ผลการประเมินอยู่ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คือมีประสิทธิภาพใช้งานพอใช้ได้ ส่วนที่มีประสิทธิภาพดี 4 รายการคือ

1) ขนาดของเครื่อง 2) การให้ความร้อน 3) ความเหมาะสมในการอัดกระดาษต่อแผ่น 4) ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระดาษในการปฏิบัติงาน ส่วนที่เหลือมีประสิทธิภาพ ที่พอใช้ คือ 1) โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง 2) ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ 3) คุณภาพของการใช้แรงอัด 4) ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง 5) ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง 6) คุณภาพของกระดาษที่อัดในเรื่อง สีของกระดาษ 7) ความหนาของกระดาษ 8) ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และ 9) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง

2. การทดลองอัดกระดาษ

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษ จากการสร้างเครื่องอัดกระดาษโดยใช้ความร้อน เพื่อลดต้นทุนของเครื่องที่จะนำมาใช้ในการอัดกระดาษ ทำการทดสอบ โดยใช้เยื่อจากเตยหอมและตะไคร้หอม ที่เข้าแบบขนาด 35 x 35 ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของกระดาษที่ได้จากการอัด ดังนี้

1. เปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ได้ เช่น กลิ่น สี ผิวสัมผัสของกระดาษ
2. เปรียบเทียบความหนาแน่น ความชื้น และความหนาของกระดาษที่ได้

ผลการดำเนินงานผลิตกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเยื่อกระดาษที่ทำจากเตยหอมและตะไคร้หอม ทำกระดาษขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร จากนั้นนำกระดาษที่ได้ ไปสังเกตและบันทึกผล ดังนี้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม

ครั้งที่ผลิต	คุณสมบัติของกระดาษ			
	ลักษณะสี	ลักษณะกลิ่น	ลักษณะผิวสัมผัส	ความยืดหยุ่น
1	เขียวอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัสดี ค่อนข้างเรียบ	มีความยืดหยุ่น มาก
2	เขียวอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัสดี ค่อนข้างเรียบ	มีความยืดหยุ่น มาก
3	เขียวอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัสดี ค่อนข้างเรียบ	มีความยืดหยุ่น มาก

จากตารางที่ 2 คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม ผลที่ได้ของกระดาษมีดังนี้
ลักษณะของสีของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้วผลดังนี้ ลักษณะจะมีสีเขียวของใบเตย คือสีเขียว
อ่อน

ลักษณะของกลิ่นของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้ว จะมีกลิ่นของใบเตยเล็กน้อย

ลักษณะของผิวสัมผัสของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้ว มีเนื้อสัมผัสดีค่อนข้างเรียบ

ลักษณะความยืดหยุ่นของกระดาษเตยหอมที่อัดแล้วผลจะมีความยืดหยุ่นมาก เมื่อจับม้วน
สามารถม้วนได้มาก

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอม

ครั้งที่ผลิต	คุณสมบัติของกระดาษ			
	ลักษณะสี	ลักษณะกลิ่น	ลักษณะ ผิวสัมผัส	ความยืดหยุ่น
1	สีน้ำตาลอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัส หยาบ	มีความยืดหยุ่น น้อย
2	สีน้ำตาลอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัส หยาบ	มีความยืดหยุ่น น้อย
3	สีน้ำตาลอ่อน	กลิ่นหอม เล็กน้อย	เนื้อสัมผัส หยาบ	มีความยืดหยุ่น น้อย

จากตารางที่ 3 คุณสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอม ผลที่ได้ของกระดาษอัดมีดังนี้
ลักษณะของสีของกระดาษตะไคร้หอมที่อัดแล้วผลดังนี้ ลักษณะจะมีสีเขียวของใบตะไคร้หอม
คือสีน้ำตาลอ่อน

ลักษณะของกลิ่นของกระดาษตะไคร้หอมที่อัดแล้ว จะมีกลิ่นของตะไคร้เล็กน้อย

ลักษณะของผิวสัมผัสของกระดาษตะไคร้หอมที่อัดแล้ว มีเนื้อสัมผัสหยาบ

ลักษณะความยืดหยุ่นของกระดาษตะไคร้หอมที่อัดแล้วผลจะมีความยืดหยุ่นน้อย เมื่อจับม้วน
สามารถม้วนได้ไม่ได้มาก

เปรียบเทียบ คุณสมบัติของเคยหอมและตะไคร้

จากการทดสอบผลิตกระดาษจากเคยหอมและตะไคร้หอมเมื่อดูคุณสมบัติภายนอกที่สังเกตได้ คือ ลักษณะสี ลักษณะกลิ่น ลักษณะผิวสัมผัส และความยืดหยุ่นซึ่งได้ผลตามที่พบแล้วนั้น ยังนำกระดาษที่ผลิตได้มาทดสอบลักษณะอื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบระหว่างกระดาษที่ผลิตจากเคยหอมและตะไคร้หอมได้แก่ ด้าน ความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของกระดาษที่ได้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบในด้าน ความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของกระดาษที่ได้

พืชของพืช	ครั้งที่ผลิต	ความหนาแน่น (ก. / ซม ³)	ความชื้น (%)	ความหนา (มม.)
เคยหอม	1	0.60	4.90	0.66
	2	0.66	5.11	0.72
	3	0.60	5.94	0.63
ตะไคร้หอม	1	0.61	6.76	1.02
	2	0.60	6.47	1.02
	3	0.63	6.63	1.04

จากตารางที่ 4 เปรียบเทียบในด้านความหนาแน่น ความชื้น และความหนาของกระดาษที่ได้พบว่า ในภาพรวมความหนาแน่นของกระดาษที่ผลิตจากเคยหอม และ ตะไคร้หอม มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนัก โดยกระดาษที่ได้มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.66 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ด้านความชื้นจะพบว่าภาพรวม ความชื้นของกระดาษที่ทำจากตะไคร้หอม จะมีความชื้นมากกว่ากระดาษที่ทำจากเคยหอม ในการผลิตครั้งที่ 1 ส่วนกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอมจะมีความชื้นมากที่สุดคือ 6.76 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความหนาพบว่ากระดาษที่ทำจากเคยหอมจะมีความหนาอยู่ที่ประมาณระหว่าง 0.63- 0.72 มิลลิเมตร และกระดาษที่ทำจากตะไคร้หอมมีความหนาอยู่ที่ระหว่าง 1.02 – 1.04 มิลลิเมตร โดยกระดาษที่ทำจากตะไคร้หอมมีความหนามากกว่ากระดาษที่ทำจากเคยหอม หรือขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อเยื่อพืชที่ใส่ลงไป ในภาพรวมดังตารางข้างต้น

การทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษที่ผลิตได้จากเครื่อง

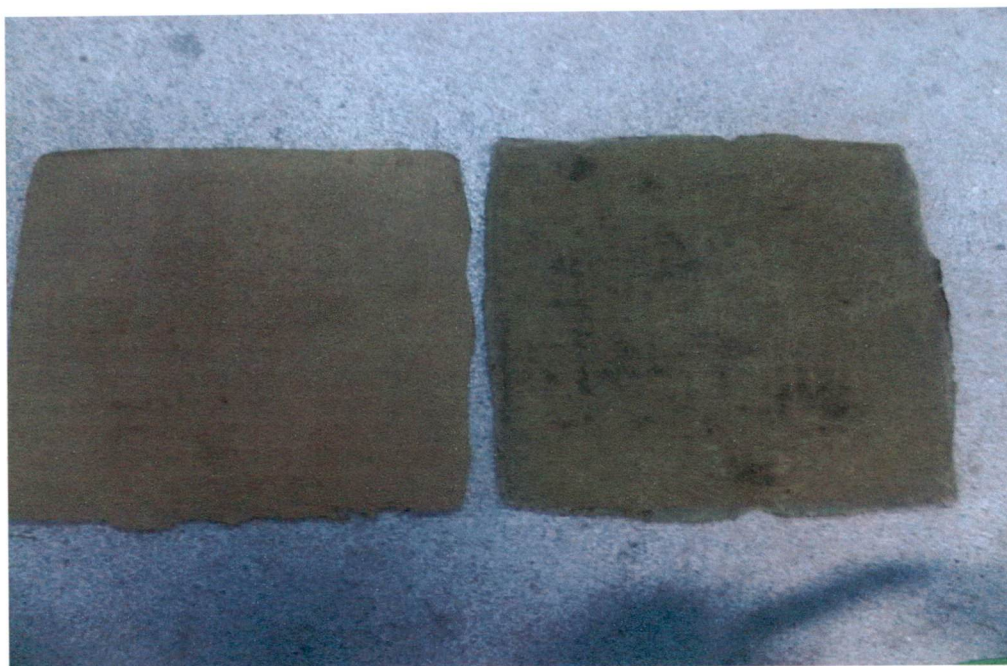
ผลจากการทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษที่ผลิตได้จากเครื่อง ปรากฏว่า คุณสมบัติของกระดาษที่ได้มีลักษณะที่เหมาะสมสามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้



ภาพที่ 16 กระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม



ภาพที่ 17 กระดาษที่ได้จากเตยหอม



ภาพที่ 18 เปรียบเทียบกระดาษที่ได้จากตะไคร้หอม และกระดาษที่ได้จากเตยหอม

เมื่อได้กระดาษจากพืชหอมมาแล้ว เราสามารถนำไปทำประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย เพราะกระดาษที่ได้มานั้น จะมีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบ หรือก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้กระดาษมีความราบเรียบทั้ง 2 ด้านมากยิ่งขึ้น สามารถนำกระดาษมาเคลือบผิวด้วยกาวหรือวัสดุเคลือบผิวอื่น ๆ จากนั้นนำไปฝั่งแดดให้แห้งสนิท จากนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายแนวทางด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำกระดาษที่ได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้แก่ โคมไฟ ปฏิทินตั้งโต๊ะ หรือหน้าปกสมุดบันทึก ก็สามารถทำได้ มีความสวยงามและยังมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของพืชชนิดนั้นอีกด้วย

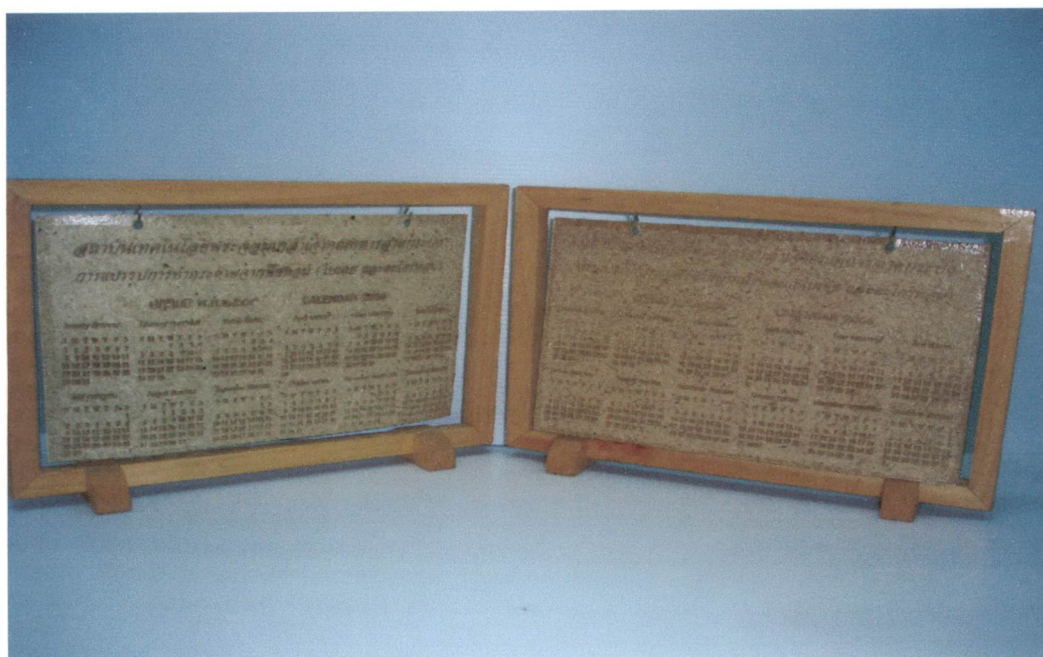
การออกแบบพัฒนาและทดลองทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษพืชหอม

เมื่อได้กระดาษจากพืชหอมมาแล้ว เราสามารถนำไปทำประโยชน์ได้ โดยการนำกระดาษที่ได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น โคมไฟ ปฏิทินตั้งโต๊ะ หรือหน้าปกสมุดบันทึก ก็สามารถทำได้ มีความสวยงามและยังมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของพืชชนิดนั้นอีกด้วย แต่มีข้อสังเกตคือ เมื่อใช้ได้ระยะหนึ่ง กลิ่นที่ มีจะค่อย ๆ หายไปตามระยะเวลา

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการนำกระดาษที่ได้จากพืชหอมไปพัฒนาออกแบบ
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการนำกระดาษที่ได้จากพืชหอม เช่น โคมไฟ ปฏิทินตั้งโต๊ะ หรือ
หน้าปกสมุดบันทึก



ภาพที่ 19 การนำกระดาษที่ได้ไปทำโคมไฟ



ภาพที่ 20 การนำกระดาษที่ได้ไปทำปฏิทินตั้งโต๊ะ



ภาพที่ 21 การนำกระดาษที่ได้ไปทำปกสมุดบันทึก



ภาพที่ 22 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากกระดาษพืชหอม

วิจารณ์ผลการทดลอง

เครื่องอัดกระดาษที่ผลิตขึ้น สามารถใช้งานได้ดีในระดับหนึ่ง คือมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง และยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงตามที่คุณผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ ซึ่งจะสามารถทำให้การทำงานของเครื่องอัดกระดาษมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สำหรับการผลิตกระดาษจากเตยหอมและตะไคร้หอมให้เหมาะสมในการใช้งาน กระดาษที่ผลิตได้ของเตยหอมจะมีผิวสัมผัสที่เรียบและยืดหยุ่นมากกว่ากระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอม ส่วนกลิ่นของกระดาษที่ได้จะมีกลิ่นของพืชทั้งสองชนิดเล็กน้อย ส่วนคุณสมบัติด้านสี จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยสีของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม จะมีสีเขียวยอ่อน และกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้จะมีสีน้ำตาลอ่อน

ส่วนคุณสมบัติของเตยหอมและตะไคร้หอม ในด้าน ความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของกระดาษที่ได้ พบว่า ความหนาแน่นของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม และ ตะไคร้หอม มีความหนาแน่น ไม่แตกต่างกันมากนัก ด้านความชื้นจะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของตะไคร้หอม จะมากกว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเตยหอม อาจมาจากเส้นใยของตะไคร้หอมที่มีขนาดใหญ่กว่า และแข็งกว่าจึงทำให้การระบายความชื้นทำได้ช้า และส่งผลต่อความหนาที่พบว่ากระดาษที่ผลิตจากตะไคร้หอมมีความหนามากกว่าเตยหอม

กระดาษที่ได้เมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงามและยังมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของพืชชนิดนั้นอีกด้วย แต่ เมื่อใช้ได้ระยะหนึ่ง กลิ่นที่มีจะค่อย ๆ หายไป

บทที่ 5

สรูปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอมและตะไคร้หอม มีข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 2 ส่วน คือ

1. สรูปและข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบในการอัดกระดาษ
2. สรูปและข้อเสนอแนะด้านการทดลองทำผลิตภัณฑ์กระดาษจากพืชหอม

สรุปการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษต้นแบบ

การผลิตกระดาษในประเทศไทย มีการผลิตอยู่ 2 ระดับคือ การผลิตกระดาษในระบบอุตสาหกรรม และการผลิตกระดาษในระบบครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งการผลิตกระดาษในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กในครัวเรือน ที่พบในปัจจุบันจะมีอยู่หลากหลาย โดยแบ่งตามวัสดุที่นำมาผลิต เช่น กระดาษสา กระดาษจากเส้นใยสับประรด กระดาษจากใยกล้วย ซึ่งในกระบวนการผลิตจะค่อนข้างยุ่งยากและต้องใช้เวลาานาน อีกทั้งกระดาษที่ได้ยังมีคุณภาพต่ำ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้เครื่องอัดกระดาษประยุกต์จากเครื่องอัดในโรงงานไม้อัด แต่เครื่องจักรดังกล่าวมีราคาแพงจนไม่สามารถผลิตกระดาษในระดับครัวเรือนได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระดาษที่เหมาะสมกับการผลิตกระดาษในระดับครัวเรือน มีต้นทุนต่ำ ง่ายต่อการปฏิบัติงาน และสามารถใช้ในการผลิตกระดาษทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมภายในครัวเรือน ซึ่งเครื่องที่ได้จะสามารถผลิตกระดาษที่มีขนาด 35 x 35 เซ็นติเมตร โดยเครื่องอัดกระดาษนี้สามารถนำไปใช้ได้กับพืชผลทางการเกษตร เช่น ใบเตย ต้นกล้วย ฟางข้าว และพืชที่มีลักษณะเป็นเส้นใย เป็นต้น และการพัฒนาระบบการทำงานของเครื่องอัดกระดาษจะมีการใช้ระบบไฮดรอลิก และใช้ระบบความร้อนเข้ามาช่วย

เมื่อสร้างเครื่องอัดกระดาษแล้ว ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน โดยใช้เยื่อเตยหอม และตะไคร้หอม แล้วนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติในลักษณะต่าง ๆ ที่ได้เช่น กลิ่น และสีผิวของกระดาษ ลักษณะผิวสัมผัส ความยืดหยุ่น ผลปรากฏว่าเยื่อกระดาษที่มีความเหมาะสมสามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ได้

ได้ทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญคือ รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ หัวหน้าภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใน 12 รายการ คือ ขนาดของเครื่อง โครงสร้างโดยรวมของเครื่อง ขนาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบ การให้ความร้อน คุณภาพของการใช้แรงอัด ความครบถ้วนของอุปกรณ์ภายในเครื่อง ขั้นตอนและกระบวนการในการทำงานของเครื่อง ความเหมาะสมในการอัด กระจายต่อแผ่น ระบบความปลอดภัยของเครื่องอัดกระจายในการปฏิบัติงาน คุณภาพของกระจายที่อัด ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และประสิทธิภาพโดยรวม ผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีประสิทธิภาพพอใช้งานได้

ปัญหาและอุปสรรค

สำหรับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในการอัดกระจาย มีปัญหาและอุปสรรคดังนี้

1. ต้องศึกษารูปแบบและแนวทางในการออกแบบเครื่องเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบเครื่อง
2. การจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ เนื่องจากไกลจากแหล่งซื้อขาย และยังเป็นอุปกรณ์ชิ้นใหญ่และมีน้ำหนักมาก อุปกรณ์บางอย่างหาได้ยากไม่มีจำหน่ายทั่วไป ต้องไปยังแหล่งที่ขาย
3. การลงมือสร้าง ยังขาดเครื่องมือต่าง ๆ ทำให้งานที่ออกมาไม่เรียบร้อยเท่าที่ควร

ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องอัดกระจาย หรือการปรับปรุงเครื่องอัดกระจายให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น ต้องปรับปรุงส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานได้ดีขึ้น ดังนี้

1. ปรับปรุงในเรื่องโครงสร้าง ในช่วงล่างของเครื่องบริเวณใต้เครื่องอัดเย็น ควรทำเป็นเครื่องใส่เข้าแบบกระจาย แทนการซ้อนเยื่อกระจายในกาละมัง เพราะการซ้อนเยื่อโดยใช้กาละมังจะทำให้กระจายที่ออกมาไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอเท่าที่ควร วิธีการทำคือเจาะเหล็กโครงทั้ง 4 อัน อันละ 2 รู แล้วหาแผ่นอะลูมิเนียมมาเชื่อมให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วต่อให้เป็นรูปกรวยตัดปลาย หลังจากนั้นใช้ท่อมาต่อปลายที่ตัดแล้วใส่ก๊อก เปิด/ปิดน้ำ ซึ่งจะทำให้เครื่องอัดกระจายมีรูปแบบที่ครบวงจรมากขึ้น
2. ควรลดเครื่องที่ใช้ในการอัดเย็นลง โดยการเจาะโครงลดปัมลงอีกประมาณ 10-15 เซนติเมตร เพื่อให้มีความสะดวกในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น แล้วเจาะรูยึดตัวปัมแม่แรงให้แน่น เพื่อความสะดวก

ในการปฏิบัติงาน และควรเปลี่ยนปั๊มให้เป็นปั๊มแบบหมุน ซึ่งจะเล็กและมีการทำงานรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3. ควรเพิ่มเครื่องวัดอุณหภูมิให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อที่จะได้ทราบถึงอุณหภูมิระหว่างปฏิบัติงาน และสามารถควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม โดยการเพิ่มตัววัดอุณหภูมิไว้ให้สัมผัสกับแผ่นฮีตเตอร์และแผ่นเหล็กด้านล่าง

4. ควรเพิ่มส่วนกันความร้อนด้านบนบนเครื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนกระจายออกไปข้างนอก โดยการใช้ใยแก้วอัดเข้าไปบนแผ่นฮีตเตอร์ เพื่อไม่ให้เครื่องต้องเร่งอุณหภูมิของเครื่องให้มากเกินไปจนความจำเป็น

5. ควรปรับเครื่องให้ความร้อนเลื่อนลงมาอีกเล็กน้อย เพื่อช่วยลดการโยกปั๊ม ช่วยให้การปฏิบัติงานได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

6. ควรใส่ล้อเลื่อนเพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย โดยการเจาะฐานที่รองแล้วใส่ล้อเลื่อนได้

7. ควรเสริมฐานให้มีความแข็งแรงของฐานรองรับปั๊มให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น เพื่อเวลาที่อัดกระดาษจะได้ไม่งอ และมีผลทำให้ขนาดความหนาของกระดาษไม่ได้มาตรฐานตามที่ต้องการ

สรุปและข้อเสนอแนะการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์กระดาษจากพืชหอม

การผลิตกระดาษจากเตยหอมให้เหมาะสมในการใช้งาน โดยมีขั้นตอนการทำ 2 ขั้นตอน คือ การอัดเยื่อ และการอัดรีด เมื่อได้กระดาษแล้วนำมาทดลองทำผลิตภัณฑ์ เช่น สามารถนำไปทำกรอบรูป กล้องทิกซู่ โคมไฟ หรือหน้าปกสมุด เป็นต้น

การผลิตกระดาษจากเตยหอมและตะไคร้มีวิธีการคือ รวบรวมใบเตยหอมและตะไคร้หอมแล้วทำความสะอาด หั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 1 เซนติเมตรจากนั้นนำมาล้างก่อน หรือใช้แบบสดเข้าเครื่องบด เมื่อได้เส้นใยแล้วนำมากรอง โดยเทลงในแผ่นกรอง นำเยื่อที่ได้มาตีให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันในน้ำโดยใช้เครื่องตีเยื่อ จากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปเทลงในเครื่องทำแผ่น จะได้แผ่นเยื่อเปียกขนาด 35 x 35 เซนติเมตร นำเยื่อเยื่อเปียกมาทำการอัดเยื่อ เพื่อเป็นการไล่น้ำออกจากนั้นนำไปอัดรีด พบว่ากระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อเตยหอมมีผิวสัมผัสเรียบและยืดหยุ่นมากกว่ากระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อตะไคร้หอม ส่วนกลิ่นของกระดาษที่ได้จะมีกลิ่นของพืชทั้งสองชนิดเล็กน้อย ส่วนคุณสมบัติด้านสี จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยสีของกระดาษที่ผลิตจากเตยหอม จะมีสีเขียวอ่อน และกระดาษที่ผลิตจากตะไคร้จะมีสีน้ำตาลอ่อน

ด้านคุณสมบัติของเตยหอมและตะไคร้ ในด้าน ความหนาแน่น ความชื้นและความหนาของ กระจาดที่ได้ พบว่า ความหนาแน่นของกระจาดที่ผลิตจากเตยหอม และ ตะไคร้หอม มีความหนาแน่น ไม่แตกต่างกันมากนัก ด้านความชื้นจะเห็นว่า กระจาดที่ผลิตจากตะไคร้หอม จะมีความชื้นมากกว่า กระจาดที่ผลิตจากเตยหอม อาจมาจากเส้นใยของตะไคร้หอมที่มีขนาดใหญ่กว่า และแข็งแรงจึงทำให้ การระบายความชื้นทำได้ช้ากว่า และส่งผลต่อความหนาที่พบว่ากระจาดที่ผลิตจากตะไคร้หอมมีความ หนามากกว่า เมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์กระจาดที่ได้จากเตยหอม จะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกว่า ซึ่งจาก การทดลองทำผลิตภัณฑ์ เช่น โคมไป ปฏิทินตั้งโต๊ะ หรือหน้าปกสมุดก็สามารถทำได้ มีความสวยงาม และยังมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของพืชชนิดนั้นอีกด้วย

ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัญหาของการหาวัสดุที่นำมาทำคือ ใบเตยหอมและตะไคร้หอม ในปริมาณมาก ๆ ซึ่งจะหา ได้ยากตามจำนวนที่ต้องการ
2. เนื่องจากการทดลอง ทำให้บางครั้งอุปกรณ์ไม่เพียงพอ เช่น ตะแกรง กะละมัง เป็นต้น
3. การหั่นใบเตยหอม และตะไคร้หอม ควรหั่นให้ละเอียด เพราะถ้าหั่นหยาบ กระจาดที่ได้จะ หยาบและแตกหักง่าย
4. ในการทำ ต้องคำนวณเวลา และความร้อนในการอัดให้ดีเพราะ ถ้าใช้เวลาหรือความร้อนมาก เกินไปจะทำให้กระจาดที่อัดเสียหาย ดัดตะแกรงรอง
5. ในการเก็บข้อมูล ควรทำซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ผลทดลองที่ดี
6. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เมื่อนำไปใช้สีและกลิ่นหอมตามธรรมชาติจะค่อย ๆ หายไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมก่อนการปฏิบัติงาน
2. ควรทดลองอัดกระจาดด้วย เวลาและอุณหภูมิที่แน่นอนเพราะจะทำให้ได้กระจาดที่มี คุณภาพ
3. ควรหาวัสดุเคลือบผิวตะแกรงก่อนทำการอัดกระจาดเพื่อไม่ให้ดัดตะแกรง
4. ควรเก็บข้อมูล และทำการทดลองมากกว่า 1 ครั้งเพื่อให้ผลการทดลองแน่นอน
5. กระจาดที่ได้ ควรนำไปเคลือบวัสดุเคลือบผิว เช่นกาว หรือพาราฟิน เพื่อให้มีความสวยงาม สีสันความทนทานและสามารถเก็บได้นาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการทดลองทำกระดาษจากพืชหอม เช่นเตยหอม และตะไคร้หอม พบว่าสามารถทำได้ และมีความสวยงาม แต่คณะผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. เครื่องอัดกระดาษต้นแบบที่ได้ สามารถใช้ได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีข้อควรแก้ไขต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะไว้ ควรที่จะมีการพัฒนาและปรับปรุง เพื่อให้มีความคงทน ปลอดภัย สะดวกแก่การใช้งาน และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เนื่องจากกระดาษที่ได้มีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบไม่สม่ำเสมอเนื่องจากผิวสัมผัสของเตยหอม และตะไคร้หอมมีความหยาบและละเอียดแตกต่างกัน ถ้าหากทดลองเคลือบผิวด้วยวัสดุที่ต่างกันอย่างได้กระดาษที่มีคุณภาพและความคงทนมากกว่านี้ ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารพบว่า วัสดุที่นำมาใช้เคลือบผิวมีหลากหลาย เช่น กาว พาราฟิน พรอพอลิส เป็นต้น
3. การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษพืชหอม ควรมีการพัฒนารูปแบบที่สามารถนำไปใช้งานที่หลากหลาย และเหมาะสมต่อไป

บรรณานุกรม

- กนก เดชวาสน์. 2533. **เรื่องน่ารู้เทคนิคเครื่องกล.** กรุงเทพฯ : เอ็ม แอนด์ ดี.
- กมลชนก อยู่นันท์. 2549. **กระดาษสาจากตะไคร้. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขต ชาติเวช. คั่นเมื่อ 15 มีนาคม 2552**
http://www.rmutp.ac.th/web_2550/news.php?readmore=18
- กลุ่มผลิตภัณฑ์กระดาษใบสับประรดบ้านทรายทองพัฒนา ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมืองจังหวัดลำปาง. 2552. **การทำกระดาษจากใบสับประรด. คั่นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552, จาก**
www.nesdb.go.th/portals/0/home/interest/.../1t_1product_11_1.doc
- กาญจนา ไสภากุล และสุนันทา หินกอง. 2546. **การผลิตกระดาษเตยหอม. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- ขวัญชัย สนิทพิสัยสมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. 2533. **ไฮดรอลิคอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัท ซี เอ็ด ยูเทน จำกัด.**
- โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา. 2552. **โรงกระดาษสา. คั่นเมื่อ 15 มีนาคม 2552, จาก**
http://kumis.cpc.ku.ac.th/nk40/nk/semi_busi/projb11_1.html
- โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา. 2552. **ฟุ้งและผลิตภัณฑ์ของฟุ้ง. คั่นเมื่อ 15 มีนาคม 2552, จาก**
<http://kanchanapisek.or.th/kp1/data/36/cndlkw12.htm>. ฟุ้งและผลิตภัณฑ์ของฟุ้ง
- ธง พรหมจินดา และอรุณ หนูสังข์. 2547. **เครื่องอัดกระดาษ. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552. **ทรัพยากรพืชพรรณฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง เรื่อง เตยหอม. คั่นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552,**
http://clgc.rdi.ku.ac.th/resource/fragrant/pandanus_palm/pandanus.html)
- พรทวี พึ่งรัมย์ และอรุณ หนูสังข์. 2537. **สารน่ารู้เรื่องกระดาษพิมพ์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.**
- แพนทפור (นามแฝง). 2552. **สมุนไพรไทย มีดีกว่าที่คิด เรื่อง ตะไคร้หอม.**
(<http://plantsfor.exteen.com/20050913/entry-6>)

ไม้ประดับออนไลน์คอตคอม 2552. เตยหอม. ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552, จาก

<http://www.maipradabonline.com/maipradabin/touyhom.htm>)

ลำพูน ยิ่งดี และสำลี บำเหน็จ. 2547. ศึกษาวิธีการผลิตเตยหอมให้เหมาะสมในการใช้งาน. ปัญหาพิเศษ

ปริญญาตรีครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์

อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิกิมีเดีย. 2552. พาราฟิน. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2552, จาก <http://th.wikipedia.org/> พาราฟิน

วิลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2536. การเดินทางของกระดาษ. นิตยสารสารคดี. ฉบับ 97 ปีที่ 9 เดือนมีนาคม

2536. 154 -165.

ศูนย์รวมผลิตภัณฑ์ เพื่อสุขภาพและความงาม ออนไลน์ หรือ Gooherb Online Natural Health &

Beauty Product. 2552. เรื่องเตยหอม. ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552 จาก

<http://gooherb.com/article.php?id=22683&lang=th>)

ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง. 2552. การผลิตกระดาษจากมูลช้าง. ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552,

จาก <http://www.thailandelephant.org/thai/>

โสภิญษ์ เวทยสุภรณ์. 2546. การทำกระดาษสา. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2552, จาก

<http://techno.msu.ac.th/bt/file/repaper.doc>

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) 2552. ข้อมูลไม้หอมเมืองไทย เตยหอม ค้น

เมื่อ 25 พฤษภาคม 2552, จาก www.tistr.or.th/pharma/Pandanus%20odorus.htm

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) 2552. ข้อมูลไม้หอมเมืองไทย เรื่อง น้ำมัน

หอมระเหย ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552, จาก <http://www.tistr.or.th/essentialoils/indexv2.htm>

เสาวณีย์ จักรพัฒน์วงศ์ และคณะ. 2540. แนวทางการผลิตกระดาษจากเส้นใบสับปะรด. ปัญหาพิเศษ

ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์. พรอพอลีส การใช้รักษาและป้องกันโรค. คลอรัมส์ สารน่ารู้. วันที่ 7

พฤศจิกายน 2551 ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2552, จาก

http://www.thaipost.net/index.asp?bk=tabloid&post_date=18/Jun/2549&news_id=125952&cat_id=220400)