



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การทดลองผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา

Experiment to Make Wall Paper From Mulberry Paper

คณะผู้วิจัย

อิสรา ชีระวัฒน์สกุล

วริษา วิสิทธิ์พานิช

รัชนีวรรณ ตั้งเผ่าพงศ์

รุ่งทิพย์ เดียวตระกูล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เสนอต่อ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มีนาคม 2547

คณะผู้วิจัย (Research)

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ อิสรา ทีระวัฒน์สกุล
Associate Professor Isra Teerawatsakul

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะผู้วิจัย

รัชนีวรรณ ตั้งเผ่าพงศ์
Rachaneewan Tungphawphong

วริษยา วิสิทธิ์พานิช

Warisaya Wisithipanich

รุ่งทิพย์ เดียวตระกูล

Rungtip Deatrakul

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

๘๕

646.2849

เลขหมู่	๐ 387 ก
	C.L
เลขทะเบียน	
วัน เดือน ปี	

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

คณะผู้ศึกษาวิจัยต้องขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เป็นผู้สนับสนุนเงินทุนวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2542 และขอขอบคุณ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 1 ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตกระดาษสา ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์โรงหล่อโลหะ ในการเป็นสถานที่ทำการทดลอง

ขอบคุณ ครูสัมพันธ์ นันทขว้าง และครูชวลิต พรหมบุญ ในการช่วยเหลือการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ และขอบคุณ คุณเบญจมาภรณ์ ฟิรนนท์ปัญญา ในการจัดทำรายงานต้นฉบับจนสมบูรณ์

อิสรา ชีระวัฒน์สกุล
รัชนิวรรณ ตั้งเผ่าพงศ์
วริษยา วิสิทธิ์พานิช
รุ่งทิพย์ เดียวตระกูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา

Experiment to Make Wall Paper From Mulberry Paper

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ความต้องการกระดาษสาเพิ่มขึ้น จึงทำให้การพัฒนากระดาษสา และผลิตภัณฑ์จากกระดาษสามีความหลากหลาย โครงการนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสา เพื่อทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง และทดสอบคุณสมบัติ เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดีที่สุด

ผลการวิจัยพบว่า น้ำยางพาราและเรซิน สามารถนำมาใช้ได้ดีที่สุด วิธีการคือ การเคลือบด้วยน้ำยางพารา ความเข้มข้น 31%, เคลือบด้วยเรซิน หมายเลข 288, เคลือบด้วยน้ำยางพาราแล้วรอให้แห้ง และเคลือบด้วยเรซินอีกครั้ง, เคลือบด้วยเรซิน รอให้แห้ง และเคลือบด้วยน้ำยางพารา

วิธีการเหล่านี้ ทำให้คุณสมบัติของกระดาษติดฝาผนังที่ทำจากกระดาษสา มีความหลากหลายมากขึ้น ดังนั้น การเลือกใช้กระดาษติดฝาผนังแต่ละประเภท จึงต้องพิจารณาวิธีในการทำประกอบด้วย

ABSTRACT

Nowadays, the need of using Mulberry Paper is increasing which makes the development of Mulberry Paper and its product are varied. This project is a study the experiment of improving quality of Mulberry Paper to make wall paper and testing its properties for reaching the highest quality.

From the research, rubber water and resin are the best for the experiment. There are many methods such as coating with rubber water (intensity 31%), coating with resin no.288, coating with rubber water then wait for dry and coating with resin again, coating with resin wait for dry and coating with rubber.

These methods are different in properties and quality of wall paper. Therefore, choosing the suitable method for each kind of work should be considered.

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1-1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1-1
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	1-1
1.4	วิธีการวิจัย	1-2
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-2
บทที่ 2	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาศาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	
2.1	ความเป็นมาของกระดาศา	2.1
2.2	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นสา	2.2
2.3	ประโยชน์ของปอสา	2-12
บทที่ 3	กรรมวิธีการผลิตกระดาศา	
3.1	กรรมวิธีการผลิตแบบชาวบ้าน	3-1
3.1.1	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาศา	3-3
3.1.2	การแบ่งเกรดเปลือกปอสาในตลาดประเทศไทย	3-4
3.1.3	ขั้นตอนการผลิตกระดาศา	3-5
3.2	กรรมวิธีการผลิตกระดาศาแบบอุตสาหกรรม	3-20
3.3	การผลิตกระดาศาแบบอุตสาหกรรมโดยวิธีเครื่องจักรขนาดใหญ่	3-22
3.4	การนำกระดาศาไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ	3-29
3.2.1	ด้านการแพทย์	3-29
3.2.2	ด้านอุตสาหกรรม	3-29
3.2.3	ด้านอื่นๆ	3-29
บทที่ 4	กรรมวิธีผลิตกระดาศาติดฝามัน	
4.1	ความต้องการใช้กระดาศาติดฝามันในประเทศไทย	4-1
4.2	ประเภทของกระดาศาติดฝามัน	4-1
4.3	ขั้นตอนการผลิตกระดาศาติดฝามัน	4-2
4.4	แผนผังของกระบวนการผลิต	4-3
4.5	ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตกระดาศาติดฝามัน	4-4

บทที่ 5	ลำดับขั้นตอนและวิธีการวิจัย	
5.1	สมมุติฐานที่สำคัญของการวิจัย	5-1
5.2	ขั้นตอนการศึกษาทดลอง	5-1
5.3	วิธีการศึกษาวิจัย	5-4
บทที่ 6	การศึกษาคณสมบัติของกระดาษติดฝามันงและกระดาษสา	
6.1	การศึกษาคณสมบัติของกระดาษติดฝามันงเพื่อเป็นข้อมูลมาตรฐาน	6-1
6.1.1	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษติดฝามันง	6-1
6.1.2	การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝามันง	6-2
6.1.3	การทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝามันง	6-3
6.1.4	การทดสอบการทนแรงดึงของกระดาษติดฝามันง	6-4
6.1.5	การทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษติดฝามันง	6-6
6.2	การศึกษาคณสมบัติของกระดาษสาเพื่อเป็นข้อมูลมาตรฐาน	6-7
6.2.1	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษสา	6-7
6.2.2	การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา	6-8
6.2.3	การทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสา	6-9
6.2.4	การทดสอบการทนแรงดึงของกระดาษสา	6-10
6.2.5	การทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษสา	6-12
บทที่ 7	การทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสาเพื่อให้เกิดการติดไฟ	
7.1	สมมุติฐานของการทดลอง	7-1
7.2	การทดลองเคลือบสารเคมีเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษสา	7-2
7.2.1	สารเคมีที่นำมาใช้ในการทดลอง	7-2
7.2.2	การทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา	7-3
บทที่ 8	การทำลวดลายและสีลงบนกระดาษสา	
8.1	การทำลวดลายและสีบนกระดาษสา	8-1
8.1.1	ลักษณะของกระดาษสา	8-1
8.1.2	วิธีการทำลวดลายและสีบนกระดาษสา	8-1
8.2	การทำลวดลายและสีลงบนกระดาษสาโดยวิธีสแตนท์	8-2
8.2.1	ขั้นตอนการออกแบบลวดลายและการทำแม่แบบลายฉลุ	8-3
8.2.2	ขั้นตอนกรรมวิธีในการทำลวดลายลงบนกระดาษสาโดยใช้แม่แบบลายฉลุ	8-5
8.2.3	ขั้นตอนกรรมวิธีในการทำลวดลายลงบนกระดาษสาโดยการพ่นสี	8-7

8.3	การทำลวดลายและสีบนกระดาษสาโดยวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน	8-8
8.3.1	กรรมวิธีการทำลวดลายโดยวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน	8-8
8.3.2	ข้อดีและข้อเสียของวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน	8-9
8.3.3	วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และขั้นตอนในการพิมพ์ซิลค์สกรีน	8-9

บทที่ 9 สรุปผลการวิจัย

9.1	ผลการศึกษาคุณสมบัติของการกระดาษติดผ้าผนัง	9-1
9.2	ผลการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษสา	9-2
9.3	สารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา	9-2
9.4	ผลจากการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา	9-3
9.5	การทำลวดลายลงบนกระดาษสา	9-6
9.6	สรุปผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย	9-7
9.7	ข้อเสนอแนะ	9-17

ภาคผนวก

สารบัญรูป

รูป 2-1	แสดงลักษณะเปลือกต้นสา	2-4
รูป 2-2	แสดงลักษณะใบของต้นปอสา	2-5
รูป 2-3	แสดงเมล็ดของปอสา	2-9
รูป 2-4	แสดงลักษณะดอกตัวเมีย	2-12
รูป 2-5	แสดงลักษณะของดอกตัวเมียภายใน	2-13
รูป 2-6	แสดงลักษณะของดอกตัวเมียที่ผสมแล้ว	2-14
รูป 2-7	แสดงลักษณะช่อดอกตัวผู้ระยะเจริญต่างๆ	2-15
รูป 2-8	แสดงส่วนต่างๆของใบเปลือกสาชนิดมีแฉกหรือขอบใบกว้าง	2-16
รูป 2-9	แสดงลักษณะการจัดระเบียบของใบ (Phyllotaxy) ที่ติดอยู่ตามลำต้นปอสา	2-17
รูป 3-1	แสดงกรรมวิธีการผลิตกระดาษสาด้วยมือ	3-2
รูป 3-5	การผลิตกระดาษสาโดยวิธีการซ้อน	3-17
รูป 3-6	การผลิตกระดาษสาโดยวิธีการแตะ	3-17
รูป 3-7	การตากกระดาษสา	3-19
รูป 3-8	แสดงขั้นตอนการผลิตกระดาษสา	3-21
รูป 3-9	ผังการผลิต (Process Flow Chart)	3-27
รูป 4-1	แผนผังกระบวนการผลิต	4-3
รูป 4-2	เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษสาติดฝามัน	4-4
รูป 5-1	กลีเซอรีน (Glycerine)	5-2
รูป 5-2	น้ำยางพารา (Rubber)	5-2
รูป 5-3	เรซิน (Resin) เบอร์ 28, โมโน (Mono) และฮาร์ดเดนเนอร์	5-3
รูป 5-4	ตัวอย่างกระดาษทดสอบการกันน้ำ	5-5
รูป 5-5	ตัวอย่างกระดาษทดสอบอุณหภูมิติดไฟ	5-5
รูป 5-6	ตัวอย่างกระดาษทดสอบอัตราการลามไฟ	5-6
รูป 5-7	ตัวอย่างกระดาษทดสอบการทนแรงดึง	5-6
รูป 5-8	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ (Thermocouple)	5-7
รูป 5-9	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบอุณหภูมิติดไฟ	5-7
รูป 7-4	กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสาแกรมต่างๆที่พ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝามัน	7-25
รูป 7-5	ตัวอย่างกระดาษสาที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา	7-26
รูป 7-6	แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาที่พ่นเคลือบด้วยเรซิน	7-29
รูป 7-7	กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสาแกรมต่างๆ	7-30
รูป 7-8	กราฟแสดงการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสาแกรมต่างๆ	7-31

รูป 7-9	กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาศาแกรมต่างๆ	7-32
รูป 7-10	ตัวอย่างกระดาศาที่ทำการพันเคลือบด้วยเรซิน	7-33
รูป 7-11	แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาศาที่พันเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน	7-36
รูป 7-12	กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาศา 80 แกรม	7-37
รูป 7-13	กราฟแสดงอัตราการลามไฟของกระดาศา 80 แกรม	7-38
รูป 7-14	กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาศา 80 แกรม	7-39
รูป 7-15	ตัวอย่างกระดาศาที่ทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน	7-40
รูป 7-16	แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาศาที่พันเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน	7-44
รูป 7-17	กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาศา 80 แกรม	7-45
รูป 7-18	กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาศา 80 แกรม	7-46
รูป 7-19	กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาศา 80 แกรม	7-47
รูป 7-20	ตัวอย่างกระดาศาที่พันเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา	7-48
รูป 8-1	กระดาศาแม่แบบลายฉลุ	8-4
รูป 8-2	วิธีการลงสีบนกระดาศาโดยใช้แม่แบบลายฉลุ	8-6
รูป 8-3	อุปกรณ์ที่ใช้ในการพิมพ์ซิลค์สกรีน	8-9
รูป 9-1	กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟ	9-3
รูป 9-2	กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟ	9-4
รูป 9-3	กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุด	9-4
รูป 9-4	แสดงกระดาศาที่พันเคลือบด้วยวิธีต่างๆ	9-8
รูป 9-5	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายธรรมชาติที่เคลือบด้วยน้ำยางพารา	9-9
รูป 9-6	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายธรรมชาติที่พันเคลือบด้วยเรซิน	9-9
รูป 9-7	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายธรรมชาติที่พันเคลือบด้วยเรซิน	9-10
รูป 9-8	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายบาติก พันเคลือบด้วยน้ำยางพารา	9-10
รูป 9-9	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายบาติก พันเคลือบด้วยเรซิน	9-11
รูป 9-10	ตัวอย่างกระดาศาลวดลายบาติก พันเคลือบด้วยเรซิน	9-11
รูป 9-11	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ พันเคลือบด้วยน้ำยางพารา	9-12
รูป 9-12	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ พันเคลือบด้วยเรซิน	9-12
รูป 9-13	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ พันเคลือบด้วยเรซิน	9-13
รูป 9-14	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีระบายสีและพันเคลือบด้วยน้ำยางพารา	9-13
รูป 9-15	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีระบายสีและพันเคลือบด้วยเรซิน	9-14
รูป 9-16	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายโดยวิธีระบายสีและพันเคลือบด้วยเรซิน	9-14
รูป 9-17	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์พันเคลือบด้วยน้ำยางพารา	9-15
รูป 9-18	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์พันเคลือบด้วยเรซิน	9-15
รูป 9-19	ตัวอย่างกระดาศาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์พันเคลือบด้วยเรซิน	9-16

สารบัญตาราง

ตาราง 3-1	แสดงการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการทำกระดาศาโดยวิธีขึ้นและวิธีตะ	3-16
ตาราง 3-2	แสดงผลการทดลองตากกระดาศาในมุมต่าง	3-18
ตาราง 6-1	แสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาศาติดฝามัง	6-2
ตาราง 6-2	แสดงอัตราการลามไฟของกระดาศาติดฝามัง	6-3
ตาราง 6-3	แสดงผลการทดสอบแรงดึงของกระดาศาติดฝามัง	6-4
ตาราง 6-4	แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาศาติดฝามัง	6-6
ตาราง 6-5	แสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาศา	6-8
ตาราง 6-6	แสดงอัตราการลามไฟของกระดาศา	6-9
ตาราง 6-7	แสดงผลการทดสอบแรงดึงของกระดาศา	6-10
ตาราง 6-8	แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาศาแกรมต่างๆ	6-12
ตาราง 7-1	แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านการกั้นน้ำหลังพ่นเคลือบด้วยน้ำยาพารา	7-17
ตาราง 7-2	แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านการกั้นน้ำหลังพ่นเคลือบด้วยเรซิน	7-19
ตาราง 7-3	แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาศาแกรมต่างๆหลังพ่นเคลือบด้วยน้ำยาพารา	7-22
ตาราง 7-4	แสดงการทดสอบอุณหภูมิติดไฟของกระดาศาแกรมต่างๆที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยาพาราเทียบกับกระดาศาติดฝามัง	7-23
ตาราง 7-5	แสดงการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาศาแกรมต่างๆที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยาพาราเทียบกับกระดาศาติดฝามัง	7-24
ตาราง 7-6	แสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาศาแกรมต่างๆที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยาพาราเทียบกับกระดาศาติดฝามัง	7-25
ตาราง 7-7	แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาศาแกรมต่างๆที่พ่นเคลือบด้วยเรซิน	7-28
ตาราง 7-8	แสดงการทดสอบอุณหภูมิติดไฟของกระดาศาแกรมต่างๆที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซินเทียบกับกระดาศาติดฝามัง	7-30
ตาราง 7-9	แสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาศาแกรมต่างๆ	7-31
ตาราง 7-10	แสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาศาแกรมต่างๆ	7-32
ตาราง 7-11	แสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟบนกระดาศา 80 แกรม	7-37
ตาราง 7-12	แสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟบนกระดาศา 80 แกรม	7-38
ตาราง 7-13	แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงสูงสุดบนกระดาศา 80 แกรม	7-39
ตาราง 7-14	แสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟบนกระดาศา 80 แกรม	7-45
ตาราง 7-15	แสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟบนกระดาศา 80 แกรม	7-46
ตาราง 7-16	แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงสูงสุดบนกระดาศา 80 แกรม	7-47
ตาราง 9-1	แสดงคุณสมบัติของกระดาศาแกรมต่างๆ	9-2
ตาราง 9-2	แสดงคุณสมบัติของกระดาศาหลังการปรับปรุง	9-3
ตาราง 9-3	แสดงข้อดี-ข้อเสีย ของการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาศา	9-5
ตาราง 9-4	แสดงผลการทดสอบกระดาศา 80 และ 10 แกรม	9-17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กระดาษสาเป็นงานหัตถกรรมที่มีชื่อเสียงของภาคเหนือและทำต่อเนื่องกันมาหลายชั่วอายุคน โดยมีการผลิตกระดาษสาออกมาหลายรูปแบบและมีการนำกระดาษสาไปประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ร่ม อุปกรณ์ตกแต่งบ้าน โคมไฟ บัตรอวยพร ดอกไม้ประดิษฐ์ ฯลฯ ซึ่งก็ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศเป็นอย่างมาก

ในปัจจุบันกระแสนิยมนวัตกรรมที่ทำมาจากธรรมชาติของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว(ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ) ดังนั้นการปรับปรุงคุณสมบัติกระดาษสาซึ่งมีความสวยงามและเป็นธรรมชาติอย่างครบถ้วนให้สามารถผลิตเป็นกระดาษติดฝาผนังได้ ก็จะเป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์กระดาษสาให้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังตอบสนองต่อกระแสดemand ในการในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี

แต่ธรรมชาติของกระดาษสานั้นติดไฟง่าย ไม่ทนน้ำ ไม่เหนียวและไม่ทนการเสียดสี ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้เป็นกระดาษติดฝาผนังได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะวิจัยและทดลองเพื่อแก้ไขจุดด้อยของกระดาษสดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทำการทดลองผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา
2. เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสาให้มีคุณสมบัติของกระดาษติดฝาผนัง คือ การทนความร้อน ทนน้ำ ทนแรงดึงและทนการเสียดสี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การทดลองจะทำเฉพาะกระดาษที่ใช้กรรมวิธีการทำด้วยมือเท่านั้น
2. คุณสมบัติของกระดาษสาที่ปรับปรุงคือ การทนไฟ การทนแรงดึง การทนน้ำ และการทนการเสียดสีเท่านั้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของการกระดาษติดฝาผนัง
3. ขนาดของกระดาษสาที่ใช้ทดลองจะมีขนาดตั้งแต่ 60-200 แกรม
4. ขนาดของกระดาษสาที่ทดลองจะมีขนาด 35×65 ซม. และ 55×95 ซม.

1.4 วิธีการวิจัย

1. ศึกษามาตรฐานของกระดาษติดฝาผนัง
2. ศึกษาขั้นตอนการผลิตกระดาษสาและคุณสมบัติกระดาษสาที่ผลิตด้วยวิธีการต่างๆ
3. วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา ซึ่งจะทำทั้งในขณะขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนหลังเป็นกระดาษแล้ว
4. ทำการทดลองผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา
5. ทดสอบกระดาษที่ผลิตได้กับมาตรฐานแล้ววิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น
6. ทำการผลิตใหม่ตามผลการวิเคราะห์ แล้วทดสอบและปรับปรุง
7. สรุปผลการทดลองและทำรายงานสรุปผลการศึกษาวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระดาษติดฝาผนังที่ทำจากกระดาษสาซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อน ทนน้ำ ทนแรงดึง และทนการเสียดสี ในระดับมาตรฐานของกระดาษติดฝาผนังทั่วไป
2. ทราบวิธีการผลิต ตลอดจนปัญหาและแนวทางการแก้ไขในการผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา
3. เป็นแนวทางใหม่ในการใช้ประโยชน์จากกระดาษสา ซึ่งจะทำให้มีการดำรงอยู่ของการทำกระดาษสาในภาคเหนือต่อไป
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตในเชิงธุรกิจต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษสาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.1 ความเป็นมาของกระดาษสา

กระดาษสา (Mulberry paper) เป็นกระดาษพื้นเมืองทางภาคเหนือที่ผลิตด้วยมือ เข้าใจว่าวิธีการทำกระดาษถูกเผยแพร่มาพร้อมกับพุทธศาสนาจากประเทศจีน เพื่อใช้บันทึกคำสั่งสอนอาจเป็นด้วยเหตุนี้การใช้กระดาษสาของชาวพื้นเมืองทางภาคเหนือจึงเกี่ยวข้องกับศิลปวัฒนธรรมประเพณีและพิธีกรรมทางพุทธศาสนา มาก กล่าวคือ การตกแต่งถวายทานแทบทุกประเภทจะตกแต่งด้วยกระดาษสาสีต่างๆ ให้สวยงาม หรือในงานเทศกาลต่างๆ ของวัด พิธีกรรมต่างๆ ตั้งแต่พิธีแต่งงาน , งานอุปสมบท จนถึงการบวงสรวงต่างๆ นอกจากนี้ พระธรรมคำสอนตลอดจนวรรณกรรมต่างๆ ในอดีตจำนวนมากบันทึกไว้ใน “พับ” กระดาษสา ซึ่งยังคงมีและพบตามวัดวาอารามต่างๆ จนถึงปัจจุบันนี้ สาเหตุเพราะกระดาษสาเป็นกระดาษที่มีอายุยืนยาวมากและแมลงจะไม่รบกวน ทั้งนี้เพราะทำจากเส้นใยปอสาที่บริสุทธิ์

ประเทศจีนนับได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดการผลิตกระดาษชนิดต่างๆ มีรายงานว่าจีนได้ผลิตกระดาษขึ้นมาสองพันปีมาแล้ว หรือตั้งแต่ตอนต้นคริสต์ศตวรรษ (1973) ชาวจีนผลิตกระดาษจากวัตถุดิบต่างๆ ขึ้นมาใช้ประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะกระดาษสาได้ผลิตขึ้นมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ในสมัยขงจื้อใช้ทำหมวก (Chu Kuan) ทำเสื้อผ้าเกราะป้องกันอาวุธ (Armor) ผ้าปูที่นอน ผ้าม่าน ฉากบังตา ปกหนังสือและใช้เป็นกระดาษเขียนบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ตั้งแต่สมัยราชวงศ์จิ้นและถัง (Chin and tang dynasties)

ในญี่ปุ่นมีรายงานว่า ชาวญี่ปุ่นรู้จักทำกระดาษมาเป็นเวลาประมาณพันสี่ร้อยกว่าปีมาแล้ว และรู้จักผลิตกระดาษก่อนชาวยุโรปมากกว่า 500 ปี กระดาษที่ญี่ปุ่นผลิตด้วยมือหรือกระดาษสาที่มีชื่อเรียกว่า “Washi” มีคุณสมบัติพิเศษคือ แข็งแรงทนทานและนิ่มนวล ชาวญี่ปุ่นได้ใช้ “Washi” ในชีวิตประจำวันต่างๆ มานานหลายศตวรรษ เช่น ใช้ทำเสื้อผ้า ฝาครอบตะเกียง (Lantern) ฉากบังตา กระดาษเขียนบันทึกข้อความใช้ทำแบบ (Pattern) และใช้ในการวาดภาพต่างๆ เช่นกัน

ในปัจจุบันกระดาษสาที่มีคุณภาพดีของญี่ปุ่น ส่วนมากผลิตในหมู่บ้านเล็กๆ เช่น คูโรดานิ (Kurodani) (Wills, 1984) ในกรุงโตเกียวยังใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิมอยู่ วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเป็นต้นปอสาพันธุ์ Broussonetia kajanoki Sieb ซึ่งภาษาญี่ปุ่นเรียก “KOZO” เป็นปอสาที่พบทั่วไปในเกาะญี่ปุ่น ปอสาญี่ปุ่นแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ Aka Kozo ซึ่งใช้ในการผลิตกระดาษคุณภาพดี Kuro Kozo ลำต้นสีดำ Shiko Kozo ลำต้นสีขาว และ Yama Kozo เป็นชนิดที่ขึ้นตามที่สูง ปอสาทั้ง 4 ชนิด ให้คุณภาพของกระดาษที่แตกต่างกัน

วิธีทำกระดาษสาด้วยมือของจีน ญี่ปุ่นและของไทย (ภาคเหนือ) มีหลักใหญ่ๆ คล้ายกัน กล่าวคือ นำเปลือกสามาตัมหรือย่อยด้วยค่างหรือน้ำจี้เข้าให้ نرم ล้างน้ำให้สะอาดแล้วทุบให้พอ แหลก แล้วผสมน้ำให้เข้ากันดี ตักออกมาเป็นแผ่นด้วยตะแกรงและตากให้แห้ง สำหรับญี่ปุ่นนั้น แตกต่างกันเพียงแต่เติมสาร Tororo – aoi ลงไปช่วยขณะนำสาไปผสมน้ำเพื่อให้การกระจายและ ลอยตัวดีขึ้น

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นสา

ต้นปอสาที่นิยมนำมาใช้ทำกระดาษสาเป็นพืชตระกูลปอ ซึ่งเรียกว่า “ปอกระสา” มักจะขึ้น โดยทั่วไปตามป่าเขา โดยเฉพาะบริเวณริมห้วย ลำธารที่มีความชุ่มชื้นสูง นอกจากจะให้เส้นใยที่ได้ จากเปลือกลำต้นทำกระดาษแล้ว ปอกระสายังสามารถใช้เป็นสมุนไพร มีสรรพคุณในทางรักษาโรค ได้หลายอย่างอีกด้วย

รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษสา

1. ชื่อที่ใช้เรียก

- ชื่อพื้นเมือง ต้นสามชื่อเรียกหลายชื่อ คือ

1. ปอกระสา, ปอสา (ภาคกลาง, ภาคเหนือ)
2. น้าฉา, ซ้าซา (นครสวรรค์)
3. สะตะโค (กระเหรี่ยง กำแพงเพชร)
4. เซาะซะ (กระเหรี่ยง กาญจนบุรี)
5. ปอฝ้าย (ภาคใต้)
6. สาเหล่ง (แม่ฮ่องสอน)
7. สายแล (ภาคเหนือ)
8. หมอมี่, หมูพี (ภาคกลาง)

- ชื่อสามัญ Paper Mulberry

- ชื่อวิทยาศาสตร์ Broussonetia papyrifera (Linn.) , Vent.

- ชื่อวงศ์ Boraceae

2. ลักษณะทั่วไป

ต้นปอสาเป็นพืชชนิดไม่มีพุ่มยืนต้น ขนาดกลาง ชนิดผลัดใบเป็นพืชเส้นใยชนิด หนึ่งให้เส้นใยจากเปลือกของลำต้น อยู่ในตระกูลเดียวกับหม่อน เจริญเติบโตค่อนข้างเร็ว ในการเจริญสภาพธรรมชาติจะพบว่ามีความสามารถเจริญได้สูง 10 – 15 เมตร ในช่วงอายุ 7 – 8 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 50 – 65 เซนติเมตร ทรงต้นพุ่มใหญ่ แตกกิ่งหรือ

กระโดงจากไหล (ส่วนของราก) ส่วนใหญ่พบในป่าเบญจพรรณ ขึ้นตามริมดอยและริมหนองน้ำ ชอบความชุ่มชื้น และเจริญได้ดีในบริเวณริมแม่น้ำลำธาร มีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศจีน คาบสมุทรมณฑลเหอเป่ย์ตะวันออกเฉียงใต้

สำหรับประเทศไทยแหล่งผลิตปอสาที่สำคัญของประเทศอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง จำนวนประมาณ 13 จังหวัด ได้แก่ แพร่ น่าน สุโขทัย เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง พะเยา ลำพูน พิชญโลก อุตรดิตถ์ ตาก อุทัยธานี และจังหวัดเลย ลักษณะเปลือกปอสาเป็นเปลือกใน (innerbark) ซึ่งจะนำไปทำกระดาษ ผลิตผลส่วนใหญ่จะได้จากป่าธรรมชาติ หรือการปลูกเพียงเล็กน้อย ปอสาที่ได้จะมีการใช้ภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ

แหล่งจำหน่ายเปลือกปอสา จะมีใน 3 ภาค ได้แก่ ภาคกลาง ภาคเหนือ (ตอนบนและตอนล่าง) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้ ภาคเหนือตอนบนที่จังหวัดเชียงใหม่และน่าน ภาคเหนือตอนล่างคือจังหวัดสุโขทัย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดเลย และภาคกลางคือกรุงเทพมหานคร สำหรับกรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางของการจำหน่ายโดยแต่ละจังหวัดจะส่งไปยังกรุงเทพมหานคร และจำหน่ายไปต่างประเทศ สำหรับในประเทศมีการจำหน่ายโดยตรงระหว่างจังหวัด โดยไม่ผ่านกรุงเทพมหานคร

3. ลักษณะพฤกษศาสตร์

ก.) ลำต้น

ปอสาเป็นไม้ยืนต้นและเป็นต้นขนาดกลาง ลำต้นมีลักษณะกลมมีสีน้ำตาลคล้ำ ไม่มีแกนลำต้น ค่อนข้างเปราะ แตกกิ่งก้านออกรอบด้าน เมื่อมีอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผิวเปลือกของลำต้นมีลักษณะค่อนข้างขรุขระ เมื่อตัดต้นหรือกิ่ง จะมีน้ำยางสีขาวข้นไหลออกมาระหว่างเปลือกกับแก่นต้น

ข.) เปลือก

ผิวเปลือกค่อนข้างขรุขระ อาจจะมีบางต้นเปลือกจะเรียบ เปลือกมีหลายสี เช่น

1) เปลือกน้ำตาล ซึ่งแบ่งย่อยเป็น

- สีน้ำตาลอ่อน
- สีน้ำตาล
- สีน้ำตาลเข้ม

2) เปลือกสีเทา ซึ่งแบ่งย่อยเป็น

- พื้นสีน้ำตาล ลายน้ำตาลแนวตั้ง
- พื้นสีน้ำตาล ลายน้ำตาลพาดขวาง

- พื้นสีน้ำตาล ถายน้ำตาลพาดขวางและแนวตั้งปนกัน
 - พื้นสีเขียว ถายน้ำตาลแนวตั้ง
 - พื้นสีเขียว ถายน้ำตาลพาดขวาง
 - พื้นสีเขียว ถายน้ำตาลพาดขวางและแนวตั้งปนกัน
- 3) เปลือกสีเขียว ซึ่งแบ่งย่อยเป็น
- สีเขียว
 - สีเขียวอมขาว
- 4) เปลือกสีม่วง
- 5) เปลือกสีเทา



รูปที่ 2 – 1

แสดงลักษณะเปลือกต้นสา

ค.) ใบ

ใบมี 2 ชนิด คือ ใบหัยมี 3 – 5 แฉก มีใบมนขนาดกว้าง 6 – 12 ซม. และยาว 8 – 18 ซม. ปลายแหลมฐานโค้งเข้าคล้ายรูปหัวใจ ใบมีขนปกคลุมเล็กน้อย ปกติใบ 2 ชนิดนี้แยกกันอยู่ แต่บางต้นอาจจะมีใบทั้งสองลักษณะละกันอยู่ ขอบใบหัยคล้ายฟันเลื่อย หลังใบมีสีเขียวแก่ ท้องใบมีสีเขียวอ่อนออกเทา มีขนอ่อนสีขาว ก้านใบยาว 3 – 10 ซม. หูใบยาว 1 – 3 ซม.



รูปที่ 2 – 2

แสดงลักษณะใบของต้นปอสา

ง.) ดอก

ดอกออกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันคนละต้น (dioecious) ดอกตัวเมียเป็นรูปแบบ spike ดอกเป็นกลุ่มค่อนข้างกลม สีขาว มีขนโดยรอบ ยาวประมาณ 3 – 4 ซม. ดอกแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดง ขนาด 0.5 – 2.5 ซม. ดอกตัวผู้เป็นแบบ dense spike ยาวประมาณ 2 – 5 ซม. ดอกย่อยมีกลีบดอก 4 กลีบ เกสรตัวผู้ 4 อัน จะออกดอกเมื่ออายุมากกว่า 1 ปี ออกดอกปีละครั้งระยะเวลาการออกดอกไม่แน่นอน (ช่วงมีฤดูฝนถึงกุมภาพันธ์)

จ.) ผล

จัดเป็นผลประเภท Multiple fruit จะเกิดบนดอกตัวเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์ของเกสรตัวผู้ ผลจะออกบริเวณง่ามใบ มีเนื้อนิ่ม ขนาดโตประมาณ 2 ซม. เป็นผลรวม มีเมล็ดเล็กมากมาย รวมเป็นผลรอบกลม สำหรับสายพันธุ์ไทย เมื่อแก่จะมีสีส้มอมแดง ส่วนสีส้มนั้น

คือ รังไข่ซึ่งส่งเมล็ดมาอยู่นอกผล ผลจะแก่เต็มที่หลังจากการผ่านผสมพันธุ์ อายุ 60 – 90 วัน หรือเฉลี่ยประมาณ 75 วัน

ฉ.) เมล็ด

สายพันธุ์ไทยจะมีเมล็ดสีส้มเข้ม เมล็ดมีมากประมาณ 1,000 เมล็ด จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.2 กรัม เมล็ดที่เก็บใหม่ๆ สามารถเพาะงอกได้ โดยทั่วไปเมล็ดใหม่จะงอกประมาณ 7 – 10 วัน หลังจากทำการเพาะ

ช.) ราก

ต้นปอสาที่เจริญจากเมล็ดจะมีระบบรากแก้ว แต่หลังจากเจริญไปแล้วอายุมากๆ หรือหลังจากการตัดต้นเดิมจะมีต้นไหลเกิดขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นกับรากที่เจริญอยู่ระดับผิวดิน เพราะฉะนั้นต้นไหลที่เจริญขึ้นใหม่จะมีระบบรากต้น แต่การเกิดรากจะเกิดได้ทั่วๆต้น ทำให้ช่วยกันพยุงป้องกันการล้มโค่นได้

ซ.) ต้นไหล

เป็นปอสาที่เจริญเติบโตขึ้นมาจากรากของต้นแม่เดิม ซึ่งเรียกว่าต้นไหล หรือ stolen ซึ่งในหนึ่งต้นจะเกิดต้นไหลจากรากเดิมของปอสาเป็นจำนวนมากมาย และจะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ

ณ.) ข้อ

คือส่วนที่กำเนิดของก้านใบ หูใบ และใบหรือกิ่ง การที่ปอสามีลักษณะข้อห่างเป็นลักษณะที่ดี ได้เปลือกสาที่มีคุณภาพได้ราคาดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ลักษณะการขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์ (การเตรียมกล้าพันธุ์) แบ่งออกเป็น 5 วิธี คือ

1. การปลูกด้วยเมล็ด

- การเตรียมเมล็ด ลักษณะเมล็ดที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์นั้น ถ้าเก็บมาจากต้นโดยตรงให้เก็บผลที่แก่จัดที่มีกลีบห่อหุ้มเมล็ดแก่แดง และมีเมล็ดอยู่ที่ปลายสุดของกลีบห่อหุ้มเมล็ด แกะเอาเมล็ดออกโดยการนำไปขยำนน้ำ แล้วกรองเฉพาะเมล็ด ล้างน้ำให้สะอาดนำไปผึ่งให้แห้ง เมล็ดปอสาหลังจากผึ่งให้แห้งสามารถนำไปเพาะได้ทันทีที่มีความงอกดี หรือผึ่งแห้งดีแล้วบรรจุในถุงพลาสติกและเก็บในตู้เย็น สามารถเก็บไว้ได้นานยังคงมีความงอกดี

- วัสดุเพาะ การเพาะสามารถเพาะได้ในสภาพแปลงเพาะหรือในถุงพลาสติก วัสดุเพาะที่ใช้ถ้าเป็นสภาพแปลงเพาะสามารถเพาะในดินได้เลย แต่ดินควรเป็นดินร่วนไม่ควรเป็นดินเหนียว หรือผสมด้วยขี้เถ้าแกลบ (แกลบดำ) และปุ๋ยคอก จะทำให้ความงอกดีขึ้น

การเพาะในถุงพลาสติก ดินที่ใช้ควรเป็นดินผสม เช่น ทราย + ขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 1 : 1 , ดิน + ทราย + ขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 (อย่างละเท่าๆกัน) หรือขุยมะพร้าวอย่างเดียวก็ได้

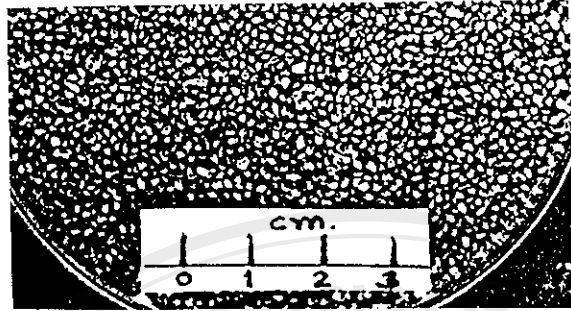
- วิธีเพาะ สภาพแปลงเพาะ เตรียมแปลงเพาะเหมือนแปลงปลูกผักทั่วไป กว้าง 1 เมตร ความยาวแล้วแต่ความเหมาะสมหรือความสะดวก พรวนดินให้ละเอียดผสมด้วยขี้เถ้าแกลบและปุ๋ยคอกพรวนให้เข้ากัน จากนั้นนำเมล็ดปอสา มาหว่านลงในแปลงจำนวนอัตรา 1 กรัมต่อพื้นที่แปลงเพาะ 1 ตารางเมตร (กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร) โดยเมล็ดนั้นมีความงอก 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ต้นกล้าประมาณ 400 ต้นต่อหนึ่งตารางเมตร แปลงเพาะ 4 – 5 ตารางเมตร ได้ต้นกล้าประมาณ 1600 ต้น โดยให้ความห่างของต้นประมาณ 5 เซนติเมตร เมล็ดที่จะเพาะนั้นก่อนหว่านควรผสมกับขี้เถ้าแกลบหรือทรายในอัตราพอสมควร จะทำให้เมล็ดกระจายในแปลงได้ดี สำหรับแปลงเพาะควรจะมีการคลุมแปลงด้วยผ้า หรือ ตาข่ายพลาสติกที่มีตาละเอียดซ้อนกัน 2 ชั้นจะทำให้มีการงอกดีขึ้น

- การดูแลรักษาแปลงเพาะ

- รดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า – เย็น ควรเป็นบัวรดน้ำ หรือวัสดุอื่นๆแทน
- การกำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอน
- การคลุมแปลงนั้น หลังจากงอกแล้ว 7 – 10 วัน ให้เลิกการคลุมแปลงได้

- การถอนแยก หากปอสาออกดีเกินไปควรถอนแยกให้แต่ละต้นห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร
- การย้ายกล้าปลูก หลังจากต้นกล้าปอสาออกได้ 15 – 30 วัน ทำการย้ายต้นกล้าลงไปเลี้ยงในถุงพลาสติกต่ออีก 1 เดือน สามารถนำไปปลูกได้ อีกวิธีหนึ่งเลี้ยงอยู่ในแปลงเพาะตลอดโดยไม่ย้ายเลี้ยงในถุงพลาสติก หลังจากงอกแล้วประมาณ 2 เดือน ย้ายไปปลูกโดยตรง โดยขุดดินแล้วห่อรวมกันด้วยกระสอบป่านที่ผ่านการแช่น้ำจนชุ่มซึ่งพร้อมนำไปปลูก ก่อนที่จะปลูกในสภาพไร่ อาจจะมีการตัดแต่งส่วนที่ชำจากการเดินทางออกด้วยกรรไกรหรือมีดที่คมให้ส่วนลำต้นยาวประมาณ 1 ฟุต รากอาจตัดแต่งออกบ้างเหลือ 4 – 6 นิ้ว หรือประมาณครึ่งฟุต
- ข้อดีของการปลูกด้วยเมล็ด
 - ต้นทุนปลูกต่ำที่สุด 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์กล้าเตรียมเพียง 4 – 10 กรัม (1600 – 6400 ต้นต่อไร่) ซึ่งราคาเพียง 10 – 50 บาทต่อไร่เท่านั้น (เมล็ดพันธุ์พื้นเมืองไทยราคากิโลกรัมละ 1500 บาท)
 - ต้นกล้ามีระบบรากแก้วเจริญเติบโตได้ดี และพวงลำต้นได้ดี
- ข้อเสียของการปลูกด้วยเมล็ด
 - แปลงเพาะกล้ามีปัญหาต้นเน่าตาย ซึ่งต้องใช้สารเคมีในการกำจัด
 - แหล่งซื้อเมล็ดยังไม่มี นอกจากให้เตรียมการรวบรวมเมื่อถึงฤดูกาลมีเมล็ด
 - การเก็บเมล็ดจากต้นแม่เดิม เมื่อนำไปปลูกจะมีลักษณะกลายพันธุ์ไม่เหมือนกับต้น แม่ที่เป็นต้นพันธุ์เดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2 - 3

แสดงเมล็ดของปอสา

2. การปลูกด้วยต้นไหล

ไหลหมายถึงต้นที่เจริญมาจากราก อยู่บริเวณโคนต้นปอสา นำไหลต้นสาที่มีความยาวประมาณ 1 ฟุต หรือขนาดใกล้เคียงดังกล่าว นำมาชำในถุงพลาสติกที่มีดินสำหรับปักชำ คือ ทราย + ขี้เถ้าแกลบ = 1 ต่อ 1 , หรือดิน + ทราย + ขี้เถ้าแกลบ + ปุ๋ยคอก อัตราส่วนอย่างละเท่าๆกัน

การเตรียมไหลสำหรับปักชำนั้น การขุดไหลมานั้นให้ขุดมาทั้งต้นไหลและราก ตัดรากให้ยาว 3 - 4 นิ้วต่อไหล 1 ต้น ทำการปลูกปักชำต้นไหลในถุงที่เตรียมไว้เหมือนปลูกต้นไม้ทั่วไป ปักชำไว้ประมาณ 15 - 30 วัน เมื่อตั้งตัวได้แล้ว และมีรากเกิดขึ้นมากมาย สามารถนำไปปลูกได้ การดูแลไหลที่ปักชำนั้น คือ รดน้ำตามปกติ เช้า - เย็น และที่สำคัญประการหนึ่ง ต้องทำร่มเงา คือ อาจใช้ตาข่ายพลาสติก หรือก้านมะพร้าวคลุมก็ได้

หรือนอกจากการปักชำในถุงแล้วถ้าหากไปขุดไหลมาในฤดูฝน และมีสภาพฝนตกในช่วงนั้น สามารถนำไหลที่ขุดมานั้นตัดรากเหมือนการปักชำในถุง แบ่งเป็นต้นเดี่ยวๆ สามารถนำไปปลูกในไร่ได้เลย

ข้อดีของการปลูกด้วยต้นไหล

- เป็นวิธีง่ายๆ เมื่อขุดแยกต้นไหลมาแล้วสามารถนำไปปลูกได้ทันที
- การเจริญเติบโตเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาเตรียมต้นกล้าเหมือนวิธีอื่นๆ
- ลักษณะตามสายพันธุ์เดิมทุกประการ

ข้อเสียของการปลูกด้วยต้นไหล

- ไม่เหมาะกับการปลูกในพื้นที่มากๆ ต้นกล้าที่ได้จากวิธีนี้จะมีจำนวนจำกัด

3. การปักชำกิ่ง

คัดเลือกกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ตัดเป็นท่อนยาวประมาณ 8 นิ้ว หรือมีตาข้างประมาณ 3 – 4 ตา

- วัสดุปักชำ

ทราย + ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1 : 1 (อย่างละเท่าๆกัน) ซึ่งอาจผสมบรรจุในถุงพลาสติก หรือเตรียมในรูปแปลงเพาะ

เมื่อเลือกกิ่งตามที่ต้องการแล้วนำกิ่งนั้นมาล้างให้สะอาด ทำการตัดแต่งโคนกิ่งให้เป็นรูปปากฉลาม ปลายท่อนพันธุ์ตัดตรงด้วยมีดที่คม เชื้อนหรือกรรไกรตัดกิ่งไม้ แล้วนำฮอร์โมน เช่น เซอร์ราดิคซ์เบอร์ 3 ที่ผสมน้ำขึ้น ๆ ใช้พู่กันจุ่มทาโคนกิ่งสูงจากรอยตัดประมาณ 1 เซนติเมตร ปลอ่ยทิ้งให้ฮอร์โมนแห้งแล้วนำกิ่งนั้นไปปักชำในถุงที่เตรียมไว้หรือในแปลงสำหรับปักชำ

ทำร่มคลุมเหมือนวิธีการอื่น ๆ รดน้ำ เช้า – เย็น ให้ชุ่มประมาณ 30 – 40 วัน กิ่งพันธุ์จะแตกใบและออกรากนำไปปลูกได้

ข้อดีของการปักชำกิ่ง

- ลักษณะตรงตามสายพันธุ์เดิมทุกประการ

ข้อเสียของการปักชำกิ่ง

- ไม่เหมาะกับการปลูกในพื้นที่มาก ๆ ต้องใช้ท่อนพันธุ์มาก
- ต้นทุนการผลิตท่อนพันธุ์สูงกว่าการใช้เมล็ด
- เพอร์เซ็นต์การเจริญแตกใบและติดราก ตามวิธีการนี้ ได้ต้นที่สมบูรณ์ประมาณ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

4. การปักชำราก

รากที่อยู่ลึกจากผิวดินลงไปสามารถขุดมาขยายพันธุ์ได้โดยการนำรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 – 2 เซนติเมตร (ขนาดเท่าดินสอ – ดินสอสองด้าม) มีความยาว 4 – 6 นิ้ว ไปปักชำในถุงพลาสติกที่บรรจุด้วยส่วนผสมของดินทรายกับขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วนเท่าๆกัน หรือเพาะชำในสภาพแปลงเพาะ ตัดรากยาวท่อนละประมาณ 10 เซนติเมตร หรือประมาณ 4 นิ้ว แล้วปักหรือฝังส่วนปลายรากลงไปในดินประมาณ 1 – 2 นิ้ว หรือ 3 – 4 ซม. ทำการปักตรง ๆ เหมือนปักชำพืชทั่ว ๆ ไป รดน้ำให้ชุ่มทั้งเช้าและเย็น ทำร่มเงาบังแดดเหมือนวิธีการอื่นๆ ประมาณ 1 เดือน – 1 เดือนครึ่งสามารถนำไปปลูกได้

ข้อดีของการปักชำราก

- ลักษณะตรงตามสายพันธุ์เดิมทุกประการ
- การเจริญของต้นที่ได้จากกล้าชนิดนี้เจริญดีและเร็ว

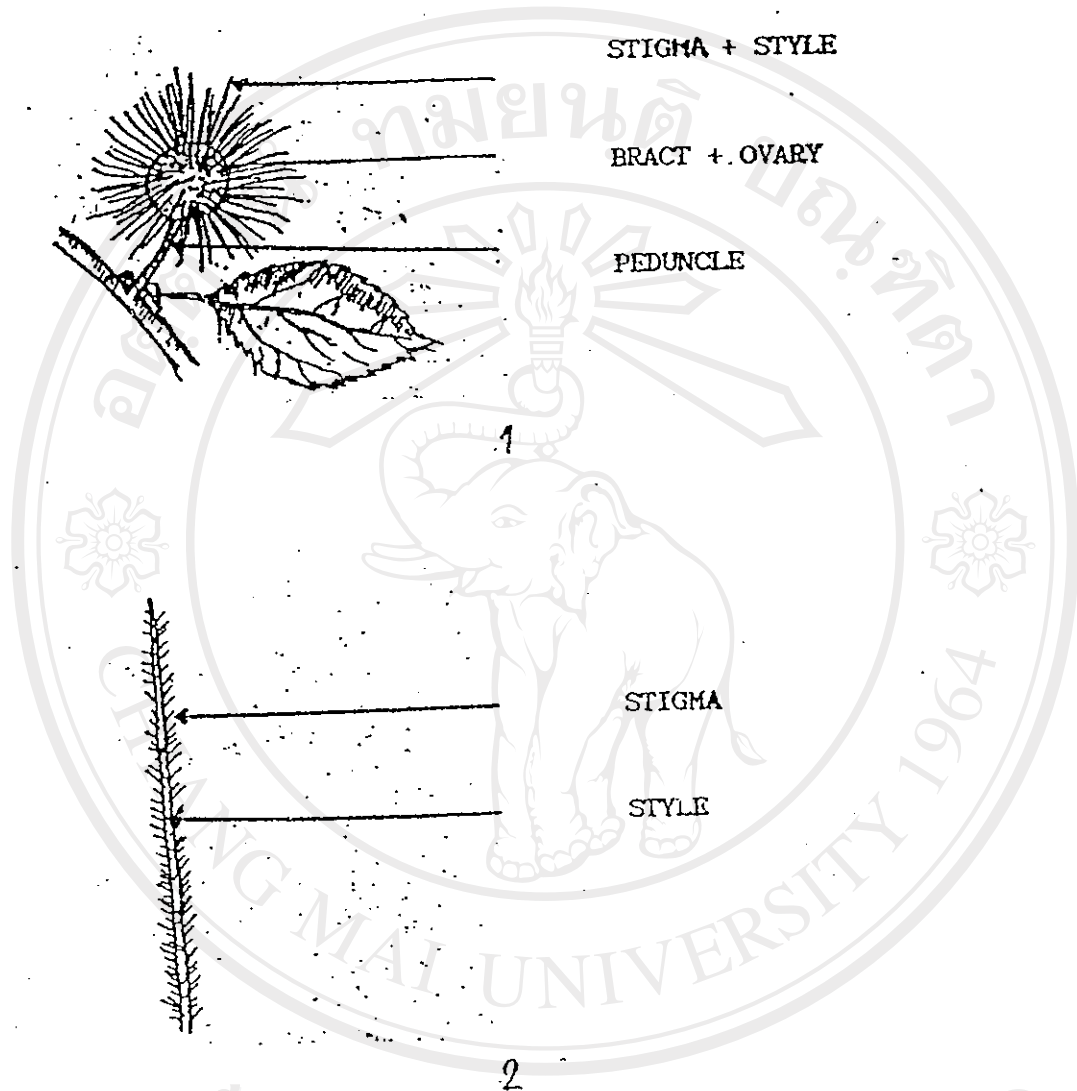
ข้อเสียของการปักชำราก

- รากที่นำมาใช้มีขีดจำกัดหายาก เพราะจะทำให้ต้นแม่เดิมตายได้หากชำรากมาปักชำมากเกินไป
- ไม่เหมาะกับการปลูกในพื้นที่มาก ๆ

5. การติดตา ต่อกิ่ง

ปอสาสามารถติดตาต่อกิ่งได้ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถเปลี่ยนพันธุ์โดยมีต้นตอเป็นพันธุ์พื้นเมืองและกิ่งพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ดีหรือพันธุ์ต่างประเทศ ในที่นี้ยังไม่กล่าวรายละเอียด ผู้ปลูกปอสาแรกเริ่มควรจะพิจารณาการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการที่ 1 – 4 ก่อนดีกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

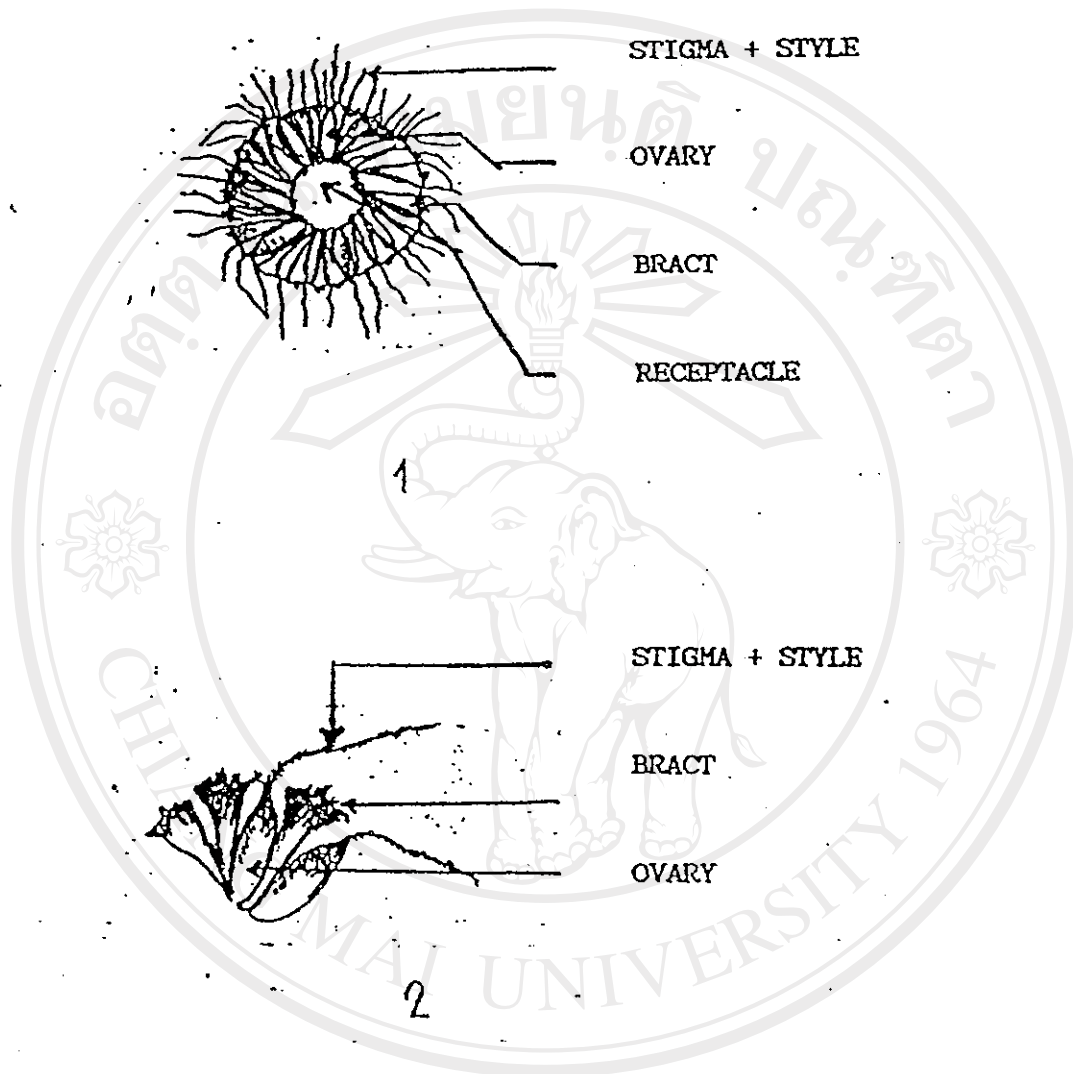


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2-4

แสดงลักษณะดอกตัวเมีย

1. ลักษณะดอกตัวเมียที่พร้อมที่จะผสมพันธุ์
2. ลักษณะของ Stigma และ Style แสดงให้ชัดเจนขึ้นจากภาพที่ 1

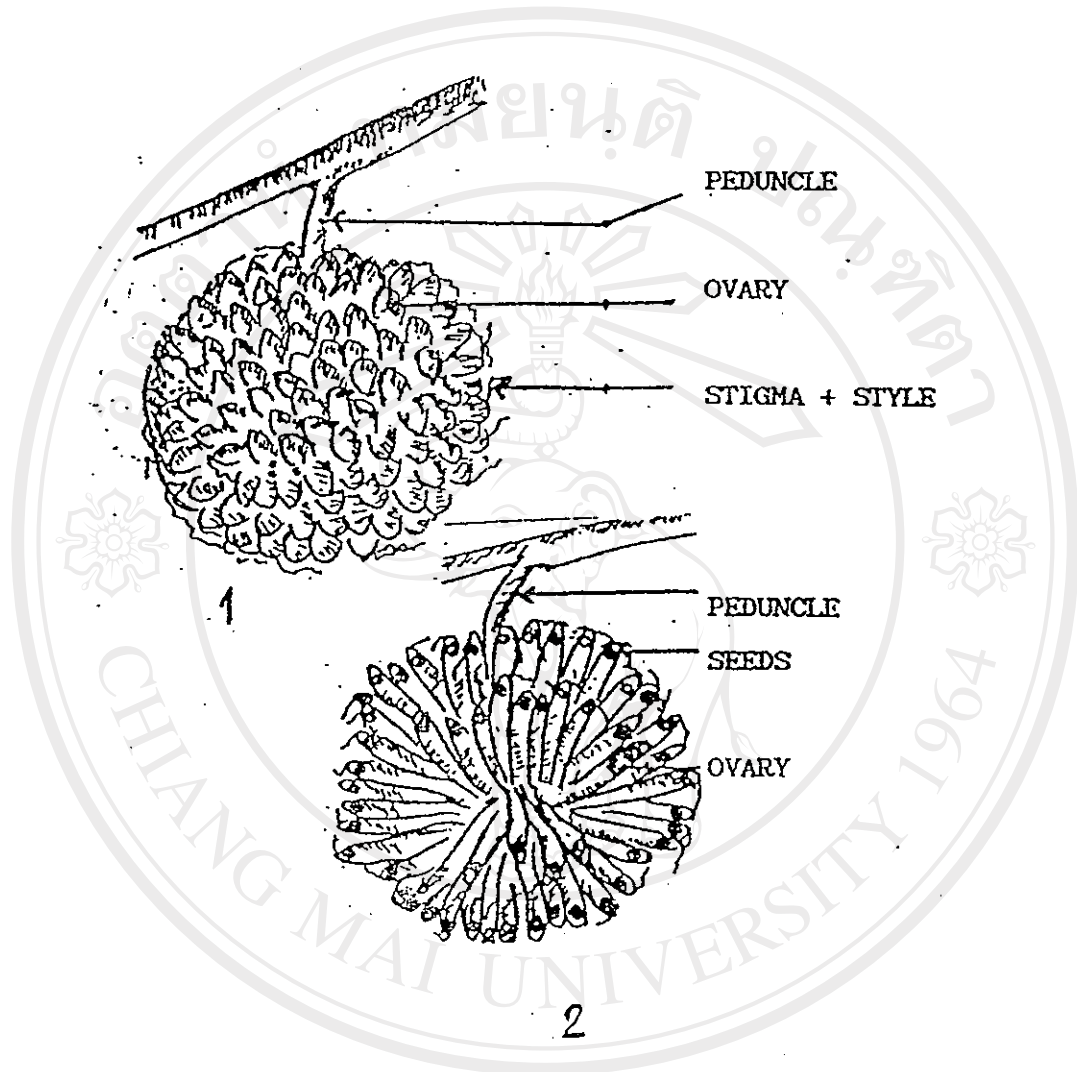


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รูปที่ 2 - 5

แสดงลักษณะของดอกตัวเมียภายใน

1. ลักษณะดอกตัวเมียภายในภาคตัดขวาง
2. แสดงลักษณะของรังไข่ (Ovary) และริ้วประดับ (Bract) ให้ชัดเจน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

รูปที่ 2-6

แสดงลักษณะของคอกตัวเมียที่ผสมแล้ว (ผล)

1. ผลที่มีรังไข่เริ่มโผล่ออกมาอีก 1 วัน จึงจะส่งรังไข่ออกมาเต็มที่
2. ผลที่สุกเต็มที่ เห็นเป็นท่อยาวและส่งเมล็ดอยู่ปลายอีก 1 วัน ผลจะร่วง



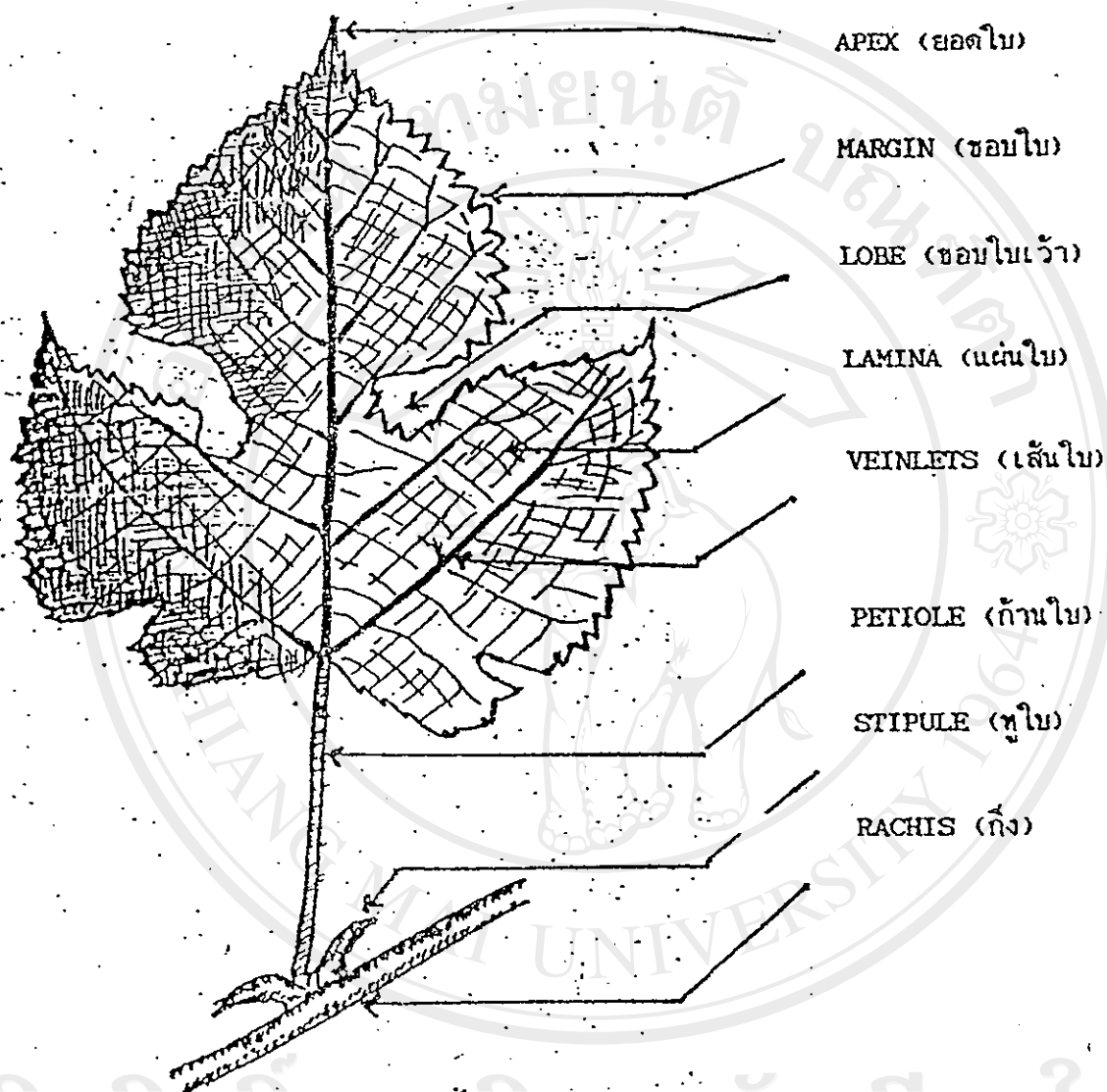
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2-7

แสดงลักษณะช่อดอกตัวผู้ระยะเจริญต่างๆ

1. ระยะเริ่มแรกยาว
2. ดอกย่อยเริ่มบวม (สร้อย)
3. ดอกย่อยเริ่มบาน (สร้อย)
4. ดอกย่อยเริ่มบานเต็มที่ พร้อมที่จะใช้ผสมพันธุ์



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2-8

แสดงส่วนต่าง ๆ ของใบเปลือกลักษณะมีแฉก หรือขอบใบกว้าง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2 – 9

แสดงลักษณะการจัดระเบียบของใบ (Phyllotaxy) ที่ติดอยู่ตามลำต้นของปอสา

1. แบบสลับ (Alternate)
2. แบบเกลียว (Sprial)
3. แบบตรงข้าม (Opposite)
4. แบบตรงข้ามตั้งฉากกัน

5. ชนิดของปอสา

ปอสาที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียมี 2 ชนิด คือ

ก) ปอสาไทย (*Broussonetia papyrifera* , Vent)

จำนวนโครโมโซม $2n = 16$, $3n = 93$ ภาษาญี่ปุ่น เรียกว่า Kazi ปัจจุบันมี 2 พันธุ์ คือ

- 1) ปอสาต้นเขียว คือ พันธุ์ที่มีลักษณะกิ่งอ่อน ก้านใบและใบสีเขียวไม่ค่อยแพร่หลายเพราะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมไม่ดีนัก
- 2) ปอสาต้นม่วง คือ กิ่งพันธุ์ที่มีกิ่งอ่อนและก้านใบเป็นสีม่วงแกมน้ำตาล ขึ้นได้ดีทั่วภาคและให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ

ข) ปอสาญี่ปุ่น (*Broussonetia kazinoli* , Sieb)

จำนวนโครโมโซม $2n = 26$ หรือเรียกว่า Kozo มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่นเป็นพุ่มไม้ขนาดเล็กสูงประมาณ 2 เมตร ทั้งชนิดใบมนและใบแฉก 5 แฉก ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ต้นเดียวกัน แต่คนละดอก คุณภาพเส้นใยดีกว่าปอสาไทยมีอายุผลิต 10 – 15 ปี อายุ 5 – 7 ปี ให้มีผลผลิตสูงสุด แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

- 1) Aka Kozo ลำต้นสีแดงใช้ผลิตกระดาษได้ดี
- 2) Kuro Kozo ลำต้นสีดำ
- 3) Shiiko Kozo ลำต้นสีขาว
- 4) Yama Kozo ปอเปลือกบาง ขึ้นในที่สูง

6. ลักษณะกฎหมาย

ไม้ปอสาเป็นไม้ที่ไม่มีในบัญชีไม้หวงห้ามและของป่าหวงห้ามตาม พ.ร.บ. ป่าไม้ ฉะนั้นเมื่อปลูกหรือมีไม้ปอสาอยู่ในที่ดินกรรมสิทธิ์ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ถ้าไม้ปอสาอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ก็ถือเป็นไม้หวงห้ามโดยปริยาย เวลาตัดฟันก็ต้องขออนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ก่อนตามระเบียบ

7. วิธีการปลูกต้นสา การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว

- การเตรียมดิน

สภาพที่ราบเตรียมดินโดยไถตะ 1 ครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง ให้ดินละเอียดให้ดีเป็นการกำจัดวัชพืชซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในระยะเวลาต่อมาได้ ในกรณีสภาพที่ลาดชัน หรือสภาพปลูกแซมป่า ไม่สามารถไถได้ ทำการถากหญ้าเป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อขุดหลุมตรงกลาง ในสภาพที่ไถดินได้ควรทำการแฉกร่องด้วยไถหัวหมูให้ลึกประมาณ 6 นิ้ว ในแต่

ตะแฉกปลูก เพราะจะทำให้ปลูกได้ง่าย การขุดหลุมปลูกจะทำให้เสียเวลามาก
ในกรณีใช้ประชากรปลูกมากจะทำให้ปลูกลำบากถ้าใช้วิธีการขุดหลุม

- **ระยะปลูก**

- การปลูกกระบบถี่ ใช้ระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร ถึง 1×1 เมตร (กว้าง×ยาว) 1 ต้นต่อหลุม ซึ่งจะต้องใช้จำนวนต้น 1600 – 6400 ต้นต่อไร่
- การปลูกกระบบห่าง ใช้ระยะปลูก 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) หรือจะปลูกระบบแบบระยะปลูกถี่ แล้วเมื่อตัดครั้งแรกตอนอายุ 6 เดือน หรือครั้งที่ 2 ตอนอายุ 1 ปี อาจมีการตัดแฉกเว้นแฉก (ในกรณี 1×1 เมตร) แล้วจะได้ระยะ 2×2 เมตร และเก็บเกี่ยวโดยการเลือกกิ่ง วิธีการนี้เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์ที่ต้องการปลูกเพื่อสร้างป่าแก้ปัญหาหมอกควันและปลูกเพื่อขายเมล็ดพันธุ์ด้วย

- **วิธีปลูก**

- การปลูกควรปลูกในสภาพที่มีฝนในช่วงต้นฤดูฝน เดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน (เพื่อระยะเวลาในการตัดปลายฝน เมื่ออายุครบ 6 เดือน)
- การปลูกในสภาพที่ราบที่มีการไถได้ก็ทำการขุดหลุมเพียง 1 – 2 หน้าจอบ ถ้ามีปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักควรใส่หลุมหนึ่งๆ ประมาณ 1 – 2 กระลา การปลูกเหมือนกับการปลูกพืชสวนทั่วไป
- สภาพที่ลาดชัน ขุดหลุมลึก 1 – 2 หน้าจอบ โดยบริเวณที่ตากหญ้าเป็นวงกลมไว้หลุมกว้าง 6 – 8 นิ้ว การปลูกเหมือนกับการปลูกพืชสวนทั่วไปเช่นกัน

- **การดูแลรักษา**

1. **การกำจัดวัชพืช** หลังจากการปลูกในระยะแรก 1 – 3 เดือน ควรกำจัดวัชพืชโดยการถากด้วยจอบประมาณ 2 – 3 ครั้ง โดยการทำจอบคว่ำทำ 1 เดือนต่อครั้ง และหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งต่อไป 1 – 2 ครั้ง สำหรับการปลูกและสร้าง จะมีปัญหาวัชพืชน้อยในระยะหลัง 1 ปี เพราะจะมีทรงพุ่มเจริญคลุมทั่วพื้นที่แล้ว
2. **การใส่ปุ๋ย** ปอสาจะมีการตอบสนองต่อธาตุอาหารและน้ำพอสมควร ถ้าเกษตรกรใดมีทุนพออยากจะใส่ปุ๋ยได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจะแนะนำการใส่ปุ๋ยเบื้องต้น โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20-20-20 , 15-15-15 , อัตรา 20-40

กิโกรัมต่อไร่ ในระยะต้นฝนของทุกปีและควรใส่ปุ๋ยคอกคอกอนเตรียมแปลง หรือใส่ก้นหลุม อัตรา 2 ตันต่อไร่ร่วมด้วย จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยดีขึ้น

3. การกำจัดโรคแมลง สภาพธรรมชาติทั่วไปปอสาจะมีปัญหาเรื่องโรคแมลงน้อยมาก แต่ในสภาพแปลงปลูกพันธุ์ปอสาพันธุ์พื้นเมืองของไทยมีปัญหาบ้าง เช่น โรคแบคทีเรียลไบโบลท์ , โรคใบด่าง ให้มีการป้องกันตามความจำเป็นเท่านั้น เช่นแปลงเพาะกล้า แปลงปักชำรากหรือกิ่งจะมีปัญหาโรคแบคทีเรียลไบโบลท์ ควรจะพ่นสารเคมี แอกริมัยซิน อัตรา 2 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะต้นกล้าหลังออก 7 – 10 วัน และพ่นซ้ำ 2 – 3 ครั้ง หลังจากพ่นครั้งแรก 7 วัน

- การเก็บเกี่ยว

สามารถเก็บเกี่ยวได้ 2 ครั้งต่อ 1 ปี โดยเก็บเกี่ยวครั้งแรกเมื่อปลูกไปแล้ว 6 – 12 เดือน ครั้งที่ 2 หลังจากการเก็บครั้งแรก 6 เดือน การเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับการปลูก การปลูก ถ้าปลูกหลังฝนได้ (เดือนพฤษภาคม) ก็สามารถเก็บครั้งแรกในช่วงปลายฝนได้ (เดือนตุลาคม – เดือนพฤศจิกายน) จะทำให้ลอกได้ง่าย การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ก็เก็บเกี่ยวต้นฝนอีกครั้งหนึ่ง (เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน)

การเก็บเกี่ยวแบบตัดทั้งต้น

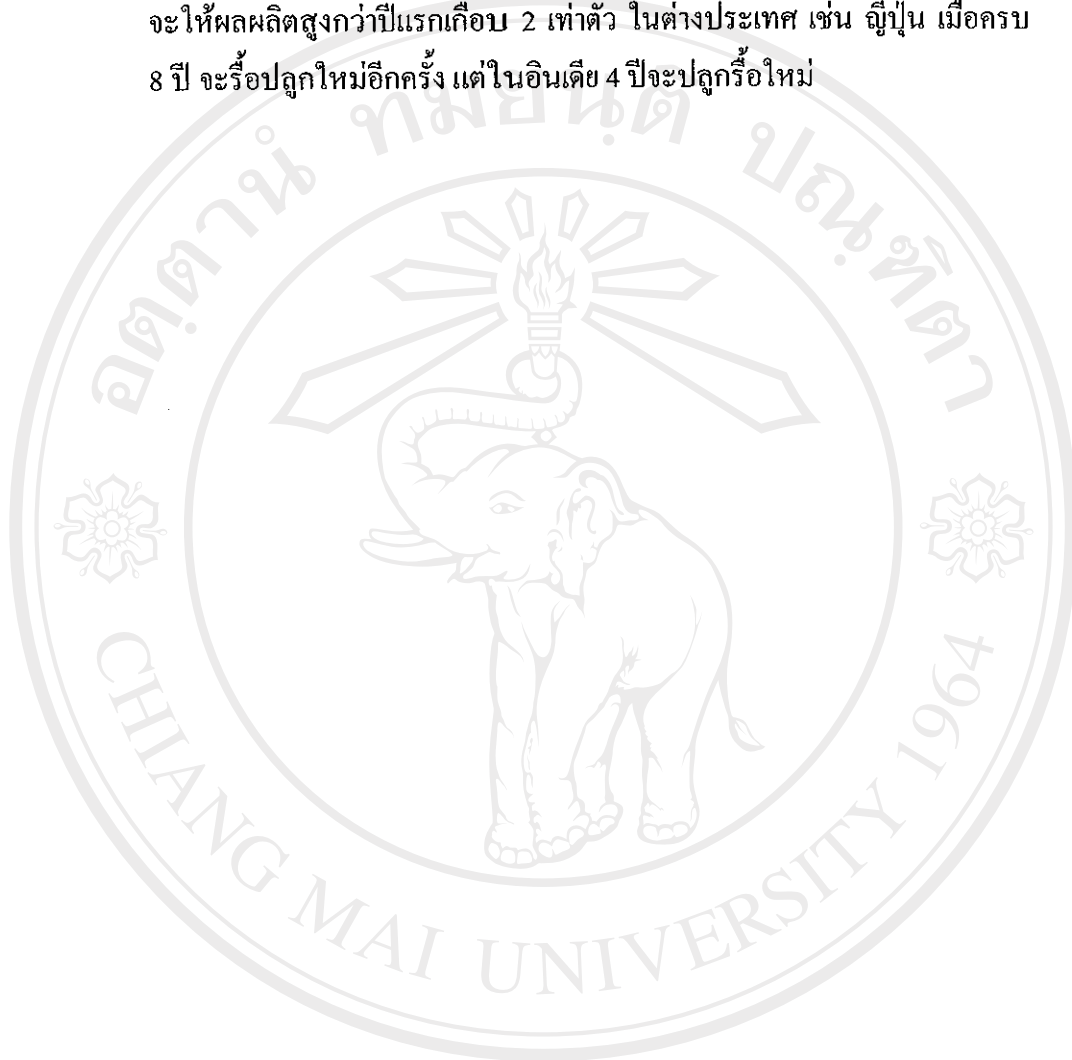
การตัดต้นปอสา 6 – 12 เดือนหลังปลูก ส่วนใหญ่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 – 5 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะในการนำเปลือกไปทำกระดาษ วิธีการนี้ไม่มีจุดประสงค์รักษาแปลงปอสาให้เป็นป่าโดยตลอด โดยการขุดดินหรือตัดต้นสาสูงจากพื้นดิน 5 – 10 เซนติเมตร การตัดอาจใช้มีดที่คมหรือเลื่อยก็ได้ หลังจากตัดแล้วส่วนบนของตอควรทำการทาด้วยปูนขาวหรือปูนแดง เพื่อป้องกันเชื้อราทำลายตอปอสาปล่อยให้แตกยอดและกิ่งใหม่ 2 – 3 กิ่ง ซึ่งอาจเป็นกิ่งที่ต้นเดิม หรือเจริญจากซอกโคนต้นก็ได้

การเก็บเกี่ยวเฉพาะกิ่ง

วิธีการนี้มีจุดประสงค์เพื่อรักษาสภาพป่า ให้เลือกตัดเฉพาะกิ่งที่ต้องเว้นกิ่งที่ไม่ตัดไว้กับต้น 1 – 2 กิ่งหรือมากกว่า โดยตัดเฉพาะกิ่งที่ได้ขนาดประมาณเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 – 5 เซนติเมตร สำหรับต้นที่ต้องการเก็บเกี่ยวปลูกขยายพันธุ์เมล็ดนั้นตัดแต่งกิ่งบ้างเล็กน้อยเพื่อเอาไปใช้ประโยชน์

- ความยาวนานของแปลงปลูก

จากงานวิจัยในประเทศไทยพบว่า ปอสาสามารถตัดต่อเนื่องกันทุก 6 เดือน – 1 ปี ความสามารถในการให้ผลผลิตของปอสาในระยะ 3 – 4 ปี ยังให้ผลผลิตไม่ต่างกันมากนัก แต่ในบางแปลงทดลองการเก็บเกี่ยวในปีที่ 2 จะให้ผลผลิตสูงกว่าปีแรกเกือบ 2 เท่าตัว ในต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เมื่อครบ 8 ปี จะรื้อปลูกใหม่อีกครั้ง แต่ในอินเดีย 4 ปีจะปลูกรื้อใหม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ประโยชน์ของปอสา

1) ประโยชน์ทางด้านธุรกิจ

ปอสาใช้ทำเยื่อกระดาษสา กระดาษร่ม กระดาษแบบตัดเสื้อ กระดาษห่อของ ห่อเครื่องเงิน เครื่องเงิน ใช้ทำสายชนวนจุดบั้งไฟ ในเป็นอาหารสัตว์

อายุที่ใช้ทำเยื่อกระดาษ ปอสาอายุ 3 ปี จะให้เยื่อปริมาณสูงสุด แต่ปอสาอายุ 2 ปี ให้เยื่อที่มีคุณภาพดีที่สุด ปริมาณและคุณภาพของเยื่อกระดาษที่ผลิตจากปอทั้งต้นและจากส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ล้วน แตกต่างกันเล็กน้อย ขนาดของลำต้นปอสาที่พอจะตัดเอาเปลือกมาใช้ทำกระดาษ ลำต้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึง 20 เซนติเมตร มีอายุในเกณฑ์ 3 – 5 ปี

2) คุณสมบัติในการรักษาโรคบางประการ

1. ใช้แก้บวมอักเสบ สำหรับคนที่ถูกผึ้งต่อยจนอักเสบ โดยใช้ใบแห้งบดให้ละเอียดผสมกับน้ำตาลทรายและน้ำข้าว นามาทาบริเวณที่ถูกต่อย
2. ใช้น้ำยางสดทาบริเวณที่เป็นโรคกลากเกลื้อน วันละ 1 – 2 ครั้ง ติดต่อกัน 15 วันขึ้นไป
3. ใช้เปลือกขูดเอาผิวนอกออกแล้ว ตำรวมกับพลูควาสด และต้นเสี้ยวหน่อฝรั่ง กรองเอาน้ำกินวันละ 3 ครั้ง จะช่วยรักษาโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้

3) ใช้เป็นอาหารสัตว์

- ใบของต้นปอสาสามารถใช้เป็นอาหารปลา หมู
- ผลสุกเป็นอาหารของนก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3

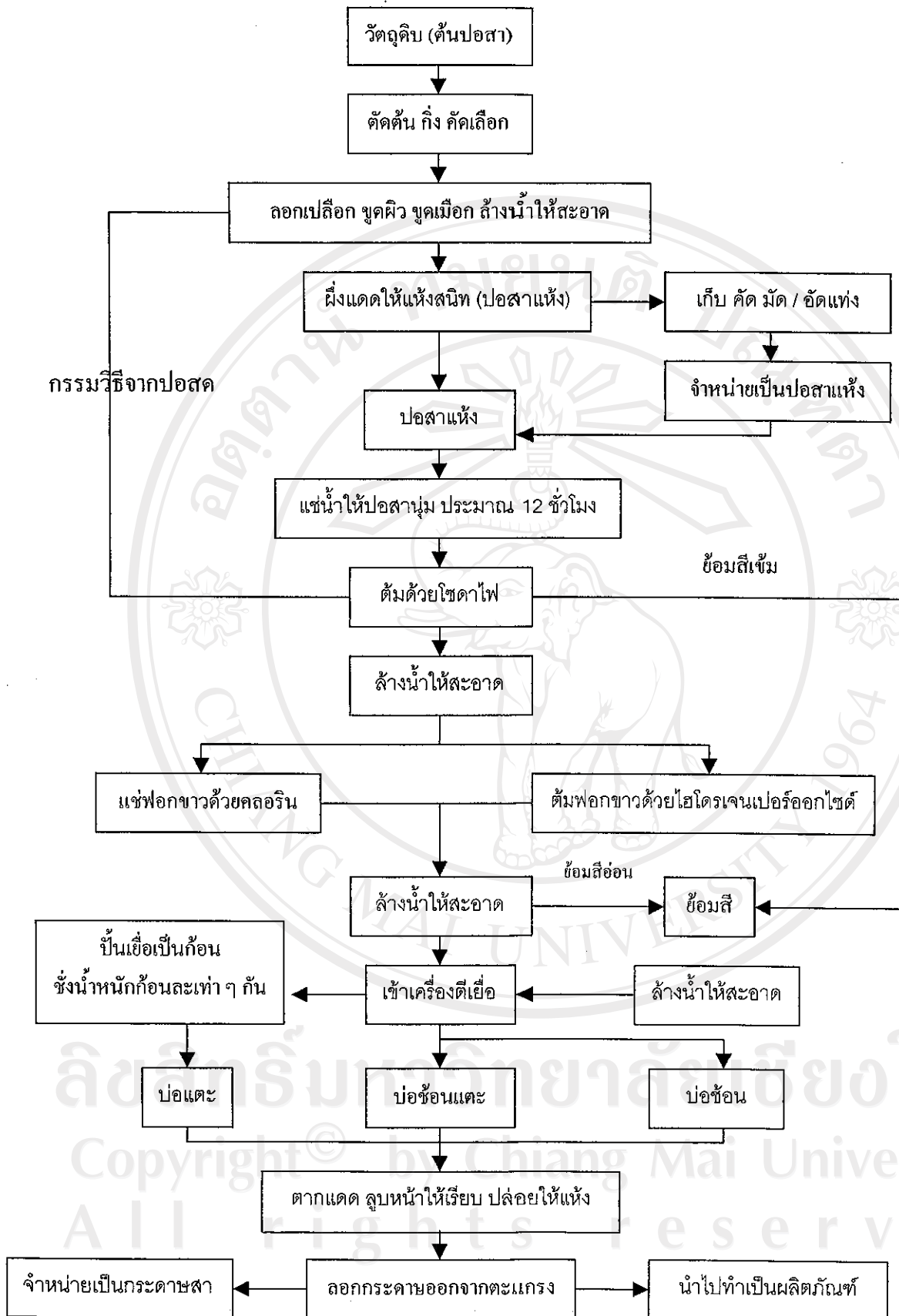
กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา

กระดาษสาเป็นกระดาษที่มีความเหนียว คงทน รักษาสภาพเก็บไว้ได้นาน กระดาษสาที่ปรากฏเป็นรูป เป็นกระดาษโดยเฉพาะการทำด้วยมือ จะทำจากส่วนของเปลือกของต้นปอสาหรือปอกระสา โดยเฉพาะเปลือกใน (inner bark) ซึ่งเป็นเยื่อใยประเภทเยื่อใยขาว นอกจากนี้แล้วในพืชนี้ยังมีแก่นหรือเนื้อไม้เป็นเยื่อใยประเภทสีน้ำตาล ซึ่งยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ส่วนรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการทำกระดาษสาที่ทำจากเปลือกในของปอสา ดังนี้

3.1 กรรมวิธีการผลิตแบบชาวบ้าน

กรรมวิธีการผลิตกระดาษสาด้วยมือโดยทั่วไปขั้นแรกต้องมีการหาวัตถุดิบ (ต้นปอสา) ตามต้องการ จากนั้นจึงนำมาตากแห้งและคัดเลือกกิ่งที่จะนำมาใช้ในการทำ ทำการลอกเปลือก ขูดผิว ขูดเมือก และล้างน้ำให้สะอาด นำปอสาที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วมาทำการผึ่งแดดให้แห้งสนิทเพื่อที่จะสามารถเก็บไว้ใช้ในคราวต่อไปได้และทำให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น ก่อนจะนำมาใช้ก็จะนำมาแช่น้ำอีกประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาต้มเคี่ยวด้วยโซดาไฟเพื่อให้ปอสาเปื่อยยุ่ยโดยระยะเวลาที่ใช้ในการต้มขึ้นอยู่กับภาชนะที่ใช้ต้ม นำปอสาที่ต้มแล้วมาทิ้งให้เย็น แล้วนำมาล้างน้ำหลาย ๆ ครั้งจนหมดค่า ถ้าต้องการให้ได้สีเข้มให้ทำการย้อมสีต่อจากขั้นตอนนี้ แต่ถ้าต้องการกระดาษสีอ่อนให้ทำการฟอกขาวก่อนโดยใช้สารเคมีต่าง ๆ แล้วจึงนำมาล้างน้ำอีกครั้งหนึ่งเพื่อล้างสารเคมีออกให้หมดแล้วจึงจะทำการย้อมสีอ่อนต่อไป แต่ถ้าต้องการสีขาวก็สามารถนำกระดาษหลังจากฟอกขาวไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องทำการย้อมอีก จากนั้นจึงนำเยื่อสามาเข้าเครื่องตีเยื่อเพื่อให้เยื่อสากระจายอย่างสม่ำเสมอ แล้วจึงนำเยื่อที่ได้มาทำการผลิตกระดาษด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ การช้อน การตะ หรือการช้อนตะ โดยเลือกวิธีการทำกระดาษที่เหมาะสมกับที่เราจะนำไปใช้งาน จากนั้นจึงนำตะแกรงไปตากเมื่อแห้งแล้วจึงทำการลอกกระดาษออกจากตะแกรงและนำกระดาษสาไปใช้ในงานต่าง ๆ ต่อไป

โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนการทำกระดาษสาต่อไป



รูปที่ 3-1

แสดงกรรมวิธีการผลิตกระดาดสาด้วยมือ

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษสา

การผลิตกระดาษสาจะใช้เปลือกของลำต้นสามาใช้ผลิต โดยชนิดของต้นสาที่ใช้มีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดต้นเขียว (ชาวบ้านในท้องถิ่นเรียกว่าต้นลายงูเหลือม) ซึ่งให้เปลือกสาที่มีคุณภาพดี และต้นม่วง (ชาวบ้านในท้องถิ่นเรียกต้นดำ) ปอสาที่จะนำมาใช้ทำกระดาษจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 7-10 ซม. หรืออายุประมาณ 8 เดือน ถึง 1 ปี ส่วนการตัดต้นก็ควรตัดให้สูงจากคนต้นประมาณ 20-50 ซม. เพื่อให้ต้นสามามีโอกาสแตกกิ่งก้านสาขาขึ้นใหม่ จากนั้นนำต้นปอสาที่ทำกรตัดมาทอนเป็นท่อน ๆ ให้มีความยาวประมาณ 1 เมตร แล้วจึงนำไปลนไฟอ่อน ๆ บนคาน ค่อย ๆ หมุนให้ถูกความร้อนโดยทั่วกัน จนกระทั่งเปลือกปอสาหดรตัวเข้าหากันแลเห็นเนื้อไม้ด้านใน จากนั้นจึงนำมารีดเพื่อลอกเปลือกออกตามความยาวของลำต้น (เปลือกสาที่ทำกรลนไฟนี้เมื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษจะได้กระดาษที่ขาวกว่ากระดาษที่ได้จากเปลือกที่ไม่ลนไฟ) นำเปลือกไปล้างน้ำ ขณะเดียวกันก็มีการชุดสีผิวสีเขียวออกให้หมดแล้วนำเปลือกปอสาไปล้างน้ำให้สะอาดต่อจากนั้นนำไปผึ่งแดดจนกว่าเปลือกจะแห้งสนิท เปลือกสาที่ลอกแล้วถ้ายังไม่ชุดสีผิวทันที ควรเก็บรักษาไว้อย่าให้ถูกแดด มิฉะนั้นเปลือกสาจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ข้อควรระวังในการตัดต้นปอสาจนถึงการชุดสีผิวก็คือ ควรจะทำให้เสร็จสิ้นภายในหนึ่งวัน เพราะจะเป็นสาเหตุทำให้เปลือกปอสากลายเป็นสีดำ เปลือกปอสาที่ตากแห้งดีแล้วก็พร้อมที่จะนำไปทำกระดาษต่อไปได้

วัตถุดิบที่ใช้ทำกระดาษสา ซึ่งนำมาจากส่วนของต้นปอสา หรือปอกระสา ซึ่งสามารถทำกระดาษสา ได้มี 4 ชิ้นส่วน คือ

- 1.1 เปลือกใน (inner bark หรือ white bark + green bark)
- 1.2 เปลือกนอก (outer bark หรือ black bark)
- 1.3 เปลือกนอกและเปลือกใน (outer bark + inner bark)
- 1.4 แก่น (hard wood, duramen หรือ pith)

วัตถุดิบที่นำมาทำกระดาษที่กล่าวมาข้างต้น การจะใช้วัตถุดิบประเภทใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ถ้าจะใช้ในวงการของงานศิลปะ การใช้เปลือกนอกอย่างเดียวหรือในรูปของเปลือกในและเปลือกนอก สามารถใช้ได้ดี แต่ในด้านความต้องการความทนทานของกระดาษสูง ต้องใช้ส่วนของเปลือกในในอัตราส่วนที่มากขึ้น

3.1.2 การแบ่งเกรดเปลือกปอสาในตลาดประเทศไทย

การแบ่งเกรดเปลือกปอสาในตลาดประเทศไทยนั้น จะแบ่งตามลักษณะของสีและเปลือกสา ดังนี้

1. เกรด SA (เอสเอ หรือ ซุปเปอร์เอ), A (เอ) เป็นเปลือกดี ไม่มีเปลือกดำติดอยู่ ไม่มีแผลและตา เมื่อตากแห้งหรืออบแล้วจะมีสีขาว
2. เกรด B (บี), C (ซี) เส้นเปลือกจะมีสีเขียวหรือน้ำตาล ไม่มีเมล็ด
3. เกรด D (ดี) เส้นเปลือกจะแดงจัดมาก

(1) ราคาเปลือกปอสาไทยในท้องถิ่น

เกรด SA, A	18-25 บาท / กก. (บางรายซื้อถึง 33 บาท / กก.)
เกรด B	12-19 บาท / กก.
เกรด C	8-14 บาท / กก.
เกรด D	5-6 บาท / กก.

(2) ข้อควรคำนึงเพื่อให้ได้เปลือกปอสาที่จะจำหน่ายมีคุณภาพดีและได้ราคาสูง

1) อายุของปอสา ปอสาที่มีเปลือกปอที่ดีหรือถูกต้องตามมาตรฐาน อายุการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่กำหนด เปลือกปอที่ดีนั้นควรเป็นเปลือกปอที่อายุประมาณ 6-12 เดือน โดยเริ่มนับอายุหลังจากปลูกหรือหลังจากการตัดเอาเปลือกครั้งที่ผ่านมานี้ไม่ควรเป็นปออ่อนมากหรือแก่กว่า 1 ปีมาก

2) การลอกเปลือก การลอกเปลือกมี 4 วิธีคือ การลอกสด ลอกโดยการต้ม ลอกโดยการย่าง และลอกโดยการทุบและซูด วิธีที่ดีที่สุด คือการลอกสด

- การลอกสด เป็นวิธีที่ดีที่สุด ลอกแล้วไม่เกิดเปลือกดำหรือเกิดน้อย เกิดแผลน้อย ต้นทุนต่ำ

- การลอกโดยการต้ม เป็นวิธีที่ลอกง่าย แต่ไม่ได้หมายความว่าทำให้คุณภาพดี

- การลอกโดยการย่าง เป็นวิธีลอกเมื่อไม่สามารถลอกโดยวิธีการ

2 ประการแรกได้ เป็นวิธีที่ทำให้ปอมีคุณภาพไม่ดี

- การลอกโดยการซูดและทุบเปลือก เป็นวิธีการลอกในฤดูแล้งหรือลอกยากโดยการใช้น้ำซูดเปลือกจนลอกออก แล้วใช้ไม้หรือคันทูบเปลือกในแล้วลอกออกเป็นวิธีที่ไม่ดี ได้ปอที่มีคุณภาพไม่ดี

3) ความยาวของเปลือกปอ

เปลือกปอที่ยาวถือว่าเป็นปอที่มีคุณภาพดี

4) สีของเปลือกใน (inner bark)

4.1 เปลือกในด้านหน้า เปลือกในที่ที่ไม่มีเปลือกคำติดอยู่ ไม่มีแผล และตา เมื่อตากแห้งหรืออบแล้วจะมีสีขาว จัดเป็นเกรด SA, A ถ้าหากเป็นสีเขียวหรือน้ำตาลแม้ไม่มีเมล็ดก็จัดเป็นเกรด B, C หากมีเส้นสีแดงมากจัดเป็นเกรด C

4.2 เปลือกในด้านหลัง เมื่อตากแห้งจะมีสีขาวซึ่งจัดเป็นเปลือกปอที่ดี การทำให้สีขาวนั้น ตอนลอกจะเห็นว่ามียางด้านหลังให้ใช้มีด ปาดออก จัดการกับตาด้านหน้าด้วยการใช้กรรไกรตัดออก

3.1.3 ขั้นตอนการผลิตกระดาษสา

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ทำกระดาษสาในสภาพปัจจุบันโดยส่วนใหญ่จะได้เปลือกปอสาจากสภาพป่าทั้งในประเทศไทยเอง และต่างประเทศ คือ พม่า และลาว เปลือกปอสาที่ได้จากสภาพป่านั้นจะมีปอที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ อายุ ความหนา ความยาว ความเป็นโรค และสีสรรของเปลือก การทำกระดาษให้มีคุณภาพจึงมีขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบที่สำคัญคือ

ก) การนึ่ง

- ตัดกิ่งสาให้มีความยาวตั้งแต่ 50-120 ซม. (ขึ้นอยู่กับความสูงของหม้อนึ่ง) การนึ่งก่อนจะทำให้ลอกเปลือกง่าย คือ ตัดมาก็นำไปนึ่งเลยทันที โดยวิธีเรียงแบบตั้งในถัง 200 ลิตร หรือขนาดปิป 20 ลิตรก็ได้ ปิดฝาให้สนิทพอสมควร คือ ให้มีทางระบายความดันของไอน้ำออกมาบ้างเล็กน้อย สุมไฟต้มไปประมาณ 2 ชั่วโมง หรือเมื่อต้มน้ำให้เดือดแล้วนำกิ่งสาใส่ลงไปก็ใช้เวลา 1 ชั่วโมง นำกิ่งสาที่นึ่งแล้วออกมาและให้รีบแช่น้ำเย็นทันที เพื่อให้เปลือกสาสามารถลอกออกได้ง่ายขึ้น

ข) นำเปลือกสาที่ลอกแล้วมาขูดผิวออกให้หมด แล้วนำไปล้างน้ำให้สะอาดแล้วตากเปลือกสาให้แห้งโดยแขวนไว้กับราวไม้ไผ่ ต้องตากแดดให้แห้งสนิทจริงๆ มิฉะนั้นจะเกิดราดำขึ้น ทำให้เก็บไว้ใช้ไม่ได้นานเท่าที่ควร

(1) การคัดเลือกวัตถุดิบ

- ก) แยกประเภทเปลือกตามเกรด ปอที่มีการซื้อขายในปัจจุบันมีหลายเกรด เช่น เกรด SA เกรด A เกรด B เกรด C และเกรด D จึงต้องแยกเปลือกตามประเภทนี้จะได้ปอที่มีคุณภาพ (เมื่อผ่านขบวนการต้มและฟอกสีจะทำการต้มอย่างสม่ำเสมอ) เปลือกปอจะเปื่อยพร้อม ๆ กัน เมื่อนำไปต้มน้ำจะได้เยื่อที่ละเอียดสม่ำเสมอ การสูญเสียของปอที่เปื่อยเกินไปจะลดน้อยมาก

การฟอกสีก็เช่นกันจะได้เยื่อที่ขาวสะอาดเหมือน ๆ กัน การคัดเลือกเป็นประเภทจะทำให้การใช้สารเคมีเข้มข้น และระยะเวลาที่ต้มได้ถูกต้อง

ข) แยกประเภทตามอายุ หรือความหนา ปอที่มีอายุใกล้เคียงกันจะมีความหนาของเปลือกเท่า ๆ กันเช่นกัน ซึ่งอันที่จริงแล้วอายุหรือความหนานั้นจะรวมอยู่ในเรื่องการจำแนกเกรดแล้ว แต่ในกรณีที่บุคคลไม่เข้าใจเรื่องของเกรดปอ อาจพิจารณาจากความหนาก็ได้ เช่น เปลือกปอที่มีความหนาเท่า ๆ กัน เมื่อนำมาต้มแล้วจะทำให้ได้ปอที่เปื่อยเหมือน ๆ กัน

ค) แยกการมีตาและความเป็นโรคบนผิวเปลือก แยกปอมีตาน้อยหรือไม่มีไว้ประเภทหนึ่ง และมีตา มีโรค ไว้ประเภทหนึ่งหรือปอที่เป็นโรคมัก โดยเฉพาะเกิดจากเชื้อราในโรงเก็บต้องคัดเลือกออก เพราะจะทำให้ได้กระดาษที่ไม่สะอาด และไม่มีคุณภาพ

การคัดเลือกวัตถุดิบในปัจจุบัน ปอเกรด SA,A มีความต้องการสูงโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศ เกรด B มีความต้องการรองลงไป ส่วนเกรด C หรือเกรด D จะใช้ในประเทศไทยในรูปกระดาษสาทำด้วยมือเสียเป็นส่วนใหญ่

(2) การคัดแต่ง

หลังจากคัดเลือกวัตถุดิบไว้เป็นประเภทแล้ว ในกรณีของเกรด SA หรือเกรด A จะแทบไม่มีตาเลย เกรด A อาจมีตาปนมาบ้าง หรือเกรดอื่น ๆ มีตามาก จึงต้องคัดแต่ง การคัดแต่งให้ใช้กรรไกรเหล็ก และมีดคม ๆ ช่วยในการคัดแต่ง ในการคัดแต่นั้นให้คัดแต่งส่วนต่อไปนี้คือ

- หัวปอ คือ ส่วนที่อยู่บริเวณบนสุดของเปลือกปอ ซึ่งเป็นส่วนที่เรียกว่าเปิดหัวปอ ในกระบวนการลอกเปลือกนอกออก ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่แข็ง จะทำให้การต้มเปื่อยช้ากว่าปกติจึงต้องตัดออก
- ตา ปอที่มีกิ่งหรือตาที่โตมาก เมื่อผ่านขบวนการลอกจะปรากฏรอยช่องโหว่บนเปลือกปอเป็นวงกลมหรือกึ่งกลม บริเวณรอบวงจะแข็ง ซึ่งส่วนรอบวงนี้มีคำกล่าวว่า มีสารจำพวกไขมันมาก ซึ่งทำให้เปลือกสารเคมีในการชะออก ซึ่งจะส่งผลให้ได้กระดาษอีกแนวทางหนึ่ง แต่ลักษณะการมีไขมันดังกล่าวนี้ยังเป็นข้อมูลต้องศึกษาต่อไป
- แผลโรค แผลโรคที่ปรากฏบนเปลือกปอมักจะพบสีดำ หรือดำอมน้ำตาล ซึ่งจะปรากฏบนเปลือกปอที่ติดมาจากแปลงแล้ว แผลดังกล่าวเกิดจากการทำลายของเชื้อโรคแบคทีเรีย *Pseudomonas* sp. เมื่อผ่านขบวนการต้มและ

ฟอกสี หากไม่ตัดทิ้งจะปรากฏเป็นสีดำได้กระดาษที่ไม่มีคุณภาพ จะเปื่อยง่าย ณ จุดแปลโรคนั้น

- เปลือกนอก ในกรณีที่ทำกระดาษจากเปลือกในล้วนไม่ต้องการให้เปลือกนอกปน ก็ควรตัดเปลือกนอกทิ้งด้วย เพราะหากปนไปหลังฟอกสีแล้ว ส่วนที่มีเปลือกนอกปนจะปรากฏสีเหลืองอมน้ำตาล จะทำให้ได้กระดาษที่ไม่ขาวบริสุทธิ์

หลังจากตัดแต่งปอแล้ว เก็บปอไว้เพื่อรอขั้นตอนการทำกระดาษ เมื่อผ่านขบวนการตัดแต่งแล้ว ควรจะตัดปอเป็นท่อนสั้น ๆ ประมาณ 1 ฟุต หรือสั้นกว่า เพราะเมื่อผ่านขบวนการต้มจะทำให้เปลือกปอหรือเส้นใยผ่านขบวนการต้มที่สม่ำเสมอ

(3) การแช่น้ำ

การแช่น้ำเป็นขบวนการที่สำคัญ เพราะจะช่วยให้เปลือกปอสาที่จะนำไปทำกระดาษมีความนุ่ม และมีลักษณะพองตัว เมื่อทำการต้มจะทำให้ใช้เวลาต้มลดลง การต้มเปื่อยได้ง่ายขึ้น การแช่น้ำใช้วัสดุแช่ตามวัตถุดิบที่ต้องการ อาจใช้ถังพลาสติก กระละมัง โอ่งน้ำ ในกรณีที่ปฏิบัติเป็นงานถาวรจะมีการทำอ่างคอนกรีตสำหรับแช่ เมื่อทำการใส่น้ำ และกดเปลือกปอสำหรับแช่แล้วให้น้ำอยู่เหนือเปลือกปอประมาณ 5-6 นิ้ว การแช่ควรใช้วัตถุน้ำหนัก ๆ กดทับเปลือกปอไม่ให้ลอยขึ้นเหนือน้ำ ระยะเวลาในการแช่ขึ้นอยู่กับโอกาส ควรจะแช่ไว้ประมาณ 1-15 ชั่วโมง หรือ 1 คืนในการแช่นั้น สิ่งที่จะต้องคำนึง คือ น้ำที่นำมาแช่ควรเป็นน้ำที่สะอาด ไม่ควรจะมีสารเคมีหรือวัตถุอื่นเจือปน โดยเฉพาะพวกธาตุเหล็ก หากมีปนในน้ำจะทำให้ได้กระดาษที่คุณภาพไม่ดี มีลักษณะสีเป็นสีน้ำตาล

(4) การต้ม

นำเปลือกสาที่ผ่านการแช่แล้ว มาผ่านขบวนการต้มสำหรับการต้มนี้โดยทั่วไปในประเทศไทยจะใช้โซดาไฟ (NaOH , โซเดียมไฮดรอกไซด์) ช่วยให้ปอเปื่อยได้ โดยใช้ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปอแห้ง เช่น เปลือกในปอสาหนัก 1 กิโลกรัม ใช้โซดาไฟ 100 กรัม ต้มในน้ำ 15 ลิตร ระยะเวลาในการต้ม 3-5 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาและความเข้มข้นของสารขึ้นอยู่กับเกรดปอ หรืออายุของปอ หากปอเกรด SA การใช้โซดาไฟลดต่ำลงได้อาจเหลือเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่หากเป็นปอแก่เกรด B หรือ เกรด C อาจต้องใช้ความเข้มข้นของโซดาไฟเพิ่มขึ้นเป็น 12-15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปอ แต่ระยะเวลาในการต้มขึ้นอยู่กับความอ่อนแก่ของปอเช่นกัน การทดสอบว่าปอต้มได้พอเหมาะหรือไม่ ทำได้โดย การดึงปอที่ต้มถ้าขาดออกจากกันแสดงว่าต้มเพียงพอแล้ว หรืออีกวิธีโดยการใส่แยกปอออกตามด้านกว้าง ถ้าสามารถแยกออกเป็นตาข่ายแสดงว่าต้มพอเหมาะแล้ว นำปอไปล้างให้สะอาดได้

การต้มเปลือกปอหรือเส้นใยนั้น หากใช้สารเคมีน้อยจะทำให้การต้มไม่มีประสิทธิภาพ จะใช้เวลาในการต้มนาน เมื่อนำไปตีแยกเยื่อจะแยกได้ยาก ทำกระดาษได้ไม่ดี และมีเศษของสารเคมีต่าง ๆ ในโครงสร้างของเส้นใยที่ไม่ต้องการถูกชะออกมาไม่หมด หากใช้ปริมาณสารเคมีในการต้มมากเกินไปทำให้เส้นใยถูกทำลายมากทำให้ได้เยื่อที่จะทำกระดาษลดต่ำลง จึงต้องใช้อัตราของสารเคมีให้ถูกต้อง

ชนิดสารเคมีหรือสารธรรมชาติซึ่งใช้ในการต้มเปื่อย

- สารธรรมชาติ

- จี๊เจ้าหรือน้ำค้างจากจี๊เจ้า มีการใช้ในประเทศไทยตั้งแต่โบราณ โดยใช้จี๊เจ้าจากไม้มะขาม ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่มีคุณภาพดี มีค่าความเป็นด่างสูง หลังจากแช่เปลือกปอสาไว้ 1 คืน นำมาต้มโดยเติมน้ำให้ท่วมปอ 1 กิโลกรัม ใช้น้ำประมาณ 15 ลิตร แล้วเติมจี๊เจ้า ใช้อัตราส่วนตามความชำนาญ ความเข้มข้นที่ให้จี๊เจ้า 1 กก. ละลายในน้ำ 3-5 ลิตร ต้มนาน 12 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งเปื่อย สีของกระดาษที่ได้มีสีขาวหม่น

- สารเคมี

- โซดาไฟ (Caustic soda, Sodium hydroxide, NaOH) ในญี่ปุ่น โดยทั่วไปใช้ 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกปอแห้งและใช้น้ำประมาณ 15 ลิตร ตำนาน้ำหนักเปลือกปอแห้ง (dry fiber) จำนวน 1 กิโลกรัม ในประเทศไทยใช้โซดาไฟ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกปอแห้ง

- โซดาแอช (Soda ash, Sodium carbonate, Na₂CO₃) ใช้อัตราเดียวกันกับการใช้โซดาไฟ

- ปูนขาว (Slake lime, Ca(OH)₂) การใช้ปูนขาวแทนพวกจี๊เจ้าจะดีกว่าการใช้โซดาแอช ทำให้ได้กระดาษที่อ่อนนุ่มและสีกระดาษสดใสกว่า แต่ไม่เหมาะต่อการใช้ เพราะใช้เวลานานในการต้มที่นานกว่า อัตราที่ใช้ปูนขาว 25-35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ในวงการทำกระดาษสาปัจจุบันจึงนิยมใช้โซดาไฟและโซดาแอช เพราะมีความรวดเร็วและราคาต่ำกว่า

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการต้มที่สำคัญ เช่น

- เครื่องมือที่ใช้ในการต้ม ควรจะเลือกวัสดุที่ต้มที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนปอที่ใช้ สะอาด ทนทาน ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ใช้ เป็นต้น

- วัตถุดิบ ในที่นี้ คือเปลือกปอ ควรมีความสม่ำเสมอ และเป็นปอที่มีคุณภาพดี จะทำให้ได้กระดาษที่ดี สูญเสียน้อย

- สารเคมี สารเคมีที่ใช้ควรเหมาะสม นอกจากได้กระดาษที่มีคุณภาพที่ดีแล้วไม่ควรทำลายสภาพแวดล้อม ใช้ชนิดสารเคมีที่เหมาะสม อัตราที่ถูกต้องให้สัมพันธ์กับวัตถุดิบที่ใช้

- เชื้อเพลิงและระยะเวลาการต้ม การต้มให้ได้กระดาษที่มีคุณภาพที่ดี การใช้ไม้ฟืนต้มทำให้ได้กระดาษที่มีความสวยงามกว่าการใช้เชื้อเพลิงอย่างอื่น การต้มปอสาที่ดีไม่ควรใช้ไฟ

ที่อุณหภูมิสูงเกินไป การใช้ไม้พินได้ความร้อนที่ไม่สูงนัก การลดลงของอุณหภูมิจะต่อเนื่องกว่าการใช้แก๊สหรือน้ำมัน เวลาของการต้มเช่นกันไม่จำกัดตายตัว ขึ้นอยู่กับคุณภาพของปอเมื่อถึงระยะเวลาที่เหมาะสมตรวจสอบได้จากวิธีการทดสอบโดยการดิ่ง ดังได้กล่าวมาแล้วโดยทั่วไปใช้เวลา 3-5 ชั่วโมง

(5) การทำความสะอาดเปลือกปอหลังต้ม การทำความสะอาดเปลือก ซึ่งผ่านขบวนการต้มโดยใช้น้ำเย็นเป็นสิ่งทำความสะอาด ดันปอสาที่ผ่านการต้มจากหม้อต้มเก็บไว้ในภาชนะปล่อยทิ้งไว้ให้คายความร้อนจนกระทั่งหายร้อน แล้วจึงนำไปล้างน้ำโดยเปลี่ยนน้ำล้างประมาณ 3 ครั้ง ก็จะสะอาด แต่เพื่อความแน่ใจอาจใช้การคม หากยังมีกลิ่นสารเคมีอยู่แสดงว่ายังไม่สะอาด ต้องล้างใหม่จนกระทั่งหมดกลิ่นสารเคมี หากมีเครื่องมือวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ให้วัด pH ของน้ำ ล้างเปลือกครั้งสุดท้ายสุดท้าย หากมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับน้ำที่ใช้ล้าง หรือค่าใกล้เคียงแสดงว่าสะอาดดีแล้ว

(6) การฟอกเยื่อหรือเปลือกปอ จุดประสงค์ในการฟอกเพื่อให้ได้กระดาษที่มีความขาว หรือใช้ในการย้อมสีได้ดีที่สวยงาม สำหรับขั้นตอนในการฟอกนี้จะกระทำหลังจากผ่านขบวนการต้มและทำความสะอาดเปลือกปอแล้ว หรืออาจทำหลังจากดีเยื่อปอสาแล้วก็ได้ แต่การฟอกหลังจากต้มนั้นจะได้เยื่อที่มีความสะอาดกว่า เพราะสามารถเก็บหรือกำจัดส่วนสกปรกออก เช่น จากโรคแผลบนเปลือก หรือส่วนที่ฟอกออกมาไม่หมดได้ง่าย หากฟอกหลังการดีเยื่อแล้ว การเก็บส่วนที่สกปรกจะยากกว่า และโอกาสของเยื่อที่สะอาดมีสารเคมีติดค้างอยู่มากกว่า เพราะไม่สามารถทำการล้างได้สะอาด โอกาสในการสูญหายของเยื่อจะมีมาก เพราะฉะนั้นการฟอกเยื่อที่ดีควรทำการฟอกหลังจากผ่านขบวนการต้ม แล้วทำความสะอาด เป็นวิธีที่ดีกว่า

วิธีการฟอกเยื่อนั้น หลังจากผ่านการต้มเปลือกปอและทำความสะอาดแล้ว นำเปลือกปอที่ได้ไปแช่ในสารเคมีสำหรับฟอกสี โดยใช้ผงซักฟอกสีหรือผงคลอรีน (Calcium hypochloride, 60% CaOCl₂) อัตราส่วนของผงคลอรีนต่อเปลือกปอสาแห้ง 1 ต่อ 10 โดยน้ำหนัก หรือใช้สารเคมีคลอรีน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกปอ การปฏิบัติดังนี้ คือ ชั่งสารเคมีตามกำหนด ละลายกับน้ำพอประมาณในภาชนะที่จะทำการฟอก ใช้ไม้คนให้ละลาย จากนั้นนำเปลือกปอมาแช่ในสารละลายดังกล่าว จากนั้นเติมน้ำให้พอท่วมเปลือกปอ แล้วทำการคนหรือคลุกเคล้าให้เปลือกปอมีโอกาสสัมผัสกับสารเคมี การละลายสารเคมีในครั้งแรกควรจะทำโดยพอประมาณ แต่อย่าให้มากเกินไปเพราะหลังจากแช่ปอเติมน้ำให้พอท่วม การทำครั้งแรกอาจมีการทดลองก่อน โดยลองแช่ปอในน้ำก่อนพอท่วมก็จะรู้ปริมาณน้ำที่จะใช้ การแช่ดังกล่าวเป็นวิธีการที่ทำกันทั่วไปในประเทศไทย ในด้านเชิงวิชาการ ใช้ในอัตราส่วนที่กำหนด โดยใช้ผงฟอกสี 100 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตร ต่อเปลือกปอ 1 กิโลกรัมของเปลือกปอแห้ง จะแช่น้ำประมาณ 5 ลิตร สำหรับระยะเวลาในการแช่นั้นตั้งแต่ 6-12 ชั่วโมง

นอกจากการใช้คลอรีนในการฟอกแล้ว ยังมีสารเคมีอื่นที่ใช้ได้ และมีปัญหาน้อยกับสภาพแวดล้อม ไม่เหมือนกับสารเคมีคลอรีนซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม สารนั้นคือ เปอร์ออกไซด์ เปอร์ออกไซด์ที่มีการใช้กันในการฟอกสีมี 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโซเดียมเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2 และ Na_2O_2) แต่ที่เรื่อนำมาใช้ในการฟอกเยื่อปอสาในประเทศไทย คือ การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100-160 มิลลิลิตรต่อปอสาแห้ง 1 กิโลกรัม โซเดียมซัลไฟต์ชนิดเหลว 80 มิลลิลิตร โดยทำการละลายโซเดียมซัลไฟต์ในน้ำต้มเยื่อที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส หรือต้มด้วยตาในระบะที่น้ำร้อนกำลังเดือด เมื่อเติมโซเดียมซัลไฟต์ลงไปแล้วคนให้ทั่ว แล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไป คนให้ทั่ว ปิดฝาทันทีแล้วต้มให้สนิมต้มต่อที่อุณหภูมิเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวางให้เย็นแล้วล้างน้ำให้สะอาด เตรียมสำหรับย้อมสีหรือเข้าเครื่องตีเยื่อเลยในกรณีที่ไม่มีย้อมสีลักษณะที่ดีของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นั้นจะได้สีของกระดาษที่ขาวกว่าการใช้คลอรีน และไม่เป็นปัญหากับสภาพแวดล้อม แต่มีราคาแพงกว่าคลอรีน

(7) การทำความสะอาดเปลือกปอหรือเยื่อหลังการฟอก ทำการล้างเปลือกปอที่ผ่านการฟอกด้วยน้ำที่สะอาด ไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง ตรวจสอบความสะอาดเช่นเดียวกันกับทำความสะอาดเปลือกปอหลังต้ม

(8) การเก็บหรือตัดแต่งสิ่งสกปรกหลังฟอก เปลือกปอที่ผ่านขบวนการฟอกและทำความสะอาดแล้ว จะสามารถตรวจสอบความสะอาดได้ง่าย ส่วนที่สกปรก เช่น เกิดจากบาดแผล สีดำนํ้า หรือส่วนที่ฟอกสีไม่หมดเป็นสีน้ำตาล ในขั้นตอนนี้ทำการเลือกโดยการดึงสิ่งสกปรกหรือไม่ต้องการออก

(9) การแยกเยื่อชั้นต้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนซึ่งอาจทำไปพร้อมกับขั้นตอนการเก็บหรือตัดแต่งสิ่งสกปรกหลังฟอก ขณะที่ทำการแยกสิ่งสกปรกออกก็ดำเนินการแยกเยื่อที่สะอาด ให้แยกตามแนวยาวเปลือกปอ 1 เส้น อาจแยกออก 2-3 เส้น การแยกเยื่อชั้นต้นนี้ไม่จำเป็นต้องทำละเอียดมากนัก เพราะเมื่อผ่านขบวนการตีเยื่อด้วยเครื่อง เครื่องจะทำการตีได้โดยง่าย เว้นแต่ในกรณีเปลือกปอเส้นใหญ่ ๆ ต้องช่วยแยกบ้าง เพื่อให้การทำงานของเครื่องตีเยื่อได้ง่ายขึ้น

(10) การย้อมสี ถ้าต้องการทำกระดาษให้เป็นสีต่าง ๆ เช่น สีแดง เหลือง เขียว ฟ้า ฯลฯ เราก็ต้องเอาเยื่อปอสาไปย้อมสีเสียก่อนที่จะนำไปทำเป็นแผ่นกระดาษ การย้อมสีเยื่อปอสา นั้นใช้ย้อมในเครื่องตีเยื่อ วิธีนี้เรียกว่า Beater Colouring คือ ย้อมเยื่อก่อนที่จะทำเป็นแผ่น

วิธีการย้อมสีเยื่อปอสา

- 1) เอาเยื่อปอสาที่ฟอกขาวแล้วใส่ในเครื่องตีเยื่อ และใส่น้ำลงไป
- 2) ละลายสีกับน้ำเพียงเล็กน้อยให้มีลักษณะเป็นสีขุ่น ๆ
- 3) เดินเครื่องและค่อย ๆ เติมน้ำสีลงไปทีละน้อยจนสีติดเยื่อ จะให้สีแก่ หรืออ่อน แล้วแต่ความต้องการ อัตราส่วนของสีที่ใช้ ต่อน้ำหนักของเยื่อประมาณ 0.05-1.0% แล้วแต่นิคมของสีย้อมจะมีคุณสมบัติมากน้อยเพียงไร
- 4) หลังจากสีที่ย้อมติดเยื่อโดยทั่วกันดีแล้ว ก็ถ่ายเยื่อออกจากเครื่องตีเยื่อ ปล่อยให้แห้งไป

(11) การทำความสะอาดเปลือกปอหลังย้อมสี หลังจากย้อมสีเปลือกปอสาแล้ว และนำเปลือกมาผึ่งไว้ในภาชนะสำหรับล้าง ควรจะวางให้เปลือกปอที่ย้อมสีเย็นเสียก่อน จากนั้นใช้น้ำสะอาดล้างให้สะอาดจนกระทั่งเปลือกปอไม่ละลายออกมาแล้ว จึงนำไปปฏิบัติขั้นตอนตีเยื่อต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมเยื่อหรือตีเยื่อ การเตรียมเยื่อมีวิธีเตรียม 2 วิธีคือ

- (1) การทุบโดยใช้แรงคน
- (2) การตีด้วยเครื่องตีเยื่อ

(1) การทุบโดยใช้แรงคน

เป็นวิธีการซึ่งปฏิบัติกันมาตั้งแต่โบราณ วิธีการนี้ในปัจจุบันมีการปฏิบัติกันน้อยมาก เนื่องจากการนำเครื่องจักรเข้ามาแทนที่ การทุบโดยใช้แรงคนนี้เป็นวิธีที่ช้ามาก จากการทุบปอจำนวน 2 กิโลกรัม ต้องใช้เวลาถึง 5 ชั่วโมง

การทุบโดยวิธีนี้ ปฏิบัติโดยนำเปลือกปอที่ผ่านการต้มและล้างสะอาดแล้วมาทุบบนแผ่นไม้ โดยทั่วไปจะใช้ท่อนไม้ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร จากการทุบเปลือกแต่ละครั้งโดยประมาณ อาจทุบครั้งละ 100 กรัม หรือ 1 ชีด ทุบไปเรื่อย ๆ โดยไม่ใช้แรงมากนัก จนกระทั่งละเอียด การทดสอบว่าละเอียดหรือไม่ โดยการนำไปละลายในน้ำดู ถ้าหากเยื่อกระจายเป็นเส้นเล็ก ๆ เหมือนปุยสำลี ไม่มีเส้นใหญ่ให้เห็น และเยื่อไม่เกาะกัน แสดงว่าใช้ได้ การเตรียมเยื่อโดยวิธีนี้จะได้เยื่อไม่ค่อยสะอาด จึงมีการทุบก่อนการฟอก ถ้าฟอกก่อนทุบจะได้เยื่อไม่สะอาด หลังจากได้เยื่อตามต้องการก็นำไปเก็บไว้เตรียมทำเป็นแผ่นต่อไป

(2) การตีด้วยเครื่องตีเยื่อ

วิธีการตีเยื่อ ทำการเติมน้ำในถังรองรับเปลือกปอสาให้อยู่ในระดับเดียวกับลูกตีเยื่อหรือวัดจากขอบถังบนประมาณ 3 นิ้ว ทำการเปิดเครื่องให้ทำงาน ค่อย ๆ เติมเยื่อลงไปพอประมาณ ในระหว่างการเติมเยื่อช่วยฉีกเยื่อออกเป็นชิ้น ๆ ทำให้เครื่องตีได้ง่ายขึ้น อย่าใส่เยื่อหรือเปลือกลงไปทันทีที่ตีเยื่อจำนวนมาก เช่น 2 กิโลกรัมหรือ 5 กิโลกรัม เพราะจะทำให้เครื่องตีเยื่อไม่ทัน เครื่องตีเยื่อจะทำงานโดยใช้ระบบหมุนเวียนไปกับน้ำ น้ำจะไหลวนมา เมื่อผ่านลูกตีเยื่อหรือลูกบดหมุนวนไปเรื่อยจนกระทั่งเยื่อละเอียด โดยปกติเยื่อ 2-3 กิโลกรัม ใช้เวลาประมาณ 30-40 นาที เยื่อจะละเอียด สามารถนำไปทำกระดาดได้

การตีเยื่อด้วยเครื่องตีเยื่อ เยื่อที่ได้จะแหลกละเอียดสม่ำเสมอ เมื่อนำไปทำแผ่นกระดาดจะได้กระดาดที่มีความหนาสม่ำเสมอ แต่การประสานตัวของเส้นใยจะไม่เหนียวเท่ากับการทุบด้วยมือ

การตีเยื่อให้ละเอียดเกินไป จะมีข้อเสียคือ เมื่อผสมน้ำแล้วเยื่อจะลอยขึ้นมาเกินไปทำให้ช้อนหรือตะเกียบลำบาก และเยื่อกระดาดที่จะให้คุณภาพดีจะต้องล้างน้ำอีกครั้ง หลังจากตีบดตีเยื่อจนได้ที่แล้ว โดยบรรจุลงในถุงผ้าบาง ๆ แล้วเอาแช่ในน้ำเย็นจัด ๆ ซึ่งจะช่วยให้เยื่อสาหดตัวแข็งแรงขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การทำแผ่นกระดาษ มีวิธีการทำ 3 วิธีด้วยกัน คือ

- (1) แบบซ้อนหรือแบบดัก
- (2) แบบแตะ
- (3) แบบซ้อนแตะ

(1) แบบซ้อน

อุปกรณ์ที่สำคัญในการทำกระดาษแบบซ้อน คือ

1. ถังสำหรับซ้อนกระดาษ เป็นถังไม้หรือบ่อคอนกรีต แต่ปัจจุบันจะเป็นบ่อคอนกรีต ถังไม้ไม่นิยมกันแล้ว ขนาดกว้างของบ่อประมาณ 0.80-1.20 เมตร ยาวประมาณ 1-2 เมตร ลึกประมาณ 1.0 เมตร
2. ตะแกรงซ้อนแผ่นกระดาษ เป็นตะแกรงขอบทำด้วยไม้ รูปสี่เหลี่ยมกรวย ลวดมุ้งตาถี่หรือตาข่ายไนล่อน ขนาดของตะแกรงขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด เช่น ขนาด 60 x 80 เซนติเมตร และขนาด 46 x 56 เซนติเมตร

วิธีการซ้อน นำน้ำใส่ในถังจนเกือบเต็มถึง หรือบ่อคอนกรีตให้ระดับน้ำสูงอยู่ต่ำกว่าขอบประมาณ 4-5 นิ้ว จากนั้นนำเยื่อปอสาที่ดีให้ละเอียดเรียบร้อยแล้วใส่ในถังพอประมาณ ถ้าต้องการแผ่นบางก็ใส่แต่น้อย หากต้องการหนา ก็ใส่มาก ตามมาตรฐานการใส่เยื่อมักจะใส่ตามความเข้มข้นประมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใส่ แล้วคนด้วยไม้พายให้กระจายทั่วไป บางคนจะตีเยื่อด้วยไม้ ลักษณะแบบไม้ป็นุ่น หรือใช้มือตีในถังเล็ก ๆ ก่อน แล้วจึงเทลงในบ่อคอนกรีตสำหรับซ้อน นอกจากนี้แล้วการใส่สารเมือกธรรมชาติที่ได้จากพืชเพื่อช่วยเยื่อกระจายและลอยอยู่ได้ดี โดยในประเทศไทยสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย แนะนำให้ใช้ยางจากฝักระเจียบ ซึ่งสามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย โดยทั่วไปจะใส่ยางกระเจียบลงไปประมาณ 1 : 30 ของเยื่อ โดยปริมาณการใส่ยางกระเจียบควรใส่พร้อมกับเยื่อปอสา เมื่อคนกระจายทั่วแล้ว ทำการดักซ้อน โดยใช้มือทั้งสองข้างจับขอบตะแกรงดักลงไปในถังซ้อน โดยให้ดักเข้าหาตัวแล้วยกตะแกรงขึ้นตรง ๆ แล้วเทออกไปข้างหน้าโดยเร็ว การจับตะแกรงเมื่อซ้อนนั้นต้องให้ตะแกรงขนานกับถัง จะทำให้ได้กระดาษสม่ำเสมอขึ้นดี เมื่อยกขึ้นมาเหนือผิวน้ำแล้ว ให้นำไปตากแดด คอยจนกระทั่งแห้งเพื่อทำการลอกมาใช้ต่อไป การทำกระดาษแบบซ้อน ผู้ผลิตคนหนึ่ง ๆ สามารถทำได้หลายร้อยแผ่นต่อวัน อาจทำได้ถึง 300-600 แผ่นต่อวัน มากน้อยขึ้นอยู่กับความชำนาญ

ในการทำกระดาษสาชนิดคุณภาพดีนั้น มีความจำเป็นอยู่อย่างหนึ่ง คือ ต้องใส่น้ำยางเหนียวที่ได้จากฝักระเจียบสดลงไปในถังให้น้ำยางเหนียวเข้ากันกับเยื่อปอสา น้ำยางเหนียวจากฝักระเจียบสดที่ได้ใส่ลงไปในถังซ้อนกระดาษนี้ มีคุณสมบัติพิเศษดังนี้คือ

- ก. เชื่อมประสานน้ำไปผสมกับน้ำ และใส่น้ำยางเหนียวลงไปจะทำให้เยื่อลอยตัวและเยื่อกระจายออกจากกันโดยสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้การซ้อนแผ่นกระดาษได้เนื้อกระดาษที่มีความหนาบางสม่ำเสมอดีกว่าที่ไม่ได้ใส่น้ำยางเหนียว
- ข. น้ำยางเหนียวจะช่วยให้การซ้อนแผ่นกระดาษง่ายขึ้น เพราะน้ำยางกระเจียบสดนี้มีความลื่น
- ค. น้ำยางกระเจียบสด จะทำให้แผ่นกระดาษที่วางซ้อน ๆ กัน ในเวลาซ้อนขึ้นจากถังไม่ติดกันและสามารถลอกออกจากกันได้ทีละแผ่น ถ้าไม่ใส่น้ำยางกระเจียบสดจะซ้อนแผ่นกระดาษด้วยวิธีซ้อนคราวละมาก ๆ ไม่ได้ เพราะแผ่นกระดาษจะติดกัน

ฉะนั้น ในการทำกระดาษสาชนิดคุณภาพดี ควรจะได้ผสมน้ำยางเหนียวจากฝักกระเจียบสดลงไปจนถึงชั้นด้วย โดยมีกฎเกณฑ์ดังนี้ คือ ถ้าจะต้องซ้อนแผ่นกระดาษบางก็ใส่น้ำยางเหนียวลงไปจนถึงชั้นให้มาก ถ้าต้องการแผ่นกระดาษหนาก็ใส่น้ำยางเหนียวลงไปจนถึงชั้นแต่น้อย

การใส่สารอย่างอื่น ๆ

ในการทำกระดาษสา นั้น ปรากฏว่ากระดาษที่ทำได้ ส่วนมากจะมีรูพรุนไปทั่วทั้งแผ่น เป็นเพราะเยื่อประสานที่ทำได้นั้น เป็นเยื่อจำพวกเส้นใยในขณะที่เยื่อได้ฟอร์มตัวเป็นแผ่นกระดาษนั้น เส้นใยเหล่านี้ก็จะสานกันไปตามอย่างไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้แผ่นกระดาษที่ได้มานั้นมีรูพรุนโดยทั่วไป วิธีที่จะทำให้รูพรุนเหล่านี้ลดน้อยลงไปก็คือ การนำเอาสารอย่างอื่นผสมลงไปในขณะที่ซ้อนแผ่น เพื่อให้สารเหล่านั้นไปทำหน้าที่อุดรูพรุนในเนื้อกระดาษ โดยทั่ว ๆ ไปเราเรียกกรรมวิธีในขั้นนี้ว่า Filler (การทำให้เต็ม)

จำนวนของ Filler ที่เราจะผสมลงไปกับเยื่อประสานนั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการความเหนียว สำหรับการใช้ประโยชน์ของกระดาษนั้น ๆ โดยทั่ว ๆ ไป ใช้ Filler ผสมในอัตราส่วนดังนี้คือ

ใช้ดินเหนียว หรือ ดินขาว	ประมาณ	20	เปอร์เซ็นต์
ใช้ Calcium Carbonate	ประมาณ	40	เปอร์เซ็นต์
ใช้ Titanium Dioxide	ประมาณ	20	เปอร์เซ็นต์

การใส่ Filler นำสารเหล่านี้ใส่ลงไปในชั้นกระดาษในขณะที่ทำการซ้อนแผ่น และกวนให้กระจายโดยทั่วไป

(2) แบบตะ

1. อุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่

- เครื่องชั่งเยื่อปอสา
- ตะแกรงสำหรับตะ บดด้วยผ้าขาวบางหรือผ้าสาธู เพราะจะทำให้ลอกกระดาษออกได้ง่าย กรอบตะแกรงจะต้องมีความสูงประมาณ 2 นิ้ว มีหลายขนาด เช่น ขนาด 55 x 60 ซม., 65 x 75 ซม., 80 x 100 ซม., 63 x 132 ซม.
- กระบะลังกะสีสำหรับตะกระดาษสา ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 100 x 150 x 10 ซม.

วิธีการทำ ทำการชั่งเยื่อปอสาเปียกเป็นก้อน น้ำหนักขึ้นอยู่กับความต้องการ เช่น 150,200,250 และ 300 กรัม (เมื่อเป็นกระดาษสาเรียกเบอร์ 1.5,2,2.5 และ 3 ตามลำดับ) การชั่งน้ำหนักเยื่อปอสามีความจำเป็นมาก เพราะจะได้กระดาษที่มีมาตรฐานเบอร์หรือน้ำหนักดังกล่าว มักจะใช้เป็นมาตรฐานกับกระดาษขนาด 55 x 80 ซม. หากขนาดโตขึ้นต้องเพิ่มน้ำหนักตามส่วน เมื่อชั่งปอสาตามต้องการแล้ว นำก้อนเยื่อปอสาผสมกับน้ำเล็กน้อยและใช้ไม้หรือมือกระทุ้งเพื่อให้เยื่อแตกตัวสม่ำเสมอ แล้วเทเยื่อลงบนตะแกรงสำหรับตะ ซึ่งวางไว้บนกระบะสำหรับตะและบรรจุน้ำไว้เกินครึ่งของตะแกรง การกระจายเยื่อมี 4 ขั้นตอนคือ

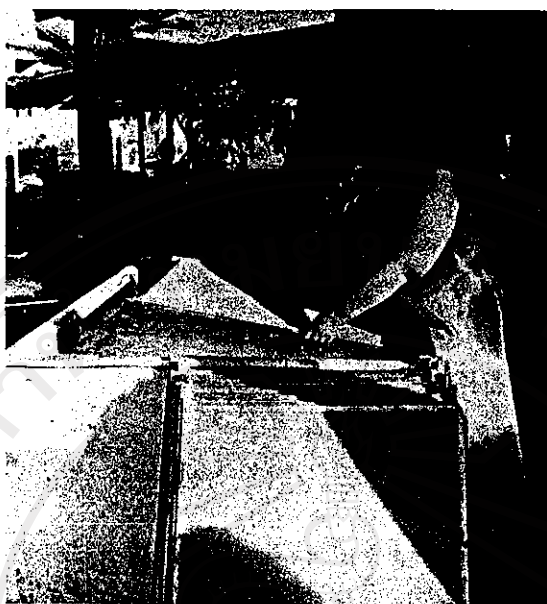
- ดึงเยื่อออกจากก้อนเยื่อปอสา ดังกระจายให้มากจากตะแกรงก่อนหรือให้กระจายไปทั่วตะแกรงก็ได้
- ทำการกระจายเยื่อให้ละเอียดแยกจากก้อนเล็ก ๆ
- หากกระจายไม่สม่ำเสมอ จะเห็นว่าบางจุดจะมองเห็นมีช่องโหว่มีจุ่มดิ่งเยื่อที่แน่น ๆ ใกล้เคียง ๆ ช่องโหว่ให้มาอยู่ที่ช่องโหว่
- ใช้หลังมือตีเยื่อที่กระจายอยู่ให้สม่ำเสมอ ในจุดที่ยังมีช่องโหว่เล็ก ๆ ให้เยื่อกลมกลืนกันไป หรือที่เป็นกระจุกเล็ก ๆ ถอยเหนือน้ำ ให้เยื่อกระจายกลมกลืนกันไม่มีช่องโหว่และเรียบ แล้วยกตะแกรงไปตากแดดให้แห้งเพื่อลอกมาใช้ต่อไป การทำกระดาษแบบตะ ผู้ปฏิบัติจะทำได้ตั้งแต่ 50-120 แผ่นต่อวัน แล้วแต่ความชำนาญ

(3) แบบซ้อนตะ การทำกระดาษสาแบบนี้ประยุกต์ใช้วิธีการแบบซ้อนตะและแบบตะเข้าด้วยกัน โดยนำเยื่อปอสาไปกระจายในบ่อสำหรับซ้อน การคำนวณเยื่อที่ใส่ลงไป เช่น เบอร์ 1.5 ถ้าหากซ้อนเยื่อหมกลใน 10 ครั้ง ก็ใส่ลงไปก็โลกรวมครึ่ง หรือ 1500 กรัม กรรมวิธีการกระจายเหมือนแบบซ้อน และการซ้อนทำเช่นเดียวกัน แต่เมื่อซ้อนขึ้นมาให้ลอยไว้อยู่เหนือน้ำ แล้วใช้ฝ่ามือทั้งด้านหน้าหรือด้านหลังแล้วแต่สะดวก ในเยื่อกระจายให้สม่ำเสมอทั่ว ๆ ตะแครงเหมือนวิธีตะ เมื่อเยื่อสม่ำเสมอดีแล้วนำไปตากได้ วิธีการนี้จะรวดเร็วกว่าวิธีตะมาก กระดาษที่ได้จะหนาและสม่ำเสมอว่าวิธีซ้อน แต่กระดาษจะมีมาตรฐานต่ำกว่าวิธีตะ โดยเฉพาะเรื่องน้ำหนักของกระดาษแต่ละแผ่นมักไม่เท่ากัน

วิธีซ้อน	วิธีตะ
1. ทำได้รวดเร็วขึ้น 5-10 เท่า 2. บ่อสำหรับตากซ้อนเป็นบ่อซีเมนต์ขนาดกว้าง 08 x ยาว 1.10 x ลึก 1.00 ม.	1. ประสิทธิภาพการผลิตช้า 2. บ่อสำหรับตะเป็นบ่อดิน ขนาดกว้าง 1.00 X ยาว 1.00 x ลึก 0.2 ม.
3. สิ้นเปลืองน้ำมาก เพราะต้องการมีการถ่ายเทน้ำทิ้งเสมอ 4. การซ้อน หากคัดเลือกเยื่อปอสาที่หยาบและสกปรกออก บางครั้งอาจทำให้กระดาษขาดเป็นรูได้ 5. มีเทคนิคสำหรับการซ้อน ถ้าต้องการขนาดความหนาหรือความบางของแผ่นกระดาษ ใช้วิธีการซ้อนลึก หรือซ้อนตื้น และใส่น้ำกระเจียนเพื่อให้เยื่อปอสาลอยตัวสม่ำเสมอ	3. ขบวนการผลิตสิ้นเปลืองน้ำน้อย 4. ระหว่างการตะเยื่อ สามารถคัดเลือกที่หยาบออกได้ง่าย โดยเนื้อเยื่อไม่ขาดเป็นรู 5. ไม่มีวิธีการที่ซับซ้อน เวลาต้องการความหนาและความบางของแผ่นกระดาษ ใส่ปริมาณเยื่อตามความหนาบางของกระดาษแต่ละแผ่นได้เลย

ตารางที่ 3-1

แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการทำกระดาษสาโดยวิธีซ้อนและวิธีตะ



รูปที่ 3-5
การทำกระดาษสาโดยวิธีการช้อน



รูปที่ 3-6
การทำกระดาษสาโดยวิธีการแตะ

ขั้นตอนที่ 4 การทำให้กระดาดแห้ง

(1) การตากกระดาดโดยการตากแดด หลังจากที่ทำกระดาดผ่านขั้นตอนซ้อน หรือ ตะแล้ว การทำกระดาดโดยวิธีที่ปฏิบัติกันทั่วไป และไม่เพิ่มต้นทุน คือ การตากแดดในกลางแจ้ง โดยวางให้ตะแกรงพียงกันไม่ให้ล้ม ชุดการพียงกันอาจจะเป็น 2 ตะแกรง หรือ 4 ตะแกรง ในการตาก ให้แห้งเร็วขึ้น นอกจากความเข้มของแสงแดดที่เราควบคุมไม่ได้แล้ว ยังมีปัจจัยที่ควบคุมได้ ซึ่งช่วยให้แห้งเร็วขึ้น คือ การวางมุมตะแกรงในการตาก การตากแผ่นกระดาดนี้ตามที่ได้ทดลองตากโดยการวางตะแกรงพียงกันในมุมต่าง ๆ จะได้ผลแตกต่างกัน ดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	มุมตะแกรง 70 องศา	มุมตะแกรง 60 องศา	มุมตะแกรง 50 องศา	มุมตะแกรง 45 องศา	มุมตะแกรง 40 องศา
	เวลาแห้ง	เวลาแห้ง	เวลาแห้ง	เวลาแห้ง	เวลาแห้ง
1	100 นาที	110 นาที	120 นาที	130 นาที	130 นาที
2	110 นาที	110 นาที	120 นาที	120 นาที	120 นาที
3	135 นาที	135 นาที	135 นาที	140 นาที	140 นาที
4	72 นาที	70 นาที	70 นาที	75 นาที	75 นาที
5	90 นาที	85 นาที	90 นาที	90 นาที	95 นาที
โดยเฉลี่ยต่อครั้ง	101 นาที	102 นาที	107 นาที	111 นาที	112 นาที

ตารางที่ 3-2

แสดงผลการทดลองตากกระดาดสาในมุมต่าง ๆ

จากตัวเลขที่ได้แสดงไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่า การตากกระดาดนั้น ถ้าวางตะแกรงทำมุม 70 องศา จะทำให้กระดาดที่ตากแห้งเร็วกว่าที่วางตะแกรงทำมุม 45 องศา ถึง 10 นาที เหตุที่กระดาดแห้งเร็วกว่ากัน เป็นเพราะตะแกรงที่วางทำมุม 70 องศา นั้น น้ำที่มีอยู่ในกระดาดได้ไหลลงข้างล่างได้เร็วกว่าการวางตะแกรงนอน ๆ แต่ในทางปฏิบัติแล้วเวลาตากกระดาดเราก็เอาตะแกรงพียงกันตากเลยโดยไม่ได้คำนึงถึงมุมตะแกรงเท่าใดนัก ฉะนั้น มุมของตะแกรงที่วางตากทั่ว ๆ ไป จึงอยู่ระหว่าง 50-60 องศา



รูปที่ 3-7

การตากกระดาษสา

(2) ใช้เครื่องอบหรือเครื่องตากกระดาษ เครื่องอบกระดาษเป็นเครื่องมือที่ใช้หลักการใช้ความร้อนส่งไปยังวัสดุที่มีพื้นที่ผิวเรียบให้มีความร้อน 40-60 องศาเซลเซียส แล้วนำแผ่นกระดาษที่บีบน้ำออกหมาด ๆ มาตาก โดยใช้แปลงขนม้าปิดให้แผ่นกระดาษติดกับแผ่นผิวเรียบที่ให้ความร้อนนั้น ความร้อนที่ใช้อาจได้จากไฟฟ้า ก๊าซ ถ่าน หรือ ไอน้ำ ในประเทศไทย ได้รายงานไว้ว่า ได้ทำการวิจัยประดิษฐ์เครื่องมือดังกล่าวเป็นเครื่องตากกระดาษของ วท. เป็นระบบปิด ซึ่งใช้ไฟฟ้าหรือใช้ก๊าซเป็นแหล่งความร้อนและควบคุมอุณหภูมิได้สามารถทำให้กระดาษแห้ง ใช้แก้ไขปัญหานี้ในสภาพฤดูฝน ซึ่งมีปัญหาไม่มีแดดที่จะตาก สำหรับเครื่องอบด้วยก๊าซดังกล่าว ทำด้วยเหล็กแผ่นและท่อเหล็กดำ มีรูปทรงเป็นปริซึมวางนอน มีท่อไฟอยู่ด้านในให้ความร้อนด้วยก๊าซ และมีแผ่นแผงให้ความร้อน ขนาด 80 x 120 ซม. วางเรียงอยู่สองข้างของเครื่องไว้สำหรับตากกระดาษ

ขั้นตอนที่ 5 การลอกแผ่นกระดาษ

วิธีการลอกให้ตะแกรงที่มีกระดาษหันออกนอกตัวและใช้เกะขอบที่มุมออก ให้ขอบด้านบนหลุดออกเป็นแนวประมาณ 2 นิ้ว ใช้มือข้างหนึ่งจับตะแกรงไว้ ใช้ฝ่ามืออีกข้างหนึ่งแซะไป ตามแนวของกระดาษสาตามผ้าแบบของตะแกรงไปเรื่อย ๆ ก็จะได้กระดาษที่เรียบร้อยไม่ขาด นำไปเก็บไว้เป็นชุด ๆ โดยเก็บไว้ในถุงพลาสติก หรือวางไว้เป็นมัด ๆ

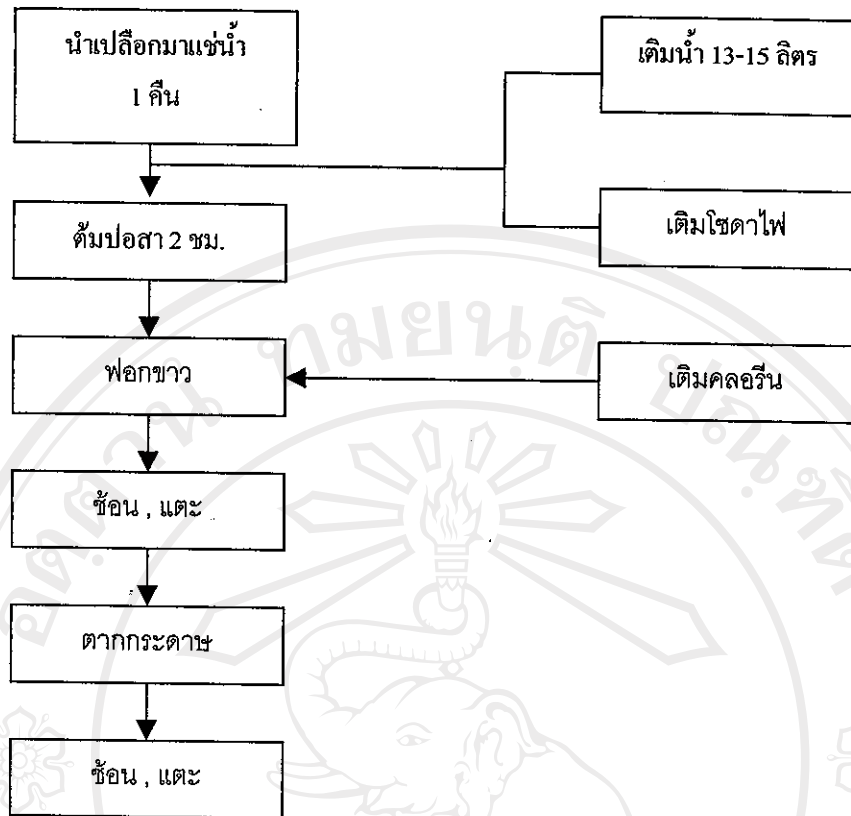
ขั้นตอนที่ 6 การคัดเลือกและบรรจุกระดาษ

หลังจากลอกกระดาษแล้ว จะได้กระดาษที่มีคุณภาพต่างกัน นอกจากได้กระดาษที่ดีแล้ว บางแผ่นจะฉีกขาดบ้างหรือบางแผ่นจะมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ บางจุดจะบางไป หรือมีสิ่งสกปรกติดอยู่ ไม่สะอาด กระดาษที่ไม่ดีเหล่านี้ต้องคัดออก นำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่น ๆ ที่รองลงไป ในกรณีที่ต้องจำหน่ายต้องคัดเฉพาะที่มีคุณภาพดี และเก็บไว้เป็นมัด ๆ โดยมัดละ 50 หรือ 100 แผ่น เป็นต้น และเก็บไว้ในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ในการบรรจุกระดาษถุงใหญ่ ๆ ถุงหนึ่งบรรจุได้ประมาณ 500-600 แผ่น ในการขายส่งภายในประเทศ ถ้าพาหนะในการขนส่งสะอาดอาจใช้ถุงพลาสติกแบบหนาห่อก็ได้ กระดาษสามีความทนทานมากไม่ค่อยมีปัญหา แต่หากการขนส่งไปต่างประเทศต้องบรรจุลงกระดาษให้มีมาตรฐาน

3.2 กรรมวิธีการผลิตกระดาษสาแบบอุตสาหกรรม

กรรมวิธีนี้มีหลักเกณฑ์เช่นเดียวกับการผลิตด้วยมือ แต่จะใช้เครื่องจักร เทคโนโลยีการผลิต และสารเคมีต่าง ๆ ช่วยในการผลิต ทำให้การผลิตแบบอุตสาหกรรมนี้ได้กระดาษที่มีคุณภาพสูงกว่า มีความหนาสม่ำเสมอเท่ากันตลอด ใช้เวลาในการผลิตน้อย และผลิตได้คราวละมาก ๆ โดยมีขั้นตอนคร่าว ๆ ดังนี้

1. เตรียมป่อสาให้มีความยาวประมาณ 1 เมตร
2. แช่เปลือกสาคูในน้ำประมาณ 24 ชั่วโมง
3. นำเปลือกสาคูมาต้มในหม้อต้มขนาดใหญ่
4. เดิมโซดาไฟ (บางแห่งอาจใช้ขี้เถ้า) ในหม้อต้มโดยอัตราส่วนคงที่ ตามลักษณะของเปลือกสาที่ใช้
5. ทำเยื่อโดยนำเปลือกสาที่ผ่านการต้มแล้วมาตีด้วยเครื่องตีเยื่อ ซึ่งจะทำได้เยื่อสาที่มีความละเอียดมากกว่าการทุบด้วยมือ อีกทั้งยังใช้เวลาน้อยกว่าอีกด้วย
6. ในขณะที่มีการตีเยื่อจะเติมสารฟอกลงไปเพื่อเป็นการฟอกขาวเยื่อ โดยมีความเข้มข้นประมาณ 2 เมื่อเยื่อเสร็จแล้วจึงนำเยื่อมาล้างน้ำยาออกให้หมด
7. การข้อมสี เพื่อข้อมสีของกระดาษสาให้เป็นไปตามความต้องการ โดยเติมสีข้อมกระดาษลงไปในช่วงตอนการตีเยื่อ
8. เติมน้ำยาจากฝักกระเจี๊ยบสด เพื่อให้เยื่อกระดาษอ่อนสม่ำเสมอ และขึ้นเป็นแผ่นง่ายขึ้น
9. เยื่อสาที่เตรียมเสร็จแล้วจะถูกตัด โดยใช้เครื่องร่อนอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ตามความหนาของกระดาษที่ต้องการ เยื่อสาจะถูกร่อนอย่างสม่ำเสมอ ติดต่อกันไปด้วยเครื่องร่อน และจะถูกส่งด้วยสายพานไปยังแท่นรีด ได้กระดาษสาที่แห้งสนิทและพร้อมใช้งานไปทันที



รูปที่ 3-8
แสดงขั้นตอนการทำกระดาษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การผลิตกระดาษสาแบบอุตสาหกรรมโดยเครื่องจักรขนาดใหญ่

ขั้นตอนการผลิตกระดาษสาแบบอุตสาหกรรมโดยเครื่องจักรขนาดใหญ่ ได้ข้อมูลโดยอ้างอิงจากบริษัท สยามพรหมประทาน จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทผลิตกระดาษสาขายใหญ่ของประเทศ มีการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ โดยรายละเอียดการทำงานมีดังนี้

1. ดูแผนการผลิตว่าต้องการใช้ปอสาเกรดใด
2. การเคลื่อนย้ายจากโกดังมายังฝ่ายผลิต ต้องเคลื่อนย้ายทีละเกรด ห้ามเคลื่อนย้ายสลับเกรดอย่างเด็ดขาด
3. เมื่อเคลื่อนย้ายมาที่ฝ่ายผลิตแล้ว ต้องวางแยกกองตามเกรดปอสา
4. ต้องจัดหาแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่สามารถคลุม เพื่อป้องกันฝนหรือความชื้นจากแหล่งอื่น ๆ ได้
5. ชั่งปอสาแต่ละเกรดให้ได้น้ำหนักประมาณ 80 กก. แยกเป็นมัดได้ เพื่อสะดวกแก่การเคลื่อนย้ายไปเข้ากระบวนการผลิตต่อไปการมัดปอที่ชั่งแล้วต้องใช้แถบพลาสติกไว้โดยใช้รหัส (code) สีต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการแยกเกรดของปอสาในการผลิต
6. การแช่ปอ
 - 6.1 เคลื่อนย้ายปอจากบริเวณที่กองเก็บมาทำการชั่งน้ำหนัก โดยชั่ง ชุดละ 60 กก. (สำหรับหม้อต้ม 600 ลิตร) และ 80 กก. (สำหรับหม้อต้ม 800 ลิตร)
 - 6.2 นำปอไปแช่ในอ่างแช่ปอ 1 ชุด ต่อ 1 อ่างแช่ เปิดน้ำใส่อ่างแช่โดยให้น้ำท่วมปอ
 - 6.3 แช่ปอไม่ต่ำกว่า 6 ชม. โดยต้องบันทึกเวลาที่เริ่มแช่นกระดาน ในตารางการแช่
7. การต้มปอ
 - 7.1 เติมน้ำสะอาดในหม้อต้มปอประมาณ 600 ลิตร หรือ 800 ลิตร (ตามขนาดของหม้อต้ม) โดยดูจากเครื่องหมายบอกระดับน้ำในหม้อต้ม
 - 7.2 เติมน้ำสบู่ประมาณ 1 กก. (1 ถุง) ต่อปอ 1 ชุด
 - 7.3 เติมโซดาไฟ 15 กก. ต่อปอ 1 ชุด
 - 7.4 เปิดวาล์วไอน้ำเพื่อเพิ่มอุณหภูมิในหม้อต้มปอให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นให้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ปรับวาล์วไอน้ำจนได้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส
 - 7.5 เคลื่อนย้ายปอที่แช่ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงแล้ว ไปทำการต้มโดยยกปอจากอ่างแช่ด้วยมือใส่ตระแกรงหม้อต้ม แล้วใช้รถเข็น เข็นตระแกรงไปยังหม้อต้ม
 - 7.6 ใช้รอกไฟฟ้ายกตระแกรงขึ้นใส่ในหม้อต้ม
 - 7.7 ต้มปอ โดยเวลาที่ใช้ในการต้ม ขึ้นกับเกรดของปอดังนี้

เกรด A , B ใช้เวลาในการต้มไม่ต่ำกว่า	2 ชั่วโมง
เกรด C ใช้เวลาในการต้มไม่ต่ำกว่า	3 ชั่วโมง

7.8 น้ำต้มปอ 1 ครั้ง จะต้มปอได้ 2 ชุด โดยชุดที่ 2 จะเติมโซดาไฟลงไปอีก 14 กก. เติมน้ำสบู่ 1 กก. แล้วเติมน้ำลงไปอีกจนได้ตามที่ระดับที่ต้องการ

8. การหมักปอ

8.1 ใช้รอกยกตะแกรงจากหม้อต้ม ไปหมักในบ่อหมัก กรณีที่หมักในบ่อเสริม ให้ใส่รถเข็นนำไปยังบ่อหมัก

8.2 นำผ้าพลาสติกสีนํ้าเงินคลุม เพื่อให้มีการทำปฏิกิริยาด้านชีวภาพย่อยสลายของไขมัน

8.3 หมักปอ โดยใช้เวลาหมักไม่ต่ำกว่า 2 คืน (48 ชั่วโมง)

8.4 ขนย้ายปอจากบ่อหมัก มายังอ่างแช่ปอโดยใช้รถเข็น เปิดน้ำให้ท่วมปอในอ่าง และใช้มือล้างโซดาไฟออก

8.5 แช่นํ้าในอ่างแช่นํ้าไม่ต่ำกว่า 1 คืน โดยมีการบันทึกระยะเวลาที่เริ่มแช่ และเวลาที่นำปอขึ้น บนบอร์ด

9. ขนย้ายเยื่อจากอ่างแช่ มายังอ่างฟอกเยื่อโดยใช้รถเข็น จากนั้นล้างอ่างฟอกเยื่อด้วยน้ำเปล่าที่สะอาด ให้ปราศจากสิ่งสกปรก

10. เปิดน้ำเปล่าสะอาดลงในอ่างฟอกเยื่อ โดยให้ได้ปริมาณน้ำประมาณ 300 ลิตร โดยดูเครื่องหมายบอกระดับน้ำในอ่าง

11. เปิดไอนํ้า น้ำร้อนเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในอ่างฟอกเยื่อ ให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 90°C โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ

12. นำนํ้ายาคลอรีนจำนวน 25 กก. มาเทใส่อ่างฟอกเยื่อที่เตรียมไว้พร้อม ใช้ไม้พายที่สะอาดกวนนํ้ายาคลอรีนให้กระจายทั่วอ่าง

13. นำเยื่อสาที่ล้างสะอาดและจัดเตรียมฟอกจำนวน 80 กก. / 1 ชุด มาเทใส่อ่างที่มีการละลายนํ้ายาคลอรีน แล้วใช้ไม้พายกวนเยื่อให้กระจายทั่วอ่าง (ไม่ให้เยื่อจับกันเป็นก้อน) กวนเยื่อในอ่างฟอกจนได้เยื่อขาวและกระจายดีแล้ว ให้ทำการปิดไอนํ้าร้อนแล้วแช่เยื่อในอ่างฟอก 30 นาที

14. เมื่อถึงกำหนดในการแช่เยื่อในนํ้ายาคลอรีน ให้ถายนํ้าออกให้หมด แล้วเปิดนํ้าสะอาดใส่อ่างให้ท่วมปอ โดยให้ระดับน้ำถึงขีดที่กำหนด แล้วใช้ไม้พายกวนเยื่อเพื่อล้างนํ้ายาคลอรีนที่ติดค้างอยู่ในเยื่อสาออกแล้วถายนํ้าออกจนหมด

15. เปิดนํ้าสะอาดใส่อ่างให้ระดับน้ำถึงขีดที่กำหนด แล้วนำนํ้ายาไฮโปร จำนวน 1.5 กก. มาทำการละลายน้ำ แล้วนำมาเทใส่ในอ่างเยื่อที่ใส่นํ้าสะอาดไว้เพื่อกำจัดคลอรีนไม่ให้ตกค้างอยู่โดยใช้ไม้พายหรือมือกวนเยื่อให้ทั่ว แล้วแช่ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วถายนํ้าออกให้หมด

16. ทำการล้างด้วยน้ำเปล่าที่สะอาดอีกอย่างน้อย 2 ครั้ง

17. เมื่อได้เชื้อขาวที่ปราศจากคลอรีนแล้ว ให้นำเชื้อขาวส่งต่อเข้ากระบวนการคัดเชื้อขาวต่อ โดยใช้รตเงินที่ติดป้ายชี้บ่งเกรคของเชื้อเป็นพาหนะขนย้าย

18. การย้อมสี

18.1 เติมน้ำลงในอ่างย้อมสี ตามปริมาณที่ระบุไว้ใน ใบสั่งย้อม ซึ่งจะใช้ปริมาณ เชื้อ : น้ำเท่ากับ 1 : 10

18.2 ทำการเปิดไอร้อนเพื่อการต้มน้ำให้ได้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 85°C โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิ

18.3 เมื่อน้ำร้อนได้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 85°C แล้ว ทำการวัดระดับน้ำในอ่างย้อมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำยังคงอยู่ในระดับที่ต้องการที่จะย้อมเชื้อหรือไม่ ถ้าปริมาณน้ำเกินที่ต้องการ ให้ปล่อยน้ำออกจนได้ในระดับที่ต้องการ

18.4 นำสีตามสูตรสีที่ห้องทดลองจัดทำไว้ให้ เตรียมสีที่จะใช้ย้อม โดยมีขั้นตอนปฏิบัติ ดังนี้

- 1) ใช้ถังละลายสีต้มน้ำร้อนในอ่างที่จะย้อมอ่างนั้น มาพอประมาณที่จะละลายสีเบอร์นั้น มาตั้งไว้ที่ฐานของเครื่องละลายสี แล้วประกอบเครื่องตีสีเข้ากับเครื่องละลายสี โดยให้ใบพัดจมอยู่ในน้ำ ห่างจากก้นถังประมาณ 1 ซม.
- 2) นำสีในถุงที่ซั้งเตรียมไว้ตามสูตร เทลงในถังละลายสี เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 5-7 นาที กรณีที่สีตัวไหนละลายยาก จะเพิ่มเวลาในการละลาย 2-3 นาที ซึ่งอยู่ในดุลยพินิจของหัวหน้าแผนกเครื่องเยื่อ-ย้อมสี
- 3) เมื่อครบเวลาที่กำหนด หรือ ละลายสีดีแล้วปิดเครื่องละลายสี ถอดเครื่องตีสีออก
- 4) นำสีที่ละลายแล้ว ไปเทลงในอ่างย้อมใหญ่ แล้วใช้น้ำร้อนอ่างนั้น เป็นน้ำล้างถังละลายสี แล้วใช้ไม้กวนสีให้กระจายทั่วทั้งอ่างย้อม

18.5 ในระหว่างกวนเชื้อ ให้ตักน้ำสีจากอ่างย้อมจำนวนไม่น้อยกว่า 100 CC ส่งให้ห้องทดลอง เพื่อทำการวัดค่า pH

18.6 ในการย้อมสีแต่ละครั้ง ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 5-14 ชั่วโมงหรือประมาณ 1 คืน เมื่อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ให้ตักน้ำสีจากอ่างย้อมจำนวนไม่น้อยกว่า 100 CC ส่งให้ห้องทดลอง เพื่อทำการวัดค่า pH อีกครั้ง

18.7 ทำการดักเชื้อขึ้นจากอ่างย้อมสี โดยใส่เชือกลงในรตเงินแล้วนำไปสัดคเพื่อให้เชือกมีความชื้นน้อยที่สุด โดยใช้เวลาในการสัดเชื้อ 5 นาที นำเชื้อสีที่ทำการสัดแล้วใส่ถุงถุงละ 13 – 15 กก.

19. ขั้นตอนการผลิตเป็นกระดาษ

19.1 ตรวจสอบอ่างผสมเยื่อว่าสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเศษเยื่อติดอยู่ ถ้ามีสิ่งสกปรกให้ทำการล้างทำความสะอาดก่อน

19.2 เปิดน้ำเปล่าที่สะอาดลงในอ่างดีเยื่อประมาณ 1800 ลิตร คอยดูจากจุดบอกระดับน้ำในอ่างดีเยื่อ

19.3 นำเยื่อที่ที่ต้องการผลิตกระดาษที่แผนกเตรียมเยื่อ - ย้อมสีเตรียมไว้ ใส่ในอ่างดีเยื่อ พร้อมเปิดเครื่องดีเยื่อ

19.4 ขณะที่ดีเยื่อ ให้นำนํ้ายาเคมีสำหรับผลิตกระดาษ เทใส่ในอ่างผสมเยื่อสีตามจำนวนที่กำหนดไว้

19.5 ใช้มือจับตรวจสอบเส้นของเยื่อสี ถ้าได้ขนาดของเส้นแต่ละเยื่อเพียงพอดตามที่ต้องการแล้ว (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) ให้ถ่ายปล่อยไปยังถังดักเยื่อ

19.6 ทำการเปิดสวิทช์เครื่องผลิตกระดาษ พร้อมเปิดไอน้ำเข้าไปในลูกอบ (ยังก๊) ให้ได้อุณหภูมิ 70-80°C ขึ้นกับความหนาของกระดาษ

19.7 เปิดสวิทช์ควบคุมถังดักเยื่อ ปล่อยเยื่อเข้ากระบวนการผลิตในตัวเครื่องผลิตกระดาษสา

1) เมื่อกระดาษออกมาเป็นแผ่นแห้งหน้าเครื่อง ได้ระยะประมาณ 30 เมตร ให้ฉีกกระดาษออกมาตรวจสอบว่า สีของกระดาษถูกต้องกับใบสั่งผลิตหรือไม่ กระดาษเป็นเม็ดหรือไม่ โดยนำไปให้หัวหน้าแผนกเตรียมเยื่อ - ย้อมสี เป็นผู้ตรวจ แล้วบันทึกลงในใบตรวจสอบสีก่อนการผลิต และเขียนผลากแนบไว้กับกระดาษที่ตรวจเช็คแล้ว โดยมีข้อมูล เบอร์กระดาษ, ออเดอร์, น้ำหนักแกรม, น้ำหนักซ้าย-ขวา, ระยะที่เช็ค

2) เมื่อเดินกระดาษ ได้ระยะประมาณ 50 เมตร ให้ฉีกกระดาษมาตรวจสอบว่า น้ำหนักของกระดาษถูกต้องกับใบสั่งผลิตหรือไม่ โดยใช้แผ่นเหล็กมาตรฐานเป็นแบบในการตัดกระดาษด้านซ้าย และขวา เพื่อตรวจสอบว่า น้ำหนักกระดาษซ้ายและขวาน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ แล้วกรอกข้อมูลที่ได้ลงในใบรายงานผลการตรวจเช็คน้ำหนักกระดาษ

3) ตรวจสอบน้ำหนักกระดาษทุก ๆ 500 เมตร และมีการปรับความเร็วรอบของยังก๊ เพื่อปรับแก้ให้น้ำหนักกระดาษ ที่ลูกค้าต้องการ และในการตรวจน้ำหนักจะใช้แถบสีกันเพื่อบ่งชี้ สถานะการตรวจสอบ

19.8 เมื่อผลิตกระดาษออกมาแล้ว และเข้าม้วนหน้าเครื่องเสร็จแล้ว ให้เคลื่อนย้ายม้วนกระดาษลงมาโดยใช้รอกไฟฟ้ายก

19.9 ชั่งน้ำหนักรวมทั้งม้วน แล้วคำนวณคิดหาค่าน้ำหนักกระดาษที่แท้จริง เขียนฉลากโดยกรอกออกเดอร์, รหัสสี, หน้ากว้าง, น้ำหนักกระดาษ, ความยาว, จุดบกพร่องที่พบแล้วคิดฉลากที่แกนม้วนกระดาษ

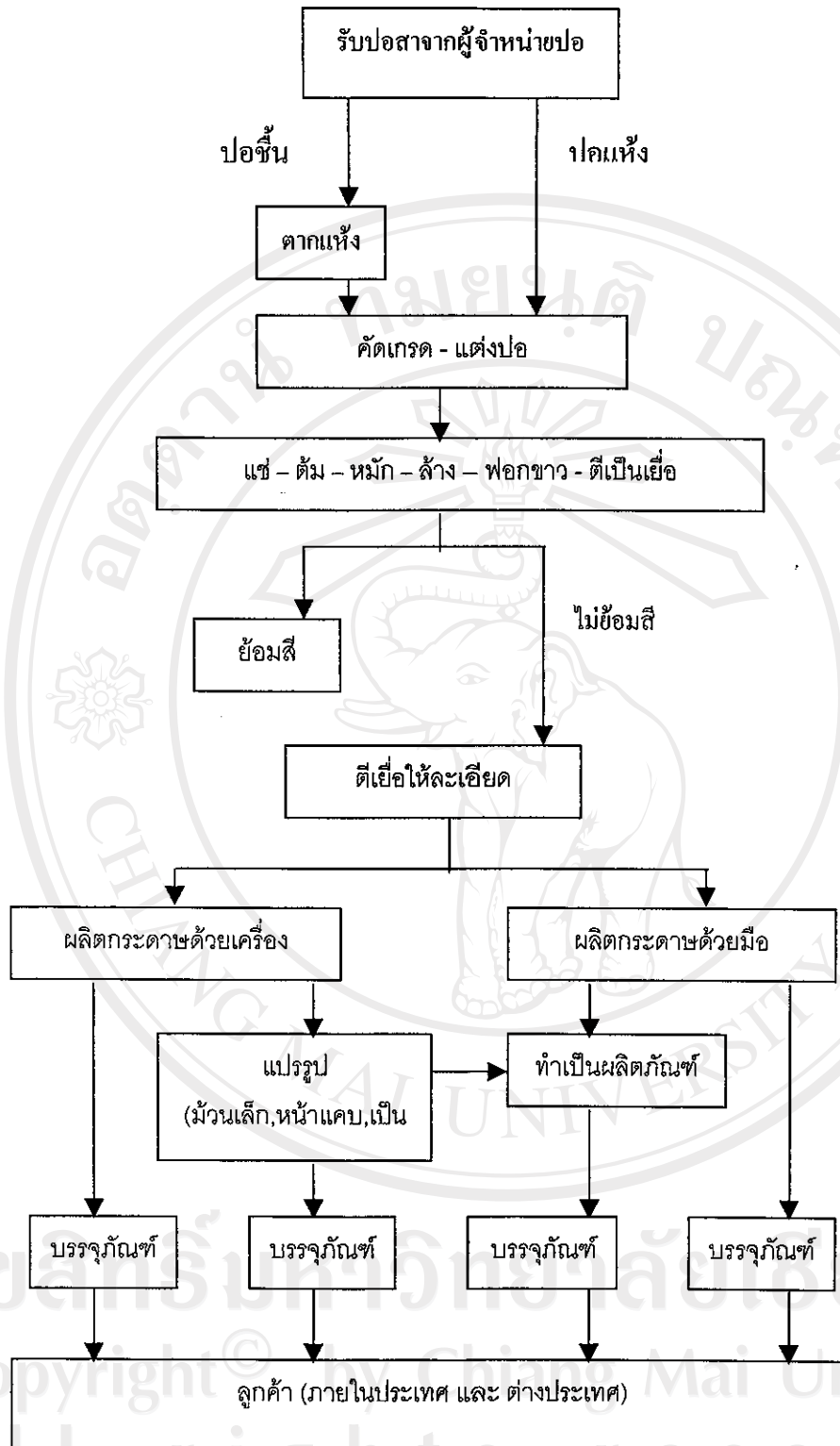
การผลิตกระดาษสาแบบโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ คล้ายกับการทำกระดาษสาด้วยมือ แต่บางขั้นตอนอาจแตกต่างกันบ้างเช่น

- ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เลือกปอสาที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมักมีการใช้เปลือกกล้วย ๆ และเป็นเกรดที่ดี คือ เกรด SA หรือ A บางโรงงานอาจเป็นเกรด B ด้วยก็ได้ แต่การทำแบบมือจะเป็นเกรดอะไรก็ได้

- เครื่องมือในการดัด ฟอกตีเยื่อ จะมีขนาดใหญ่กว่าแบบทำด้วยมือ เพราะมีกำลังการผลิตสูง ระบบเครื่องทำกระดาษตั้งแต่ 10 แร่งขึ้นไป สามารถผลิตใช้เปลือกปอตั้งแต่ 1 ตัน หรือ 1000 กิโลกรัมขึ้นไปต่อวัน ได้จำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องและระบบการทำงาน

- ขั้นตอนในการปฏิบัติตั้งแต่เตรียมวัตถุดิบ – ดัด – ฟอก – ย้อมสี จะคล้าย ๆ กันจะแตกต่างกันตรงที่ หลังจากมีการตีเยื่อแล้ว ถังตีเยื่อจะมีเครื่องดักเยื่อส่งไปยังเครื่องทำแผ่นกระดาษ เครื่องทำแผ่นกระดาษจะมีสายพานและน้ำเป็นตัวพาเยื่อไปทำแผ่น และผ่านไปยังเครื่องทำให้กระดาษแห้ง ระบบของเครื่องทำงานโดยอัตโนมัติ กระดาษที่แห้งจะขยายตามที่กำหนด เช่น 50 เมตร ซึ่งมีระบบม้วนกระดาษไปเก็บได้ และนำไปสู่เครื่องตัดตามต้องการ แต่ในระบบของการทำด้วยมือกระดาษจะออกมาเป็นแผ่น ๆ กระดาษไม่ได้มาตรฐาน หรือมีมาตรฐานแล้วแต่ผู้ผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3-9

ผังการผลิต (Process Flow Chart)

จากเนื้อหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กรรมวิธีการผลิตกระดาษสา แบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. การผลิตกระดาษสาด้วยมือ ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมที่มีการทำมาแต่โบราณแล้ว และปัจจุบันก็เป็นวิธีที่นิยมและมีการทำกันอย่างแพร่หลายที่สุด ขั้นตอนในการผลิตกระดาษสาด้วยมือมีคร่าว ๆ ดังนี้

- การเตรียมวัตถุดิบ คือ การคัดเลือกปอสา การตัดแต่ง การแช่ การต้ม และการล้าง
- ขั้นตอนการทำเป็นเยื่อ คือ การทุบ การตีเยื่อ การฟอก การย้อมสี และการใส่สารอย่างอื่น
- ขั้นตอนการทำเป็นแผ่นกระดาษ คือ การช้อน การแตะ หรือการช้อนแตะ การตากกระดาษ และการลอกกระดาษ

2. การผลิตด้วยเครื่องจักร

ในปัจจุบันได้มีการผลิตกระดาษสาในเชิงอุตสาหกรรมกันมากขึ้น โดยมีการใช้เครื่องจักรเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิต ทำให้สามารถผลิตกระดาษได้ในจำนวนมาก เพื่อให้รองรับกับความต้องการใช้กระดาษสาที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 การนำกระดาษสาไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

3.4.1 ด้านการแพทย์

กระดาษสาถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์มานานแล้ว โดยสามารถแบ่งการใช้เป็นประเภทต่าง ๆ คือ

1. ใช้กระดาษสาสำหรับห่ออุปกรณ์และวัสดุทางการแพทย์ เช่น ห่อถุงมือ, สายสวน, เครื่องมือผ่าตัด, ปากคีบเครื่องตรวจรักษาเป็นชุด, ขวดสำหรับต่อระบายน้ำหรือหนองเป็นต้น
2. ใช้กระดาษสาสำหรับเป็นกระดาษเพื่อเช็ดทำความสะอาดหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ
3. ได้มีความพยายามพัฒนากระดาษสาเพื่อนำมาตัดทำเป็นชุดผ่าตัดของแพทย์และพยาบาลในห้องผ่าตัด ที่เป็นชุดแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (Disposable) ซึ่งมีประโยชน์มาก เพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซักทำความสะอาด, ราคาถูกกว่าชุดที่ทำจากผ้า อีกทั้งไม่ต้องเสี่ยงต่อการติดเชื้อในกลุ่มเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดซักกริด ใช้แล้วทำลายเลย ทำให้การควบคุมโรคติดเชื้อทำได้ง่ายและสะดวกปลอดภัยกว่า

3.4.2 ด้านอุตสาหกรรม

ในปัจจุบัน กระดาษสามิบทบาทในด้านอุตสาหกรรมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยจะนำไปใช้ประกอบในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เช่น ใช้ห่อหุ้มสินค้าในชั้นแรกก่อนที่จะบรรจุหีบห่ออีกครั้งหนึ่ง หรือใช้ทำถุงบรรจุสินค้าชนิดต่าง ๆ

3.4.3 ด้านอื่น ๆ

บทบาทของกระดาษสาในด้านศิลปกรรม กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงยิ่ง กระดาษสาถูกนำมาใช้ประดิษฐ์เป็นงานหัตถกรรมและอุปกรณ์ตกแต่งบ้าน ดังนี้

1. ดอกไม้ประดิษฐ์, ต้นไม้ประดิษฐ์
2. โคมไฟ
3. ฝาบ้าน
4. ชุดวิวาห์
5. บาติก, การ์ดอวยพร และของชำร่วย
6. ร่ม, พัด
7. กระดาษติดฝาผนัง
8. กระดาษรองจานข้าว, จานอาหาร
9. และอื่น ๆ อีกมาก

บทที่ 4

กรรมวิธีผลิตกระดาษติดฝาผนัง

กระดาษติดฝาผนังเป็นสินค้าที่คนไทยเราเพิ่งรู้จักกันมาเมื่อไม่นานมานี้ โดยเริ่มจากผู้เดินทางไปต่างประเทศและได้พบเห็น แล้วนำเข้ามาใช้ในบ้านเรือนของตน ต่อมาได้มีการจำหน่ายกระดาษติดฝาผนังในประเทศไทย โดยจำหน่ายรวมกับวัสดุตกแต่งบ้านชนิดอื่นด้วย

4.1 ความต้องการใช้กระดาษติดฝาผนังภายในประเทศ

ความนิยมใช้กระดาษติดฝาผนังได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่เดิมผู้ที่ใช้กระดาษติดฝาผนังจะเป็นผู้มีฐานะดี หรือสถานบริการต่าง ๆ เช่น โรงแรม ภัตตาคาร สำนักงานของบริษัทเอกชนเท่านั้น ปัจจุบันปรากฏว่าความนิยมได้เริ่มแพร่หลายในกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลาง อย่างไรก็ตามกระดาษติดฝาผนังยังไม่เป็นที่รู้จักและใช้กันแพร่หลายมากนัก ประชาชนส่วนใหญ่ยังคิดว่ากระดาษติดฝาผนังเป็นสิ่งไม่จำเป็น ซึ่งสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว ส่วนใหญ่อัตราการใช้กระดาษต่อบุคคลจะสูง เพราะการสร้างบ้านมักจะเป็นบ้านสำเร็จรูป ดังนั้นเพื่อปกปิดความบกพร่องของวัสดุก่อสร้างจึงจำเป็นต้องใช้กระดาษติดฝาผนัง ทั้งนี้ยังสามารถเปลี่ยนสีและลวดลายได้ง่ายเมื่อต้องการจึงมีผู้นิยมใช้มาก

4.2 ประเภทของกระดาษติดฝาผนัง

กระดาษติดฝาผนังสามารถแบ่งประเภทได้ต่าง ๆ ตามแหล่งผลิต ได้ดังนี้

(1) กระดาษติดฝาผนังที่ผลิตในประเทศ ได้แก่ กระดาษติดฝาผนังที่ทำด้วยกระดาษซึ่งเป็นชนิดเดียวที่ผู้ผลิตภายในประเทศสามารถผลิตได้ ซึ่งมีทั้งแบบชนิดพื้น และชนิดลวดลาย

(2) กระดาษติดฝาผนังของต่างประเทศ แบ่งออกเป็นชนิดที่สำคัญ 4 ชนิดคือ

ก. กระดาษติดฝาผนังชนิดกระดาษ

ข. กระดาษติดฝาผนังชนิดไวเนิล

ค. กระดาษติดฝาผนังชนิดฟอยล์

ง. กระดาษติดฝาผนังชนิดกำมะหยี่

4.3 ขั้นตอนการผลิตกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper)

ขั้นตอนการผลิตกระดาษติดฝาผนังนี้ เป็นรายละเอียดของกระดาษติดฝาผนังชนิดพิมพ์โดยแม่พิมพ์อุ้มหมึก (Rotogravure Printing) และทำลาชูน

1. ขั้นตอนการผสม หมึก, ตัวทำลาย, FILLER, และ IRODIN (วัตถุคิ) ถูกนำมาชั่ง โดยคนงานเพื่อนำไปเตรียมเป็นส่วนผสม จากนั้นก็รินใส่ในถังผสมที่มีท่อลำเลียงวัตถุคิทั้งหมดจะถูกผสมเป็นเนื้อเดียวกันในถังผสม

2. ขั้นตอนการรวมตัว ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกปล่อยออกจากถังผสม หลังจากที่ถูกคนให้เข้ากันได้อีกครั้ง โดย AN INTENSIVE STIRRER

3. ขั้นตอนการพิมพ์ คือ เริ่มจากการพิมพ์สีพื้น และIRODIN ลงบนกระดาษวัตถุคิ หลังจากนั้นนำไปพิมพ์แยกสีซ้ำ ๆ กัน ตามจำนวนสีที่ต้องการ

4. ขั้นตอนการทำให้แห้ง วอลล์เปเปอร์ที่พิมพ์แล้วจะนำไปใส่เตาอบให้แห้ง ซึ่งการทำให้แห้งนี้ช่วยป้องกันการพ่นเลือนของสี และป้องกันการซึมในขั้นตอนการผลิตต่อไป

5. ขั้นตอนการปรับผิวหน้า วอลล์เปเปอร์จะต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตหลายขั้นตอนเพื่อที่จะทำให้มีรูปแบบหลากหลาย หรือมีลักษณะ 3 มิติด้วยขั้นตอนเหล่านี้ ได้แก่ การดันลาชูนพิมพ์ลายลึก (ตามแบบผิวหน้าที่ออกแบบไว้) และปรับพื้นผิวตามที่ถูกกลิ้งพิมพ์ลาชูน (EMBOSSING ROLLER)

6. ขั้นตอนการตกแต่งขอบ ขอบริมวอลล์เปเปอร์จะถูกตกแต่งตามขนาดความกว้างที่ต้องการ

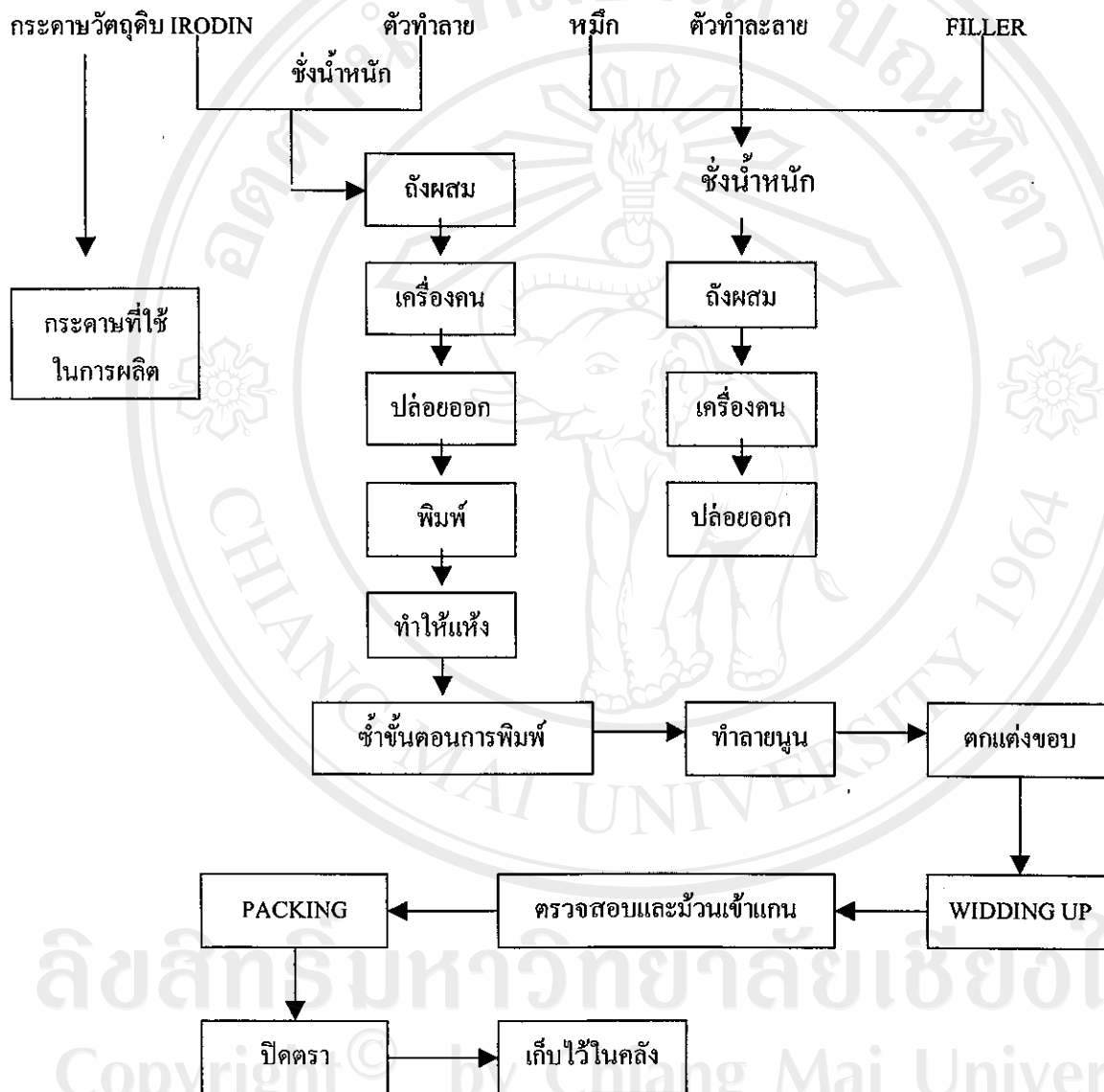
7. ขั้นตอนการ WIDDING หลังจากการแต่งของ วอลล์เปเปอร์จะถูกหมุนเป็นม้วนโดยเครื่องหมุน

8. ขั้นตอนการตรวจสอบและวัด เมื่อได้วอลล์เปเปอร์ตามต้องการแล้ว จะต้องนำไปตรวจสอบและวัดขนาดความยาวตามต้องการโดยใช้เครื่องตรวจสอบคุณภาพ และเครื่องนี้จะม้วนกระดาษให้ได้ตามปริมาณที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นก็บรรจุหีบห่อทันที และตีตราประทับ ผลผลิตขั้นตอนสุดท้ายก็พร้อมจะเข้าสู่ตลาด

4.4 แผนผังของกระบวนการผลิต

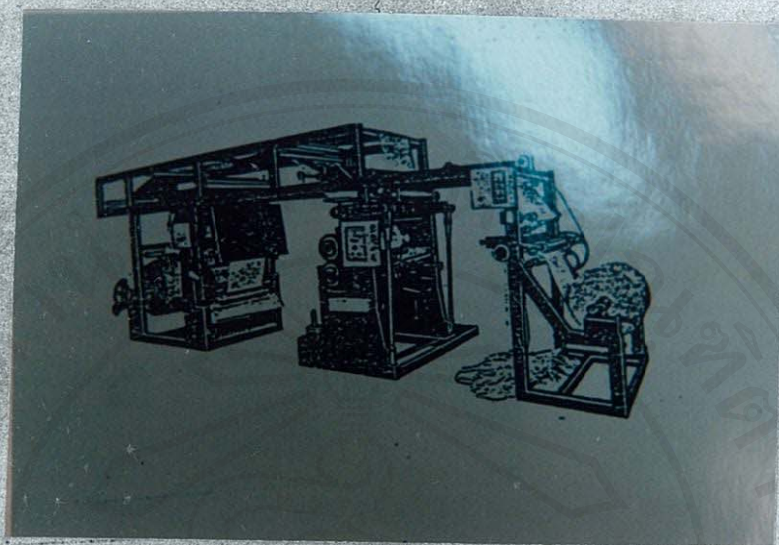
สำหรับวอลล์เปเปอร์ชนิดพิมพ์โดยพิมพ์อุ้มหมึก (ROTOGRAVURE PRINTING)

และทำลายหนู



รูปที่ 4-1

แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ 4-2

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษติดฝาค้าง

4.5 ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตกระดาษติดฝาค้าง

- (1) ปัญหาทางด้านเทคนิค กล่าวคือ กระดาษติดฝาค้างที่ผลิตได้ในแต่ละครั้งความเข้มของสีไม่เสมอกัน
- (2) ขาดผู้ออกแบบลวดลาย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะจูงใจให้มีการเลือกซื้อ
- (3) รสนิยมของผู้ใช้กระดาษติดฝาค้างเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และแตกต่างกัน บางลายผลิตเพียงปีเดียวก็อาจล้าสมัย ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการผลิตกระดาษติดฝาค้างที่มีลวดลายต่าง ๆ กันเพื่อให้ผู้ซื้อมีโอกาสเลือก อย่างไรก็ตาม ผู้ผลิตไม่สามารถผลิตออกมาได้หลากหลายเพราะการผลิตแต่ละลายต้องผลิตเป็นจำนวนมากจึงจะคุ้มกับต้นทุน และโดยเหตุที่ปริมาณที่จำหน่ายมีน้อย ผู้ผลิตจึงไม่สามารถผลิตออกมาหลายลายได้
- (4) ผู้ในกระดาษติดฝาค้างส่วนใหญ่นิยมกระดาษติดฝาค้างของต่างประเทศ เนื่องจากมีลวดลายให้เลือกต่าง ๆ กัน มีหลายชนิดและคุณภาพดี ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าที่ผลิตภายในประเทศก็ไม่ค่อยมีผลทำให้การซื้อลดลง เพราะผู้ใช้กระดาษติดฝาค้างส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีรายได้ดี ดังนั้น กระดาษติดฝาค้างที่ผลิตภายในประเทศจึงจำหน่ายได้น้อย

นิตยสารคณะวิศวกรรมศาสตร์

โครงการ : การทดลองผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา

จากเนื้อหาที่กล่าวมาพบว่าการผลิตกระดาษติดฝาผนังมีวิธีการผลิตที่ยุ่งยาก และซับซ้อนและยังประสบกับปัญหาทางด้านการผลิตและการจำหน่ายอีกมากมาย ทั้งยังต้องใช้เงินลงทุนทางด้านเครื่องจักรอีกด้วย จึงทำให้ราคาของกระดาษติดฝาผนังนั้นมีราคาสูงพอสมควร ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางในการผลิตกระดาษติดฝาผนังจากกระดาษสา โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสา เพื่อให้สามารถนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนังได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตกระดาษติดฝาผนังลง และยังสามารถใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือในครัวเรือนได้อีกด้วย นอกจากนี้การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษสาให้ดีขึ้นก็จะทำให้มีการนำกระดาษสาไปใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5

ลำดับขั้นตอนและวิธีที่วิจัย

5.1 สมมุติฐานที่สำคัญของการวิจัย

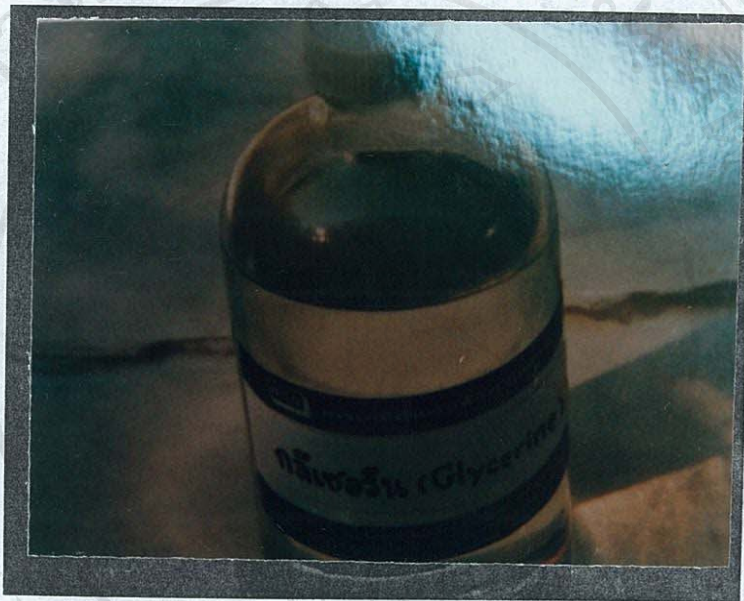
ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นที่จะทำการพัฒนาและปรับปรุงกระดาษสาให้มีคุณสมบัติดีกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยพยายามที่จะปรับปรุงคุณสมบัติให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper) โดยคุณสมบัติสำคัญที่จะต้องทำการปรับปรุง มีดังนี้

1. เพิ่มคุณสมบัติในด้านการกันน้ำ
2. เพิ่มอุณหภูมิการติดไฟของกระดาษสาให้สูงขึ้น โดยให้มีค่าใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper)
3. เพิ่มความสามารถในการทนแรงดึงของกระดาษสา โดยให้มีค่าใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper)
4. ลดอัตราการลุกลไหม้ของกระดาษสา เพื่อให้มีอัตราการลามไฟที่ช้า ใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper)

5.2 ขั้นตอนการศึกษาทดลอง

1. ทำการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper) โดยทำการศึกษาจากกระดาษติดฝาผนังที่มีขายตามท้องตลาด โดยหัวข้อที่จะทำการศึกษา มีดังนี้
 - 1.1 การกันน้ำ
 - 1.2 อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)
 - 1.3 อัตราการลามไฟ (cm / s)
 - 1.4 ความสามารถในการทนแรงดึง (N)
2. ทำการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษสาที่มีขายตามท้องตลาด โดยจะใช้กระดาษสาขนาดต่าง ๆ ดังนี้ 60 , 80 , 100 , 130 , 160 , 200 แกรม โดยหัวข้อที่จะทำการศึกษามีดังนี้
 - 2.1 การกันน้ำ
 - 2.2 อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)
 - 2.3 อัตราการลามไฟ (cm / s)
 - 2.4 ความสามารถในการทนแรงดึง (N)

3. ทำการศึกษหาสารเคมีที่นำมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติ โดยจากการศึกษาจากแหล่งข้อมูลและสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า สารเคมีที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่นำมาใช้ทดลองในครั้งนี้ คือ
- 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการกันน้ำ ได้แก่ กลีเซอริน (Glycerine) , แล็กเกอร์ (Lacquer) , พลาสติก ชนิด Laminate , น้ำยางพารา (Rubber) , เรซิน (Resin) เบอร์ 288
 - 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทนไฟ ได้แก่ เซรามิกไฟเบอร์ , สารละลายโซเดียมซิลิเกต
 - 3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทนแรงดึง ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC)



รูปที่ 5-1
กลีเซอริน (Glycerine)



รูปที่ 5-2
น้ำยางพารา (Rubber)



รูปที่ 5-3

เรซิน (Resin) เบอร์ 288 , โมโน (Mono) และฮาร์ดดินเนอร์

4. เริ่มทำการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ โดยเริ่มใช้สารเคมีในข้อ 3.1 เพื่อหาสารเคมีที่เหมาะสม
5. นำกระดาษสาที่ได้ทำการปรับปรุงคุณสมบัติการกันน้ำ จากการทดลองในข้อ 4 แล้วนั้น มาทดสอบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ ต่อไป คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ และการทนแรงดึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

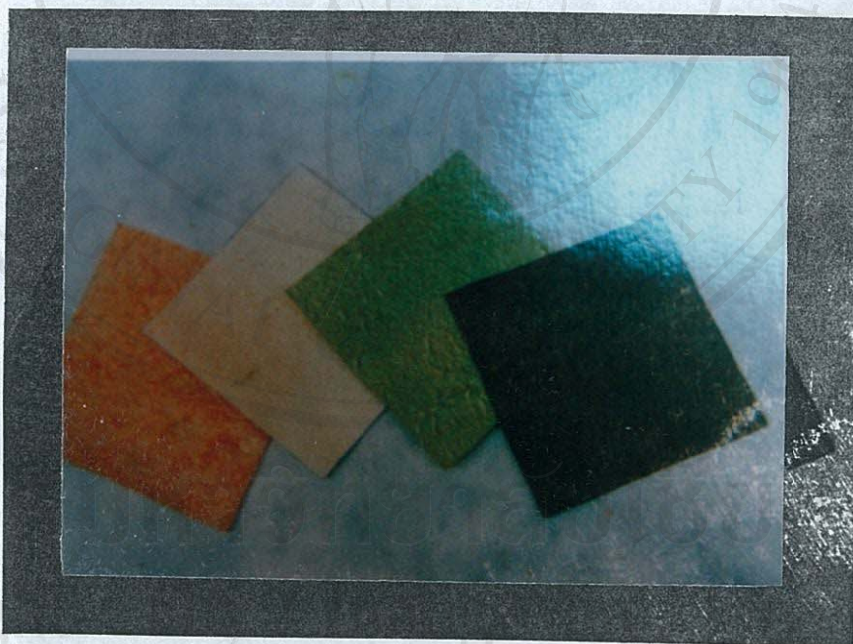
5.3 วิธีการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติของกระดาษติดฝาค้างในด้านต่าง ๆ โดยมีวิธีการดังนี้
 - 1.1 การกั้นน้ำ จะทำการทดสอบ โดยการฉีบน้ำ ดูว่าน้ำ สามารถซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษติดฝาค้างได้หรือไม่
 - 1.2 อุณหภูมิติดไฟ จะทำการทดสอบ โดยการตัดกระดาษติดฝาค้างให้มีขนาด 10×10 cm. และวางอุปกรณ์ตั้งระยะ โดยระยะห่างระหว่างกระดาษติดฝาค้างและเตาไฟฟ้าเท่ากับ 3 cm. แล้วจึงวัดอุณหภูมิขณะติดไฟด้วยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Thermocouple) จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย และเขียนกราฟ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบภายหลัง
 - 1.3 อัตราการลามไฟ จะทำการทดสอบ โดยการตัดกระดาษติดฝาค้างให้มีขนาด 4×15 cm. แล้วนำมาทำเป็นสเกลช่องละ 1 cm. เป็นระยะ 10 cm. จากนั้นนำมาจุดไฟแล้วทำการจับเวลาการเผาไหม้ เริ่มตั้งแต่ไฟลามจากเส้นที่ 10 cm. จนลามไปจนถึงเส้นที่ 10 cm. ในกรณีที่ไฟดับก่อนที่จะถึงเส้นที่ระยะ 10 cm. ให้จับเวลาที่ไฟดับลง แล้วทำการวัดระยะการเผาไหม้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการคำนวณหาอัตราเร็วการลามไฟของกระดาษติดฝาค้าง และหาค่าเฉลี่ยพร้อมทั้งเขียนกราฟ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบภายหลัง
 - 1.4 การทดสอบแรงดึง จะทำการทดสอบ โดยใช้เครื่อง UNIVERSAL MACHINE ของบริษัท LLOYD โดยทำการตัดกระดาษติดฝาค้างให้มีขนาด 4×10 cm. จากนั้นนำกระดาษที่ตัดไว้ ไปจับเข้ากับอุปกรณ์ช่วย แล้วจึงนำเข้าจับกับปากกาของเครื่องทดสอบแรงดึงอีกทีหนึ่ง เสร็จแล้วจึงทำการทดสอบ โดยใช้อัตราเร็วในการดึง 10 mm. / min จากนั้นเครื่องจะทำการรายงานผลการดึง พร้อมทั้งแสดงค่าแรงดึงสูงสุด , ค่าเฉลี่ย ออกมาในรูปของกราฟ ระหว่างแรงดึง กับระยะยืด
2. ทำการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษสาขนาดต่าง ๆ คือ 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม โดยใช้วิธีตามที่ได้กล่าวในข้อ 1.1 ถึง 1.4



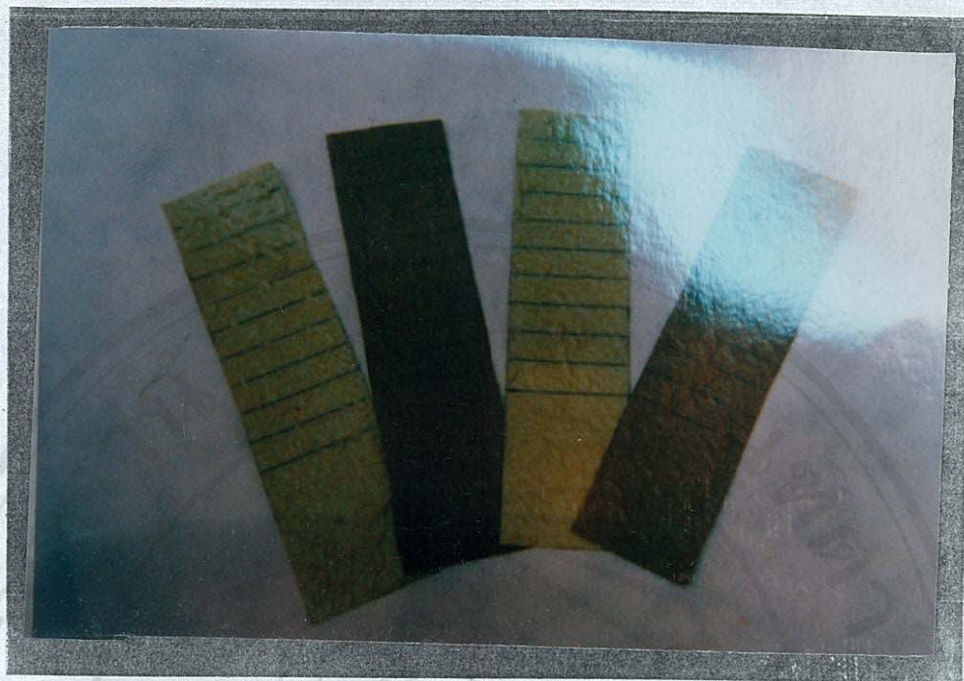
รูปที่ 5-4

ตัวอย่างกระดาษทดสอบการกันน้ำ



รูปที่ 5-5

ตัวอย่างกระดาษทดสอบอุณหภูมิติดไฟ



รูปที่ 5-6

ตัวอย่างกระดาษทดสอบอัตราการลามไฟ



รูปที่ 5-7

ตัวอย่างกระดาษทดสอบการทนแรงดึง



รูปที่ 5-8
อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ (Thermocouple)



รูปที่ 5-9
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบอุณหภูมิติดไฟ



รูปที่ 5-10

เครื่องทดสอบแรงดึง UNIVERSAL MACHINE

- ทดสอบการกันน้ำ จะทำการทดสอบโดยทดลองหาสารกันน้ำ จากสารเคมีที่ได้ทำการศึกษามา เมื่อหาสารเคมีและวิธีการที่เหมาะสม ที่สามารถทำให้กระดาษสากันน้ำได้แล้ว ก็จะมีการหาปริมาณความเข้มข้น และจำนวนรอบที่เหมาะสมในการใช้ โดยทำการทดสอบกับกระดาษสาขนาดแกรมต่าง ๆ เพื่อหาแกรมของกระดาษสาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนังมากที่สุด



รูปที่ 5-11

เครื่องปั๊มลม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการพ่น



รูปที่ 5-12
การปั่นสารเคมีลงบนกระดาษสา



รูปที่ 5-13
การตากกระดาษสาให้แห้ง

4. นำกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ได้จากการปรับปรุง มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ การกันน้ำ, อุณหภูมิติดไฟ, อัตราการลามไฟ และ การทนแรงดึง
5. ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษสาที่ได้ทำการปรับปรุง กับ กระดาษติดฝาผนัง เพื่อหาแกรมของกระดาษสาที่เหมาะสมที่นำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง เพื่อหาแกรมของกระดาษสาที่เหมาะสม ที่จะนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง หากได้กระดาษสาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนังในทุก ๆ ด้านแล้ว ก็จะใช้สารเคมีนี้ (ที่ได้จากการทดลองในข้อ 3) ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสาแกรมนั้น เพียงชนิดเดียว โดยไม่ต้องใช้สารเคมีตัวอื่น เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านอีก แต่หากกระดาษสาที่ได้ยังมีคุณสมบัติไม่เท่ากับกระดาษติดฝาผนัง ก็จะมีการทดลองใช้สารใหม่ต่อไป
6. พัฒนาให้กระดาษมีความสวยงามมากขึ้น โดยการทำลวดลายต่าง ๆ ลงบนกระดาษสาวิธีการทำลวดลายที่ได้เลือกมาใช้ มีดังนี้
 - 6.1 ใช้กระดาษสาที่มีลวดลายตามธรรมชาติ
 - 6.2 การทำลวดลายโดยวิธีการทำสแตมป์
 - 6.3 การทำลวดลายโดยวิธีวาด
 - 6.4 การทำลวดลายโดยการใช้สีสำหรับเพนท์กระดาษ
 - 6.5 การทำลวดลายโดยใช้สีโปสเตอร์



รูปที่ 5-14

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำลวดลาย

7. นำกระดาษสาที่ได้จากการทำลวดลายต่าง ๆ มาทำการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา โดยใช้สารเคมีที่เหมาะสม ที่ได้จากการทดลองข้างต้น
8. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมด มาดำเนินการสรุปผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการนำไปใช้งาน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6

การศึกษาคูณสมบัติของกระดาษติดฝาผนัง และกระดาษสา

6.1 การศึกษาคูณสมบัติของกระดาษติดฝาผนังเพื่อเป็นข้อมูลมาตรฐานในการเปรียบเทียบ

6.1.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษติดฝาผนัง (Wall Paper)

เนื่องจากวอลล์เปเปอร์ จะแบ่งออกเป็นสองลักษณะด้วยกัน คือ ผิวด้านหน้า จะทำจากวัสดุสังเคราะห์ มีลวดลาย และสีล้นต่าง ๆ กัน โดยอาจจะเป็นลวดลายแบบเรียบหรือเป็นลวดลายของการพิมพ์ก็ได้ อีกส่วนหนึ่ง คือผิวด้านหลัง จะเป็นลักษณะผิวเรียบและด้าน เพื่อให้ง่ายต่อการติดกาวสำหรับการติดฝาผนัง

วอลล์เปเปอร์สามารถฉีกขาดได้เหมือนกระดาษทั่วไปๆ แต่จะมีความเหนียวกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีลักษณะทึบแสง ไม่สามารถระบายถ่ายเทอากาศได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รูปที่ 6 - 1

ตัวอย่างวอลล์เปเปอร์

6.1.2 การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝาน้ำ

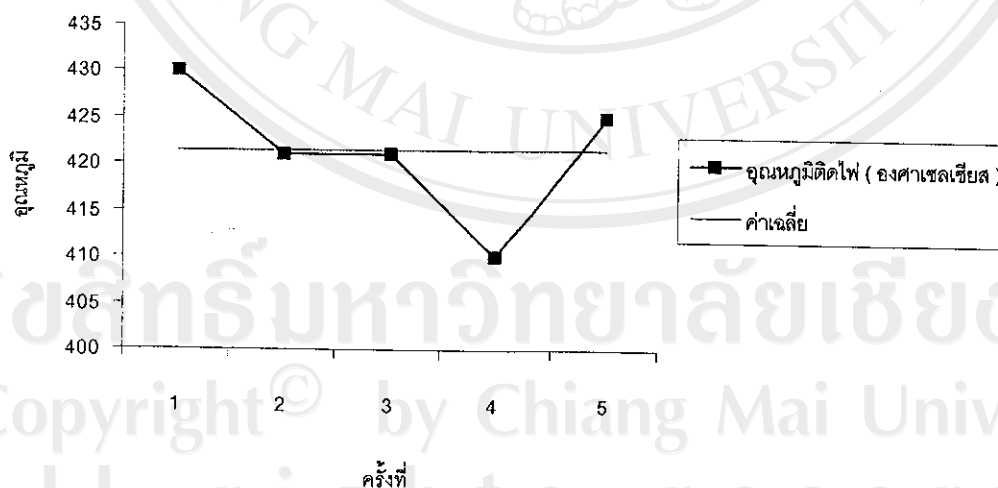
การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝาน้ำ ขนาด 10×10 cm. ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	อุณหภูมิติดไฟ ($^{\circ}\text{C}$)
1	430
2	421
3	421
4	410
5	425
ค่าเฉลี่ย	421.4

ตารางที่ 6 – 1

แสดงผลอุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝาน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า กระดาษติดฝาน้ำจะมีอุณหภูมิติดไฟต่ำสุด 410°C อุณหภูมิติดไฟสูงสุด 430°C และเฉลี่ยที่ 421.4°C



รูปที่ 6 – 2

กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝาน้ำ

6.1.3 การทดสอบหาอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝาน้ำ

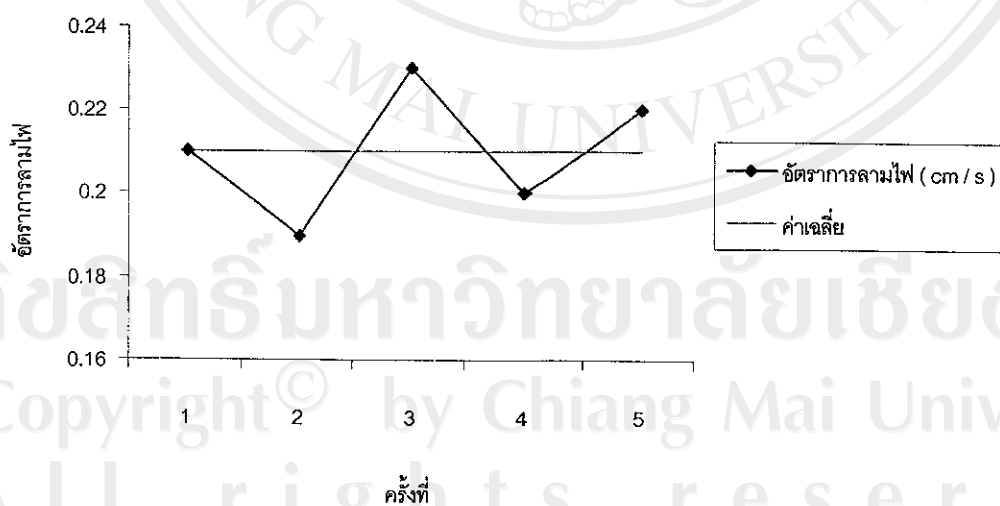
การทดสอบหาอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝาน้ำ ขนาด 4×15 cm. โดยมี สเกลช่องละ 1 ซม. เป็นระยะ 10 ซม. ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	อัตราการลามไฟ (cm / s)
1	0.21
2	0.19
3	0.23
4	0.20
5	0.22
ค่าเฉลี่ย	0.210

ตารางที่ 6 – 2

แสดงผลอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝาน้ำ

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า กระดาษติดฝาน้ำจะมีอัตราการลามไฟต่ำสุด 0.19 cm / s อัตราการลามไฟสูงสุด 0.23 cm / s และเฉลี่ยที่ 0.210 cm / s



รูปที่ 6-3

กราฟแสดงผลอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝาน้ำ

6.1.4 การทดสอบหาการทนแรงดึงของกระดาษติดฝาน้ำ

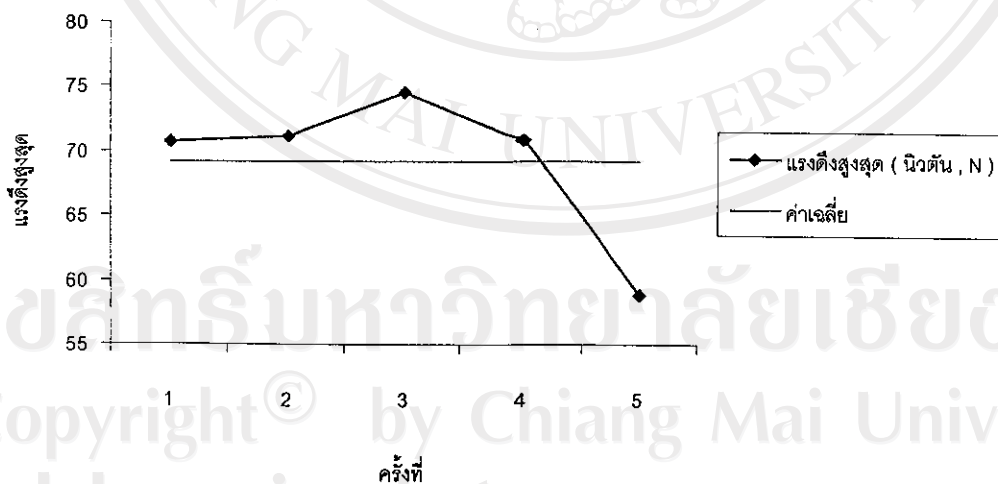
การทดสอบการทนแรงดึงของกระดาษติดฝาน้ำ ขนาด 4×10 cm. โดยใช้เครื่อง Universal Machine ของ บริษัท LLOYD ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	แรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N)
1	70.61
2	71.04
3	74.43
4	70.88
5	58.75
ค่าเฉลี่ย	69.142

ตารางที่ 6-3

แสดงผลการทนแรงดึงของกระดาษติดฝาน้ำ

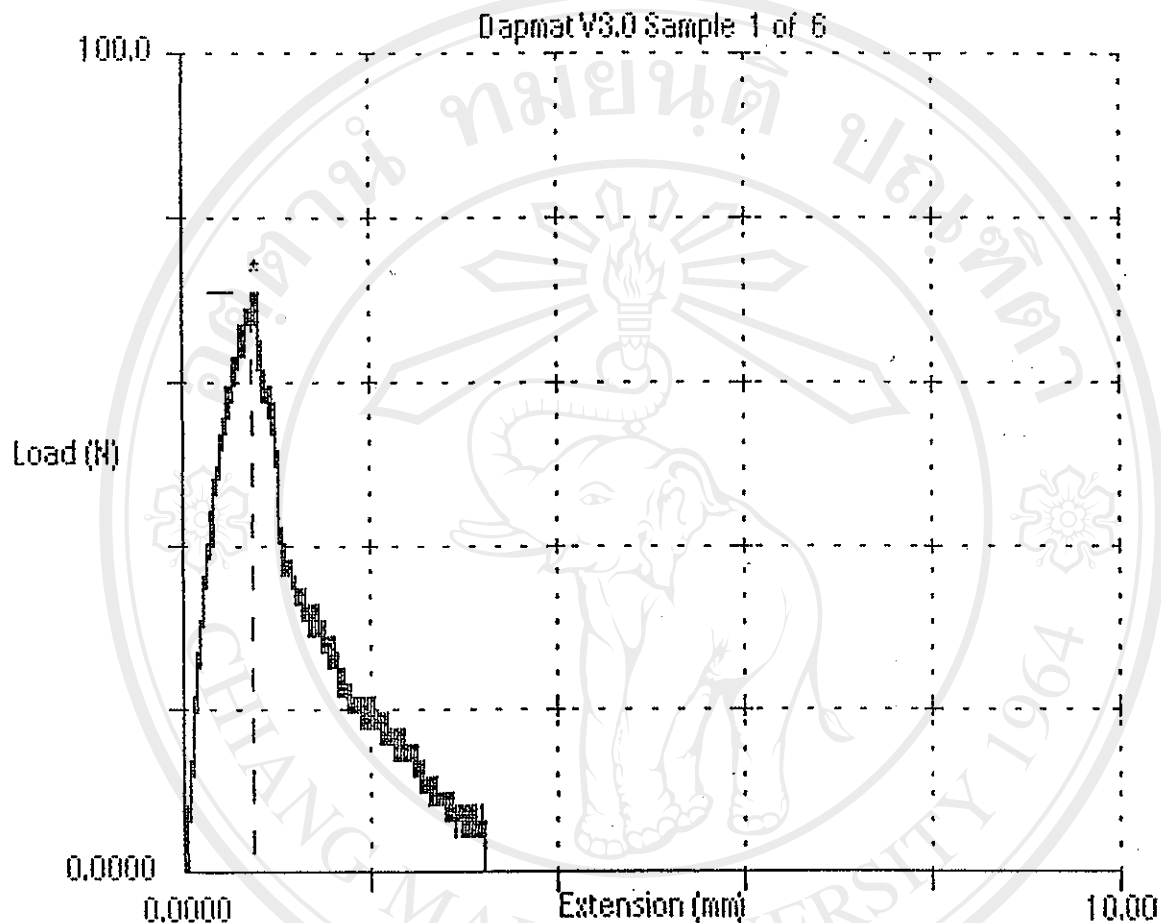
จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า กระดาษติดฝาน้ำจะมีการทนแรงดึงต่ำสุด 58.75 นิวตัน การทนแรงดึงสูงสุด 74.43 นิวตัน และเฉลี่ยที่ 69.142 นิวตัน



รูปที่ 6-4

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษติดฝาน้ำ

Wall Paper



Maximum Load (N)	Ext @ Max Load (mm)	Av Max Load (N)	Sample Width (mm)	Sample Thick' (mm)
71.04	0.7239	71.04	20.0000	0.030000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 6-5

ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืดของกระดาษติดฝาผนัง

6.1.5 การทดสอบหาการกั้นน้ำของกระดาษติดฝาผนัง

การทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษติดฝาผนัง โดยการฉีบน้ำลงบนกระดาษติดฝาผนัง ขนาด 15 x 15 cm. ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	ผลการทดสอบ
1	กั้นน้ำ
2	กั้นน้ำ
3	กั้นน้ำ
4	กั้นน้ำ
5	กั้นน้ำ
ค่าเฉลี่ย	กั้นน้ำ

ตารางที่ 6-4

แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษติดฝาผนัง

จากการทดสอบ สามารถทำการสรุปได้ว่า กระดาษติดฝาผนังสามารถกั้นน้ำได้



รูปที่ 6-6

แสดงคุณสมบัติในการกั้นน้ำของกระดาษติดฝาผนัง

6.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษสาเพื่อเป็นข้อมูลมาตรฐาน

6.2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษสา

กระดาษสาที่ใช้ในการทดสอบเป็นกระดาษสาขนาด 60 – 200 แกรม เนื่องจากกระดาษที่ใช้เป็นกระดาษที่ทำด้วยมือ โดยเมื่อสัมผัสจะรู้สึกถึงความอ่อนนุ่ม เนื้อกระดาษจะมีลักษณะของเส้นใยปอสากระจายอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่มีการกระจายที่สม่ำเสมอ ขนาดของเส้นใยสามารถแบ่งได้เป็นสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ เส้นใยแบบละเอียด และเส้นใยขนาดใหญ่ กระดาษสาจะมีลักษณะโปร่งแสง อากาศสามารถระบายถ่ายเทได้ดี เกิดรอยยับได้ง่าย มีคุณสมบัติข้อมลึติดและวาดสีได้ดี

โดยทั่วไป กระดาษสาจะมี 2 แบบ คือ กระดาษสาแบบหน้าเรียบ และ กระดาษสาหน้าขรุขระ ซึ่งกระดาษที่มีขนาดของแกรมน้อย ๆ (น้อยกว่า 100 แกรม) จะเป็นกระดาษสาแบบเรียบ และสำหรับกระดาษที่มีขนาดของแกรมสูงขึ้นไป จะเป็นกระดาษสาแบบขรุขระ

รูปที่ 6-7

ตัวอย่างกระดาษสาขนาด 80 แกรม



รูปที่ 6-8

ตัวอย่างกระดาษสาขนาด 130 แกรม

6.2.2 การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา

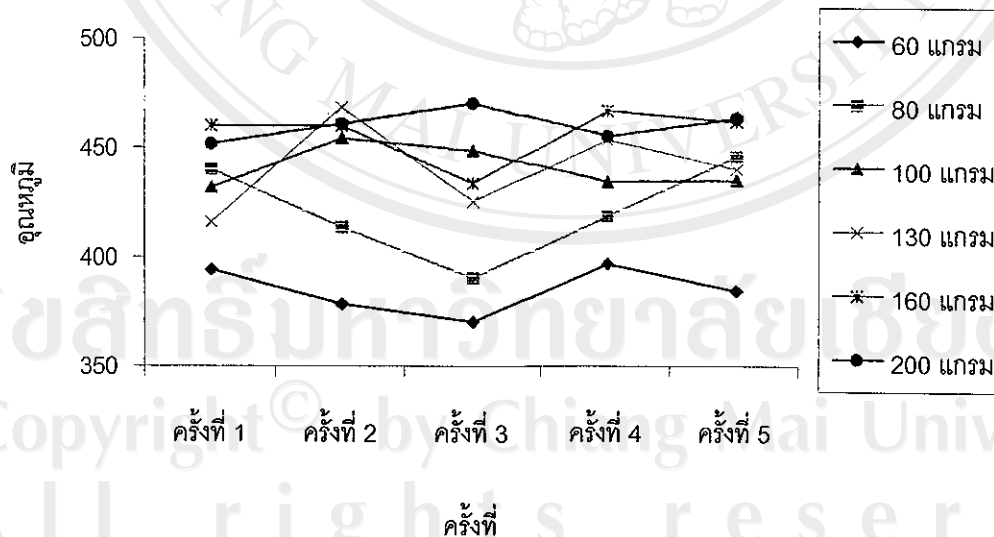
การทดสอบหาอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสาที่แกรมต่าง ๆ ขนาด 10×10 cm. ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	394	378	370	397	384	384.6
80	440	413	390	418	446	421.4
100	432	454	448	434	435	440.6
130	416	468	425	453	440	440.4
160	460	460	433	467	462	456.4
200	452	461	470	455	463	460.2

ตารางที่ 6 - 5

แสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา (°C)

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เมื่อกระดาษสาที่มีแกรมที่สูงขึ้น ก็จะมีอุณหภูมิติดไฟที่สูงขึ้นตาม



รูปที่ 6-9

กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ

6.2.3 การทดสอบหาอัตราการลามไฟของกระดาษสา

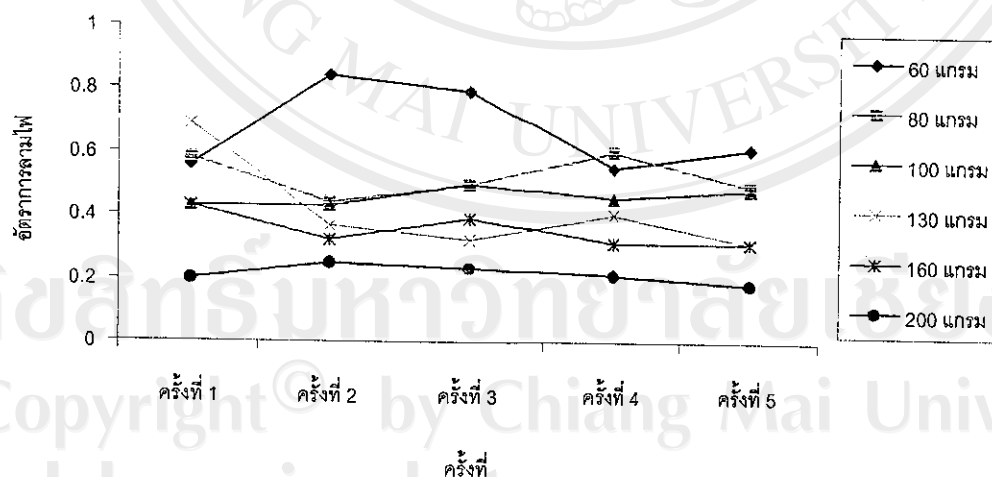
การทดสอบหาอัตราการลามไฟของกระดาษสาที่แกรมต่าง ๆ ขนาด 4 x 15 cm. โดยมีสเกลช่องละ 1 cm. เป็นระยะ 10 cm. ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	0.56	0.84	0.79	0.55	0.61	0.710
80	0.58	0.44	0.50	0.60	0.49	0.522
100	0.43	0.43	0.50	0.45	0.48	0.458
130	0.69	0.37	0.32	0.40	0.31	0.386
160	0.43	0.32	0.39	0.31	0.31	0.325
200	0.20	0.25	0.23	0.21	0.18	0.214

ตารางที่ 6-6

แสดงผลอัตราการลามไฟของกระดาษสา (cm / s)

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เมื่อกระดาษสาที่มีแกรมที่สูงขึ้น ก็จะมีอัตราการลามไฟที่ลดลง



รูปที่ 6-10

กราฟแสดงอัตราการลามไฟของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ

6.2.4 การทดสอบการทนแรงดึงของกระดาษสา

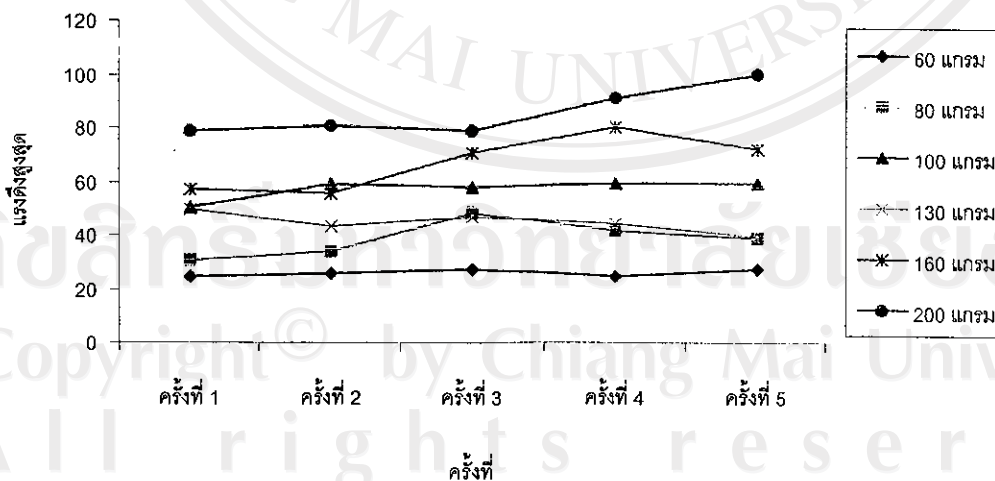
การทดสอบการทนแรงดึงของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ขนาด 4×10 cm. โดยใช้เครื่อง Universal Machine ของ บริษัท LLOYD ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	24.72	25.89	26.95	24.07	26.98	25.722
80	30.50	33.93	48.16	41.32	38.83	38.549
100	49.99	59.09	57.43	58.73	58.69	56.786
130	49.60	43.64	46.77	43.83	39.35	44.085
160	56.91	55.90	70.58	80.23	71.54	67.032
200	78.49	80.62	78.77	91.00	100.00	85.776

ตารางที่ 6-7

แสดงผลการทนแรงดึงของกระดาษสา (นิวตัน , N)

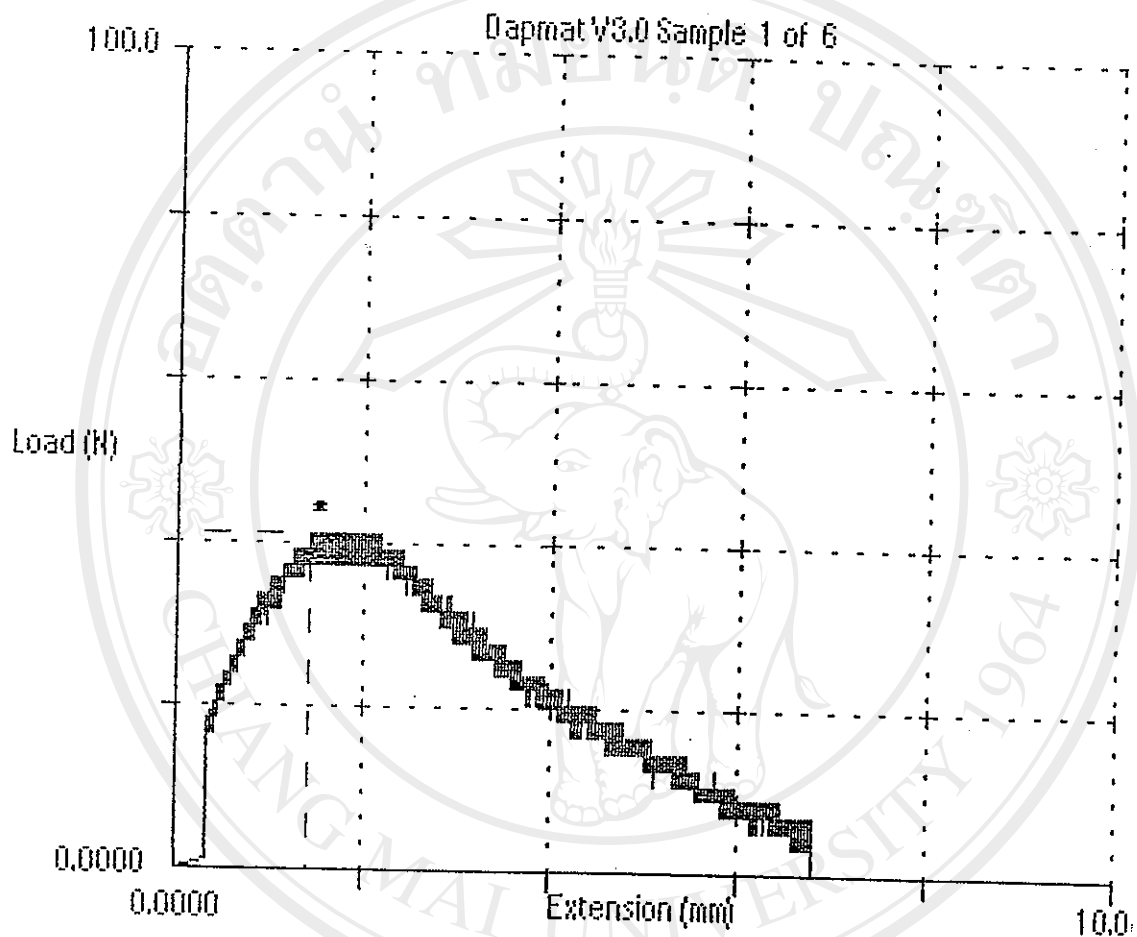
จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เมื่อกระดาษามีแกรมที่สูงขึ้น ก็จะสามารถทนแรงดึงได้มากขึ้น และ กระดาษสาแบบขรุขระจะทนแรงดึงได้น้อยกว่ากระดาษสาแบบเรียบ แต่ถ้ากระดาษสาแบบขรุขระมีแกรมที่สูงขึ้น ก็จะสามารถทนแรงดึงได้มากขึ้น เช่นกัน



รูปที่ 6-11

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ

กระดาษสาขนาด 80 แกรม



Maximum Load (N)	Ext e Max Load (mm)	Av Max Load (N)	Sample Width (mm)	Sample Thick' (mm)
41.32	1.397	41.32	40.0000	0.028000

ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 6-12

ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะยืดของกระดาษสา 80 แกรม

6.2.5 การทดสอบหาการกั้นน้ำของกระดาษสา

การทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ โดยการฉีบน้ำลงบนกระดาษสาขนาด 15 x 15 cm. และสังเกตดูว่า น้ำสามารถซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษสาได้หรือไม่ ได้ผลการทดสอบดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	ผลการทดสอบ
1	ไม่กั้นน้ำ
2	ไม่กั้นน้ำ
3	ไม่กั้นน้ำ
4	ไม่กั้นน้ำ
5	ไม่กั้นน้ำ
ค่าเฉลี่ย	ไม่กั้นน้ำ

ตารางที่ 6-8

แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ

จากการทดสอบ สามารถทำการสรุปได้ว่า กระดาษสาที่มีขนาด 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ไม่สามารถกั้นน้ำได้



รูปที่ 6-6

แสดงคุณสมบัติในการกั้นน้ำของกระดาษติดฝาผนัง

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษติดฝาผนัง และ กระดาษสาแกรมต่าง ๆ นั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติกันและกัน จะพบว่า กระดาษติดฝาผนังมีคุณสมบัติเด่น คือ

- มีอุณหภูมิติดไฟค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเทียบกับกระดาษสาแล้ว กระดาษสาจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเป็นกระดาษสาที่มีแกรมที่สูง จึงจะเพิ่มคุณสมบัติอุณหภูมิติดไฟนี้ได้
- มีอัตราการลามไฟต่ำกว่ากระดาษสามาก แม้ว่าจะใช้กระดาษสาที่มีแกรมสูง อัตราการลามไฟของกระดาษสาก็ยังสูงกว่า กระดาษติดฝาผนัง
- การทนแรงดึง สามารถทนแรงดึงได้สูงกว่ากระดาษสา ในกระดาษสาแกรมต่ำ ๆ นั้น จะสามารถทนแรงดึงได้ต่ำกว่ากระดาษติดฝาผนังเป็นอย่างมาก
- การกันน้ำ กระดาษติดฝาผนังสามารถกันน้ำได้ ในขณะที่กระดาษสาไม่สามารถที่จะกันน้ำได้

ดังนั้น ในการวิจัยนี้ จึงพยายามที่จะหาแนวทาง เพื่อที่จะทำการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสาให้มีคุณสมบัติดีขึ้นกว่าเดิม และทำให้มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง เพื่อที่จะได้นำกระดาษสาไปทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง และสามารถนำกระดาษสาไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 7

การทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสา เพื่อให้เป็นกระดาษติดฝาผนัง

7.1 สมมุติฐานของการทดลอง

เนื่องจากกระดาษสามีลักษณะเป็นรูพรุน และทำจากเยื่อปอสา ซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติ จึงไม่สามารถกันน้ำได้ อีกทั้งเยื่อปอสามีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี ดังนั้นในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ จึงต้องนำสารเคมีมาเคลือบที่ผิวของกระดาษสาให้มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ เพื่อป้องกันการซึมของน้ำ นอกจากนี้ คุณสมบัติด้านการกันน้ำของกระดาษสา ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของการนำมาทำเป็นวอลล์เปเปอร์ ดังนั้นเราจึงได้ทำการทดสอบและให้ความสำคัญในด้านนี้ก่อนเป็นอันดับแรก

สำหรับคุณสมบัติในด้านการลุกไหม้และการติดไฟของกระดาษสานั้น เนื่องจากเยื่อปอสาเป็นสารประกอบคาร์บอน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี ประกอบกับเนื้อกระดาษสามีความโปร่งอากาศถ่ายเทได้ดี ดังนั้น เมื่อมีเปลวไฟหรือความร้อนที่ถึงจุดติดไฟของกระดาษสาแล้ว จึงเกิดปฏิกิริยาลุกติดไฟ ลุกลามได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น วิธีการที่จะทำให้กระดาษสามีอุณหภูมิติดไฟสูงขึ้นนั้น จำเป็นต้องมีฉนวนมากันความร้อนขึ้นหนึ่งก่อน โดยฉนวนนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ มาเคลือบบนผิวกระดาษสา ซึ่งแผ่นฟิล์มจะทำการกันรูพรุนที่เยื่อกระดาษ เป็นการลดอัตราเร็วในการลามของไฟโดยตรง ฉนวนนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีความหนาแน่นสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2 การทดลองเคลือบสารเคมี เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษสา

7.2.1 สารเคมีที่นำมาใช้ในการทดลอง

จากการศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ พบว่า สารเคมีที่มีคุณสมบัติในการนำมาเคลือบกระดาษสา เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ มีดังนี้

- กลีเซอริน (Glycerine) เป็นสารที่ใช้เคลือบสารต่าง ๆ มีคุณสมบัติ ทำให้มันลื่น คาดว่าจะส่งผลทำให้กระดาษสาที่มีคุณสมบัติในการกันน้ำได้มากขึ้น
- แล็กเกอร์ (Lacquer) มีลักษณะเป็นของเหลว มีความหนืดสูง เมื่อจะใช้ต้องทำการผสมกับทินเนอร์ก่อน เป็นสารที่ใช้เคลือบวัตถุต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณสมบัติด้านการกันน้ำให้กับวัตถุนั้น
- พลาสติก ชนิด Laminate มีลักษณะเป็นแผ่นเหมือนกับพลาสติกทั่วไป แต่มีหลายแบบ ทั้งแบบใสและขุ่น มีลวดลายและไม่มีลวดลายเป็นพลาสติกที่ใช้เคลือบกระดาษ โดยจะเป็นการเคลือบเพียงด้านเดียว เมื่อจะใช้ต้องนำพลาสติกมาวางบนกระดาษ จากนั้นจึงนำมาผ่านเครื่องรีดเย็น เพื่อให้พลาสติกติดกับกระดาษได้ดี
- น้ำยางพารา (Rubber) โดยทั่วไปนิยมนำมาใช้ในการหล่อแบบต่าง ๆ และนำมาเคลือบผลิตภัณฑ์จากกระดาษสาในงานประดิษฐ์ต่าง ๆ ซึ่งน้ำยางพาราจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการกันน้ำได้ดีขึ้น
- เรซิน (Resin) เบอร์ 288 โดยทั่วไปจะนำมาใช้ในการทำกรอบรูป วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นของเหลวสีชมพูอ่อน โดยจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำให้กับกระดาษสาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2.2 การทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา

การทดลองที่ 1 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการทาไกลีเซอริน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้ไกลีเซอริน ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

ไกลีเซอริน (Glycerine)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm.
2. แปรงทาสี ขนอ่อน
3. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
4. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เทไกลีเซอริน (Glycerine) ลงในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml. จำนวน 50 ml.
2. ใช้แปรงทาสี ชุบไกลีเซอริน แล้วทำการทาลงบนกระดาษสาให้ทั่วทั้งแผ่น
3. นำกระดาษสาไปตากแดด รอให้กระดาษแห้งสนิท
4. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ

ผลการทดลอง

เมื่อนำไกลีเซอรินมาทาลงบนกระดาษสา พบว่า ไกลีเซอรินจะซึมลงไปในกระดาษสา ทำให้กระดาษสามีลักษณะเป็นไข กระดาษสาจะอ่อนตัวลง และทำให้สีของกระดาษเปลี่ยนไปจากเดิมมาก เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ พบว่า กระดาษสาไม่สามารถกันน้ำได้

สรุปผลการทดลอง

ไม่สามารถนำไกลีเซอริน (Glycerine) มาทาลงบนกระดาษสา เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสม และกระดาษที่ได้ยังมีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิม

การทดลองที่ 2 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการพ่นเคลือบด้วยกลีเซอริน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้กลีเซอริน ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

กลีเซอริน (Glycerine)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาวพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. ถังมือ
6. ผ้าปิดจมูก
7. ราวตากผ้า
8. กระบอกล้างน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาวพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาวพ่น
3. เทกลีเซอริน ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. จำนวน 50 ml.
4. นำกลีเซอรินที่ตวงไว้ เทลงในกาวพ่น
5. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
6. ทำการพ่นกลีเซอรินลงบนกระดาษสาที่แขวนไว้ให้ทั่วทั้งแผ่น
7. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท
8. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกล้างน้ำ

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสาด้วยก๊ลิเซอริน จะมีการซึมลดลง แต่กระดาษสาที่ได้จะมีลักษณะเป็นไข และอ่อนตัวลงมาก นอกจากนี้ ก็จะทำให้สีของกระดาษสาเปลี่ยนไปจากเดิม เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ พบว่า ไม่สามารถกันน้ำได้

สรุปผลการทดลอง

การใช้การพ่นเคลือบก๊ลิเซอรินลงบนกระดาษสา แทนการเคลือบบนกระดาษสาแทนนั้น เพื่อเป็นการลดปริมาณสาที่จะซึมไปในกระดาษนั้น ถึงแม้ว่าการซึมของกระดาษจะลดลง แต่กระดาษสา ก็ยังไม่สามารถกันน้ำได้ ซึ่งถ้าหากเพิ่มปริมาณสารในการพ่นเคลือบเข้าไป ก็จะทำให้กระดาษสาเป็นไขมากขึ้น ทำให้สีของกระดาษเปลี่ยนไปจากเดิมมาก และไม่สวยงาม ดังนั้น จะไม่นำก๊ลิเซอรินมาพ่นเคลือบลงบนกระดาษสา เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสม และกระดาษสาที่ได้นั้น มีลักษณะสีที่เปลี่ยนไปอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการพ่นเคลือบด้วยแลกเกอร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้แลกเกอร์ ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

1. แลกเกอร์
2. ทินเนอร์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาวพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. แท่นคนสาร
6. ถังมือ
7. ผ้าปิดจมูก
8. ราวตากผ้า
9. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. ทำการผสมแลกเกอร์กับทินเนอร์ในอัตราส่วน 1 : 1 ในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
2. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาวพ่น
3. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาวพ่น
4. เทแลกเกอร์ ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. จำนวน 50 ml.
5. นำกลีเซอรินที่ตวงไว้ เทลงในกาวพ่น
6. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
7. ทำการพ่นแลกเกอร์ลงบนกระดาษสาที่แขวนไว้ให้ทั่วทั้งแผ่น
8. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท

9. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ

ผลการทดลอง

หลังจากการพ่นเคลือบกระดาษสาด้วยแลกเกอร์ ทำให้กระดาษสาสามารถกันน้ำได้ แต่กระดาษสาที่ได้จะมีความแข็งเพิ่มขึ้น และมีลักษณะหยาบ ให้การสัมผัสที่ไม่ดี

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถใช้การพ่นเคลือบด้วยแลกเกอร์ มาเป็นวิธีในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำของกระดาษสาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 4 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการเคลือบพลาสติก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้พลาสติก ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

แผ่นพลาสติก ชนิด Laminate

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 20 x 30 cm.
2. เครื่องรีดเย็น

วิธีการทดลอง

1. ตัดพลาสติกให้ได้ขนาดเท่ากับกระดาษสาที่จะทดสอบ
2. นำพลาสติกวางลงบนกระดาษสา
3. นำไปผ่านเครื่องรีดเย็น
4. ได้กระดาษสาที่เคลือบพลาสติก ชนิด Laminate
5. นำกระดาษสาที่ผ่านการเคลือบด้วยพลาสติกแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีกน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ

ผลการทดลอง

จากการทดลองนำแผ่นพลาสติก ชนิด Laminate มาเคลือบบนกระดาษสา นั้น พบว่า กระดาษสาที่มีคุณสมบัติในการกันน้ำได้ดีมาก กระดาษสาจะมีความเป็นมันวาวของพลาสติก แต่ข้อเสียที่เห็นได้ชัด คือ ทำให้ลักษณะภายนอกแตกต่างไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด โดยกระดาษสาจะมีความมันวาวเป็นพลาสติกมากเกินไป อีกทั้งผิวสัมผัสด้านนอกจะลื่น ทำให้เสียสัมผัสเดิมของกระดาษสาไป

สรุปผลการทดลอง

การเคลือบกระดาษสาด้วยพลาสติก ชนิด Laminate สามารถเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสาได้เป็นอย่างดี แต่ก็ยังมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมมากนักในเรื่องผิวสัมผัส

การทดลองที่ 5 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกั้นน้ำ โดยการทำน้ำยางพารา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้น้ำยางพารา ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกั้นน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm.
2. แปรงทาสี ขนอ่อน
3. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
4. กระบอกฉีดยา

วิธีการทดลอง

1. เทน้ำยางพารา ลงในบีกเกอร์ ขนาด 500 ml. จำนวน 50 ml.
2. ใช้แปรงทาสี ชุบน้ำยางพารา แล้วทำการทาลงบนกระดาษสาให้ทั่วทั้งแผ่น
3. นำกระดาษสาไปตากแดด รอให้กระดาษแห้งสนิท
4. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกั้นน้ำ โดยการฉีดยาด้วยกระบอกฉีดยา

ผลการทดลอง

1. การทำน้ำยางลงบนกระดาษสา จะทำให้น้ำยางซึมลงไปกระดาษ เนื่องจากปริมาณที่ใช้มีมาก นอกจากนี้ การทำน้ำยางพารา ยังทำให้มีการกระจายตัวของน้ำยางไม่สม่ำเสมออีกด้วย โดยในบางบริเวณก็จะมีปริมาณของน้ำยางพารามาก ในขณะที่บางบริเวณก็จะมีปริมาณน้อย ทำให้คุณสมบัติของกระดาษสาที่ได้นั้น ไม่มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น
2. จากการทดลองการกั้นน้ำ พบว่า กระดาษสาที่ทำด้วยน้ำยางพารา สามารถกั้นน้ำได้เป็นอย่างดี
3. จากการทำน้ำยางพาราลงบนกระดาษสา จะทำให้สีของกระดาษสาเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย โดยจะทำให้สีของกระดาษสาอ่อนลงมาจากสีเดิมของกระดาษสา

สรุปผลการทดลอง

การทากดาษสาด้วยน้ำยางพารา สามารถเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสาได้ แต่การทานั้นยังไม่มีความสะดวกมากนัก เนื่องจากจะมีการซึมของน้ำยางพารา โดยอาจเกิดจากการใช้ปริมาณของน้ำยางพารามากเกินไป นอกจากนี้ การทาน้ำยางพาราลงบนกระดาษสาพบว่ากระดาษของน้ำยางพารายังกระจายไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ซึ่งก็อาจจะมีสาเหตุมาจากความไม่ชำนาญของผู้ที่ทำการทดลองเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 6 การปรับปรุงคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการทาเรซิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้เรซิน ในการเพิ่มคุณสมบัติกระดาษสา
2. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

เรซิน (Resin) เบอร์ 288

โมโน (Mono)

ฮาร์ดดินเนอร์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม สีขาว และสีเขียวอ่อน ขนาด 25 x 50 cm.
2. แปรงทาสี ขนอ่อน
3. ปีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
4. แท่งคนสาร
5. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. ผสมเรซิน (Resin) กับ โมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้น โดยจะผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ต้องเติม ฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารให้สารเข้ากันจนทั่ว
2. เทเรซินที่ผสมเรียบร้อยแล้ว ลงในปีกเกอร์ขนาด 500 ml. จำนวน 50 ml.
3. ใช้แปรงทาสี ชุบเรซิน แล้วทำการทาลงบนกระดาษสาให้ทั่วทั้งแผ่น
4. นำกระดาษสาไปตากแดด รอให้กระดาษแห้งสนิท
5. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ

ผลการทดลอง

1. การทาเรซินลงบนกระดาษสา จะทำให้เรซินซึมลงไปในกระดาษ เนื่องจากปริมาณที่ใช้มีมาก นอกจากนี้ การทาเรซิน ยังทำให้มีการกระจายตัวของเรซินไม่สม่ำเสมออีกด้วย โดยในบางบริเวณก็จะมีปริมาณของเรซินมาก ในขณะที่บางบริเวณก็จะมีปริมาณน้อย ทำให้คุณสมบัติของกระดาษสาที่ได้นั้น ไม่มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น
2. กระดาษสาที่ได้ทาเรซิน เมื่อแห้งแล้ว จะมีลักษณะเป็นไข เป็นมันวาวสวยงาม และมีความแข็งแรงมาก
3. จากการทดลองการกั้นน้ำพบว่า กระดาษสาที่ทำด้วยเรซิน สามารถกั้นน้ำได้เป็นอย่างดี
4. จากการทาเรซินลงบนกระดาษสา จะทำให้สีของกระดาษสาเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย โดยจะทำให้สีของกระดาษสาที่มีสีเข้ม มีสีเข้มขึ้นจากสีเดิมของกระดาษสา แต่จะไม่มีมีการเปลี่ยนสีกระดาษสา ในกระดาษสาที่มีสีอ่อน

สรุปผลการทดลอง

การทากระดาษสาด้วยเรซิน สามารถเพิ่มคุณสมบัติในการกั้นน้ำของกระดาษสาได้ แต่การทานั้นยังไม่มีความเหมาะสมมากนัก เนื่องจากจะมีการซึมของเรซิน โดยอาจเกิดจากการใช้ปริมาณของเรซินมากเกินไป นอกจากนี้ การทาเรซินลงบนกระดาษสา พบว่าการกระจายตัวของเรซินยังกระจายไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ซึ่งก็อาจจะมีสาเหตุมาจากความไม่ชำนาญของผู้ที่ทำการทดลองเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองเพื่อหาสารเคมีต่าง ๆ รวมถึงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษ สามารถสรุปข้อดี – ข้อเสียของสารแต่ละชนิดได้ดังนี้

1. กลีเซอริน (Glycerine)

เมื่อนำกลีเซอรินมาทาบนกระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm. พบว่า กลีเซอรินจะซึมลงไปใ้เนื้อกระดาษสา ทำให้กระดาษสา มีลักษณะเป็นไข และทำให้สีของกระดาษเปลี่ยนไปจากเดิมมาก นอกจากนี้เมื่อทำการทดสอบการกันน้ำ พบว่า ไม่สามารถกันน้ำได้

จากนั้น จึงได้ทำการทดลองใหม่ โดยใช้การพ่นเคลือบกลีเซอรินแทนการทาลงบนกระดาษสาโดยตรง เพื่อเป็นการลดปริมาณสารที่จะซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษ แต่จากการทดลองพบว่า ถึงแม้ว่าการซึมของกระดาษจะลดลง แต่กระดาษสา ก็ยังไม่สามารถกันน้ำได้ ซึ่งถ้าทำการเพิ่มปริมาณสารในการพ่นเคลือบเข้าไปอีก ก็จะทำให้กระดาษเป็นไขมากยิ่งขึ้น ทำให้สีของกระดาษเปลี่ยนไปจากเดิมมาก และไม่สวยงาม เมื่อทดสอบการกันน้ำก็พบว่า ไม่สามารถกันน้ำได้อีกด้วย

ดังนั้น ในการทดลองนี้ จะไม่ใช้ กลีเซอริน (Glycerine) ในการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา

2. แล็กเกอร์ (Lacquer)

จากการทดลองพ่นเคลือบกระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm. ด้วย แล็กเกอร์ โดยใช้แล็กเกอร์ผสมกับทินเนอร์ในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณ 50 ml. จากนั้นทำการพ่นเคลือบ 1 รอบ พบว่า

ข้อดีของแล็กเกอร์ คือ

- มีคุณสมบัติสามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี
- เป็นสารที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป

ข้อเสียของแล็กเกอร์ คือ

- เป็นสารเคมีที่ติดไฟได้ง่ายมาก ดังนั้นหากจะใช้สารนี้ จะต้องทำการหาสารเคมีอีกชนิดหนึ่ง ที่จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการทนความร้อนเพิ่มเข้าไปอีก ทำให้เกิดความยุ่งยากในการปรับปรุงคุณสมบัติ
- เมื่อทำการพ่นเคลือบแล้ว กระดาษจะมีความแข็งเพิ่มขึ้น และมีลักษณะหยาบให้สัมผัสที่ไม่ดี
- มีกลิ่นเหม็นและเป็นพิษต่อร่างกายของผู้ทำการพ่นเคลือบ หากสูดดมเข้าไปนาน ๆ หรือในปริมาณมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้
- หลังจากทำการพ่นเคลือบแล้วการทำความสะอาดอุปกรณ์พ่นเคลือบทำได้ยาก

เนื่องจาก แล็กเกอร์เป็นสารที่ใช้ปรับปรุงคุณสมบัติในการทดลองระยะที่ 1 แล้ว นอกจากนี้ กระดาษสาที่ได้ ยังมีคุณสมบัติที่ยังไม่เหมาะสมเพียงพอ ดังนั้น การทดลองนี้ จึงไม่ใช้ แล็กเกอร์ในการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา ในการทดลองระยะที่ 2

3. พลาสติก ชนิด Laminate

จากการทดลอง โดยการนำแผ่นพลาสติก ชนิด Laminate มาเคลือบกระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm. พบว่า กระดาษสาที่มีคุณสมบัติในการกั้นน้ำได้ดีมาก แต่ข้อเสียที่เห็นได้ชัด คือ ทำให้ลักษณะภายนอกของกระดาษสาแตกต่างไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด โดยจะมีความมันวาวเป็นพลาสติกมากเกินไป อีกทั้งผิวสัมผัสด้านนอกจะลื่น ทำให้เสียสัมผัสเดิมของกระดาษสาไป

ดังนั้น การทดลองนี้ จึงไม่ใช้พลาสติกในการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา เนื่องจากว่า มีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสม

4. น้ำยางพารา (Rubber)

จากการทดลองใช้น้ำยางพาราทาลงบนกระดาษสา 100 แกรม สีขาว ขนาด 25 x 50 cm. ในปริมาณ 50 ml. พบว่า

ข้อดีของน้ำยางพารา คือ

- สามารถกั้นน้ำได้เป็นอย่างดี
- เป็นสารธรรมชาติ จึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม
- ราคาถูก
- น้ำยางพารา เมื่อแห้งแล้ว จะมีความเหนียวมาก ดังนั้น จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการทนแรงดึงได้ และทำให้กระดาษสาขาดได้ยากยิ่งขึ้น

ข้อเสียของน้ำยางพารา คือ

- ทำให้สีของกระดาษสาเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย โดยจะทำให้สีของกระดาษสาอ่อนลงไปจากสีเดิมของกระดาษสา

5. เรซิน (Resin) เบอร์ 288

จากการทดลองทาเรซินลงบนกระดาษสา 100 แกรม สีขาว และสีเขียวอ่อน ขนาด 25 x 50 cm. โดยใช้เรซินผสมกับโมโน ในอัตราส่วน 4 : 1 ในปริมาณสารที่ผสมแล้ว 50 ml. พบว่า

ข้อดีของเรซิน คือ

- สามารถกั้นน้ำได้เป็นอย่างดี
- ทำให้กระดาษเป็นมันสวยงาม

- หลังจากทำการพ่นเคลือบเรซินลงบนกระดาษสาแล้ว จะไม่เปลี่ยนสีของกระดาษสาที่มีสีอ่อน

ข้อเสียของเรซิน คือ

- หากทำการพ่นเคลือบเรซินลงบนกระดาษสาที่มีสีเข้ม จะทำให้สีของกระดาษสาเปลี่ยนไปจากเดิม โดยสีของกระดาษสาจะมีสีเข้มขึ้นจากสีเดิมของกระดาษสา

ดังนั้น จากการทดลอง จึงสามารถทำการสรุปได้ว่า ในการทดลองหาสารที่จะนำมาเคลือบลงบนกระดาษสาด้วยวิธีต่าง ๆ นั้น เราจะใช้ น้ำยางพารา (Rubber) และเรซิน (Resin) เบอร์ 288 ในการทดลองขั้นต่อไปเท่านั้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด

จากการทดลองที่ผ่านมา เราได้ใช้การทาน้ำยางพารา หรือ เรซิน ซึ่งพบว่า ปริมาณสารที่ใช้ นั้น มีปริมาณมากเกินไปในการทาแต่ละครั้ง ทำให้สารเคมีซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษ อีกทั้งยังทำให้การกระจายของสาร ไม่มีความสม่ำเสมออีกด้วย ดังนั้น ในการทดลองขั้นต่อไป จึงได้ทำการพ่นเคลือบ แทนการทา เพื่อเป็นการลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในแต่ละครั้ง และจะทำให้สารเคมีมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กระดาษสาที่ได้ มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ขั้นตอนในการทดลองขั้นต่อไป มีแนวทางในการทดลองดังนี้

1. หาปริมาณสาร และจำนวนรอบในการพ่นเคลือบที่เหมาะสม
2. ทำการพ่นเคลือบลงบนกระดาษสาที่ขนาดแกรมต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้ว
3. นำกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบสารเคมีแล้ว ไปทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ การกันน้ำ , อัตราการลามไฟ , อุณหภูมิติดไฟ และ การทนแรงดึง
4. หาแกรมกระดาษสาที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 7 การหาปริมาณสาร และจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา

วัตถุประสงค์

1. หาปริมาณสารและจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพ่นเคลือบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
5. ถังมือ
6. ผ้าปิดจมูก
7. รวดตากผ้า
8. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
3. ปริมาณของน้ำยางพาราที่จะใช้ มีปริมาณต่าง ๆ กัน คือ 10 ml. , 15 ml. และ 20 ml.
4. เทน้ำยางพารา ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. โดยใช้ปริมาณต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในข้อ 3
5. นำน้ำยางพาราที่ตวงไว้ เทลงในกาพ่น
6. แฉกกระดาษสาบนรวดตากผ้า
7. ทำการพ่นน้ำยางพาราลงบนกระดาษสาที่แขวนไว้ให้ทั่วทั้งแผ่น โดยจะมีกระดาษสาทั้งหมด 3 แผ่นด้วยกัน คือ กระดาษสาที่พ่นเคลือบน้ำยางพาราในปริมาณ 10 ml. , 15 ml. และ 20 ml. ตามลำดับ
8. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้ว ไปตากแดด รอให้แห้งสนิท

9. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ
10. ถ้าหากกระดาษสาที่ได้ ยังไม่สามารถกันน้ำได้ ก็ให้ทำการพ่นซ้ำด้วยปริมาณที่เท่าเดิมของกระดาษแต่ละแผ่นอีกรอบ จนกว่ากระดาษสาจะสามารถกันน้ำได้

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสา 100 แกรม ด้วยน้ำยางพารา ได้ผลการทดลอง ดังตารางต่อไปนี้

รอบที่ ปริมาณ (ml.)	1	2	3
10	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็คทำความสะอาดได้)	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็คทำความสะอาดได้)
15	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็คทำความสะอาดได้)	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็คทำความสะอาดได้)
20	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็คทำความสะอาดได้)	กันน้ำ

ตารางที่ 7-1

แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ หลังจากพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณและจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา ที่ทำให้กระดาษสาสามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี คือ ใช้ปริมาณ 20 ml. และทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ

การทดลองที่ 8 การหาปริมาณสาร และจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพ่นเคลือบด้วยเรซิน

วัตถุประสงค์

1. หาปริมาณสารและจำนวนรอบที่เหมาะสมในการพ่นเคลือบเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้าน การกันน้ำของกระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

เรซิน (Resin) เบอร์ 288

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 100 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. ถังมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. ราวตากผ้า
10. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. ผสมเรซิน (Resin) กับ โมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหลวมากขึ้น ลง ในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติม สารดีคินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
2. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาพ่น
3. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับ ความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
4. ปริมาณของเรซินที่ทำการผสมแล้วที่จะใช้ มีปริมาณต่าง ๆ กัน คือ 10 ml. , 15 ml. และ 20 ml.

5. เทเรซินที่ทำการผสมแล้วลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. โดยใช้ปริมาณต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในข้อ 4
6. นำเรซินที่ตวงไว้ เทลงในกาฟ้น
7. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
8. ทำการฟ้นเรซินลงบนกระดาษสาที่แขวนไว้ให้ทั่วทั้งแผ่น โดยจะมีกระดาษสาทั้งหมด 3 แผ่นด้วยกัน คือ กระดาษสาที่ฟ้นเคลือบเรซินในปริมาณ 10 ml. , 15 ml. และ 20 ml. ตามลำดับ
9. นำกระดาษสาหลังทำการฟ้นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท
10. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ โดยการฉีดน้ำด้วยกระบอกฉีดน้ำ
11. ถ้าหากกระดาษสาที่ได้ ยังไม่สามารถกันน้ำได้ ก็ให้ทำการฟ้นซ้ำด้วยปริมาณที่เท่าเดิมของกระดาษแต่ละแผ่นอีกรอบ จนกว่ากระดาษสาจะสามารถกันน้ำได้

ผลการทดลอง

จากการฟ้นเคลือบกระดาษสา 100 กรัม ด้วยน้ำยางพารา ได้ผลการทดลอง ดังตารางต่อไปนี้

รอบที่ ปริมาณ (ml.)	1	2	3
10	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ
15	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ (น้ำซึมบ้างเล็กน้อย)	กันน้ำ
20	ไม่กันน้ำ	ไม่กันน้ำ (สามารถเช็ด ทำความสะอาดได้)	กันน้ำ

ตารางที่ 7-2

แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านการกันน้ำ หลังจากฟ้นเคลือบด้วยเรซิน

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณและจำนวนรอบที่เหมาะสมในการปั่นเคลือบด้วยเรซิน ที่ทำให้กระดาษสาสามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี คือ ใช้ปริมาณ 15 ml. โดยทำการปั่นเคลือบ 3 รอบ และใช้ปริมาณ 20 ml. โดยทำการปั่นเคลือบ 3 รอบ แต่ในการทดลองขั้นต่อไป เราจะใช้ปริมาณสาร 15 ml. ทำการปั่นเคลือบ 3 รอบ เนื่องจากจะเป็นการใช้สารเคมีที่น้อยกว่า ซึ่งจะทำให้ประหยัดต้นทุนในการผลิต



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 9 การหาขนาดแกรมของกระดาษสาที่เหมาะสมในการพันเคลือบด้วยน้ำยางพารา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาแกรมที่เหมาะสมของกระดาษสาหลังจากพันเคลือบแล้ว เพื่อนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง
2. เพื่อหาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ หลังจากทำการพันเคลือบแล้ว

สารเคมีที่ใช้

น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ขนาด 25 x 50 cm. จำนวน ตัวอย่างละ 1 แผ่น
2. เครื่องปั่นลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
5. ถังมือ
6. ผ้าปิดจมูก
7. ราวตากผ้า
8. เต้าไฟฟ้า
9. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
10. กระบอกตักน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั่นลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั่นลมกับกาพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั่นลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 7 จะได้ปริมาณน้ำยางพาราที่จะพ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 20 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ
4. เทน้ำยางพาราจำนวน 20 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
5. นำน้ำยางพาราที่ตวงไว้เทลงในกาพ่น
6. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า

7. ทำการพ่นน้ำยางพาราลงบนกระดาษสาแกรมต่าง ๆ คือ 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ตามลำดับ โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
8. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท
9. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทำการพ่นเคลือบอีกรอบหนึ่ง รอให้กระดาษแห้งสนิท แล้วจึงพ่นเคลือบในรอบที่ 3
10. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ด้วยน้ำยางพารา ได้ผลการทดลองดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

แกรมของกระดาษ	ผลที่ได้
60	กันน้ำ
80	กันน้ำ
100	กันน้ำ
130	กันน้ำ
160	กันน้ำ
200	กันน้ำ

ตารางที่ 7-3

แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่พ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 7-1

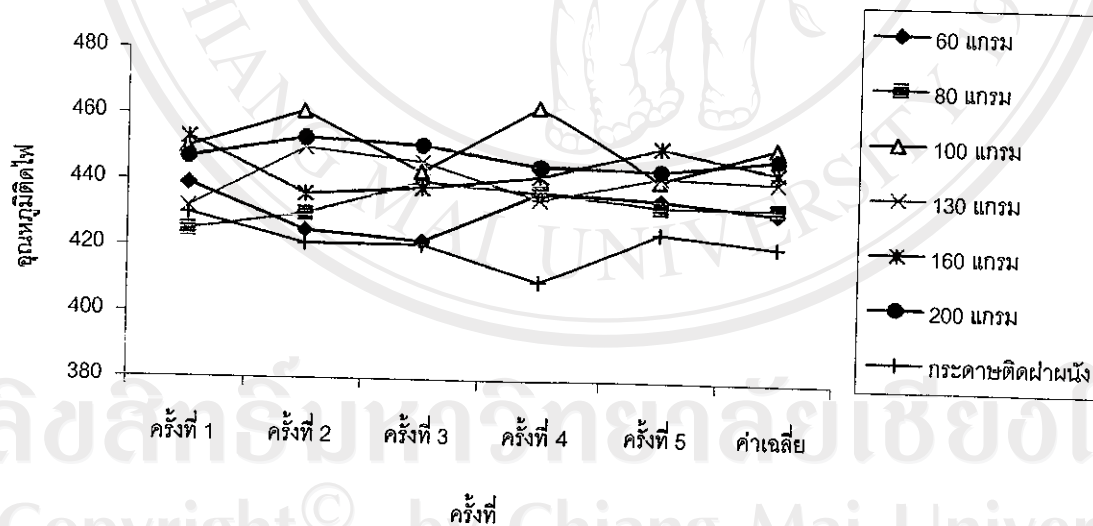
แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาที่พ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา

- อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)

แกรมของกระดาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	439	425	422	437	435	431.6
80	425	430	440	437	433	433.0
100	450	461	443	463	441	451.6
130	432	450	446	435	442	441.0
160	453	436	438	442	451	444.0
200	447	453	451	445	444	448.0
กระดาดติดฝามั่ง	430	421	421	410	425	421.4

ตารางที่ 7-4

ตารางแสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส) ของกระดาดสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาดติดฝามั่ง



รูปที่ 7-2

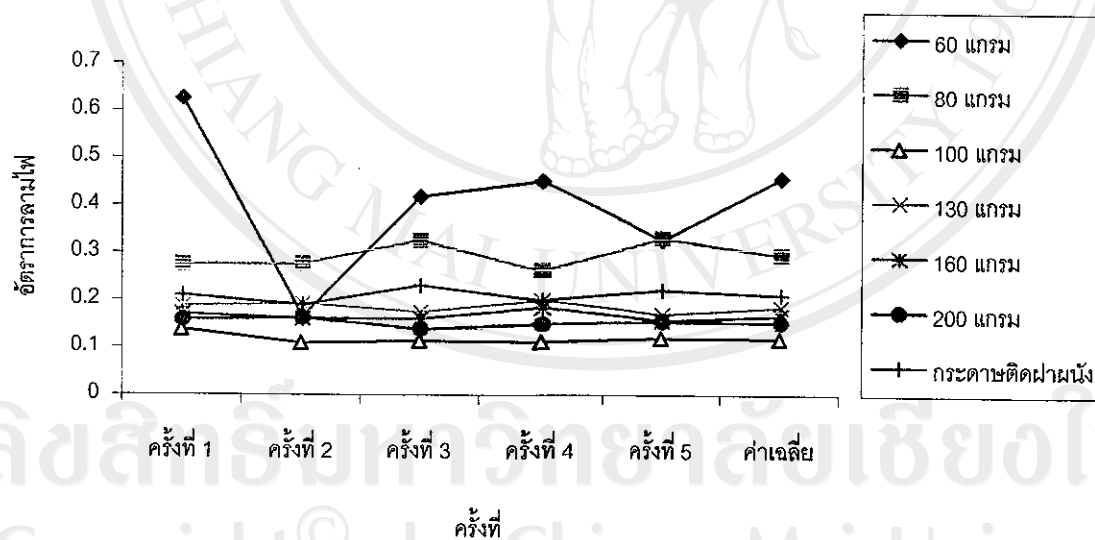
กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาดสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาดติดฝามั่ง

- อัตราการลามไฟ (cm/s)

แกรมของกระดาด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	0.625	0.165	0.417	0.450	0.325	0.4564
80	0.275	0.276	0.325	0.262	0.329	0.2934
100	0.138	0.109	0.114	0.112	0.120	0.1186
130	0.188	0.192	0.174	0.199	0.169	0.1844
160	0.170	0.161	0.160	0.184	0.156	0.1662
200	0.158	0.162	0.138	0.149	0.154	0.1522
กระดาดฝัสดัด	0.21	0.19	0.23	0.20	0.22	0.21

ตารางที่ 7-5

ตารางแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟ (cm/s) ของกระดาดสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาดฝัสดัด



รูปที่ 7-3

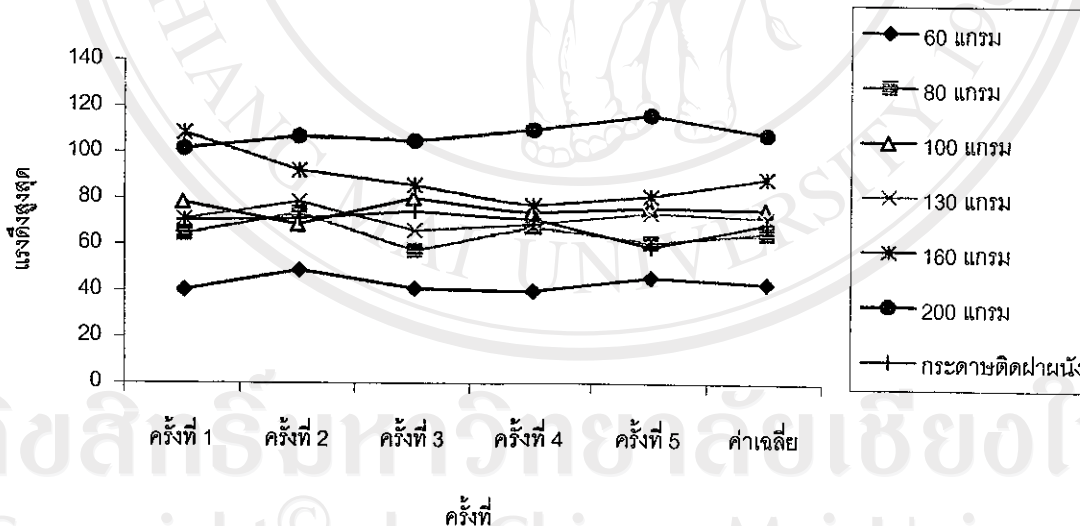
กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาดสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาดฝัสดัด

- การทนแรงดึง (นิวตัน , N)

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	40.36	49.02	40.99	39.73	45.69	43.158
80	64.65	73.61	57.28	67.19	60.86	64.718
100	78.29	68.62	80.04	73.77	75.92	75.328
130	71.04	78.52	66.18	68.67	73.68	71.618
160	108.4	92.14	85.68	76.74	80.91	88.774
200	101.6	107.0	104.9	109.74	116.14	107.876
กระดาษติดฝาผนัง	70.61	71.04	74.43	70.88	58.75	69.142

ตารางที่ 7-6

ตารางแสดงค่าแรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N) ของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพันเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง

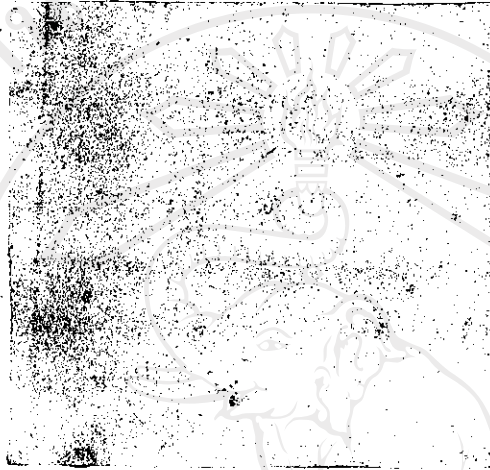


รูปที่ 7-4

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพันเคลือบด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถทำการสรุปได้ว่า หลังจากที่ทำกรพ่นเคลือบกระดาษสาด้วยน้ำยางพาราแล้วนั้น พบว่า กระดาษสาแกรมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง และมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง คือ กระดาษสาขนาด 80 แกรม ซึ่งเป็นกระดาษสาแบบเรียบ และถ้าหากเป็นกระดาษสาแบบขรุขระ จะใช้กระดาษสาขนาด 130 แกรม และหากว่าใช้กระดาษสาที่มีแกรมสูงขึ้น ก็จะมีคุณสมบัติในการทนแรงดึงและอัตราการลามไฟที่ดีขึ้นกว่าเดิม



รูปที่ 7-5

ตัวอย่างกระดาษที่ทำกรพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 10 การหาขนาดแกรมของกระดาษสาที่เหมาะสม ในการพ่นเคลือบด้วยเรซิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาแกรมที่เหมาะสมของกระดาษสาหลังจากพ่นเคลือบแล้ว เพื่อนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง
2. เพื่อหาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ หลังจากทำการพ่นเคลือบแล้ว

สารเคมีที่ใช้

เรซิน (Resin) เบอร์ 288

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ขนาด 25 x 50 cm. จำนวน ตัวอย่างละ 1 แผ่น
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. ถังมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. รวตากผ้า
10. เต้าไฟฟ้า
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
12. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 8 จะได้ปริมาณเรซินที่ทำการผสมแล้ว พ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 15 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ

4. ผสมเรซิน (Resin) กับโมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้นลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติมฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
5. เทเรซินที่ทำการผสมแล้ว จำนวน 15 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
6. นำเรซินที่ตวงไว้ เทลงในกาฟ้น
7. แขนวกระดาษสาบนราวตากผ้า
8. ทำการพ่นเรซินลงบนกระดาษสาแกรมต่าง ๆ คือ 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ตามลำดับ โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
9. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท
10. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทำการพ่นเคลือบอีกรอบหนึ่ง รอให้กระดาษแห้งสนิทแล้วจึงพ่นเคลือบในรอบที่ 3
11. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

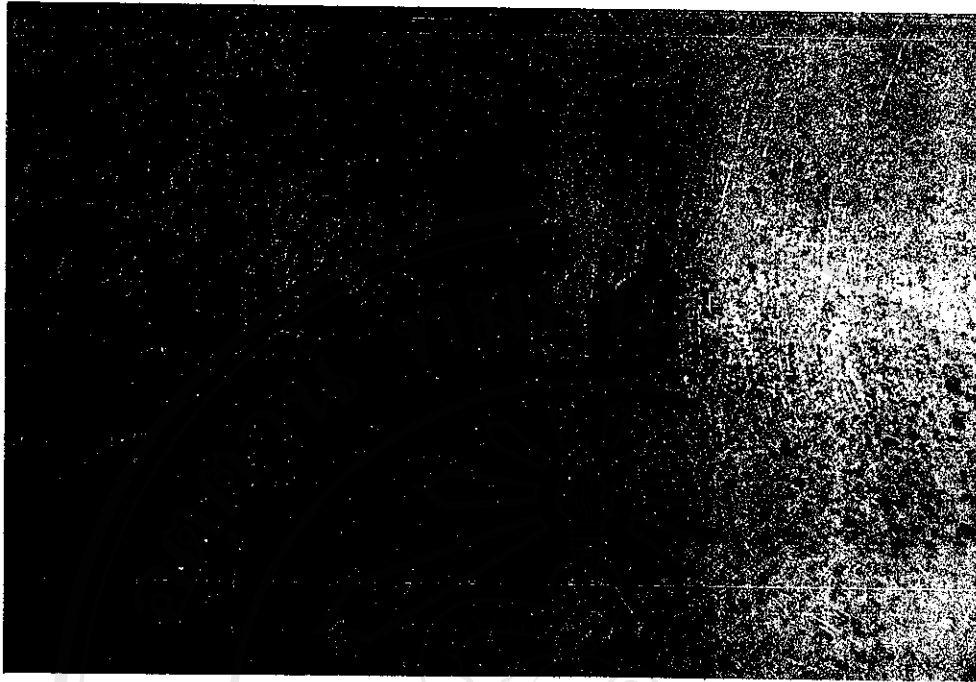
จากการพ่นเคลือบกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ด้วยน้ำยางพารา ได้ผลการทดลองดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

แกรมของกระดาษ	ผลที่ได้
60	กันน้ำ
80	กันน้ำ
100	กันน้ำ
130	กันน้ำ
160	กันน้ำ
200	กันน้ำ

ตารางที่ 7-6

แสดงผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่พ่นเคลือบด้วยเรซิน



รูปที่ 7-6

แสดงผลการทดสอบการกั้นน้ำของกระดาษสาที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซิน

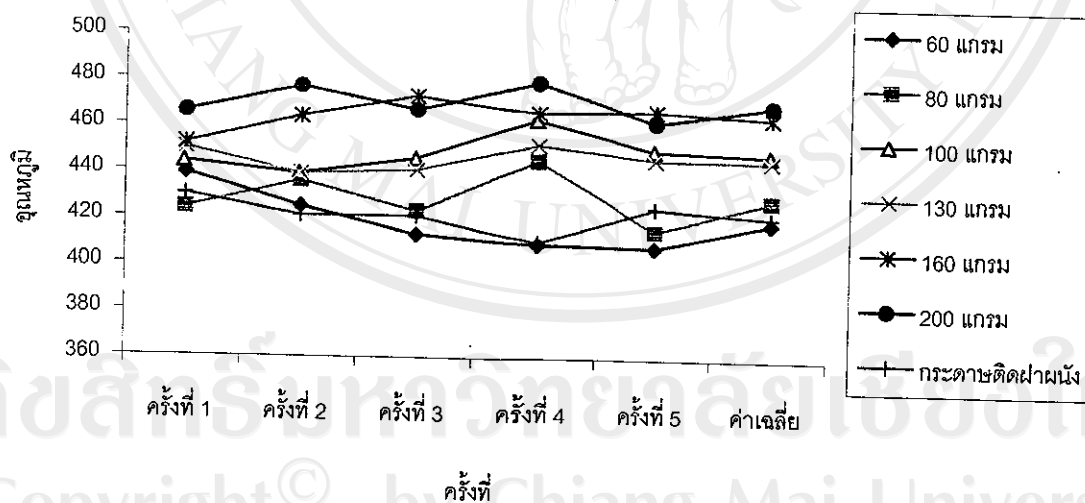
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	439	425	413	409	408	418.8
80	424	436	423	445	415	428.6
100	444	439	446	463	450	448.4
130	450	439	441	452	446	445.6
160	452	464	473	466	467	464.4
200	466	477	467	479	462	469.6
กระดาษติดฝาน้ำ	430	421	421	410	425	421.4

ตารางที่ 7-8

ตารางแสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส) ของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-7

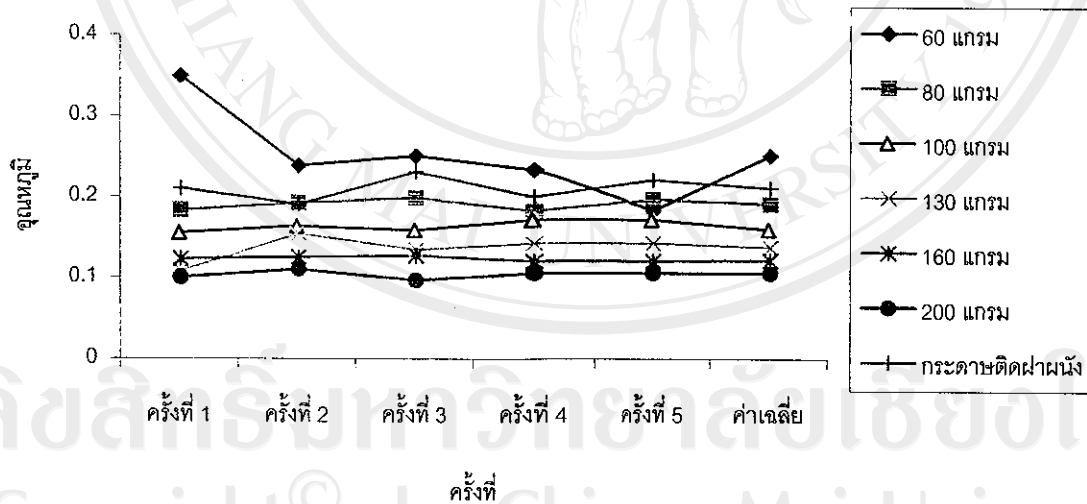
กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

- อัตราการลามไฟ (cm / s)

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	0.349	0.238	0.250	0.233	0.182	0.2504
80	0.183	0.192	0.198	0.182	0.196	0.1902
100	0.155	0.163	0.158	0.171	0.171	0.1594
130	0.108	0.154	0.134	0.142	0.142	0.1366
160	0.123	0.125	0.127	0.120	0.120	0.121
200	0.100	0.110	0.096	0.105	0.105	0.1048
กระดาษติดฝาน้ำ	0.21	0.19	0.23	0.20	0.22	0.21

ตารางที่ 7-9

ตารางแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟ (cm / s) ของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-8

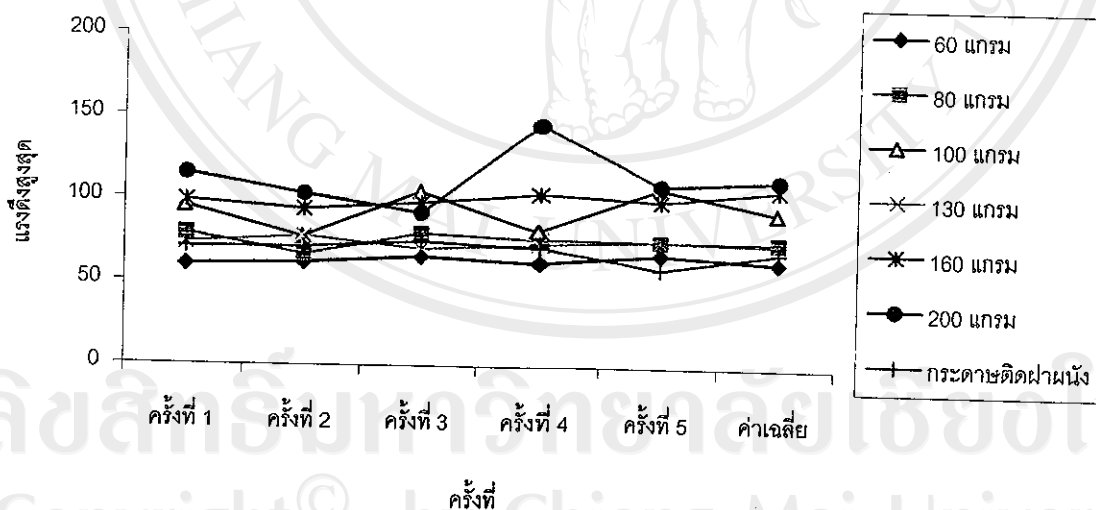
กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

- การทนแรงดึง (นิวตัน , N)

แกรมของกระดาษ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
60	60.04	61.61	65.44	61.98	67.22	63.258
80	78.56	66.34	79.26	76.18	75.21	75.100
100	95.27	76.86	104.7	81.35	107.4	93.116
130	72.99	77.27	69.91	73.08	75.47	73.744
160	98.41	93.57	97.63	103.5	99.39	106.900
200	114.9	102.9	91.47	145.0	108.9	112.634
กระดาษติดฝาผนัง	70.61	71.04	74.43	70.88	58.75	69.142

ตารางที่ 7-10

ตารางแสดงค่าแรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N) ของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพันเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง



รูปที่ 7-9

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ ที่ทำการพันเคลือบด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า หลังจากที่ทำกรพ่นเคลือบกระดาษสาด้วยเรซิน เบอร์ 288 แล้วนั้น พบว่า กระดาษสาแกรมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง และมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง คือ กระดาษสาขนาด 60 แกรม ซึ่งเป็นกระดาษสาแบบเรียบ และถ้าหากเป็นกระดาษสาแบบขรุขระ จะใช้กระดาษสาขนาด 130 แกรม และหากว่าใช้กระดาษสาที่มีแกรมสูงขึ้น ก็จะมีคุณสมบัติในการทนแรงดึงและอัตราการลามไฟที่ดีขึ้นกว่าเดิม



รูปที่ 7-10

ตัวอย่างกระดาษที่ทำกรพ่นเคลือบด้วยเรซิน

จากการทดลองที่ 9 และ การทดลองที่ 10 ซึ่งเป็นการทดลองพ่นเคลือบกระดาษสาด้วยสารเพียงชนิดเดียว คือ น้ำยางพารา และ เรซิน เบอร์ 288 นั้น ได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ ผู้ทำการทดลองได้คิดว่า ควรจะได้มีการทดลองต่อไป โดยการนำสารทั้งสองชนิดมาทำการพ่นสลับกันในกระดาษแผ่นเดียวกัน เพื่อพิจารณาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษสาที่ได้ ว่าจะมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น หรือ ลดต่ำลงอย่างไรบ้าง

โดยกระดาษที่จะนำมาทำการทดสอบนั้น จะเป็นกระดาษสาขนาด 80 แกรม เนื่องจากเป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง

ในการทดลองนี้ จะมี 4 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วย เรซิน รอให้กระดาษสาแห้งสนิทก่อน แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา
2. ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วย เรซิน แล้วทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพาราตามทันที

3. ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วย น้ำยางพารา รอให้กระดาษสาแห้งสนิทก่อน แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน
4. ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วย น้ำยางพารา แล้วทำการพ่นทับด้วยเรซินตามทันที



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 11 การทดลองพ่นเคลือบกระดาษสารอบที่ 1 ด้วยเรซิน รอให้กระดาษสาแห้งสนิท แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาคุณสมบัติของกระดาษสาต่าง ๆ หลังทำการพ่นเคลือบแล้ว
2. หาแนวทางในการเพิ่มคุณสมบัติแก่กระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

1. เรซิน (Resin) เบอร์ 288
2. น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 80 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กากพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. ถังมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. ราวตากผ้า
10. เต้าไฟฟ้า
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
12. กระบอกฉีดยา

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกากพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกากพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 8 และการทดลองที่ 9 จะได้ปริมาณเรซินที่ทำการผสมแล้วพ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 15 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ และ

ปริมาณน้ำยางพารา พ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 20 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ

4. ผสมเรซิน (Resin) กับโมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้นลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติมฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
5. เทเรซินที่ทำการผสมแล้ว จำนวน 15 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
6. นำเรซินที่ตวงไว้เทลงในกาพ่น
7. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
8. ทำการพ่นเรซินลงบนกระดาษสา 80 แกรม โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
9. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นแล้วไปตากแดด รอให้แห้งสนิท
10. ตวงน้ำยางพารา จำนวน 20 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. แล้วเทลงในกาพ่น
11. พ่นเคลือบด้วยน้ำยางพาราทับอีกรอบหนึ่ง โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
12. นำกระดาษสาไปตากแดด รอให้กระดาษสาแห้งสนิท
13. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสา 80 แกรม ได้ผลดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

จากผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสา 80 แกรม ที่ได้ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วยเรซิน รอให้กระดาษสาแห้ง แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา ซึ่งพบว่ากระดาษสาสามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี จึงได้มีการทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ต่อไป ดังนี้



รูปที่ 7-11

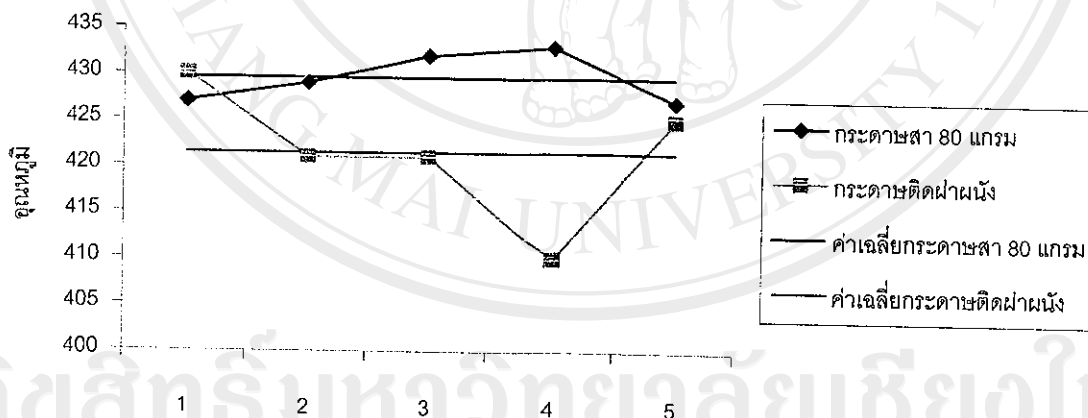
แสดงการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา

- อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)

ครั้งที่	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝาผนัง
1	427	430
2	429	421
3	432	421
4	433	410
5	427	425
ค่าเฉลี่ย	429.6	421.4

ตารางที่ 7-11

ตารางแสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา 80 แกรม (องศาเซลเซียส)
 ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา
 เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง



รูปที่ 7-12

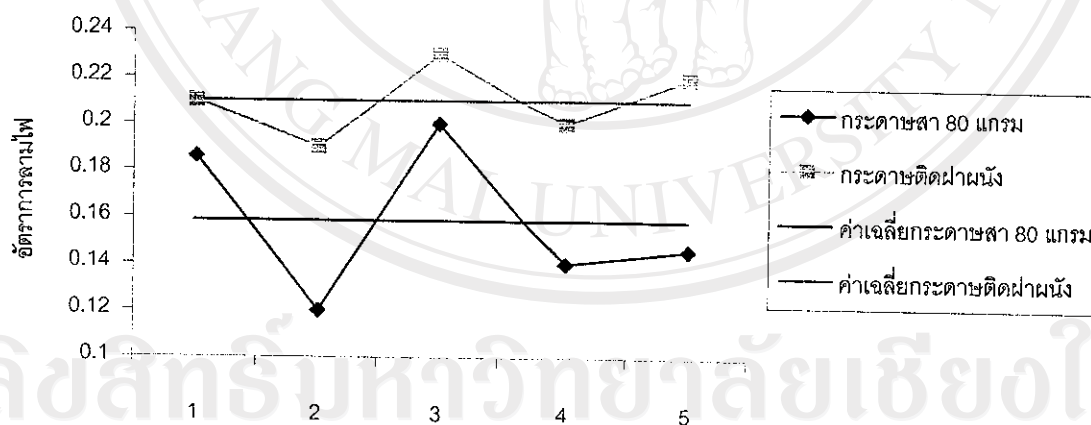
กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา 80 แกรม ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน
 รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝาผนัง

- อัตราการลามไฟ (cm / s)

ครั้งที่	อัตราการลามไฟ (cm / s)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝามัน
1	0.186	0.210
2	0.120	0.190
3	0.200	0.230
4	0.140	0.200
5	0.146	0.220
ค่าเฉลี่ย	0.1584	0.2100

ตารางที่ 7-12

ตารางแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสา 80 แกรม (cm / s) ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝามัน



รูปที่ 7-13

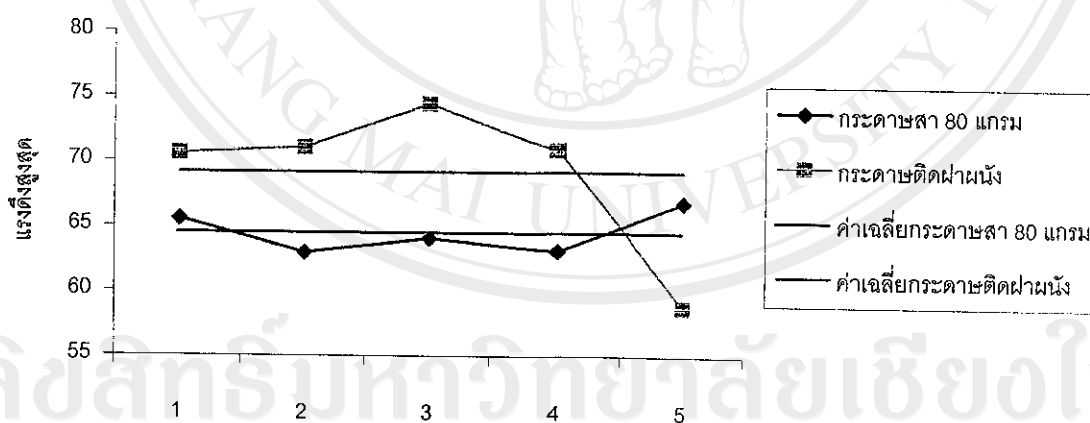
กราฟแสดงอัตราการลามไฟของกระดาษสา 80 แกรม ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝามัน

- การทนแรงดึง (นิวตัน , N)

ครั้งที่	การทนแรงดึง (นิวตัน , N)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝาน้ำ
1	65.53	70.61
2	62.92	71.04
3	64.04	74.43
4	63.07	70.88
5	66.82	58.75
ค่าเฉลี่ย	64.476	69.142

ตารางที่ 7-13

ตารางแสดงการทดสอบค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสา 80 แกรม (นิวตัน , N)
 ที่ทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยน้ำยางพารา
 เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-14

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสา 80 แกรม ที่ทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน
 รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยน้ำยางพารา เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หลังจากการใช้กระดาษสาขนาด 80 แกรม มาทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา เป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา เพื่อนำไปทำเป็นกระดาษติดฝาผนังได้ เนื่องจากกระดาษสาที่ได้ จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง



รูปที่ 7-15

ตัวอย่างกระดาษสาที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน
รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 12 การทดลองพ่นเคลือบกระดาษสารอบที่ 1 ด้วยเรซิน แล้วจึงทำการพ่นทับด้วย
น้ำยางพาราตามทันที

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาคุณสมบัติของกระดาษสาต่าง ๆ หลังทำการพ่นเคลือบแล้ว
2. หาแนวทางในการเพิ่มคุณสมบัติแก่กระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

1. เรซิน (Resin) เบอร์ 288
2. น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 80 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. ถังมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. รวตากผ้า
10. เต้าไฟฟ้า
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
12. กระบอกฉีดยา

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 8 และการทดลองที่ 9 จะได้ปริมาณเรซินที่ทำการผสมแล้วพ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 15 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ และ

ปริมาณน้ำยางพารา พ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 20 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ

4. ผสมเรซิน (Resin) กับโมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้น ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติม ฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้น้ำปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
5. เทเรซินที่ทำการผสมแล้ว จำนวน 15 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
6. นำเรซินที่ตวงไว้ เทลงในกาพ่น
7. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
8. ทำการพ่นเรซินลงบนกระดาษสา 80 แกรม โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
9. ตวงน้ำยางพารา จำนวน 20 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. แล้วเทลงในกาพ่น
10. พ่นเคลือบด้วยน้ำยางพาราทับอีกรอบหนึ่งทันที โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
11. นำกระดาษสาไปตากแดด รอให้กระดาษสาแห้งสนิท
12. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสา 80 แกรม ได้ผลดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

ผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสา 80 แกรม ที่ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วยเรซิน แล้วจึงพ่นน้ำยางพาราทับลงไปทันที เมื่อกระดาษแห้งแล้วพบว่า กระดาษสาไม่สามารถกันน้ำได้

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากคุณสมบัติด้านการกันน้ำ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่า กระดาษสาไม่สามารถกันน้ำได้ จึงสรุปได้ว่า จะไม่ใช้วิธีนี้ ในการเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษสา และจะไม่ทำการทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ต่อไปอีกด้วย

การทดลองที่ 13 การทดลองพ่นเคลือบกระดาษสารอบที่ 1 ด้วยน้ำยางพารา รอให้กระดาษแห้งสนิท แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาคุณสมบัติของกระดาษสาต่าง ๆ หลังทำการพ่นเคลือบแล้ว
2. หาแนวทางในการเพิ่มคุณสมบัติแก่กระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

1. เรซิน (Resin) เบอร์ 288
2. น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 80 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กาพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. ถังมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. รวตากผ้า
10. เต้าไฟฟ้า
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
12. กระบอกฉีดน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกาพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกาพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 8 และการทดลองที่ 9 จะได้ ปริมาณน้ำยางพารา พ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 20 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ และปริมาณเรซิน

ที่ทำการผสมแล้ว ฟ้นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 15 ml. และจะทำการฟ้นเคลือบ 3 รอบ

4. ผสมเรซิน (Resin) กับโมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้นลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติมฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
5. ตวงน้ำยารพารา จำนวน 20 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. แล้วเทลงในกาฟ้น
6. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
7. ทำการฟ้นน้ำยารพาราลงบนกระดาษสา 80 แกรม โดยฟ้นให้ทั่วทั้งแผ่น
8. นำกระดาษสาหลังทำการฟ้นไปตากแดด รอให้กระดาษสาแห้งสนิท
9. เทเรซินที่ทำการผสมแล้ว จำนวน 15 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
10. นำเรซินที่ตวงไว้ เทลงในกาฟ้น
11. ทำการฟ้นเคลือบด้วยเรซินลงบนกระดาษสาอีกรอบหนึ่งโดยฟ้นให้ทั่วทั้งแผ่น
12. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

จากการฟ้นเคลือบกระดาษสา 80 แกรม ได้ผลดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

จากผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสา 80 แกรม ที่ได้ทำการฟ้นเคลือบรอบที่ 1 ด้วยน้ำยารพารา รอให้กระดาษสาแห้ง แล้วจึงทำการฟ้นทับด้วยเรซิน ซึ่งพบว่ากระดาษสาสามารถกันน้ำได้เป็นอย่างดี จึงได้มีการทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ต่อไป ดังนี้



รูปที่ 7-16

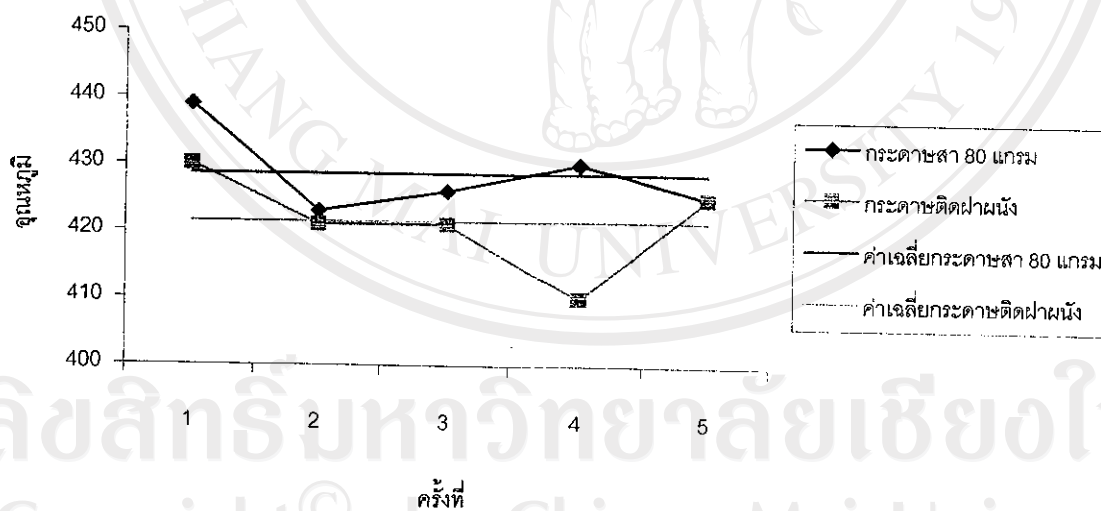
แสดงการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสาที่ทำการฟ้นเคลือบรอบแรกด้วยเรซิน
รอให้แห้งแล้วจึงทำการฟ้นทับด้วยน้ำยารพารา

- อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)

ครั้งที่	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝาน้ำ
1	439	430
2	423	421
3	426	421
4	430	410
5	425	425
ค่าเฉลี่ย	428.6	421.4

ตารางที่ 7-14

ตารางแสดงผลการทดสอบอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา 80 แกรม (องศาเซลเซียส)
 ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน
 เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-17

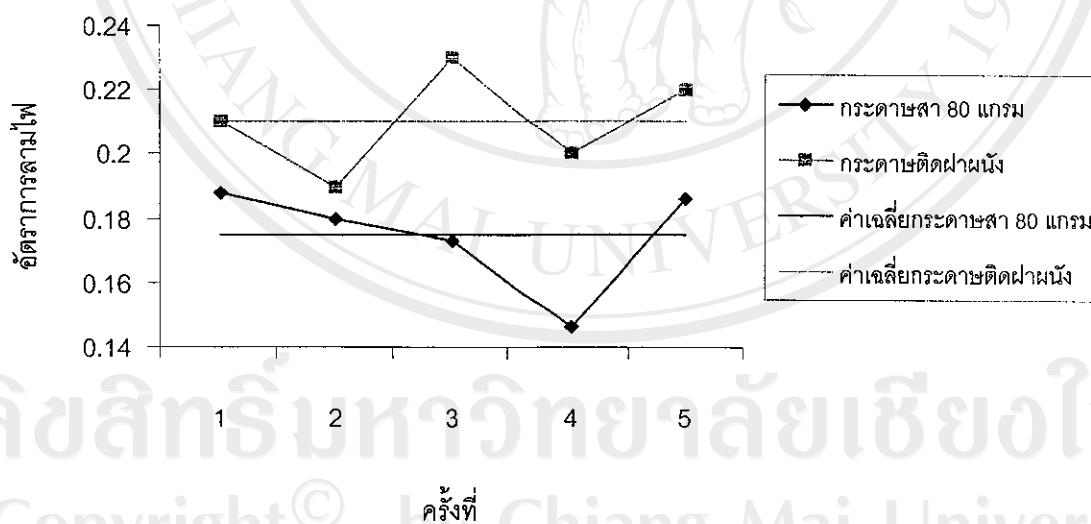
กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟของกระดาษสา 80 แกรม ที่พ่นเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา
 รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

- อัตราการลามไฟ (cm / s)

ครั้งที่	อัตราการลามไฟ (cm / s)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝาน้ำ
1	0.188	0.210
2	0.180	0.190
3	0.173	0.230
4	0.146	0.200
5	0.186	0.220
ค่าเฉลี่ย	0.1746	0.2100

ตารางที่ 7-15

ตารางแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสา 80 แกรม (cm / s)
 ที่ทำการพ่นเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน
 เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-18

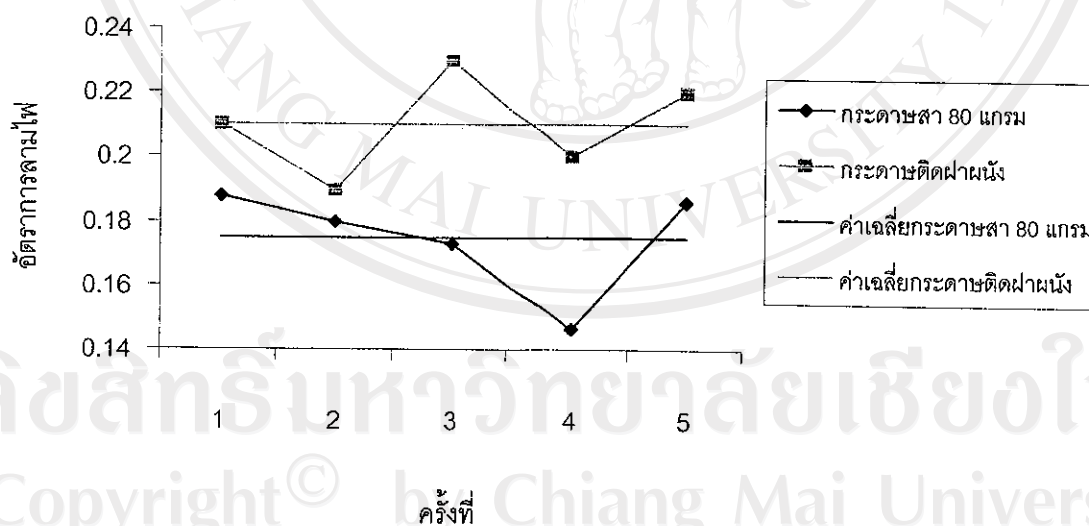
กราฟแสดงผลการทดสอบอัตราการลามไฟของกระดาษสา 80 แกรม
 ที่พ่นเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา รอให้แห้งแล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซิน
 เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

- การทนแรงดึง (นิวตัน , N)

ครั้งที่	การทนแรงดึง (นิวตัน , N)	
	กระดาษสา 80 แกรม	กระดาษติดฝาน้ำ
1	74.17	70.61
2	62.58	71.04
3	60.58	74.43
4	59.40	70.88
5	54.75	58.75
ค่าเฉลี่ย	62.296	69.142

ตารางที่ 7-16

ตารางแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสา 80 แกรม (นิวตัน , N)
 ที่ทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยเรซิน
 เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ



รูปที่ 7-19

กราฟแสดงค่าแรงดึงสูงสุดของกระดาษสา 80 แกรม ที่พันเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา
 รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยเรซิน เทียบกับกระดาษติดฝาน้ำ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หลังจากการใช้กระดาษสาขนาด 80 แกรม มาทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยเรซิน เป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา เพื่อนำไปทำเป็นกระดาษติดฝาผนังได้ เนื่องจากกระดาษที่ได้ จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง

The logo of Chiang Mai University is a large circular seal. It features an elephant in the center, facing left, with a traditional Thai umbrella (parasol) above its head. The text 'มหาวิทยาลัยเชียงใหม่' (Mahavithayalai Chiang Mai) is written in Thai script around the top inner edge, and 'CHIANG MAI UNIVERSITY 1964' is written in English around the bottom inner edge. There are decorative floral motifs on the sides.

รูปที่ 7-20

ตัวอย่างกระดาษสาที่ทำการพันเคลือบรอบแรกด้วยน้ำยางพารา
รอให้แห้งแล้วจึงทำการพันทับด้วยเรซิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 14 การทดลองพ่นเคลือบกระดาษสารอบที่ 1 ด้วยน้ำยางพารา แล้วจึงทำการพ่นทับด้วยเรซินตามทันที

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาคุณสมบัติของกระดาษสาต่าง ๆ หลังทำการพ่นเคลือบแล้ว
2. หาแนวทางในการเพิ่มคุณสมบัติแก่กระดาษสา

สารเคมีที่ใช้

1. เรซิน (Resin) เบอร์ 288
2. น้ำยางพารา (Rubber)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระดาษสา 80 แกรม ขนาด 25 x 50 cm.
2. เครื่องปั๊มลม
3. กากพ่นและสายยาง
4. บีกเกอร์ ขนาด 500 ml.
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml.
6. แท่งคนสาร
7. อุ่นมือ
8. ผ้าปิดจมูก
9. รวตากผ้า
10. เต้าไฟฟ้า
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิติดไฟ
12. กระบอกล้างน้ำ

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องปั๊มลม แล้วทำการต่อสายยางเข้ากับเครื่องปั๊มลมกับกากพ่น
2. ทำการทดลองพ่นด้วยน้ำเปล่าก่อน เพื่อหาระดับของการพ่นที่เหมาะสม โดยการปรับความดันลมที่เครื่องปั๊มลม ปริมาณสารที่พ่น และทิศทางของสารที่จะออกจากกากพ่น
3. จากผลการทดลองที่ 8 และการทดลองที่ 9 จะได้ ปริมาณน้ำยางพาราพ่นเคลือบกระดาษสาในแต่ละครั้ง คือ 20 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ และปริมาณเรซิน

ที่ทำการผสมแล้ว พ่นเคลือบกระดาษในแต่ละครั้ง คือ 15 ml. และจะทำการพ่นเคลือบ 3 รอบ

4. ผสมเรซิน (Resin) กับโมโน (Mono) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เรซินมีความเหนียวมากขึ้นลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml. โดยผสมในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้น ทำการเติมฮาร์ดดินเนอร์ ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อช่วยให้เรซินแข็งตัว โดยจะใช้ในปริมาณ 1 : 200 แล้วใช้แท่งคนสารคนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนทั่ว
5. ตวงน้ำยางพารา จำนวน 20 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. แล้วเทลงในกาพ่น
6. แขนกระดาษสาบนราวตากผ้า
7. ทำการพ่นน้ำยางพาราลงบนกระดาษสา 80 แกรม โดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
8. เทเรซินที่ทำการผสมแล้ว จำนวน 15 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml.
9. นำเรซินที่ตวงไว้ เทลงในกาพ่น
10. ทำการพ่นเคลือบด้วยเรซินลงบนกระดาษสาอีกรอบหนึ่งทันทีโดยพ่นให้ทั่วทั้งแผ่น
11. นำกระดาษสาหลังทำการพ่นไปตากแดด รอให้กระดาษสาแห้งสนิท
12. นำกระดาษสาที่แห้งแล้ว มาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ คือ อุณหภูมิติดไฟ , อัตราการลามไฟ , การทนแรงดึง และการกันน้ำ

ผลการทดลอง

จากการพ่นเคลือบกระดาษสา 80 แกรม ได้ผลดังนี้

- การทดสอบการกันน้ำ

ผลการทดสอบการกันน้ำของกระดาษสา 80 แกรม ที่ทำการพ่นเคลือบรอบที่ 1 ด้วยน้ำยางพารา แล้วจึงพ่นเรซินทับลงไปทันที เมื่อกระดาษแห้งแล้วพบว่า กระดาษไม่สามารถกันน้ำได้

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากคุณสมบัติด้านการกันน้ำ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่า กระดาษไม่สามารถกันน้ำได้ จึงสรุปได้ว่า จะไม่ใช้วิธีนี้ ในการเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษสา และจะไม่ทำการทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ต่อไปอีกด้วย

จากการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสา เพื่อนำไปทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง จะพบว่า มีวิธีการที่สามารถนำมาใช้ได้ 4 วิธี ดังนี้

1. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา (Rubber) ในปริมาณ 20 ml. จำนวน 3 รอบ
2. การพ่นเคลือบด้วยเรซิน (Resin) ในปริมาณ 15 ml. จำนวน 3 รอบ
3. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพาราก่อน รอให้แห้ง แล้วทำการพ่นทับด้วยเรซิน ตามปริมาณสารที่ได้กล่าวไว้ใน ข้อ 1 และ 2 โดยทำการพ่นสารแต่ละชนิด ๆ ละ 1 รอบ
4. การพ่นเคลือบด้วยเรซินก่อน รอให้แห้ง แล้วทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา ตามปริมาณสารที่ได้กล่าวไว้ใน ข้อ 1 และ 2 โดยทำการพ่นสารแต่ละชนิด ๆ ละ 1 รอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 8

การทำลวดลายและสีลงบนกระดาษสา

8.1 การทำลวดลายและสีบนกระดาษสา

แต่เดิมสีสันทันอันเป็นเอกลักษณ์ของกระดาษสาเป็นสีขาวดุ่น ๆ กล้ายสีฝ้ายดิบ มีพื้นผิวที่ได้จากเนื้อเยื่อของใยสาที่สวยงาม ต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงวิธีทำกระดาษสาให้มีคุณภาพดีขึ้นมีขนาดที่ได้มาตรฐาน นอกจากมีการลอกเพื่อให้ได้กระดาษสาที่มีสีขาวนวลน่าใช้แล้วยังมีการทำลวดลายและเพิ่มสีสันทันต่าง ๆ ลงบนกระดาษสาให้สวยงาม เหมาะที่จะนำไปตกแต่งหรือทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกต่าง ๆ

8.1.1 ลักษณะของกระดาษสา

ลักษณะของกระดาษสาที่มีการผลิตและจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน แบ่งได้ดังนี้

- 1) กระดาษสาสีธรรมชาติ มีสีขาวดุ่นหรือสีน้ำตาลคล้ำ ก่อนข้างคำ เพราะไม่ได้ลอกสี เนื้อกระดาษไม่ค่อยสม่ำเสมอ เพราะต้องทำด้วยมือ ใช้สำหรับทำร่ม สายขนวนพลุ หรือบังไฟและใช้ห่อเครื่องเงิน
- 2) กระดาษสาฟอกขาว เป็นกระดาษสามารถได้รับการปรับปรุงวิธีการทำให้มีคุณภาพดีกว่าเดิม เนื้อบางสม่ำเสมอ เหนียว มีสีขาว เหมาะสำหรับนำไปเขียนภาพ ทำดอกไม้ประดิษฐ์ ทำบัตรอวยพรหรือบัตรต่าง ๆ ทำสมุดข่อย ตัดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย และทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก
- 3) กระดาษสาข้อมสี เป็นการปรับปรุงวิธีการทำกระดาษสาให้มีสีสันทันต่าง ๆ โดยผสมในน้ำเยื่อสา แล้วข้อนขึ้นตากแดด จะได้กระดาษสาสีต่าง ๆ ที่มีพื้นผิวสลับลายสวยงาม อีกวิธีหนึ่ง คือ ใช้ลูกกลิ้งบนน้ำสีหมาด ๆ แล้วนำไปกลิ้งบนกระดาษสาสีขาว จะได้กระดาษสาสีต่าง ๆ ที่สวยงามตามต้องการ

8.1.2 วิธีการทำลวดลายและสีบนกระดาษสา

1) การพิมพ์ (Printing) มี 2 วิธี คือ

- (1) การพิมพ์ด้วยบล็อกไม้ (Wood Cut) หรือผลไม้มะละกอ
- (2) การพิมพ์ด้วยซิลค์สกรีน (Silk Screen) เป็นการพิมพ์ลวดลายบนกระดาษสาโดยใช้วิธีเกี่ยวกับการพิมพ์ผ้า

2) การระบายสี (Painting) เป็นการเขียนลวดลายโดยการใช้พู่กันระบายด้วยสีต่าง ๆ

3) การเขียนลวดลาย (Drawing) เป็นการเขียนลวดลายโดยใช้ดินสอหมึก หรือหากการเขียนลายเส้นอิสระเป็นลวดลายต่าง ๆ

4) การทำลวดลายปาเต๊ะหรือบาติก (Batik) ใช้วิธีการทำแบบเดียวกับการทำผ้าปาเต๊ะ โดยการเขียนลวดลายด้วยขี้ผึ้งผสมพาราฟิน แล้วนำไปย้อมสี บริเวณที่เป็นลวดลายขี้ผึ้งจะไม่ติดสี แต่จะมีสีซึมแทรกไปตามรอยแตกของเทียน หรือที่เรียกกันว่า “แคร็ก” (Crack) หลังจากสีแห้งแล้วจึงลอกเอาเทียนออกโดยใช้เตารีด

5) การปักจีบ (Patch) เป็นการทำลวดลายบนกระดาษสา โดยนำเอากระดาษสา ย้อมสีต่าง ๆ มาตัดหรือปักจีบเป็นรูปทรงเรขาคณิตแล้วนำไปติดบนกระดาษสาสีพื้น โดยต่อเป็นลวดลายต่าง ๆ ที่ได้ซ้ำ ๆ และได้จังหวะซ้ำๆที่สม่ำเสมอ

6) การปะติดหรือคอลลาจ (Applique หรือ Collage) เป็นการทำลวดลายบนกระดาษสาด้วยวิธีตัดปะ วิธีการ คือ นำเอากระดาษสาสีต่าง ๆ มาฉีกหรือตัดเป็นลวดลายต่าง ๆ ตามใจชอบ แล้วปะบนกระดาษสาสีพื้น สามารถสร้างลวดลายต่าง ๆ ได้มากมาย ตามจินตนาการ

7) การมัดย้อม (Tiedye) เป็นวิธีการทำลวดลายบนกระดาษสา โดยการนำเอากระดาษสา มาพับจีบหรือม้วน แล้วผูกด้วยเชือกฟางหรือหนีบด้วยลวดเสียบ (Clip) แล้วใช้สีย้อมหยดลงบนกระดาษสานั้น บริเวณที่ไม่ติดสีย้อม คือ บริเวณที่ถูกหรือหนีบไว้ ทิ้งให้สีหมาดแล้วแกะเชือกฟางหรือลวดเสียบออก จะเกิดลวดลายต่าง ๆ สลับสีสวยงามมาก

8) การทำสแตมป์ (Stencil) เป็นการนำเอาลวดลายจลุมาวางบนกระดาษสาสีพื้น แล้วพ่นด้วยสีสเปรย์ อาจใช้ใบไม้ กิ่งไม้ หรือวัสดุอื่น ๆ มาวางบนกระดาษสาแล้วพ่นสีสลับไปมา จะได้ลวดลายที่สวยงามแปลกยิ่ง

9) การทำลายหินอ่อน (Marbling) เป็นการใช้น้ำมันหยดลงบนผิวน้ำ แล้วเกลี่ยให้เกิดลวดลายผสมกัน แล้วใช้กระดาษวางทาบลงไป สีนํ้ามันจะติดลงในกระดาษสาจะได้ลวดลายหินอ่อนตามต้องการ

ซึ่งจะให้รายละเอียดของการทำลวดลายเฉพาะลายที่มีขั้นตอนการทำยุ่งยาก ดังนี้

8.2 การทำลวดลายและสีบนกระดาษสาโดยวิธีสแตมป์

สแตมป์ (Stencil) หมายถึง กลวิธีพิมพ์ลายฉลุ เป็นการทำแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ตั้งแต่โบราณ โดยการฉลุแผ่นกระดาษ หรือแผ่นโลหะให้เป็นภาพหรือลวดลาย แล้วพ่นหรือทาสีลงไปผ่านช่องที่ฉลุไว้ ลงบนวัสดุที่ต้องการพิมพ์ เช่น กระดาษ ผ้า ไม้ หรือโลหะต่าง ๆ

วิธีสแตมป์หรือการพิมพ์ลายฉลุ เป็นวิธีการพิมพ์ที่มีมานานแล้ว ในประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้วิธีนี้พิมพ์ลายลงบนผ้ากิโมโน ซึ่งแม่พิมพ์ทำโดยใช้กระดาษสา มาแกะฉลุเป็นลวดลาย แล้วใช้เลกเกอร์หรือยางไม้เคลือบเพื่อกันซึม เสร็จแล้วนำแบบฉลุไปพิมพ์ลวดลายลงบนผ้าไหม ใช้ลูก

กระดาษที่ผ่านช่องที่หลอดไว้ลงบนผ้า จะเกิดเป็นลวดลายและสีตามต้องการ ซึ่งวิธีนี้ต่อมามีวิวัฒนาการ เป็นการพิมพ์แบบซิลค์สกรีนในปัจจุบัน

ขั้นตอนวัสดุ อุปกรณ์ และกรรมวิธีการทำลวดลายและสีบนกระดาษสาโดยวิธีสแตมป์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบ การออกแบบลวดลาย และการทำแม่แบบลายฉลุ
2. ขั้นตอนกรรมวิธีการลงสีลวดลายลงบนกระดาษสาโดยใช้แม่แบบลายฉลุ
3. ขั้นตอนกรรมวิธีการทำลวดลายลงบนกระดาษสา โดยการพ่นสีลงบนกระดาษสาโดยตรงไม่ต้องใช้แม่แบบลายฉลุ

8.2.1 ขั้นตอนการออกแบบลวดลายและการทำแม่แบบลายฉลุ

1) การกำหนดรูปแบบและการออกแบบลวดลาย

การกำหนดรูปแบบการออกแบบลวดลายวีเสตนซิลบนกระดาษสาสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

- (1) รูปแบบลวดลายที่เป็นภาพเดี่ยว มีเรื่องราว เช่น ภาพทิวทัศน์ ภาพธรรมชาติ และภาพดอกไม้ ใบไม้ เป็นต้น ลวดลายแบบนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นภาพประดับผนัง การ์ด ส.ค.ส. ปกสมุด และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
- (2) รูปแบบลวดลายที่มีลักษณะเป็นลายดอกเล็ก ๆ ที่เหมือนกัน อาจมีเพียงลายเดี่ยว หรือ 2-3 ลายเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ เป็นแถวเป็นแนว หรือเรียงตัวกันกระจายทั่วไปจนเต็มแผ่นกระดาษสา อาจมีสีเขียวหรืออาจหลายสีซ้อนกันก็ได้
- (3) รูปแบบลวดลายที่เกิดจากการบังกันของตัวกระดาษสาเอง โดยไม่ต้องใช้แม่แบบลายฉลุ เช่น การใช้มือขยำกระดาษหรือการพับจีบกระดาษให้เป็นรูปแบบที่ต้องการแล้วใช้สีพ่นลงไป ทำมุมเอียงประมาณ 45 องศา กระดาษที่มีรอยขยับรอยจีบขึ้น จะเกิดการบังสีที่พ่นออกมา ทำให้บางส่วนติดสีมาก บางส่วนไม่ติดสี เกิดลวดลายที่แปลกใหม่ตามจินตนาการ

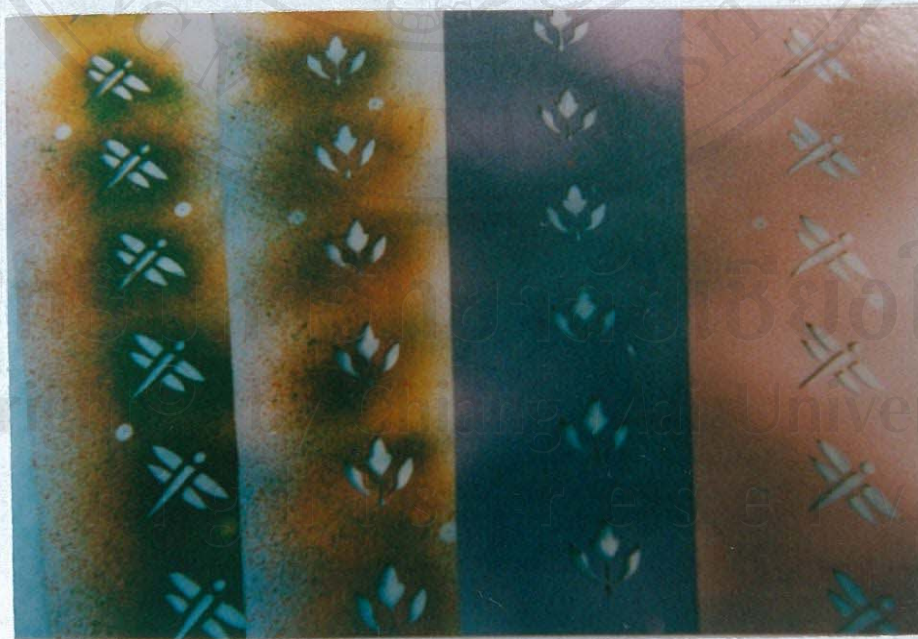
2) การทำแม่แบบลายฉลุ

(1) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแม่แบบลายฉลุ มีดังนี้

- กระดาษเทา – ขาว หรือแผ่น อะชีเตท (พลาสติกใส)
- กระดาษลอกลายและกระดาษก๊อปปี้คาร์บอน
- มีด (คัตเตอร์) ชนิดปลายแหลม และแผ่นรองตัด
- เครื่องเขียน เช่น ดินสอ ไม้บรรทัด วงเวียน ฯลฯ
- ตู๊ดตูและลวดขนาดต่าง ๆ พร้อมค้อนและแผ่นไม้รองค้อน

(2) กรรมวิธีการทำแม่แบบลายฉลุ มีดังนี้

- เมื่อกำหนดรูปแบบได้แล้วร่างแบบบนกระดาษ ถ้าเป็นลายดอกเดี่ยว ก็ร่างลงบนกระดาษเทาขาวเลยก็ได้ แล้วใช้กระดาษลอกลาย ลอกลายลงบนกระดาษเทาขาวที่จะทำเป็นแม่แบบ โดยการลอกลายวางเรียงให้เป็นแถวเป็นแนวให้เป็นระเบียบตามต้องการ
- สำหรับลวดลายที่เป็นแบบภาพทิวทัศน์ ภาพดอกไม้ที่เป็นภาพเดี่ยว ต้องร่างแบบและกำหนดสีที่จะใช้ก่อน ถ้าต้องใช้หลายสี ต้องลอกลายของแต่ละสีแยกลงแม่แบบสีละแผ่น
- เมื่อได้รูปแบบลวดลายตามต้องการ ที่ร่างไว้บนกระดาษเทา - ขาว เรียบร้อยแล้ว ใช้มีด (คัตเตอร์) ฉลุลายที่ลอกไว้ การกรีดโดยใช้มีด (คัตเตอร์) ควรใช้แผ่นรองตัดที่เป็นแผ่นยางสำหรับรองตัดกระดาษโดยเฉพาะ กรีดในส่วนที่เป็นลายละเอียดก่อนและไม่ควรให้ขาดจากกันทันที ควรเว้นเป็นระยะ ๆ แล้วจึงกรีดส่วนที่เหลือจนหมด วิธีนี้จะช่วยให้แบบไม่ขาดและเสียหายได้ง่าย ในกรณีที่ลวดลายเป็นรูปกลมหรือรูปร่างอื่น ให้ใช้เครื่องมือดอกกลาย เช่น ตุ้กดู้หรือสิ่วรูปร่างต่าง ๆ ดอกเอา จะได้ลายที่คมชัด สวยงาม
- ในกรณีที่ใช้แผ่นอะซีเตทหรือแผ่นใส ควรร่างลายลงบนกระดาษเทา - ขาว แล้วนำเอาแผ่นใสที่จะทำเป็นแม่แบบวางทับลงไป ในตำแหน่งที่ต้องการ ติดเทปกันเลื่อนให้เรียบร้อย แล้วใช้มีด (คัตเตอร์) กรีดแผ่นใสตามลวดลายที่ร่างไว้ การใช้แผ่นใสเหมาะสำหรับลวดลายที่เป็นดอกเดี่ยวที่ต้องการวางกระจายแบบไม่เป็นระเบียบ โดยฉลุเพียงดอกเดียว แล้วพ่นในตำแหน่งที่ต้องการไปเรื่อย ๆ จนเต็มแผ่น แผ่นใสจะทำให้เรามองเห็นทะลุลายที่เราพ่นแล้วสะดวกในการวางพ่นลายในตำแหน่งต่อไป



รูปที่ 8-1

กระดาษแม่แบบลายฉลุ

8.2.2 ขั้นตอนกรรมวิธีการลงสีวาดลายลงบนกระดาษสาโดยใช้แม่แบบลายฉลุ

1) วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการลงสีวาดลาย

- (1) กระดาษสาที่ต้องการทำลวดลาย
 - (2) แม่แบบลายฉลุที่เสร็จแล้ว ตามขั้นตอนการทำแม่แบบ
 - (3) แผ่นโฟมหนาประมาณ 1 นิ้ว
 - (4) เข็มหมุด หรือกาวสเปรย์
 - (5) เทปใส และกระดาษหนังสือพิมพ์
 - (6) สีที่ใช้ มีสีสเปรย์กระป๋อง สีน้ำ สีหมึก สีโปสเตอร์ สีน้ำมัน และสีพลาสติก
- อุปกรณ์ในการพ่นสีมี
- (7) เครื่องพ่นสี (Air Brush)
 - (8) แปรงสีฟัน และช้อนสแตนเลส
 - (9) ฟองน้ำ และกระดาษ

2) ขั้นตอนการลงสี

(1) นำกระดาษสาที่ต้องการทำลวดลายมรวางบนแผ่นโฟม ใช้มีดรีดกระดาษสาให้เรียบ แล้วใช้เข็มหมุดหรือเทปใสติดยึดกระดาษสาให้ติดกับแผ่นโฟมไว้

(2) นำแม่แบบที่ฉลุลวดลายไว้แล้ว มาพ่นสเปรย์กาวด้านหลังแม่แบบ แล้ววางทาบลงบนกระดาษสาในตำแหน่งที่ต้องการ ถ้าไม่มีสเปรย์กาว ให้ใช้เข็มหมุดปักยึดแม่แบบกับกระดาษสาให้แนบกัน เพื่อให้ลวดลายที่ออกมาคมชัด

(3) ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์วางปิดบังกระดาษสาส่วนที่ขึ้นพ้นจากแม่แบบที่เราไม่ต้องการให้สีพ่นถูก ใช้เทปใสหรือเข็มหมุดปักยึดไว้

(4) ใช้สีสเปรย์กระป๋องพ่นลงบนลายฉลุ การฉีดสีสเปรย์ควรฉีดให้ห่างจากแม่แบบฉลุประมาณ 1 ฟุต ถ้าใกล้มากจะทำให้สีเลอะซึมได้ ข้อควรระวังสีสเปรย์กระป๋องถ้าถูกโฟมจะละลายยุบลง ต้องใช้กระดาษหนังสือพิมพ์บังไว้

(5) ในกรณีที่ใช้เครื่องพ่นสี (Air Brush) ก็เหมือนกับการใช้สเปรย์กระป๋อง แต่ Air Brush จะสามารถบังคับสีให้พ่นมาก น้อย กว้าง แคบ ตามต้องการ ทำให้สามารถพ่นสีลงบนลวดลายได้ละเอียดกว่า สามารถพ่นให้น้ำหนักอ่อน เข้ม ไล่โทนสีได้ดีกว่า และสามารถใช้กับสีได้หลายชนิด เช่น สีน้ำ สีหมึก สีโปสเตอร์ และสีน้ำมัน แต่มีข้อเสีย คือ เครื่องมือมีราคาแพงต้องมีฝีมือลวดลาย จึงเหมาะสำหรับทำจำนวนมาก

(6) ในกรณีที่ใช้แปรงสีฟันและช้อนสามารถใช้สีน้ำ สีหมึก สีโปสเตอร์ หรือสีน้ำมันได้ ผสมสีที่ต้องการลงในช้อนพอประมาณ ไม่ต้องมาก ให้มีความเข้มข้นเหลวพอสมควร ใช้แปรงสีฟันเก่า ๆ ที่ใช้แล้วจุ่มสีบนแปรง ขนแปรงสีฟันให้สะบัดกับขอบช้อน ขนแปรงจะสะบัดสี

เป็นฝอยเล็ก ๆ กระจายลงบนลวดลายแม่แบบตามต้องการ ลักษณะของสีที่ได้จากการใช้วิธีนี้จะมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดหรือหยาบขึ้นอยู่กับสารสับคนแปร่ง วิธีนี้เป็นวิธีที่ลงทุนน้อยที่สุด แต่ต้องใช้เวลามาก และช้ากว่าวิธีอื่น

(7) ขั้นตอนการลงสีโดยใช้ฟองน้ำ สีที่ใช้สามารถใช้สีน้ำ สีหมึก สีโปสเตอร์ หรือสีน้ำมันก็ได้ ผสมสีลงบนกระดาษงาน หรือถาดแบน ๆ ใช้ฟองน้ำแตะสี แล้วนำไปตบลงบนแม่แบบลายฉลุ สีจะติดบนกระดาษสาเป็นลวดลายตามแบบที่ต้องการ วิธีนี้ลงทุนน้อยสามารถให้สีที่มีน้ำหนักเบาได้แต่จะใช้เวลามากกว่าวิธีอื่น

(8) เมื่อพ่นสเปรย์ สะบัดหรือตบสีลงบนแม่แบบเรียบร้อยแล้ว ควรรอให้สีแห้งก่อนจึงค่อยดึงยกแม่แบบลายฉลุออก ถ้าต้องการทำลวดลายหลายสี ก็นำแม่แบบลายฉลุสีที่ 2 วางทับลงไปในพื้นที่ที่ต้องการแล้วดำเนินการตามขั้นตอนตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

ในกรณีที่เป็ลลวดลายดอกเรียงแบบเป็นระเบียบ และเรียงแบบกระจาย เมื่อพ่นเสร็จแล้วก็ขยับแบบลงในตำแหน่งที่ต้องการ แล้วดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว จนได้ลวดลายเต็มแผ่นกระดาษตามต้องการ

กรรมวิธีการลงสี พ่นสี ตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีเดียวในลวดลายแผ่นเดียวเสมอไป สามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ผสมผสานกันได้ในกระดาษสาแผ่นเดียวกันเพื่อให้เกิดลวดลายที่แปลกใหม่ออกไปอีก



รูปที่ 8-2

วิธีการลงสีบนกระดาษสา โดยใช้แม่แบบลายฉลุ

8.2.3 ขั้นตอนกรรมวิธีการทำลวดลายลงบนกระดาษสา โดยการพ่นสีลงบนกระดาษสาโดยตรง ไม่ต้องใช้แม่แบบลายฉลุ

กรรมวิธีนี้เป็นการประยุกต์กรรมวิธีสแตนซิล แต่ไม่ใช้แม่แบบฉลุลายเป็นตัวบังสีให้เกิดลวดลายแต่ใช้ตัวกระดาษสาเองเป็นตัวบังสีซึ่งกันและกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) การใช้วิธีย่ำกระดาษสา ให้เกิดเป็นรอยยับย่น โดยการวางกระดาษสาลงบนพื้นเรียบ ใช้มือทั้งสองข้างวางลงบนกระดาษสา แล้วย่ำกระดาษสาให้ยับย่นเข้ามาตามมือ แล้วย่ำต่อไปจนทั่วแผ่น

2) การใช้วิธีพับจีบ โดยการนำเอากระดาษสาที่ต้องการทำลวดลายมาพับเป็นจีบจะพับแนวนานกับกระดาษ หรือแนวเฉียงกับกระดาษก็ได้ พับเสร็จแล้วให้คลี่ออกวางให้เป็นลักษณะลูกคลื่น เตรียมพ่นสีต่อไป

การพ่นสีให้ใช้สีสเปรย์กระป๋องหรือ Air Brush พ่นเอียงประมาณ 45 องศา ในแนวที่เป็นรอยพับ หรือรอยยับของกระดาษเป็นตัวบังสีซึ่งกันและกัน เกิดลวดลายที่แปลกใหม่สวยงามตามต้องการ

ถ้าต้องการทำลวดลายหลายสีให้นำกระดาษที่พ่นครั้งแรกแล้วมาคลี่ออกให้เรียบ แล้วย่ำหรือพับจีบใหม่ในแนวตรงกันข้าม พ่นสีลงไปตามวิธีเดิมจะได้ลวดลายหลายสี สวยงาม ถ้าเป็นแบบพับจีบจะเกิดลวดลายเป็นตารางสวยงามมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8.3 การทำลวดลายและสีบนกระดาษสาโดยวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน

8.3.1 กรรมวิธีการทำลวดลายและสีบนกระดาษสาโดยวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน

การพิมพ์ซิลค์สกรีน เป็นระบบการพิมพ์ระบบหนึ่งที่สามารถพิมพ์ลงบนวัสดุได้หลายชนิด เช่น ผ้า ไม้ กระดาษ พลาสติก เป็นต้น หลักการของการพิมพ์ซิลค์สกรีน คือ ใช้ผ้าสกรีนที่ทอด้วยเส้นใยเนื้อละเอียดสำหรับทำซิลค์สกรีนโดยเฉพาะ ส่วนมากเป็นเส้นใย Polyester หรือ Nylon ซึ่งระหว่างเส้นใยมีช่องว่างแบบตะแกรงสี่เหลี่ยมเนื้อละเอียดสามารถผ่านผ้านี้ได้ เมื่อต้องการพิมพ์เป็นลวดลายต่าง ๆ ต้องอุดช่องว่างของเนื้อผ้าส่วนที่ไม่ต้องการให้สีผ่านลงไปได้ แล้วเว้นส่วนที่เป็นลวดลายไว้ เวลาจะพิมพ์หรือปาดสีลงบนสกรีน สีจะผ่านส่วนที่เป็นลวดลายที่เป็นผ้าโปร่งลงบนวัสดุที่จะพิมพ์ตามต้องการ ซึ่งกรรมวิธีที่จะอุดช่องว่างให้เกิดเป็นลวดลายตามต้องการได้นั้นสามารถทำได้หลายวิธีคือ

- 1) การเขียนลายลงบนสกรีนโดยตรงด้วยการใช้แลคเกอร์หรือสีน้ำมัน วิธีนี้เหมาะสำหรับทำลวดลายง่าย ๆ และไม่ต้องการความละเอียดมากนัก ทำโดยเขียนสีน้ำมันหรือใช้แลคเกอร์ทาในส่วนที่ไม่ต้องการให้สีทะลุผ่านลงไป
- 2) การใช้กระดาษชุบสีหรือแลคเกอร์ตัดเป็นลวดลายตามต้องการ แล้วนำมาารีดลงกับผ้าสกรีน วิธีนี้เหมาะสำหรับลวดลายง่าย ๆ และพิมพ์จำนวนไม่มากนัก
- 3) การใช้ฟิล์มเกาะ ให้เป็นลวดลายแล้วนำมาติดกับสกรีน สีอยู่หลายชนิดลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ฉาบติดอยู่กับแผ่นพลาสติก ซึ่งมีทั้งหนาและบาง ส่วนสีของฟิล์มมีหลายสีแล้วแต่ลักษณะของการใช้งาน เช่น ฟิล์มน้ำ สีม่วงอ่อน ใช้สำหรับสกรีนที่จะใช้พิมพ์สีน้ำมันโดยใช้น้ำเป็นตัวละลายฟิล์มให้ติดกับผ้าสกรีน ฟิล์มเขียว สีเขียว ใช้ลอกให้ติดกับสกรีนด้วยทินเนอร์ เวลาล้างน้ำฟิล์มจะไม่หลุดออกจากผ้า เหมาะสำหรับพิมพ์ผ้าด้วยสีน้ำ
- 4) การถ่ายลวดลายลงบนสกรีน โดยใช้กาวอัดผสมน้ำยาไวแสง หลักการของวิธีการนี้เหมือนกับการถ่ายรูป กาวอัดเป็นกาวที่ได้จากธรรมชาติหรือกาวที่ผลิตเพื่อทำสกรีน โดยเฉพาะซึ่งมีหลายยี่ห้อและหลายสี เช่น สีฟ้า สีแดง และสีม่วง เมื่อผสมกับน้ำยาไวแสง (แอมโมเนียไดโครเมต) จะมีคุณสมบัติ คือ แข็งตัวเมื่อถูกแสง น้ำละลายไม่ออก อัตราส่วนผสมของกาวอัดกับน้ำยาไวแสงประมาณ 5 : 1 หรือตามที่ผู้ผลิตกำหนด วิธีนี้ขั้นแรกต้องออกแบบลวดลายหรือทำต้นแบบขึ้นมาเพื่อนำไปถ่ายสกรีนต่อไป ซึ่งการทำแม่พิมพ์วิธีนี้เป็นที่นิยมกันมาก เพราะเป็นวิธีที่สามารถทำลวดลายได้ไม่จำกัด พิมพ์ลงบนวัสดุได้ทุกชนิด และเป็นวิธีที่เหมาะสมในการพิมพ์ลวดลายบนกระดาษสา

8.3.2 ข้อดีและข้อเสียของวิธีพิมพ์ซิลค์สกรีน

1) ข้อดี

- (1) กรรมวิธีในการทำง่าย วัสดุอุปกรณ์ใช้ไม่มากและราคาไม่แพงนัก
- (2) การลงทุนน้อยเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม และอุตสาหกรรมในครอบครัว
- (3) สามารถพิมพ์ได้กับวัสดุทุกชนิด เช่น กระดาษ ผ้า ไม้ พลาสติก เหล็ก แก้ว เป็นต้น
- (4) เหมาะสำหรับพิมพ์โปสเตอร์และป้ายโฆษณาขนาดใหญ่ เพราะสามารถพิมพ์บนเนื้อที่ใหญ่ๆ ได้
- (5) สามารถพิมพ์บนวัสดุทรงกลมได้ เช่น ขวด แก้วน้ำ เป็นต้น
- (6) กรอบสกรีนอันหนึ่งสามารถใช้ได้หลายครั้ง โดยล้างลายเก่าออก แล้วอัดลายใหม่ลงไปแทน

2) ข้อเสีย

- (1) ถ้าใช้พิมพ์กระดาษจะพิมพ์ได้ช้ากว่าพิมพ์ในระบบอื่น ๆ นอกจากจะใช้เครื่องพิมพ์ซิลค์สกรีน ซึ่งต้องลงทุนมากขึ้น
- (2) การพิมพ์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยแรงคน ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญพอสมควร

8.3.3 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และขั้นตอนในการพิมพ์ซิลค์สกรีนลงบนกระดาษสา

การพิมพ์ซิลค์สกรีนบนกระดาษสา มีขั้นตอนมาก และในแต่ละขั้นตอนต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือมากกว่าการทำลวดลายบนกระดาษสาด้วยวิธีอื่น ๆ ขั้นตอนการพิมพ์ซิลค์สกรีน และวัสดุอุปกรณ์ มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 8-3

อุปกรณ์ที่ใช้ในการพิมพ์ซิลค์สกรีนลงบนกระดาษสา

1) ขั้นตอนการออกแบบและทำต้นแบบ

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- फिल्मเขียนแบบหรือกระดาษไข ปากกาเขียนแบบ หมึกพู่กัน แผ่นอักษรลอกและเครื่องมือเขียนแบบทั่วไป ใช้สำหรับการทำต้นฉบับโดยการวาด
- คอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบงานกราฟฟิกมาก เพราะสะดวกรวดเร็ว และสวยงามกว่าการใช้มือเขียน
- फिल्मถ่ายแบบ และกล้องถ่ายฟิล์ม (Graphip Camera) ใช้ในการถ่ายฟิล์มย่อหรือขยายจากต้นแบบที่ออกแบบไว้บนกระดาษ (Art Work) จะได้ต้นแบบเป็นฟิล์มที่มีความคมชัดสูง เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นแบบ แต่ไม่จำเป็นต้องทำเอง เพราะต้องลงทุนสูง ควรจะนำไปให้ร้านที่รับถ่ายฟิล์มทำให้อาจสะดวกกว่า

(2) กรรมวิธีการออกแบบและทำต้นแบบโดยการวาด

การทำต้นแบบด้วยวิธีนี้ ต้องวาดหรือเขียนลวดลายลงบนกระดาษไขเขียนแบบหรือฟิล์มเขียนแบบ โดยใช้ปากกาเขียนแบบเขียนลงบนกระดาษไขหรือฟิล์มเขียนแบบโดยตรง หรือออกแบบลงบนกระดาษสีขาวก่อน แล้วใช้กระดาษไขหรือฟิล์มเขียนแบบวางทาบบนแบบ ติดเทปกั้นเลื่อน แล้วใช้ปากกาเขียนแบบหรือพู่กันระบายหมึกสีดำทึบแสงลงบนลวดลายที่ออกแบบไว้ การเขียนหรือระบายหมึกดำลงบนกระดาษไข หรือฟิล์มเขียนแบบ ต้องเขียนหรือระบายให้มีความคมชัดและทึบแสง ควรนำไปส่องไฟดูว่าลวดลายที่เขียนลงไปแสงสามารถส่องทะลุผ่านส่วนที่เป็นลวดลายได้หรือไม่ ถ้ายังมีส่วนไม่ทึบแสงพอให้เขียนหรือระบายทับซ้ำลงไปจนแน่ใจว่าแบบลวดลายนั้นมีความคมชัดและทึบแสงเพียงพอ

วัสดุที่ใช้คือ फिल्मเขียนแบบหรือกระดาษไขเขียนแบบ มีคุณสมบัติต่างกัน คือ फिल्मเขียนแบบจะเป็นพลาสติกใสที่มีด้านหนึ่งเป็นผ้า เพื่อให้หมึกเกาะติดได้ดี มีคุณภาพดี คงรูปทนน้ำ เก็บรักษาได้ง่าย และสามารถแก้ไขแบบโดยไม่เสียรูปทรง แต่มีราคาแพงกว่ากระดาษไขส่วนกระดาษไขเขียนแบบจะมีราคาถูกกว่า เพราะเป็นกระดาษชุบไข สามารถเขียนหรือระบายหมึกติดได้ดี แต่ถ้าระบายซ้ำหลาย ๆ ครั้ง กระดาษจะย่นเสียรูปได้ง่าย

นอกจากฟิล์มเขียนแบบและกระดาษไขแล้ว สามารถนำพลาสติกใสหรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งโปร่งแสง และสามารถเขียนด้วยหมึกมาใช้แทนได้ หรืออาจใช้กระดาษแข็งทึบแสงมาตัดลวดลายที่ต้องการนำมาเป็นต้นแบบก็ได้

ถ้าต้องการแบบที่มีข้อความเป็นตัวหนังสือ หรือลวดลายสัญลักษณ์บางอย่างสามารถใช้แบบลอกอักษร (Letter press) ที่มีขายตามร้านเครื่องเขียนชุดลอกข้อ

ความตัวอักษรที่ต้องการลงไปบนฟิล์มเขียนแบบหรือกระดาษไขเขียนแบบตามที่ต้องการ อักษร
ลอกนี้มีความทึบแสงมากเหมาะสำหรับต้นแบบซิลค์สกรีน โดยเฉพาะ

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาช่วยในการออกแบบผลิตต้นแบบในงานพิมพ์ซิลค์สกรีนอย่างแพร่หลาย เมื่อออกแบบในคอมพิวเตอร์และพิมพ์ผลงานออกมาโดยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ซึ่งให้ความคมชัดสูงแล้วก็นำต้นแบบที่ได้ไปถ่ายเป็นฟิล์มซึ่งสามารถย่อหรือขยายแบบได้ตามต้องการ หรือจะพิมพ์ลงบนกระดาษไขเขียนแบบโดยตรงทำเป็นต้นแบบได้เลย

ในกรณีที่ต้องการพิมพ์หลายสีให้ออกแบบพร้อมลงสีตามต้องการลงบนกระดาษขาวก่อนแล้วนำฟิล์มเขียนแบบมาวางทาบลงไป แล้วใช้ปากกาเขียนแบบหรือฟู่กันระบายหมึกดำลอกเฉพาะสีเดียวของลวดลายนั้น เสร็จแล้วใช้ฟิล์มแผ่นที่สองลอกลายสีที่สองไปเรื่อย ๆ จนครบทุกสีจะได้ต้นแบบจำนวนสีและแผ่นตามต้องการ

2) ขั้นตอนการถ่ายลวดลายลงบนแม่พิมพ์ซิลค์สกรีน

ขั้นตอนนี้แบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

● ขั้นตอนการขึงผ้าสกรีนลงบนกรอบไม้

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- กรอบไม้ ควรเป็นกรอบไม้สัก เข้าเดือยให้แข็งแรงเรียบร้อย ไม้บึงอ ขนาดภายในกรอบควรจะใหญ่กว่าแบบที่จะพิมพ์ด้านละ 2-3 นิ้ว
- ผ้าสกรีน เป็นผ้าที่ใช้ในการพิมพ์ซิลค์สกรีนโดยเฉพาะ ทอด้วยเส้นใยไนลอนหรือโพลีเอสเตอร์ การเลือกผ้าสกรีนต้องให้เหมาะสมกับสีที่จะพิมพ์เหมาะกับวัสดุที่จะพิมพ์ ในการพิมพ์นั้นกระดาษสา ถ้าพิมพ์ด้วยสีเขื่อน้ำมัน ควรใช้ผ้าสกรีน เบอร์ 77T-100T ถ้าพิมพ์ด้วยสีเขื่อน้ำ ควรใช้ผ้าสกรีน เบอร์ 49T – 77T (T มาจากคำว่า Thick หมายถึง เส้นด้านขนาดหนาเหมาะสำหรับงานทั่ว ๆ ไป ส่วนเบอร์ที่เป็นตัวเลขหมายถึงจำนวนเส้นต่อ 1 เซนติเมตร)
- คีมหนีบและดึงผ้า (Fabric Stretcher) ตัวยิงผ้า (Hand Staple Tacker) และลวดเย็บอุปกรณ์นี้เป็นเครื่องทุ่นแรงในการขึงผ้าด้วยมือ

(2) กรรมวิธีในการจึงผ้าสกรีนลงบนกรอบไม้ด้วยมือ

ในการจึงผ้าสกรีนนั้นสิ่งสำคัญ คือ ความตึงของผ้าสกรีนการจึงผ้าที่ดีต้องจึงให้ความตึงสม่ำเสมอ ขั้นตอนในการจึงมีดังต่อไปนี้

- ตัดผ้าสกรีน ให้มีขนาดใหญ่กว่ากรอบไม้ 1-2 นิ้ว นำผ้าสกรีนขุบน้ำให้เปียกวางทาบบนกรอบไม้ ดังรูป ใช้ตัวยิงผ้ายิงที่จุด A เป็นรูปกากบาท ดึงผ้าจากจุด A ไปทางจุด B ตามแนวลูกศร A-B ให้ตึง แล้วยิงที่ B เป็นรูปกากบาทเช่นกัน
- ยิงไล่จากจุด A มายังจุด B ให้เอียงประมาณ 45 องศา ให้ความตึงพอสมควร
- จากจุด C ดึงผ้าตามแนว A-C ยิงที่จุด C เป็นกากบาท แล้วไล่ยิงจากจุด A มายังจุด C เหมือนข้อ 2
- ที่จุด D ดึงผ้าตามแนว B – D และ C – D โดยจากจุด D เป็นแนวเอียงตามลูกศร เมื่อดึงตามที่ต้องการแล้ว ยิงที่จุด D เป็นรูปกากบาท
- ใช้คีมหนีบผ้าสกรีน ตามแนว C – D แล้วดึงผ้าพร้อมยิงไปเป็นช่วง ๆ จากจุด C ถึงจุด D เสร็จแล้วดึงตามแนว B – D ตามลูกศรแล้วยิงด้วยวิธีเดียวกัน

เมื่อเสร็จแล้วตัดชายผ้าที่เหลือออก แล้วนำกรอบสกรีน ที่จึงเสร็จแล้วไปทำความสะอาด โดยใช้ผงซักฟอกล้างให้สะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง พร้อมทั้งจะนำไปเคลือบกาวอัดต่อไป

● ขั้นตอนการผสมกาวอัดและกาวปาด

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- กาวอัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิด มีกาวอัดสีฟ้า สีชมพู และสีม่วง ซึ่งเหมาะสำหรับงานแต่ละงาน ไม่เหมือนกัน ส่วนน้ำยาไวแสงมี 2 ชนิด คือ ประเภทไดโครเมต (Dichromate) สีน้ำตาล กับประเภทไดอะโซ (Diazo) สีม่วง
- ดาซังและถ้วยพลาสติก เป็นดาซังแบบละเอียด แบบสองจานหรือแบบสปริงก็ได้ ใช้สำหรับชั่งส่วนผสมกาวอัดและน้ำยาไวแสง
- รางปาดขาว หรือไม้บรรทัดพลาสติก รางปาดกาวทำด้วยสแตนเลสหรือรางอะลูมิเนียม ใช้สำหรับปาดกาวอัดโดยเฉพาะ มีหลายชนิด ตามความเหมาะสมกับกรอบสกรีน
- ที่เป่าลมร้อน (เครื่องเป่าผม)

- ห้องมืด หรือห้องที่มีแสงสว่างเข้าได้น้อย ควรติดไฟสีแดงหรือไฟสีเหลืองไว้เพื่อให้ทำงานได้สะดวก

(2) กรรมวิธีการผสมกาวอัดและการปาดกาว

กาวอัดเป็นสารเคมีที่เมื่อผสมกับน้ำยาไวแสงแล้ว นำไปปาดบนกรอบสกรีนที่แข็งผ้า เป่าให้แห้งในห้องมืดจนแห้งแล้ว นำไปถ่ายแสง ส่วนที่ถูกแสงจะแข็งตัว ไม่ละลายน้ำ ซึ่งมีขั้นตอนในการทำดังนี้

- การชั่งและผสมกาวอัดกับน้ำยาไวแสง นำกาวอัดสีฟ้าหรือสีชมพูกับน้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมท มาชั่งผสมกันในอัตราส่วนกาวอัดต่อน้ำยาไวแสง 5 : 1 โดยน้ำหนักปริมาณการผสมแต่ละครั้งต้องผสมให้พอดีกับการใช้แต่ละครั้งไม่มากหรือน้อยเกินไป เมื่อชั่งเสร็จแล้วคนให้เข้ากัน แล้วควรทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง รอจนให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นหมดไป จึงนำไปปาดลงบนกรอบสกรีนต่อไป
- การปาดกาวอัด นำกรอบสกรีนที่แข็งผ้าและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วมาวางเอียงทำมุมประมาณ 60 องศา เทกาวอัดที่ผสมแล้วลงในรางปาดกาวให้หาคแล้วใช้รางปาดกาว ปาดกาวอัดจากล่างขึ้นบน ปาดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง พยายามปาดกาวอัดให้เรียบเสมอกันให้มากที่สุด ในกรณีที่ไม่มีรางปาดกาวให้ใช้ไม้บรรทัดพลาสติกแทนก็ได้ โดยการเทกาวอัดลงบนกรอบสกรีนด้านล่างเป็นแนวยาวเท่าความยาวของไม้บรรทัด ใช้ไม้บรรทัดปาดขึ้นบน ปาดทั้งด้านหน้าและด้านหลังให้เรียบและบางมากที่สุด ขั้นตอนนี้ต้องทำในห้องที่มีแสงสว่างน้อย หรือห้องมืดที่เปิดไฟสีแดงหรือสีเหลืองไว้
- การเป่าให้แห้ง นำกรอบสกรีนที่ปาดกาวอัดเรียบร้อยแล้วเข้าห้องมืดที่เปิดแสงสีแดงหรือแสงสีเหลืองไว้ ใช้ที่เป่าลมร้อนเป่ากาวอัดที่เคลือบบนผ้าสกรีนจนแห้งสนิททั้งสองด้านเมื่อแห้งสนิทแล้วควรนำไปถ่ายทันที ไม่ควรเก็บทิ้งไว้ในห้องมืดนานเกินไป

• ขั้นตอนการถ่ายแบบและการล้าง

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- ดินแบบลวดลายที่ทำเสร็จแล้วจากขั้นตอนการทำดินแบบ
- กรอบสกรีนที่ขึงผ้าสกรีนและเคลือบด้วยกาวอัดผสมน้ำยาไวแสงเรียบร้อยแล้วจากขั้นตอนการปาดกาว
- ตู้ไฟนีออน หรือ กระจกใสหนา 2 หุน (ในกรณีที่ถ่ายด้วยแสงแดด)
- เบาะฟองน้ำหุ้มด้วยผ้าสีดำหรือหนังสือหนัก ๆ หลายเล่ม
- นาฬิกา เพื่อใช้จับเวลา
- คู่มือล้างซิลค์สกรีน ที่ใช้ในการล้างบล็อกซิลค์สกรีน โดยเฉพาะ หรือถ้าไม่มีก็ใช้ก๊อกน้ำพร้อมสายยางแทนก็ได้
- กระดาษหนังสือพิมพ์ เทปใส และเทปกระดาษกาว

(2) กรรมวิธีในการถ่ายแบบและการล้าง

- นำฟิล์มดินแบบ วางลงบนด้านหลังกรอบสกรีน ที่ปาดกาวอัดเรียบร้อยแล้ว โดยวางคว่ำหน้าลง ให้ด้านที่ลงหมึกดำติดกับผ้าสกรีน แล้วใช้เทปใสติดยึดมุมทั้งสี่ ขั้นตอนนี้ต้องทำในห้องมืด
- นำกรอบสกรีน ที่ติดดินแบบเรียบร้อยแล้ววางลงบนตู้ไฟนีออน โคนให้ด้านที่ติดดินแบบแนบกับกระจกใสของตู้ไฟ แล้วใช้เบาะฟองน้ำที่หุ้มผ้าสีดำที่มีขนาดใหญ่กว่าฟิล์มดินแบบวางทับลงไป ใช้ของหนักทับเพื่อให้ดินแบบและผ้าสกรีนแนบติดกับกระจกมากที่สุดหรือ จะใช้หนังสือหนัก ๆ หลาย ๆ เล่มวางทับแทนก็ได้เสร็จแล้วเปิดไฟถ่าย โดยใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ขึ้นอยู่กับลวดลายดินแบบ
- ในกรณีที่ไม่มีตู้ไฟนีออน ก็สามารถให้แสงแดดถ่ายได้ โดยใช้กระจกใสหนาประมาณ 2 หุน ขนาดเท่ากับกรอบสกรีน วางกรอบสกรีน ที่ติดดินแบบไว้แล้วลงบนกระจก แล้วใช้เบาะฟองน้ำหุ้มผ้าดำวางทับไว้ จับไว้ให้แน่น แล้วหงายด้านกระจกขึ้นเอากระดาษทิชชูแสงวางทับบนกระจกไว้ แล้วนำออกไปกลางแจ้ง เปิดกระดาษที่ปิดทับออกให้แสงแดดผ่านกระจกลงไปบนผ้าสกรีนที่เคลือบกาวอัดไว้ โดยใช้เวลาประมาณ 20-60 วินาที ขึ้นอยู่กับความจัดของแสงแดด

- นำกรอบสกรีนที่ผ่านการถ่าย โดยตู้ไฟหรือถ่ายด้วยแสงแดดแล้ว ไปล้างน้ำในตู้ล้างสกรีน หรือถ้าไม่มีก็ใช้สายยางฉีดน้ำแทนก็ได้ น้ำจะไปละลายการอัดส่วนที่ไม่ถูกแสงที่ถูกบังด้วยลวดลายบน ดันแบบที่ทึบแสงออก การอัดส่วนที่ถูกแสงจะไม่ละลายน้ำฉีด น้ำทั้งด้านหน้าและด้านหลังจนการอัดส่วนที่เป็นลวดลาย ละลาย น้ำออกจนหมด จึงนำไปซับน้ำโดยใช้หนังสือพิมพ์แล้วเป่า ให้แห้ง
- เมื่อกรอบสกรีน แห้งแล้ว นำมาตกแต่งอุดรูรั่ว โดยใช้กาวอีกที เหลือผสมน้ำให้เหลวใช้พู่กันจุ่มแต้มอุดรูรั่วที่เกิดขึ้นจนหมด แล้วใช้เทปประกาศกาวติดขอบ ทั้งด้านในและด้านนอกของ กรอบสกรีน เป็นอันเสร็จขั้นตอนนี้ สามารถนำไปพิมพ์ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) ขั้นตอนการพิมพ์ลงบนกระดาษสา

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- กระดาษสาที่จะพิมพ์ควรจะมีหน้าเรียบจะพิมพ์ได้คมชัดกว่ากระดาษสาค้นาขรุขระ
- สีพิมพ์ สีที่ใช้ในการพิมพ์กระดาษสาใช้ได้ทั้งสีน้ำมันและสีน้ำขึ้นอยู่กับนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง
- สีน้ำมันผสมสีและสีน้ำมันล้างสี ใช้สำหรับการพิมพ์สีเขื่อน้ำมัน ถ้าเป็นสีน้ำใช้ได้เลยโดยไม่ต้องผสมอะไรเวลาล้างใช้น้ำล้าง
- ขางปาดสี ควรใช้ขางปาดหน้าแหลมรูปตัววี ความยาวมากกว่าความกว้างของลายบนกรอบสกรีน เล็กน้อย
- แท่นพิมพ์ จะมีที่จับยึดกรอบสกรีน มีบานพับ ยกขึ้นลงได้ มีน้ำหนักถ่วงเพื่อสะดวกในการพิมพ์
- สเปรย์ขาว สำหรับพ่นลงไปบนแท่นพิมพ์ เพื่อยึดกระดาษไม่ให้เคลื่อนเวลาพิมพ์
- ชั้นตาก ใช้ในการตากกระดาษที่พิมพ์เสร็จแล้ว เพื่อไม่ให้วางทับกัน และประหยัดเนื้อที่

(2) กรรมวิธีการพิมพ์ลงบนกระดาษสา

การพิมพ์ลงบนกระดาษสา มีขั้นตอนดังนี้

- ยึดกรอบสกรีน ที่ถ่ายมาแล้ว ให้ติดกับแท่นพิมพ์ วางกระดาษสาที่จะพิมพ์ลงบนแท่นพิมพ์ในตำแหน่งที่ต้องการ ทำฉากที่แท่นพิมพ์โดยใช้มาร์กกิ้งเทปติดลงที่แท่นพิมพ์ให้ขนาบชิดขอบกระดาษที่วางไว้ 2 ด้าน เพื่อกำหนดตำแหน่งที่วางกระดาษเพื่อช่วยยึดชิ้นงานเวลาพิมพ์
- ในกรณีพิมพ์ด้วยสีเขื่อน้ำมัน ผสมสีกับน้ำมันผสมให้มีความข้นเหลวพอเหมาะไม่เหนียวหรือข้นเกินไป ถ้าพิมพ์ด้วยสีน้ำใช้ได้เลยโดยไม่ต้องผสมอะไร
- เทสีพิมพ์ที่ผสมแล้วลงในกรอบสกรีนใช้ขางปาดตั้งเอียงเข้าหาตัวเล็กน้อยแล้วปาดสีผ่านลายเข้าหาตัว ด้วยน้ำหนักและความเร็วพอเหมาะ ยกกรอบสกรีนขึ้นแล้วปาดสีกลับเพื่อให้สีพิมพ์เคลือบบนผิวหน้าแม่พิมพ์ ช่วยป้องกันไม่ให้สีพิมพ์แห้งแล้วอุดรูบนผ้าสกรีน

- นำกระดาษสาที่พิมพ์แล้ววางบนชั้นตาก แล้วกลับมาพิมพ์ใหม่ไปเรื่อย ๆ จะเสร็จ ในกรณีที่แม่พิมพ์ตัน ให้ใช้ผ้าชุบน้ำมันล้างเช็ดทำความสะอาดด้านหลังแล้วจึงพิมพ์ต่อไป
- เมื่อพิมพ์เสร็จแล้ว ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รองใต้กรอบสกรีน ใช้ยางปาดสีออกเก็บให้หมด แล้วใช้ผ้าชุบน้ำมันล้างเช็ดทำความสะอาดสีพิมพ์ออกให้หมดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ถ้าเป็นสีเขื่อน้ำให้ถอดกรอบสกรีนออก นำไปล้างโดยการฉีดกรอบสกรีนที่ล้างสีออกจนสะอาดแล้วจะเก็บไว้เพื่อจะพิมพ์ใหม่ได้ต่อไป

4) ขั้นตอนการล้างแม่พิมพ์ซิลค์สกรีน เพื่อเปลี่ยนลายใหม่

(1) วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- พง์ล้างกาวอัดหรือผงคลอรีน
- แปรงสีฟันเก่า
- น้ำมันล้างสีและทินเนอร์
- เศษผ้าสำหรับเช็ดล้างสี

(2) กรรมวิธีการล้างกาวอัดออกจากแม่พิมพ์

- นำกรอบสกรีน มาทำความสะอาดโดยเช็ดสีออกให้หมด ลอกเทปกาวที่ติดอยู่ออกจนหมด
- ละลายผงล้างกาวอัดกับน้ำในอัตราส่วนที่กำหนด ผิดปรมวลงลงกรอบสกรีน ให้ทั่วหรือจะใช้ผงคลอรีนโรยลงบนกรอบสกรีน แล้วพรมน้ำลงไปใช้แปรงสีฟันเก่าแปรงให้ทั่วทั้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ใช้แปรงแปรงอีก กาวอัดจะละลายออกมาจนหมด จึงใช้น้ำฉีดออก จนผ้าสกรีน สะอาดใสเหมือนเดิม ถ้ายังมีคราบสีเก่าติดอยู่ ให้ใช้เศษผ้าชุบทินเนอร์ขัดออก จะได้กรอบสกรีนใหม่ที่จะนำไปอัดลายใหม่ เพื่อพิมพ์ตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้ต่อไป

การทำลวดลายบนกระดาษสา มีวิธีการทำหลายวิธีดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งในการนำไปใช้งานนั้น จะเลือกใช้วิธีการใดก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้ ความเหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ของผู้นำไปใช้งาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายและงบประมาณในการผลิตอีกด้วย

บทที่ 9

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษสา เพื่อนำไปทำเป็นกระดาษติดฝ่าผนัง เป็นการทดลองเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง และหาขนาดแกรมของกระดาษสาที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นกระดาษติดฝ่าผนัง ซึ่งเป็นขนาดแกรมที่อยู่ในขอบเขต 50 – 200 แกรม

9.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษติดฝ่าผนัง

ผลจากการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระดาษติดฝ่าผนัง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของกระดาษติดฝ่าผนัง
ผิวด้านหน้ามันวาว อีกส่วนหนึ่ง คือ ผิวด้านหลัง มีลักษณะผิวเรียบและด้าน เพื่อให้ง่ายต่อการติดกาวสำหรับการติดฝ่าผนัง สามารถฉีกขาดได้เหมือนกระดาษทั่ว ๆ ไป แต่จะมีความเหนียวกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีลักษณะทึบแสง ไม่สามารถระบายถ่ายเทอากาศได้
2. อุณหภูมิติดไฟ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 421.4 องศาเซลเซียส
3. อัตราการลามไฟ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.21 cm / s
4. การทนแรงดึงสูงสุด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 69.142 นิวตัน
5. น้ำไม่สามารถซึมผ่านไปได้ด้านหลังได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษสา

กระดาษสาที่ใช้ในการทดลอง มีขนาดแกรมต่าง ๆ กัน คือ 60 , 80 , 100 , 130 , 160 และ 200 แกรม ได้ผลการทดลองดังนี้

ลักษณะทางกายภาพ เนื่องจากกระดาษสาที่ใช้เป็นกระดาษสาที่ทำด้วยมือ เมื่อสัมผัสจะรู้สึกถึงความอ่อนนุ่ม เนื้อกระดาษมีลักษณะของเส้นใยปอสา กระจายอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่มีการกระจายที่สม่ำเสมอ มีลักษณะโปร่งแสง อากาศสามารถระบายถ่ายเทได้ดี เกิดรอยยับได้ง่าย มีคุณสมบัติข้อมสติด และวาดสีได้ดี

แกรมของกระดาษ	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	อัตราการลามไฟ (cm / s)	แรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N)	การกันน้ำ
60	384.6	0.67	25.722	ไม่กันน้ำ
80	421.4	0.522	38.548	ไม่กันน้ำ
100	440.6	0.458	56.786	ไม่กันน้ำ
130	0.386	44.058	440.4	ไม่กันน้ำ
160	456.4	0.352	67.032	ไม่กันน้ำ
200	460.2	0.214	85.776	ไม่กันน้ำ

ตารางที่ 9-1

แสดงคุณสมบัติของกระดาษสาแกรมต่าง ๆ

9.3 สารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา

สารเคมีที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ มี 2 ชนิด คือ น้ำยางพารา และ เรซิน เบอร์ 288 โดยวิธีที่ใช้ในการปรับปรุงมี 4 วิธี ดังนี้

1. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพารา (Rubber) ในปริมาณ 20 ml. จำนวน 3 รอบ
2. การพ่นเคลือบด้วยเรซิน (Resin) ในปริมาณ 15 ml. จำนวน 3 รอบ
3. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยางพาราก่อน รอให้แห้ง แล้วทำการพ่นทับด้วยเรซิน ตามปริมาณสารที่ได้กล่าวไว้ใน ข้อ 1 และ 2 โดยทำการพ่นสารแต่ละชนิด ๆ ละ 1 รอบ
4. การพ่นเคลือบด้วยเรซินก่อน รอให้แห้ง แล้วทำการพ่นทับด้วยน้ำยางพารา ตามปริมาณสารที่ได้กล่าวไว้ใน ข้อ 1 และ 2 โดยทำการพ่นสารแต่ละชนิด ๆ ละ 1 รอบ

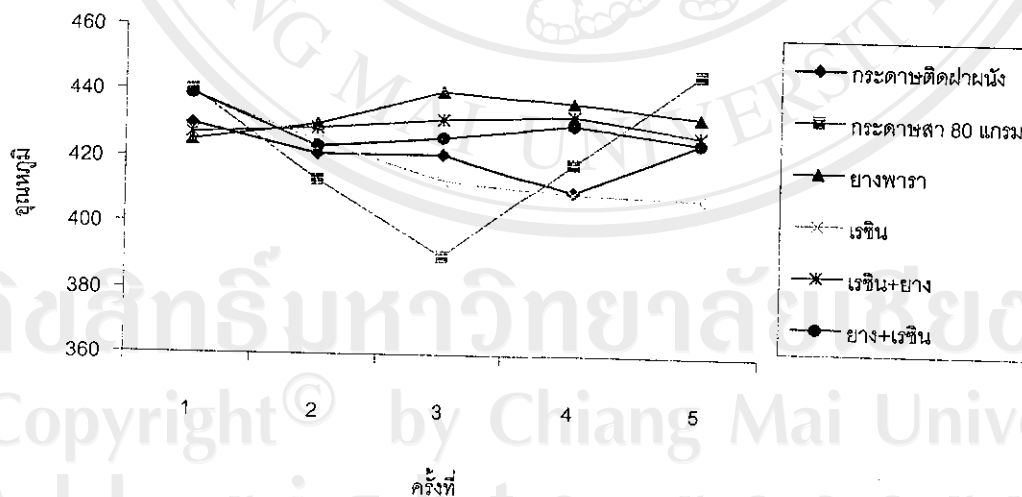
9.4 ผลจากการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา

จากผลการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระดาษสา เพื่อทำการหาแกรมที่มีความเหมาะสมในการนำมาทำเป็นกระดาษติดฝาน้ำ ได้ผลดังนี้

สารที่ใช้	แกรมที่เหมาะสม	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	อัตราการลามไฟ (cm / s)	แรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N)	การกันน้ำ
1. น้ำยางพารา	80	433.0	0.2934	64.718	กันน้ำ
2. เรซิน เบอร์ 288	60	418.8	0.2504	63.258	กันน้ำ
3. น้ำยางพารา + เรซิน	80	428.6	0.1746	62.296	กันน้ำ
4. เรซิน + น้ำยางพารา	80	429.6	0.1584	64.476	กันน้ำ

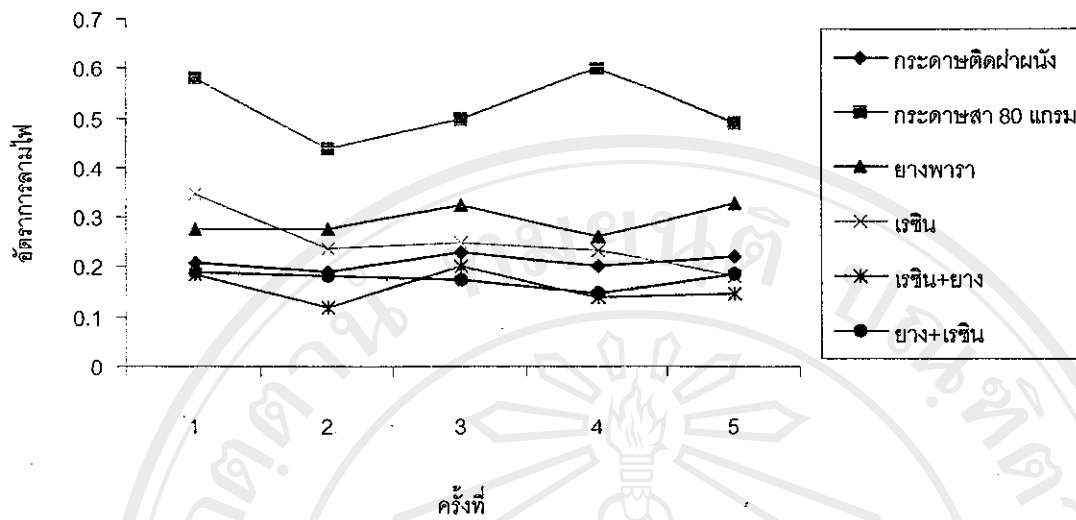
ตารางที่ 9-2

แสดงคุณสมบัติของกระดาษสา หลังจากทำการปรับปรุงด้วยวิธีต่าง ๆ



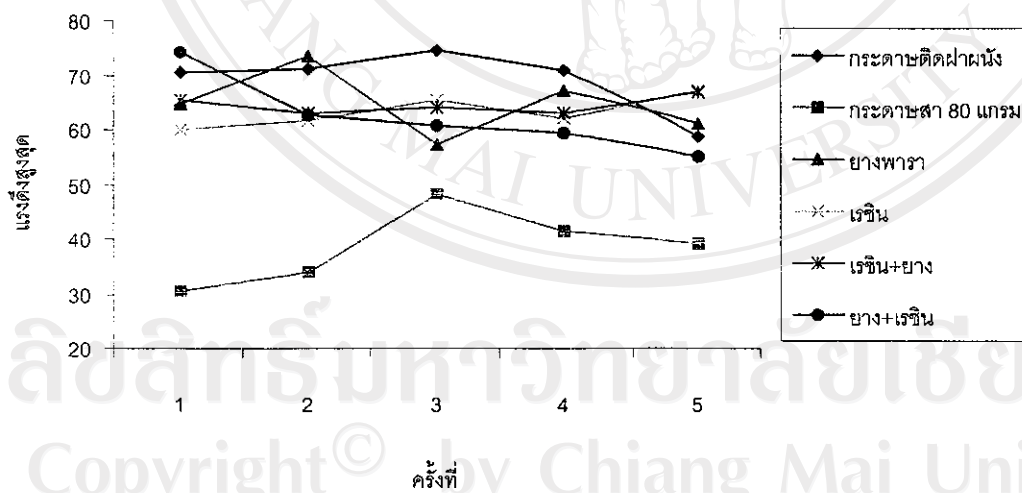
รูปที่ 9-1

กราฟแสดงอุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส) หลังจากทำการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยวิธีต่าง ๆ



รูปที่ 9-2

กราฟแสดงอัตราการลามไฟ (cm / s) หลังจากทำการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยวิธีต่าง ๆ



รูปที่ 9-3

กราฟแสดงแรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N) หลังจากทำการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยวิธีต่าง ๆ

จากวิธีการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสาทั้ง 4 วิธี การที่จะเลือกวิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำกระดาษสาไปใช้งาน ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี และ ข้อเสีย ดังนี้

วิธีการปรับปรุง	ข้อดี	ข้อเสีย
1. น้ำยางพารา	1. กระดาษที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับกระดาษติดฝาผนัง 2. เป็นสารธรรมชาติ ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และสิ่งแวดล้อม	1. ทำให้สีของกระดาษเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย โดยทำให้สีของกระดาษสาอ่อนลงไปจากสีเดิม 2. เมื่อกระดาษสาแห้งตัว จะมีกลิ่นของยางพารามากขึ้น เมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง 3. ต้นทุนสูงกว่าวิธีอื่น
2. เรซิน	1. กระดาษที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับกระดาษติดฝาผนัง โดยเฉพาะการทนแรงดึง ซึ่งทำได้ดีกว่ามาก 2. ทำให้กระดาษเป็นมันสวยงาม ลื่น ทำให้ง่ายต่อการทำความสะอาดเช็ดถู 3. ต้นทุนถูกกว่าน้ำยางพารา	1. ทำให้กระดาษสา มีสีเข้มขึ้นกว่าสีเดิมของกระดาษเล็กน้อย 2. กระดาษที่ได้จะมีสัมผัสที่แข็งขึ้นจากเดิมเล็กน้อย
3. น้ำยางพารา + เรซิน	1. กระดาษที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับกระดาษติดฝาผนัง 2. กระดาษที่ได้เป็นมันสวยงาม 3. กระดาษที่ได้จะลื่นเล็กน้อย ทำให้ง่ายต่อการทำความสะอาดเช็ดถู 4. ต้นทุนต่ำกว่าวิธีอื่น	1. ยุ่งยากในการผลิต เนื่องจากต้องใช้สารถึง 2 ชนิด 2. สัมผัสของกระดาษ จะแข็งขึ้นจากเดิมเล็กน้อย
4. เรซิน + น้ำยางพารา	1. กระดาษที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับกระดาษติดฝาผนัง 2. ได้สีและกระดาษที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกระดาษสาเดิม 3. สัมผัสของกระดาษที่ได้ จะใกล้เคียงกับกระดาษสาเดิม 4. ต้นทุนต่ำกว่าวิธีอื่น	1. ยุ่งยากในการผลิต เนื่องจากต้องใช้สารถึง 2 ชนิด 2. เมื่อกระดาษแห้งตัวแล้ว จะมีกลิ่นของยางพารามากขึ้นเล็กน้อย เมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง

ตารางที่ 9-3

แสดงข้อดี – ข้อเสีย ของการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสาด้วยวิธีการต่าง ๆ

9.5 การทำลวดลายลงบนกระดาษสา

การทำลวดลายลงบนกระดาษสา มีวิธีที่เป็นวิธีหลัก มีดังนี้

- 1) การพิมพ์ (Printing)
- 2) การระบายสี
- 3) การเขียนลวดลาย
- 4) การทำลวดลายปาเต๊ะ หรือบาติก
- 5) การพับจีบ
- 6) การตัดปะ หรือคอลลาจ
- 7) การมัดย้อม
- 8) การทำสแตมป์
- 9) การทำลายหินอ่อน

การทำลวดลายลงบนกระดาษสา สามารถทำได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้งานของกระดาษสา ความเหมาะสมของงานที่จะทำ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่จะนำกระดาษสาไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

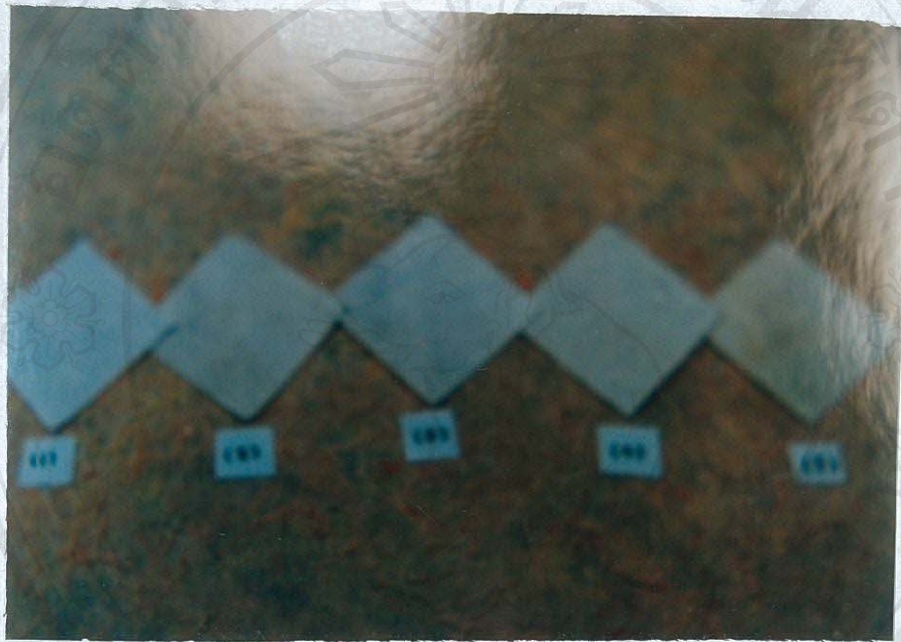
9.6 สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากผลการทดลอง ปรากฏว่า อุณหภูมิติดไฟของกระดาษติดฝาผนังที่ทำจากกระดาษสา มีค่าสูงกว่ากระดาษติดฝาผนังทั่วไป ความสามารถในการทนแรงดึงของกระดาษติดฝาผนังที่ทำจากกระดาษสา มีค่าน้อยกว่ากระดาษติดฝาผนังไม่มากนัก ซึ่งถือว่าไม่มีผลต่อการนำไปใช้งาน และอัตราการลามไฟของกระดาษติดฝาผนังที่ทำจากกระดาษสา ค่าที่ได้นั้น ทำได้ดีกว่ากระดาษติดฝาผนัง ยกเว้นในการใช้น้ำยาฟาร์ลวัน หรือ เรซินลวัน ค่าที่ได้นั้นยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่ก็สามารถทำการเพิ่มขนาดเกรนของกระดาษสาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านนี้ได้ จากการทดลอง สารเคมีและวิธีการที่เหมาะสม มีดังนี้

1. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยาฟาร์ลวัน ในปริมาณ 20 ml. จำนวน 3 รอบ คิดเป็นต้นทุน 68.01 บาท ต่อตารางเมตร
2. การพ่นเคลือบด้วยเรซิน เบอร์ 288 ในปริมาณ 15 ml. จำนวน 3 รอบ คิดเป็นต้นทุน 44.22 บาท ต่อตารางเมตร
3. การพ่นเคลือบด้วยน้ำยาฟาร์ลวันก่อน รอให้แห้งและพ่นทับด้วยเรซิน ตามปริมาณที่ได้กล่าวในข้อ 1 และ 2 โดยจะพ่นสารแต่ละชนิดอย่างละ 1 รอบ คิดเป็นต้นทุน 42.30 บาท ต่อตารางเมตร
4. การพ่นเคลือบด้วยเรซินก่อน รอให้แห้งและพ่นทับด้วยน้ำยาฟาร์ลวัน ตามปริมาณที่ได้กล่าวในข้อ 1 และ 2 โดยจะพ่นสารแต่ละชนิดอย่างละ 1 รอบ คิดเป็นต้นทุน 42.30 บาท ต่อตารางเมตร

ในการเลือกวิธีการ และสารที่จะนำไปใช้นั้น ขึ้นอยู่กับสีของกระดาษ วัตถุประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ในการนำไปใช้งาน ส่วนด้านความสวยงามของกระดาษสา มีวิธีการทำหลายวิธี ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่นกัน

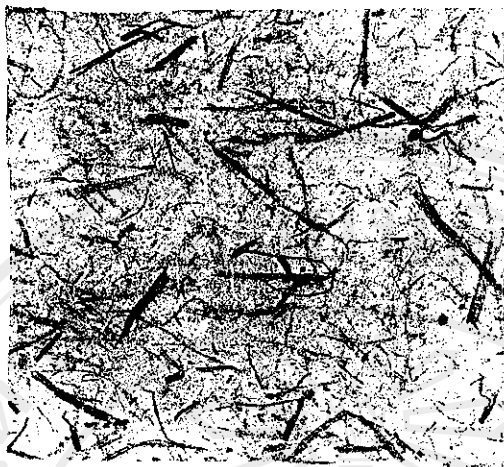
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 9-4

รูปแสดงกระดาษสาที่ทำการพันเคลือบด้วยวิธีต่าง ๆ

- 1) กระดาษสาก่อนเคลือบ
- 2) กระดาษสาพันเคลือบด้วยน้ำยางพาราล้วน
- 3) กระดาษสาพันเคลือบด้วยเรซินล้วน
- 4) กระดาษสาพันเคลือบด้วยน้ำยางพารา แล้วพันทับด้วยเรซิน
- 5) กระดาษสาพันเคลือบด้วยเรซิน แล้วพันทับด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-5

ตัวอย่างกระดาษสาทดกลายธรรมชาติ ฟันเคลือบด้วยน้ำยาราว



รูปที่ 9-6

ตัวอย่างกระดาษสาทดกลายธรรมชาติ ฟันเคลือบด้วยเรซิน



รูปที่ 9-7

ตัวอย่างกระดาษสาลดลายธรรมชาติ ฟันเคลือบด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วพ่นทับด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-8

ตัวอย่างกระดาษสาลดลายบาติกฟันเคลือบด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-9

ตัวอย่างกระดาษสาทดกลายบาติก ฟ่นเคลือบด้วยเรซิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 9-10

ตัวอย่างกระดาษสาทดกลายบาติก ฟ่นเคลือบด้วยเรซิน รอให้แห้งแล้วพ่นทับด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-11

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ ฟันเคลือบด้วยน้ำยางพารา



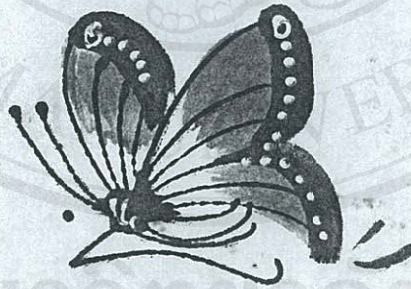
รูปที่ 9-12

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ ฟันเคลือบด้วยเรซิน



รูปที่ 9-13

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยวิธีสแตมป์ ฟันเคลือบด้วยเรซิน
รอให้แห้งแล้วพับทับด้วยน้ำยางพารา



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 9-14

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยการระบายสี แล้วพับเคลือบด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-15

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยการระบายสี แล้วพ่นเคลือบด้วยเรซิน



รูปที่ 9-16

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายโดยการระบายสี พ่นเคลือบด้วยเรซิน

รอให้แห้งแล้วพ่นทับด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-17

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์ ฟันเคลือบด้วยน้ำยางพารา



รูปที่ 9-18

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์ ฟันเคลือบด้วยเรซิน



รูปที่ 9-19

ตัวอย่างกระดาษสาทำลวดลายด้วยสีโปสเตอร์ พ่นเคลือบด้วยเรซิน
รอให้แห้ง แล้วพ่นทับด้วยน้ำยางพารา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9.7 ข้อเสนอแนะ

ในการนำไปใช้งานจริง หากผู้ใช้งานต้องการใช้กระดาษที่เคลือบด้วยน้ำยางพาราล้วน หรือ เรซินล้วน คุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิติดไฟ และอัตราการลามไฟมีส่วนสำคัญมากในการใช้งาน ดังนั้นจึงสามารถที่จะเพิ่มคุณสมบัติของกระดาษสาได้โดยการเพิ่มขนาดแกรมของกระดาษสาขึ้นไปได้ ดังนี้ คือ

หากต้องการใช้กระดาษสาที่เคลือบด้วยน้ำยางพาราล้วน ทำได้โดยเพิ่มขนาดแกรมเป็น 100 แกรม ส่วนกระดาษสาที่เคลือบด้วยเรซินล้วน ให้เพิ่มขนาดแกรมของกระดาษสาเป็น 80 แกรม ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

สารที่ใช้	แกรมที่เหมาะสม	อุณหภูมิติดไฟ (องศาเซลเซียส)	อัตราการลามไฟ (cm / s)	แรงดึงสูงสุด (นิวตัน , N)	การกันน้ำ
1. น้ำยางพารา	100	451.6	0.1186	75.328	กันน้ำ
2. เรซิน เบอร์ 288	80	428.6	0.1902	75.10	กันน้ำ
กระดาษติดฝ่าผนัง		421.4	0.2100	69.142	กันน้ำ

ตารางที่ 9-4

แสดงผลการทดสอบกระดาษสา 80 และ 100 แกรม หลังปรับปรุงคุณสมบัติ

อีกวิธีการหนึ่ง ที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิติดไฟ และอัตราการลามไฟ ก็คือ การใช้สาร Flame-Retardant โดยทำการพ่นลงบนกระดาษ นับเป็นวิธีการทำที่สะดวกมาก ซึ่งหลังจากทำการทดสอบ พบว่า อุณหภูมิติดไฟของกระดาษมีค่าสูงขึ้น และอัตราการลามไฟลดลง ได้ผลเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างมาก แต่จะทำให้ต้นทุนของกระดาษสูงขึ้นมาก เนื่องจากมีราคาแพงถึงแกลลอนละ 5,000 บาท

หากต้องการนำวิธีที่ได้จากการทดลองนี้ไปทำธุรกิจในเชิงพาณิชย์ ควรจะต้องมีการพิจารณาถึงอายุการใช้งานของน้ำยางพาราและเรซิน เบอร์ 288 ด้วย เนื่องจากมีอายุการใช้งานที่จำกัด และน้ำยางพาราจะเสื่อมสภาพและจะมีลักษณะที่เหนียวขึ้น เมื่อใช้งานได้ประมาณ 6 เดือน

ดังนั้น ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อพัฒนาในด้านที่เกี่ยวข้องกับอายุการใช้งาน เพื่อกระดาษที่ได้จะมีความคงทน และคงสภาพที่ดีอยู่ได้ และใช้งานได้นานขึ้นกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- (1) ไชยยศ เพชรบุรณิน, การเกษตรของปอสา, รายงานการสัมมนาเรื่องการพัฒนาปอสา เพื่ออุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2526.
- (2) บุญทอง ภูเจริญ, ขยัน หิรัญพันธุ์ และ ถาวร รัตนา, รายงานการวิจัยเรื่องกระดาษสา, มหาวิทยาลัยพายัพ, เชียงใหม่, 2530.
- (3) อิศรา ชีระวัฒน์สกุล, รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนากระดาษสาให้มีคุณสมบัติทนความร้อน, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2542.
- (4) อุตสาหกรรมสาร, วารสารส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 4, ปีที่ 32, 2532, หน้า 7-9.
- (5) A.M.Stinchecum, Handmade Japanese Paper, *The New York Time*, Sunday, May 11, 1986, pp.6, 28.
- (6) M. Kobayachi, เอกสารเผยแพร่ประวัติและการทำกระดาษสา, Echizen Washi, 1984.
- (7) T. H. Tsien, Raw Materials for Old Papermaking in China, *J. Am. Orient. Soc.*, 93(1973), 4, pp. 510-519.
- (8) P. Wills, Japanese Papermaking, *Orientation*, 5(1984), 7, pp. 16-33.
- (9) Chatupon Tanavirodkun and Chanwut Phemthummapon, Experiment improvement Sa Paper to be wall paper, Industrial Engineering Chiang Mai University.
- (10) Bangon Teamsiri, Por-Sa, office of research Thailand.
- (11) Permsak Supaponhamin, technology of Por-Sa production and Sa Paper, Department of Agriculture.
- (12) Watinee Samnakon and Anusapee Chaiwan, Research and Develop Sa paper and Production of Sa paper, Industrial Engineering Chiang Mai University.
- (13) Isra Teerawatsakul, Develop Sa paper to fire resistance, Industrial Engineering Chiang Mai University.
- (14) Isra Teerawatsakul, Experiment to Make Sa Paper from waste cocoon, Industrial Engineering Chiang Mai University.

ภาคผนวก



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำยางพารา (Rubber Solution)

น้ำยางพารามีลักษณะเป็นสีขาวคล้ายน้ำมัน มีเนื้อเยื่อที่เป็นไฮโดรคาร์บอนอยู่ในน้ำยาง เป็นเม็ดเล็ก ๆ รูปร่างคล้ายลูกแพร์ หรือเรียกว่า Globules มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 – 6.0 ไมครอน ห่อหุ้มด้วยวัตถุคล้ายสบู่ และโปรตีน ลอยปนอยู่ในน้ำยาง ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน กรดอะมิโน (Amino Acid) คาร์โบไฮเดรต และอิเล็กโทรไลต์ ในน้ำยางมีเนื้อเยื่อแห้ง 350 ปอนด์ จะมีไนโตรเจน ประมาณ 4 ปอนด์ โพแทส $\frac{1}{2}$ ปอนด์ และฟอสเฟส $\frac{5}{4}$ ปอนด์ ในน้ำยางสด นอกจากจะมีเม็ดยางดังกล่าวแล้ว ยังมีเม็ดสีเหลืองอ่อน ๆ และเม็ดลูทอยด์ (Lutoids) เม็ดสีเหลืองอ่อน ๆ และเม็ดลูทอยด์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 – 10 ไมครอน

โดยปกติทั่วไป ในน้ำยางพารา จะมีเนื้อเยื่อแห้งประมาณ 30 – 35 % ของน้ำหนักยาง น้ำยางของต้นยางแต่ละต้นมักจะมีเนื้อเยื่อแห้งและสารประกอบไม่เท่ากัน ต้นเดียวกัน ถ้าต่างฤดู น้ำยางก็แตกต่างกัน และในต้นเดียวกัน ที่โคนต้น, ที่ยอด และที่กิ่ง ก็ต่างกัน ยังเป็นผลผลิตต่างประเภทกัน คุณสมบัติของเนื้อเยื่อก็ยังแตกต่างกันมาก

เนื้อเยื่อแห้ง คือ สารไฮโดรคาร์บอน (Rubber hydrocarbon) ซึ่งมีไฮโดรคาร์บอนอยู่ถึง 92 % อีกประมาณ 8 % เป็นสารอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยาง (Non – rubber constituents) ปนอยู่ สารที่มีใช้อย่างเหล่านี้ ได้แก่ Protiens , Glucosides , Liquids , Mineral salt , Enzymus สิ่งที่มีใช้อย่างเหล่านี้ แม้ว่าจะมีเพียงจำนวนเล็กน้อย แต่ก็มีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อการอบความร้อนให้คงรูป (Vulcanisation) และคุณสมบัติของยาง (Technical property) เป็นอย่างมาก

น้ำยางจากต้นยางอายุประมาณ 10 ปี ประกอบด้วยสารอย่างอื่นนอกจากน้ำ และไฮโดรคาร์บอนโดยประมาณ ดังนี้

Protiens	2	%
Sugar หรือสารอื่นที่คล้ายคลึงกัน	1	%
Resin – liquids	2	%
สารจำพวกอนินทรีย์ต่าง ๆ	0.5	%

สำหรับโปรตีนนั้น จะเกาะแน่นอยู่กับผิวของเม็ดยาง (The Surface of the Rubber Globules) ทำหน้าที่เป็นเชื้อหุ้มเม็ดยางไปในตัว ส่วนเอนไซม์ (Enzyme) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น Peroxidase , Tyrosinase และ Calalase เป็นต้น ทำหน้าที่ป้องกันมิให้น้ำยางจับกันเป็นก้อน เว้นไว้แต่จะมีบางสิ่งบางอย่างที่จะทำให้เอนไซม์เหล่านี้ทำหน้าที่ไม่ได้ สิ่งนั้นได้แก่ ความร้อน หรือการถูกระแทกแรง ๆ หรือเกิดแบคทีเรียจำนวนมาก แบคทีเรียที่ว่านี้มีถึง 26 – 27 ชนิดด้วยกัน

(Le Bras) การที่เกิดมีแบคทีเรียขึ้นในน้ำยางพาราเป็นจำนวนมาก เพราะ มีน้ำตาลและโปรตีน เม็ดยางเป็นเม็ดเล็กมาก และมีการกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำยาง

สำหรับน้ำยางพาราที่ใช้ในการทดลองนั้น จะมีความหนาแน่น 0.984 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร โดยมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่สำคัญดังนี้

น้ำหนักเนื้อยางแห้ง (D.R.C)			ความ	น้ำหนักยาง	น้ำหนักยาง
ความเข้มข้น ของน้ำยาง %	ปอนด์ ต่อ แกลลอน	กิโลกรัม ต่อ ลิตร	ถ่วงจำเพาะ	1 แกลลอน (ปอนด์)	1 ลิตร (กรัม)
31	3.04	0.304	0.984	9.84	984

เรซิน (Resin)

เรซินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ เรซิน เบอร์ 288 มีลักษณะเป็นของเหลวข้นใส สีชมพูอ่อน เหนียว โดยทั่วไป เรซินชนิดนี้ใช้ในการเคลือบกรอบรูปวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการใช้งาน ต้องทำการผสมกับสารอีก 2 ชนิด ได้แก่

- โมโน (Mono) เป็นสารละลาย ทำให้เรซินมีความเหนียวลดลงสามารถใช้งานได้
ง่ายขึ้น
- ฮาร์ดดินเนอร์ (Harddinner) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเรซิน ทำให้เรซินแข็งตัวเร็วขึ้น
ความเร็วในการแข็งตัวจะขึ้นอยู่กับปริมาณฮาร์ดดินเนอร์ที่ทำการใส่ลงไปผสม
ถ้าใส่มาก เรซินก็จะแข็งตัวเร็วขึ้น

คุณสมบัติ

เรซินที่ใช้มีความหนาแน่น	1.0895	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
โมโนที่ใช้มีความหนาแน่น	0.8706	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

การใช้งาน

สำหรับเรซิน เบอร์ 288 ที่ใช้ในการทดลองนั้น จะทำการผสมเรซินต่อโมโนใน
ปริมาณ 4 : 1 และจะต้องทำการใส่ฮาร์ดดินเนอร์ต่อปริมาณเรซินผสมโมโน ในปริมาณ
1:100

สารละลายโซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate)

คุณสมบัติ

สารละลายโซเดียมซิลิเกต สามารถละลายน้ำได้ และที่ความเข้มข้นสูง ๆ สารละลายจะมีสีขุ่นขึ้น และความเหนียวจะเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ และการค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ พบว่า กระดาษสาสามารถซึมซับสารละลายโซเดียมซิลิเกตได้เป็นอย่างดี และช่วยทำให้กระดาษสา ทนไฟได้ดียิ่งขึ้น จึงได้ทำการทดลองดูในเบื้องต้น ซึ่งพบว่า กระดาษสาที่เคลือบด้วยสารละลายโซเดียมซิลิเกต ทนไฟได้สูงขึ้น , อุณหภูมิติดไฟเพิ่มสูงขึ้น , ทนแรงดึงได้มากขึ้น มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง แต่กลับพบว่า อัตราการลามไฟ จะเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย ตามความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมซิลิเกต และเมื่อกระดาษสาแห้งแล้ว กระดาษสาจะมีเนื้อที่หยาบขึ้นกว่าเดิม และที่สำคัญ กระดาษสาจะมีสีคล้ำลง นั่นจึงเป็นเหตุผลที่จะไม่นำสารละลายโซเดียมซิลิเกตมาใช้ในการวิจัยนี้ เพราะ ต้องการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษสา ให้ได้ใกล้เคียงกับกระดาษติดฝาผนัง เพื่อจะนำไปทำเป็นกระดาษติดฝาผนัง ทั้งยังต้องคงลักษณะภายนอกของกระดาษสาเอาไว้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved