

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

จากการวิจัยการศึกษาคุณสมบัติของกระดาษเยื่อผสมของเปลือกต้นสอยดาวและคราฟท์เพื่อทำกระดาษเหนียว โดยศึกษาผลของตัวแปรต้น ได้แก่ ปริมาณของเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ใช้ในการผสมกับเยื่อคราฟท์ในอัตราส่วนต่าง ๆ และศึกษาผลของตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ สมบัติเชิงกลของกระดาษจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ และสมบัติกระดาษเพื่อทำกระดาษเหนียว

ทั้งนี้ในการทดลองวิจัยจะทำการหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการต้มเยื่อที่เหมาะสม โดยกำหนดปริมาณที่จะใช้ทำการทดลองไว้ 4 ระดับ เพื่อให้ทราบปริมาณที่เหมาะสมในการต้มมากที่สุด ผลิตรกระดาษจากเยื่อเปลือกต้นสอยดาวและเยื่อคราฟท์ 5 อัตราส่วน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาคุณสมบัติของเยื่อกระดาษจากเปลือกต้นสอยดาวและคราฟท์เพื่อทำกระดาษเหนียว ทำการฟอกเยื่อจากเปลือกต้นสอยดาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กำหนดปริมาณที่ใช้ทำการฟอก 3 ระดับ เพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัย
- 3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัย

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำงานวิจัย

เป็นส่วนสำคัญในการผลิตกระดาษประกอบด้วย

1. เยื่อเปลือกต้นสอยดาว
2. เยื่อคราฟท์

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทำงานวิจัย

เป็นตัวช่วยในการผลิตกระดาษประกอบไปด้วย

1. สารแยกเส้นใย ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
2. สารต้านทานการซีมน้ำ (Sizing Agent) ได้แก่ อัลคิลคีทีนไดเมอร์ (Alkly Ketene Dimer)
3. สารฟอกเยื่อ ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) โซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate) และแมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulphate)

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัย

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

1. แท่งแก้ว
2. บีกเกอร์ขนาดความจุต่างๆ
3. กระจกชั่งน้ำ
4. ขวดวัดปริมาตร
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. ถังสำหรับพักเชื้อ
7. ถังสำหรับกรองเชื้อ
8. นาฬิกาจับเวลา
9. ถังพลาสติกร้อน
10. ถังมือกั้นความร้อน
11. ซ้อนตักสาร

3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเชื้อและกระดาษ

เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตกระดาษ

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Analytical Balance)
2. เครื่องตีกระจายเชื้อ (Disintegrator)
3. เครื่องคัดแยกเชื้อ (Flat Screen)
4. เครื่องเซนตริฟิว (Centrifuge)
5. เครื่องกดรีดน้ำ (Pressing)
6. เครื่องปั่นกระจายตัวเชื้อชั้น (Hydra Pulp)
7. เครื่องทำแผ่นทดสอบมาตรฐาน (Standard Handsheet Machine)
8. เครื่องอบแห้ง (Dryer)
9. เครื่องทดสอบความชื้น (Moisture balance)
10. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
11. หม้อต้มทรงกระบอก (Autoclave)
12. เครื่องให้ความร้อนด้วยโพลีเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol bath)

3.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบกระดาษ

เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบกระดาษก่อนทำเชื้อกระดาษขึ้นรูป (Pulp Molded)

1. เครื่องตัดชิ้นตัวอย่างทดสอบ
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Analytical Balance)
3. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Resistance)
4. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting Strength)
5. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัว (Tensile Strength and Elongation)
6. เครื่องวัดความขาวสว่าง (Elrepho 2000)
7. เครื่องทดสอบความหนา (Thickness tester)
8. เครื่องทดสอบการอุ้มน้ำของเยื่อ (Canabian freeness tester)
9. กรวยกรองแบบแก้ว (Fritted glass Buchner funnel)

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกต้นสอยดาว

นำเปลือกต้นสอยดาวล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 4-5 เซนติเมตร แล้วนำไปผึ่งในที่ที่มีอากาศถ่ายเทให้แห้ง

3.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกต้นสอยดาว

นำเปลือกต้นสอยดาววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 นำตัวอย่างเปลือกต้นสอยดาวไปตากแห้งที่อุณหภูมิห้อง

3.2.2.2 สุ่มตัวอย่างเปลือกต้นสอยดาวที่แห้งแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดไม้จนได้ผงละเอียด (คล้ายขี้เถ้า) พอสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.2.2.3 นำผงไม้ที่ได้จากข้อ 3.2.2.2 ไปร่อนผ่านตะแกรง 40 mesh แล้วเก็บส่วนที่ผ่านตะแกรง 40 mesh มาทดสอบดังนี้

- ก. ปริมาณเถ้า (Ash content) ตาม Tappi T 211
- ข. การละลายในน้ำร้อน (Hot-water solubility) ตาม Tappi T 207
- ค. การละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 (1% NaOH solubility) ตาม Tappi T 212
- ง. การละลายเองกอลล์และเบนซีน (Alcohol benzene solubility) ตาม Tappi T 204

จ. ปริมาณเพนโตซาน (Pentosans content) ตาม Tappi T 223

ฉ. ปริมาณลิกนิน (Lignin content) ตาม Tappi T 222

3.2.2.4 นำผงไม้ที่ได้จากข้อ 3.2.2.2 ไปร่อนผ่านตะแกรง 60 mesh แล้วเก็บส่วนที่ผ่านตะแกรง 60 mesh มาทดสอบดังนี้

ก. ปริมาณโฮโลเซลลูโลส (Holocellulose) ตาม Tappi section, January 10, 1946

ข. ปริมาณอัลฟาเซลลูโลส (Alpha cellulose) ตาม Tappi T 203

ค. ปริมาณเบต้าเซลลูโลส (Beta cellulose) ตาม Tappi T 203

ง. ปริมาณแกมมาเซลลูโลส (Gamma cellulose) ตาม Tappi T 203

3.2.3 ขั้นตอนการผลิตเยื่อเพื่อหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม

การต้มเยื่อใช้วิธีการต้มเยื่อแบบโซดา โดยใช้สารเคมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 1 โมล โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 ต้มเยื่อเปลือกต้นสอยดาวโดยกำหนดปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 9, 12, 15 และ 18 ของน้ำหนักแห้งเปลือกต้นสอยดาว ต้มในรูปแบบระบบปิด ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง เริ่มนับเวลาดังแต่อุณหภูมิถึง 170 องศาเซลเซียส

3.2.3.2 ชั่งเปลือกต้นสอยดาว 200 กรัม น้ำหนักแห้ง บรรจุในหม้อต้มทรงกระบอก (autoclave) แล้วเทส่วนผสมของน้ำยาต้มเยื่อตามสภาวะทดลองที่กำหนดดังนี้

ตารางที่ 3.1 สภาวะการต้มเยื่อ

สภาวะการต้มเยื่อ	
เปลือกต้นสอยดาว (กรัมน้ำหนักแห้ง)	200
ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	9, 12, 15 และ 18
อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเยื่อ (องศาเซลเซียส)	170
เวลาที่ใช้ในการต้มเยื่อเริ่มนับที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส (นาที)	180
อัตราส่วนผสมระหว่างเปลือกต้นสอยดาวต่อน้ำ	1:8

นำหม้อต้มทรงกระบอกใส่ลงในเครื่องให้ความร้อนด้วยโพลีเอทิลีน ไกลคอล (Polyethylene glycol) โดยที่หม้อต้มทรงกระบอกติดตั้งอยู่บนเพลลาซึ่งหมุนตลอดเวลา โดยควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามสถานะการทดลองที่กำหนดในการต้มเยื่อโซดา

3.2.3.3 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว นำหม้อต้มลงแช่ในน้ำเย็นประมาณ 3 นาทีแล้วเทน้ำดำออกจากหม้อต้มเก็บน้ำดำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกใช้ไป

3.2.3.4 นำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่ได้ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำประปา

3.2.3.5 การปั่นกระจายตัวเยื่อ โดยใช้เครื่องปั่นกระจายตัวเยื่อขึ้นเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เส้นใยเปลือกต้นสอยดาวแยกออกมาเป็นเส้นใย

3.2.3.6 การคัดแยกเยื่อที่ไม่ต้องการออก เป็นการคัดแยกกลุ่มก้อนของเส้นใยที่ไม่แยกตัวกันอย่างสมบูรณ์ออก และเป็นการจัดสิ่งสกปรกของเยื่อที่ต้มแล้วก่อนที่จะนำมาผลิตกระดาษโดยการนำเยื่อที่ผ่านจากการปั่นแยกเส้นใยเจือจางมาแยกผ่านเครื่องคัดแยกเยื่อ (Flat Screen) แล้วทำการปั่นแยกน้ำออกจากเยื่อด้วยเครื่องเซนตริฟิว (Centrifuge)

3.2.3.7 นำเยื่อที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติของเยื่อต้นสอยดาวเพื่อหาปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมดังนี้

ก. ผลผลิตเยื่อ (Pulp yield)

ข. Kappa number ตาม Tappi T 236 cm-85

ค. Freeness tester ตาม Tappi T 227 om-04

ง. สมบัติทางกายภาพของเยื่อ (Physical properties) ประกอบด้วย

- ทำแผ่นทดสอบมาตรฐานตาม Tappi T 205 om-88 (กระจายเยื่อที่ 2,000 รอบ)

- น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) ตาม Tappi T 410 om-89

- ความหนา (Thickness) ตาม Tappi T 411 om-93

- ความต้านแรงดึงขาด (Tensile strength) ตาม Tappi T 404 om-92

- ความต้านแรงฉีกขาด (Tear strength) ตาม Tappi T 414 om-82

- ความต้านแรงคันทะลุ (Burst strength) ตาม Tappi T 403 om-85

3.2.4 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อเพื่อทำแผ่นกระดาษทดสอบ

3.2.4.1 หาน้ำหนักเยื่อแห้ง นำไปชั่งน้ำหนัก

3.2.4.2 นำเยื่อใส่บีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร และเติมน้ำเพิ่มให้ได้ 2,000 มิลลิลิตร

3.2.4.3 การตีกระจายเยื่อ เป็นการกระจายเยื่อให้กระจายตัวออกจากกัน เมื่อเยื่อกระจายตัวออกจากกัน เป็นเส้นเดี่ยวๆ มากขึ้น เยื่อก็จะเกิดพันธะได้ดีขึ้น โดยนำเยื่อแต่ละชนิดตัวอย่างมาใช้เวลาในการตีเยื่อ ประมาณ 15 นาทีเพื่อให้เยื่อผสมกันดีและประสานตัวกันมากขึ้น

3.2.4.4 การกวนน้ำเยื่อ มาใส่ในถังกวนแล้วเติมน้ำให้น้ำเยื่อมี Consistency เท่ากับ 0.3% และเปิดเครื่องเพื่อให้ใบพัดในถังกวนให้เยื่อกระจายตัวในน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้น้ำเยื่อทุกครั้งที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากัน

3.2.5 ขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษทดสอบ

3.2.5.1 ล้างเครื่องมือทำแผ่นกระดาษให้สะอาดเอาสิ่งสกปรกออกจากตะแกรงขึ้นแผ่นให้หมด

3.2.5.2 ยกทรงกระบอกลงมาปิดที่ตะแกรงขึ้นแผ่น

3.2.5.3 ตวงน้ำเยื่อจากถังกวนมาเทใส่ลงในทรงกระบอที่อยู่บนตะแกรง

3.2.5.4 ปล่อน้ำเข้ามาในทรงกระบอผสมกับน้ำเยื่อจนถึงขีดที่เครื่องกำหนด

3.2.5.5 เปิดวาล์วปล่อน้ำออกแล้วเยื่อจะตกค้างอยู่บนตะแกรง

3.2.5.6 วางกระดาษซับทับเยื่อที่อยู่บนตะแกรง 2 แผ่น วางแผ่นแสตนเลทวงกลมทับบนกระดาษซับ และนำลูกกลิ้งเหล็กกลิ้งบนแผ่นแสตนเลทวงกลมให้ทั่วทั้งแผ่นเพื่อให้เยื่อติดขึ้นมาบนกระดาษซับ

3.2.5.7 นำแผ่นแสตนเลทวางทับบนเยื่อที่อยู่บนกระดาษซับและนำกระดาษซับอีก 2 แผ่นวางทับบนแผ่นแสตนเลท

3.2.5.8 นำไปกครีตน้ำโดยใช้กระดาษซับน้ำดึงน้ำออกจากแผ่นกระดาษทดสอบและใช้แรงกดจากเครื่องมือกครีตน้ำชนิดตั้งเวลา ทำการกครีตน้ำ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใช้เวลา 300 วินาที กดทับครั้งที่ 1 เสร็จเปลี่ยนกระดาษซับแผ่นใหม่และทำการกดทับครั้งที่ 2 ใช้เวลา 150 วินาที หลังจากกดทับเสร็จเอากระดาษซับออก จะได้กระดาษทดสอบที่ติดอยู่บนแผ่นแสตนเลข

3.2.5.9 นำแผ่นเหล็กแสตนเลขที่มีกระดาษทดสอบติดอยู่วางบนชั้นตากกระดาษทรงกลมแล้วนำเหล็กวางทับบนตะแกรง ที่ไว้จนกระดาษทดสอบแห้ง

3.2.5.10 นำแผ่นกระดาษทดสอบที่ติดบนแผ่นแสตนเลขออก จะได้กระดาษทดสอบนำไปวิเคราะห์ตามข้อ 3.2.3.7

3.2.6 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อและการเติมสารต้านการซึมน้ำ

การศึกษาผลของการผสมเยื่อเปลือกต้นสอยดาว กับเยื่อคราฟท์ ในกระบวนการนี้จะทำให้น้ำเยื่อมี Consistency เท่ากับ 0.3% โดยจะนำเยื่อเปลือกต้นสอยดาวอบแห้ง กับเยื่อคราฟท์อบแห้งผสมกัน โดยกำหนด 5 อัตราส่วน ซึ่งจะทำให้กระดาษที่ผลิตออกมามีคุณสมบัติที่ได้แตกต่างกัน

3.2.6.1 หาน้ำหนักเยื่อแห้ง นำไปชั่งน้ำหนัก

3.2.6.2 นำเยื่อใส่บีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร และเติมน้ำเพิ่มให้ได้ 2,000 มิลลิลิตร

3.2.6.3 การตีกระจายเยื่อ เป็นการกระจายเยื่อให้กระจายตัวออกจากกัน เมื่อเยื่อกระจายตัวออกจากกัน เป็นเส้นเดี่ยวๆ มากขึ้น เยื่อก็จะเกิดพันธะได้ดีขึ้น โดยนำเยื่อแต่ละชนิดตัวอย่างมาใช้เวลาในการตีเยื่อประมาณ 15 นาทีเพื่อให้เยื่อผสมกันดีและประสานตัวกันมากขึ้น

ตารางที่ 3.2 สภาวะน้ำเยื่อ

สภาวะน้ำเยื่อ	
น้ำหนักเยื่อแห้ง (กรัม)	60
อัตราส่วนเยื่อเปลือกต้นสอยดาว : เยื่อคราฟท์	0 : 100, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 100 : 0
สารต้านทานการซึมน้ำ (%)	1

3.2.6.4 นำสารต้านการซึมน้ำ(Sizing Agent) คือ อัลคิลคีทีน ไคเมอร์ (Alkly Ketene Dimer,AKD) ที่มีความเข้มข้น 10% เดิมลงในน้ำเยื่อปริมาณ 1%

3.2.6.5 ทำการกวนน้ำเยื่อด้วยแท่งแก้วเป็นเวลา 5 นาที

3.2.6.6 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 7 และทำขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษทดสอบตามข้อ 3.2.5

3.2.6.7 นำกระดาษทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมกระดาษเหนียวประเภทสูงชั้นเดียว ดังนี้

- ก. น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) ตาม ISO 536
- ข. ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ตาม ISO 287
- ค. การดูดซึมน้ำ (Cobb test) ตาม ISO 535
- ง. ความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear strength) ตาม ISO 1974
- จ. ความต้านแรงดันทะลุ (Burst strength) ตาม ISO 2758

3.2.7 ขั้นตอนการฟอกเยื่อเปลือกต้นสอยดาว

การฟอกเยื่อชั้นตอนเดียวและใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นสารฟอก โดยใช้เยื่อเปลือกต้นสอยดาวที่มีปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมมาฟอก มีรายละเอียดดังนี้

3.2.7.1 การฟอกเยื่อเปลือกต้นสอยดาว โดยกำหนดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 10, 15, และ 20 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ทำการฟอกในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง เริ่มนับเวลาดังแต่อุณหภูมิถึงที่กำหนด

3.2.7.2 ชั่งเยื่อเปลือกต้นสอยดาว 200 กรัม น้ำหนักแห้ง ในความเข้มข้นแต่ละชุดแล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกทนความร้อนแล้วเติมสารละลายของน้ำยาฟอกลงไปผสมกับเยื่อในแต่ละชุดโดยมีปริมาณสารที่ใช้เป็นไปตามสภาวะการฟอกที่กำหนดดังนี้

ตารางที่ 3.3 สภาวะการฟอกเยื่อ

สภาวะการฟอกเยื่อ	
ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (ร้อยละของน้ำหนักเยื่อแห้ง)	10, 15 และ 20
ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (ร้อยละของน้ำหนักเยื่อแห้ง)	0.05
ปริมาณโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) (ร้อยละของน้ำหนักเยื่อแห้ง)	2.0
ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละของน้ำหนักเยื่อแห้ง)	1
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	70-80
เวลาที่ใช้ในการฟอกเริ่มนับที่อุณหภูมิกำหนด (นาที)	180
ความเข้มข้นของน้ำเยื่อร้อยละ	10
ความเป็นกรด-ด่าง	10.5-11

3.2.7.3 หลังจากเติมสารละลายน้ำยาฟอกเยื่อลงไปแล้วปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อให้ได้ร้อยละ 10 คลุกเคล้าน้ำเยื่อให้สม่ำเสมอ ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 10.5-11 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2.7.4 หลังปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามสภาวะที่กำหนดแล้วคลุกเคล้าน้ำเยื่อให้สม่ำเสมออีกครั้งปิดปากถุงพลาสติกให้แน่นแล้วนำถุงพลาสติกไปใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง

3.2.7.5 เมื่อครบกำหนดเวลาในการฟอกเปิดปากถุงนำเยื่อไปล้างด้วยน้ำให้สะอาด แล้วนำเยื่อฟอกขาวที่ได้ไปทำแผ่นทดสอบเหมือนข้อ 3.2.4-3.2.5 แล้วนำแผ่นกระดาษทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์ดังนี้

- ก. น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) ตาม Tappi T 410 om-89
- ข. ความต้านแรงดึงขาด (Tensile strength) ตาม Tappi T 404 om-92
- ค. ความต้านแรงฉีกขาด (Tear strength) ตาม Tappi T 414 om-82
- ง. ความต้านแรงฉีกขาด (Burst strength) ตาม Tappi T 403 om-85
- จ. ความขาวสว่าง (Brightness) ตาม Tappi T 525 om-06

3.2.8 ขั้นตอนบันทึกผล วิเคราะห์ และแปลผลข้อมูล

นำค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบมาทำการบันทึกผล โดยมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังนี้

3.2.8.1 บันทึกผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของเปลือกต้นสอยดาว

3.2.8.2 บันทึกผลการทดสอบหาปริมาณโซเดียมไอครอกไซด์ในการต้มเชื้อเปลือกต้นสอยดาวที่เหมาะสม

3.2.8.3 บันทึกผลการทดสอบหาอัตราส่วนของกระดาษจากเชื้อเปลือกสอยดาวและเชื้อกราฟท์ที่เหมาะสม

3.2.8.4 บันทึกผลการทดสอบเชื้อฟอกขาวใช้ปริมาณไฮโครเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณต่าง