บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 สารเคมี

1. เยื่อใยสั้น (เยื่อยูคาลิปตัสที่ผ่านการฟอก; LBKP#2) จากบริษัท ฟินิคซ์ พัลพ์ แอน เพเพอร์ จำกัด มหาชน

2. แป้งมันสำปะหลังดิบ จากบริษัท เยนเนรัลสตาร์ช จำกัด

3. กากมันสำปะหลัง จากบริษัท เยนเนรัลสตาร์ช จำกัด

4. เยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกเก่า (OCC) จากกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว ไม่มีพิมพ์ลายและยังไม่ได้ผ่านการใช้งาน

5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เกรดอุตสาหกรรม

6. โซเดียมไตรพอลีฟอสเฟต (Sodiumtripolyphosphate; STPP) เกรดอุตสาหกรรม

7. (3-คลอโร-2-ไฮดรอกซีโพรพิล)ไตรเมทิล แอมโมเนียม ((3-chloro-2-hydroxypropyl) trimethyl ammonium; CHPT) เกรดอุตสาหกรรม

8. เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α-amylase) เกรดอุตสาหกรรม

9. สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เกรดอุตสาหกรรม

10. ฟีนอล์ฟทาลีน

11. น้ำกลั่น

3.1.2 อุปกรณ์

1. กระดาษกรองเบอร์ 4; Whatman International Ltd., England

2. ตะแกรงขนาด 25 เมช

3. ตะแกรงขนาด 60 เมช

4. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (0.1-21 kg); รุ่น GX-20K, AND, Japan

5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (0.005-4,000 g); รุ่น TB-4002, Denver Instrument, Germany

6. เครื่องวัดความชื้น (Moistrure Determination Balance); รุ่น KettFD-600, Kett Electric Laboratory, USA

7. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter); Denver Instrument, Germany

8. ตู้อบ (Hot Air Oven); Venticell, Germany

9. เครื่องตีกาก; บริษัท เยนเนรัลสตาร์ซ จำกัด

10. เครื่องคั่วกาก; บริษัท เยนเนรัลสตาร์ซ จำกัด

11. เครื่องปั่น (Blender); OTTO Blender BE-123, Thailand

12. เครื่องบดเยื่อ (Valley Beater); รุ่น UEC-2018A, Universal Engineering Corporation, India

13. เครื่องวัดค่าการระบายน้ำ (Freeness Tester); รุ่น LTDA, Regmed, Brazil

14. เครื่องทำแผ่นกระดาษ (Sheet Forming); รุ่น Rapid-Köthen Blattbildner, PTI Laboratory Equipment, Austria

15. เครื่องวัดค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength Tester); รุ่น Strograph E-S, Toyoseiki Seisaku-SHO LTD., Japan

16. เครื่องวัดค่าความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาด (Elmendorf Tearing Resistance Tester); รุ่น Protear, Thwing-Albert Instrument, USA

17. เครื่องวัดค่าความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ (Burst Strength Tester); รุ่น Lorentzen & Wettre, Sweden

18. เครื่องวัดค่าความต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush of Corrugating Medium; CMT tester)

19. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM); รุ่น JEOL JSM-5410LV, USA

20. เครื่องกวนผสมสาร (Magnetic Stirrrer); รุ่น TTS, Denver Instrument, Germany

21. เครื่องตัดกระดาษเพื่อทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีก; รุ่น Saltaranpur, Universal Engineering Corporation, India

22. อ่างน้ำร้อน (Water Bath); รุ่น Memmert WB29, Germany

23. กระบอกตวง ขนาด 25, 100 และ 1000 มิลลิลิตร

24. บีกเกอร์ ขนาด 25, 50, 250, 500 มิลลิลิตร

25. แท่งแก้วคนสาร

26. เทอร์โมมิเตอร์

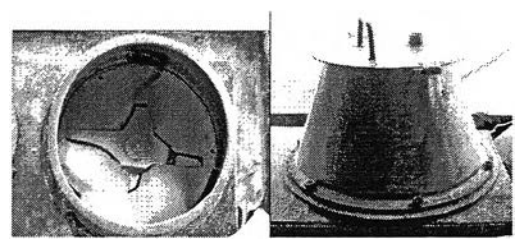
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

จากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังในอุตสาหกรรม พบว่ากากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากการผลิต เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่ามีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแป้งที่อยู่บริเวณภายนอกและภายในเส้นใย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลังมาเป็นสารเพิ่มความแข็งแรงชนิดแห้งในกระดาษ โดยนำกากมันสำปะหลังมาหาขนาดและหาวิธีการเตรียมกากที่เหมาะสมโดยผสมกับเยื่อใยสั้นและวัดความแข็งแรงของกระดาษ จากนั้นจะเลือกกากที่ส่งผลให้กระดาษมีแข็งแรงมากที่สุดมาทำการดัดแปรเช่นเดียวกับการดัดแปรแป้ง และนำมาผสมกับกระดาษรีไซเคิล (กระดาษกล่องลูกฟูกเก่า) เพื่อผลิตกระดาษลอนลูกฟูก

3.2.1 การหาขนาดและวิธีการเตรียมกาก

3.2.1.1 การเตรียมกากมันสำปะหลัง

3.2.1.1.1 นำกากมันสำปะหลังที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 80 ที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งในขั้นตอนการสกัดหยาบมาผ่านการตีด้วยเครื่องตีกาก (ภาพที่ 3.1) โดยใช้ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 3.1 เครื่องตีกาก

3.2.1.1.2 นำกากมันสำปะหลังที่ผ่านการตีกากมาร่อนผ่านตะแกรงที่มีรูเปิดตะแกรงขนาด 25 เมช โดยให้ตะแกรงแช่อยู่ในน้ำประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงของตะแกรง เพื่อช่วยทำให้กากสามารถร่อนหลุดผ่านตะแกรงได้ง่ายขึ้น จากนั้นนำกากที่ติดอยู่บนตะแกรงและที่ลอดผ่านตะแกรงมาอบด้วยตู้อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกากมีความชื้นประมาณร้อยละ 10-12

3.2.1.1.3 ทำตามข้อ 3.2.1.1.2 อีกครั้งแต่เปลี่ยนจากกากมันสำปะหลังที่ผ่านการตีมาเป็นกากมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการตีกาก ซึ่งจะได้กาก 5 แบบ ดังนี้

- กาก - อบแห้ง
- กาก - ไม่ดี - ร่อนเปียก - บน 25 เมช – อบ
- กาก - ไม่ดี - ร่อนเปียก - ล่าง 25 เมช – อบ
- กาก - ดี - ร่อนเปียก - บน 25 เมช – อบ
- กาก - ดี - ร่อนเปียก - ล่าง 25 เมช – อบ

ภาพที่ 3.2 ตะแกรงที่ใช้ร่อนกากมันสำปะหลัง

3.2.1.1.4 นำกากมันสำปะหลังมาหาเปอร์เซ็นต์แป้งในกากโดยดัดแปลงจากวิธี ISI 09-2e จากการใช้สารละลายไฮโดรคลอริก เป็นการใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสในการย่อยแป้งแทน ดังนี้

- ชั่งกากตัวอย่าง 40 กรัม เติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร
- เติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส 10 มิลลิลิตร ต้มในอ่างน้ำร้อน (Water Bath) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- นำมากรอง ชั่งน้ำหนักกากและวัดความชื้นในกาก
- คำนวณหาปริมาณแป้งในกาก (ร้อยละ) จากสมการที่ 3.1

$$\text{เปอร์เซ็นต์แป้งในกาก} = \frac{\text{น้ำหนักกากเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักกากหลังกรอง}}{\text{น้ำหนักกากเริ่มต้น}} \times 100 \text{ ----- สมการที่ 3.1}$$

3.2.1.2 การเตรียมเยื่อใยสั้น

3.2.1.2.1 หาความชื้นของเยื่อใยสั้น โดยฉีกเยื่อใยสั้นเป็นชิ้นเล็กๆ และนำมาใส่ในเครื่องวัดความชื้น

3.2.1.2.2 ชั่งเยื่อใยสั้นให้มีน้ำหนักแห้ง (oven-dried pulp weight) เท่ากับ 360 กรัม โดยคำนวณจากความชื้นของเยื่อใยสั้นที่หาได้ ดังวิธีการคำนวณแสดงไว้ที่

ภาคผนวก ก จากนั้นนำมาฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำมาแช่ในถังที่บรรจุน้ำไว้ 5 ลิตร และปิดฝาถังทิ้งไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงถึง 1 คืน

3.2.1.2.3 นำเยื่อมาตีกระจายเยื่อด้วยเครื่องบดเยื่อ จนเส้นใยแยกออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ แล้วจึงทำการบดเยื่อตามมาตรฐาน TAPPI T200 sp-01 หยุดเครื่องเป็นระยะเพื่อนำน้ำเยื่อมาหาค่าการระบายน้ำ (freeness) ตามมาตรฐาน TAPPI T227 om-99 และหยุดการบดเยื่อเมื่อได้ค่าการระบายน้ำประมาณ 300 - 350 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บเยื่อที่ได้ไว้ผสมกับกากมันสำปะหลังเพื่อใช้ในขั้นตอนการขึ้นแผ่นต่อไป

3.2.1.3 <u>การขึ้นแผ่นกระดาษ</u>

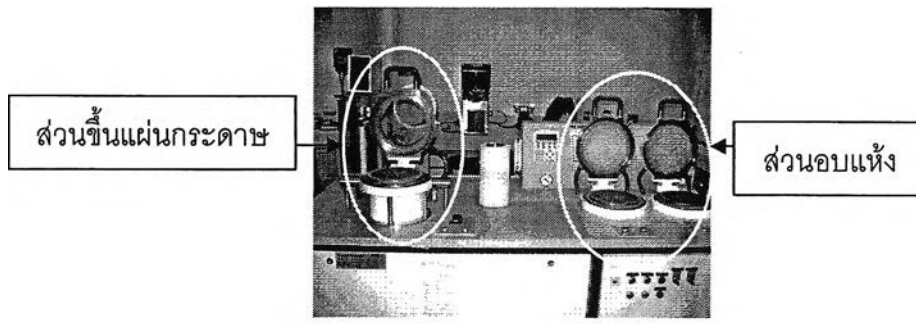
3.2.1.3.1 นำกากมันสำปะหลังทั้ง 5 แบบผสมกับเยื่อใยสั้นในอัตราส่วนของ เยื่อใยสั้น : กากมันสำปะหลัง คือ 100:0, 95:5, 90 :10 และ 85:15 และปรับน้ำเยื่อให้มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และขึ้นแผ่นกระดาษโดยกำหนดให้กระดาษมีน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 75 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งวิธีการคำนวณปริมาณเยื่อใยสั้นและกากมันสำปะหลังแสดงไว้ที่ภาคผนวก ก

3.2.1.3.2 แบ่งน้ำเยื่อใส่ลงในกระบอกตวงที่มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาวัดค่าการระบายน้ำตามการทดลองที่ 3.2.1.2.4

3.2.1.3.3 ขึ้นแผ่นกระดาษ (ตามมาตรฐาน ISO 5269-2) โดยใช้เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษ Rapid-Köthen โดยที่ตัวเครื่องจะแบ่งเป็น 2 ส่วน (ภาพที่ 3.3) คือส่วนขึ้นแผ่นกระดาษและส่วนอบแห้ง โดยจะมีวิธีการทดลองดังนี้

- เทน้ำเยื่อลงในส่วนที่ทำให้น้ำเยื่อเกิดการจัดเรียงตัวกลายเป็นแผ่นกระดาษ โดยที่เครื่องจะทำการกระจายเยื่อเพื่อให้เยื่ออยู่กระจายทั่วแผ่นเท่าๆกัน จากนั้นจะมีการดึงน้ำออก ซึ่งลักษณะกระดาษที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นกระดาษวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 เซนติเมตร

- นำมาอบแห้งในส่วนอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 3.3 เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษ

3.2.1.4 การทดสอบกระดาษ

นำแผ่นกระดาษที่ได้มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (basis weight) และตัดกระดาษให้มีขนาดตามมาตรฐาน TAPPI T220 sp-01 เพื่อทดสอบสมบัติเชิงกลของกระดาษ ดังต่อไปนี้

3.2.1.4.1 ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) ตามมาตรฐาน TAPPI T 494 om-01 เป็นการทดสอบแรงดึงที่มากที่สุดที่สามารถทำให้กระดาษขาดได้ จากนั้นนำค่าความต้านทานแรงดึงที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Index) โดยนำค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงหารด้วยน้ำหนักมาตรฐาน เพื่อเป็นการลดปัจจัยทางด้านความแปรปรวนของน้ำหนักมาตรฐานแต่ละแผ่น

3.2.1.4.2 ความแข็งแรงต่อแรงฉีก (Tear Strength) ตามมาตรฐาน TAPPI T 414 om-98 เป็นกาวัดแรงฉีกที่ต้องใช้ในการทำให้กระดาษขาดจากรอยตัดเริ่มต้นเป็นระยะทางหนึ่ง จากนั้นนำค่าความแข็งแรงต่อแรงฉีกที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงฉีก (Tear Index) โดยนำค่าความแข็งแรงต่อแรงฉีกมาหารด้วยน้ำหนักมาตรฐาน เพื่อเป็นการลดปัจจัยทางด้านความแปรปรวนของน้ำหนักมาตรฐานแต่ละแผ่น

3.2.1.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาขนาดและวิธีการเตรียมกากที่เหมาะสมสำหรับการนำกากไปทำการดัดแปรและไปผสมในเยื่อรีไซเคิล (กระดาษกล่องลูกฟูกเก่า) ในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.2 ศึกษาการดัดแปรแป้งและกากมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นสารเพิ่มความแข็งแรงชนิดแห้งในการผลิตกระดาษลอนลูกฟูก

3.2.2.1 การเตรียมแป้งประจุบวก (Cationic Starch)

ทำการดัดแปรแป้งประจุบวก โดยให้แป้งมีปริมาณ (3-คลอโร-2-ไฮดรอกซีโพรพิล)ไตรเมทิล แอมโมเนียม (CHPT) ร้อยละ 1, 2, 5 และ 8 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งมีวิธีการดัดแปร ดังนี้

3.2.2.1.1 ผสมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 10.48 มิลลิลิตร (วิธีการคำนวณปริมาตรที่ใช้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ก) กับน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร

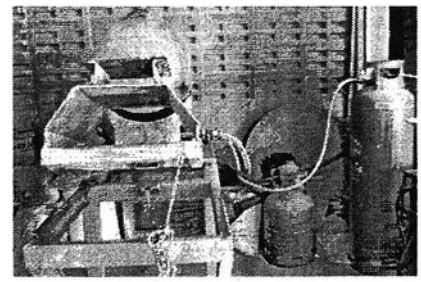
3.2.2.1.2 เติมสารละลาย CHPT เข้มข้นร้อยละ 69 ปริมาตร 8.75 มิลลิลิตร (ปริมาณ CHPT ร้อยละ 1) ซึ่งวิธีการคำนวณปริมาตรที่ใช้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ก พร้อมกับกวนสารละลายให้เข้ากัน จับเวลา 2 นาที

3.2.2.1.3 ชั่งแป้งดิบ 1000 กรัม ใส่ลงในเครื่องผสมแป้ง (ใช้เครื่องเดียวกับเครื่องตีกาก ดังภาพที่ 3.1) ปิดฝา และทำการเปิดเครื่อง จากนั้นเติมสารละลายลงในท่อที่ยื่นจากฝาเครื่อง จับเวลา 5 นาทีแล้วปิดเครื่องผสม และนำแป้งออกจากเครื่องผสม

3.2.2.1.4 นำแป้งมาใส่ในเครื่องคั่วแป้ง (ภาพที่ 3.4) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการคั่วแป้งจนกระทั่งแป้งมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และจับเวลาในการคั่วเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.2.2.1.5 นำแป้งออกจากเครื่องคั่วแป้ง ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการร่อนแป้งโดยใช้ตะแกรงที่มีรูเปิดขนาด 60 เมช เพื่อแยกเอาส่วนของแป้งที่จับตัวเป็นก้อนออก โดยจะเก็บเอาส่วนที่ลอดผ่านตะแกรงได้ไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.2.1.6 ทำการดัดแปรซ้ำโดยเปลี่ยนปริมาณสารละลาย CHPT ร้อยละ 1 ของน้ำหนักแป้ง เป็นร้อยละ 2, 5 และ 8 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งปริมาตรของสารละลาย CHPT ที่ใช้ คือ 17.5, 43.7 และ 70 มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ คือ 20.95, 52.44 และ 83.86 มิลลิลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 3.4 เครื่องคั่วแป้ง

3.2.2.2 การเตรียมแป้งแอมโฟเทอริก (Amphoteric Starch)

ทำการดัดแปรแป้งแอมโฟเทอริก โดยให้แป้งมีปริมาณ CHPT ร้อยละ 1, 2, 5 และ 8 ของน้ำหนักแป้ง และมีปริมาณโซเดียมไตรพอลีฟอสเฟตร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งมีวิธีการดัดแปร ดังนี้

3.2.2.2.1 ผสมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 10.48 มิลลิลิตร กับสารละลาย CHPT เข้มข้นร้อยละ 69 ปริมาตร 8.75 มิลลิลิตร (CHPT ร้อยละ 1) พร้อมกับกวนสารละลายให้เข้ากัน จับเวลา 2 นาที

3.2.2.2.2 ชั่งแป้งดิบ 1000 กรัม ใส่ลงในเครื่องผสมแป้ง ปิดฝา และทำการเปิดเครื่องจากนั้นเติมสารละลายจากข้อ 3.2.2.2.2 ลงในท่อที่ยื่นจากฝาเครื่อง

3.2.2.2.3 เติมสารละลายโซเดียมไตรพอลีฟอสเฟต (ในปริมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้ง โดยชั่งโซเดียมไตรพอลีฟอสเฟต 30 กรัมละลายในน้ำปริมาตร 300 มิลลิลิตร ที่มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็น) จับเวลา 5 นาทีแล้วปิดเครื่องผสม และนำแป้งออกจากเครื่องผสม

3.2.2.2.4 นำแป้งมาใส่ในเครื่องคั่วแป้งที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการคั่วแป้งจนกระทั่งแป้งมีอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และจับเวลาในการคั่วเป็นเวลา 30 นาที

3.2.2.2.5 นำแป้งออกจากเครื่องคั่วแป้ง ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการร่อนแป้งโดยใช้ตะแกรงที่มีรูเปิดขนาด 60 เมช เพื่อแยกเอาส่วนของแป้งที่จับตัวเป็นก้อนออก โดยจะเก็บเอาส่วนที่ลอดผ่านตะแกรงได้ไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.2.2.6 ทำการดัดแปรซ้ำโดยเปลี่ยนปริมาณ CHPT ร้อยละ 1 ของน้ำหนักแป้ง เป็นร้อยละ 2, 5 และ 8 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งปริมาตรของสารละลาย CHPT ที่ใช้ คือ

17.5, 43.7 และ 70 มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ คือ 20.95, 52.44 และ 83.86 มิลลิลิตรตามลำดับ

3.2.2.3 การเตรียมกากประจุบวก (Cationic Cassava Residue) และกากแอมโฟเทอริก (Amphoteric Cassava Residue)

3.2.2.3.1 จากการทดลองที่ 3.2.1 จะเลือกนำกากมันสำปะหลังที่ทำให้กระดาษมีความแข็งแรงมากที่สุดและมีแป้งติดอยู่กับกากมากที่สุดมาใช้ในการดัดแปรกากมันสำปะหลัง และทำการเตรียมกากเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 3.2.1.1

3.2.2.3.2 นำกากที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 10-12 มาปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 5 นาทีเพื่อไม่ให้กากจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนและทำให้กากมีลักษณะคล้ายแป้งมากที่สุด

3.2.2.3.3 นำกากที่ปั่นมาร่อนผ่านตะแกรง 25 เมช

3.2.2.3.4 นำกากมันสำปะหลังที่ร่อนผ่านตะแกรง 25 เมช มาดัดแปรเป็นกากประจุบวกและกากแอมโฟเทอริกเช่นเดียวกับการดัดแปรแป้งประจุบวก (การทดลองข้อ 3.2.2.1) และแป้งแอมโฟเทอริก (การทดลองข้อ 3.2.2.2)

หมายเหตุ ในการร่อนแป้งในขั้นตอนสุดท้ายของการดัดแปรจะใช้ตะแกรงที่มีรูเปิดขนาด 60 เมช แต่กรณีที่เป็นกากจะใช้ตะแกรงที่มีรูเปิดขนาด 25 เมชแทน เนื่องจากกากมันสำปะหลังที่เตรียมได้จะมีขนาดที่ใหญ่กว่าแป้ง

3.2.2.4 การศึกษาสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง แป้งดัดแปร กากมันสำปะหลัง และกากดัดแปร

นำแป้งและกากมาตรวจสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.2.2.4.1 การวัดค่า alkalinity

- ชั่งแป้งหรือกาก 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
- หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด และไทเทรตด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์

3.2.2.4.2 การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ใช้วิธีตาม ISI 24–1e ซึ่งเป็นวิธีการหาโปรตีน โดยใช้วิธี Kjeldahl

3.2.2.4.3 การหาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ใช้วิธีมาตรฐาน AOAC (Official Methods of Analysis) 962.02 ซึ่งเป็นการหาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยใช้ P_2O_5 เป็นตัวเทียบหาปริมาณ

3.2.2.4.4 การศึกษาลักษณะของเม็ดแป้ง และกากมันสำปะหลัง

การศึกษาลักษณะของแป้งและกากมันสำปะหลัง จะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ซึ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ศึกษารายละเอียดของพื้นผิวของตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็น 3 มิติ โดยมีกำลังความสามารถในการเพิ่มกำลังขยายและให้รายละเอียดมากกว่ากล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา ซึ่งตัวอย่างที่นำมาทำการศึกษา ทำได้โดยติดตัวอย่างแป้งและกากมันสำปะหลังที่ปราศจากความชื้นบนฐานรองรับ (Stub) ด้วยเทปกาวสองหน้า จากนั้นนำตัวอย่างไปฉาบทองด้วยเครื่องฉาบทอง และนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

3.2.2.5 <u>การเตรียมเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูก</u>

ทำการเตรียมเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกเช่นเดียวกับการเตรียมเยื่อใยสั้น (ตามการทดลองข้อ 3.2.1.2) แล้วตีกระจายเยื่อจนได้ค่าการระบายน้ำเท่ากับ 300 - 350 มิลลิลิตร

3.2.2.6 <u>การขึ้นแผ่นกระดาษ</u>

3.2.2.6.1 การขึ้นแผ่นกระดาษโดยใช้แป้งเป็นสารเพิ่มความแข็งแรง

นำแป้งเติมลงในเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกในสัดส่วนร้อยละ 0, 0.5, 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักแผ่นกระดาษ และขึ้นแผ่นกระดาษตามการทดลองข้อ 3.2.1.3 โดยกำหนดให้กระดาษมีน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 125 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งวิธีการคำนวณปริมาณเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกและแป้งมันสำปะหลังแสดงไว้ที่ภาคผนวก ก

3.2.2.6.2 การขึ้นแผ่นกระดาษโดยใช้กากเป็นสารเพิ่มความแข็งแรง

นำเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกมาผสมกับกากมันสำปะหลังโดยผสมให้มีสัดส่วนของแป้ง (ร้อยละ) ที่อยู่ในกากมันสำปะหลัง เท่ากับ 0, 0.5, 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักแผ่นกระดาษ ซึ่งวิธีการคำนวณปริมาณเยื่อกระดาษกล่องลูกฟูกและกากมันสำปะหลังแสดงไว้ที่ภาคผนวก ก จากนั้นขึ้นแผ่นกระดาษตามการทดลองข้อ 3.2.1.3 โดยกำหนดให้กระดาษมีน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับ 125 กรัมต่อตารางเมตร

3.2.2.7 <u>การทดสอบกระดาษ</u>

นำแผ่นกระดาษที่ได้มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (Basis Weight) และตัดกระดาษให้มีขนาดตามมาตรฐาน TAPPI T220 sp-01 เพื่อทดสอบสมบัติเชิงกลของกระดาษ ดังนี้

3.2.2.7.1 ความความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength)

ตามการทดลองข้อ 3.2.1.4.1

3.2.2.7.2 ความความแข็งแรงต่อแรงฉีก (Tear Strength)

ตามการทดลองข้อ 3.2.1.4.2

3.2.2.7.3 ความความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ (Burst Strength)

ทำตามมาตรฐาน TAPPI T 403 om-97 เป็นการทดสอบแรงที่ต้องใช้ในการดันกระดาษทะลุได้ จากนั้นนำค่าความต้านทานแรงดันทะลุมาคำนวณหาค่าดัชนีความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ (Burst Index) โดยนำค่าความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุหารด้วยน้ำหนักมาตรฐาน เพื่อเป็นการลดปัจจัยทางด้านความแปรปรวนของน้ำหนักมาตรฐานแต่ละแผ่น

3.2.2.7.4 ความต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush of Corrugating Medium; CMT Test)

เลือกกระดาษจากการทดสอบที่ 3.2.2.7.1 และ 3.2.2.7.3 ที่ให้ค่าความแข็งแรงของกระดาษมากที่สุด มาทำการทดสอบความต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก ตามมาตรฐาน TAPPI T809 om-99 ซึ่งเป็นการทดสอบแรงกดที่สูงที่สุดที่สามารถทำให้กระดาษลอนลูกฟูกคงสภาพได้ โดยกำหนดลอนที่ใช้เป็นลอนชนิด C

3.2.2.8 <u>การวิเคราะห์ผลทางสถิติ</u>

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบกระดาษมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้เทคนิค Two-way ANOVA with Replication ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการเติมแป้ง เปรียบเทียบปริมาณการใช้สารละลาย CHPT (ร้อยละ) และหาความสัมพันธ์ของปริมาณการเติมแป้งและปริมาณการใช้สารละลาย CHPT (ร้อยละ) ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่มีผลต่อความแข็งแรงของกระดาษ

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 15.0 ซึ่งวิเคราะห์เปรียบเทียบผลโดยใช้ One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95