

### บทที่ 3

#### วิธีการทดลอง

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแสดงดังผังรูปที่ 11 โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นน้ำมะพร้าว

##### 1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นน้ำมะพร้าว ดังต่อไปนี้

1.1.1 ความชื้น ตามวิธี AOAC. 14.004 (1984) (ภาคผนวก ข)

1.1.2 โปรตีน ตามวิธี AOAC. 2.057 (1984) (ภาคผนวก ข)

1.1.3 เส้นใย ตามวิธี AOAC. 7.006 (1984) (ภาคผนวก ข)

1.1.4 ไขมัน ตามวิธี AOAC. 14.0089 (1984) (ภาคผนวก ข)

1.1.5 เถ้า ตามวิธี AOAC. 7.009 (1984) (ภาคผนวก ข)

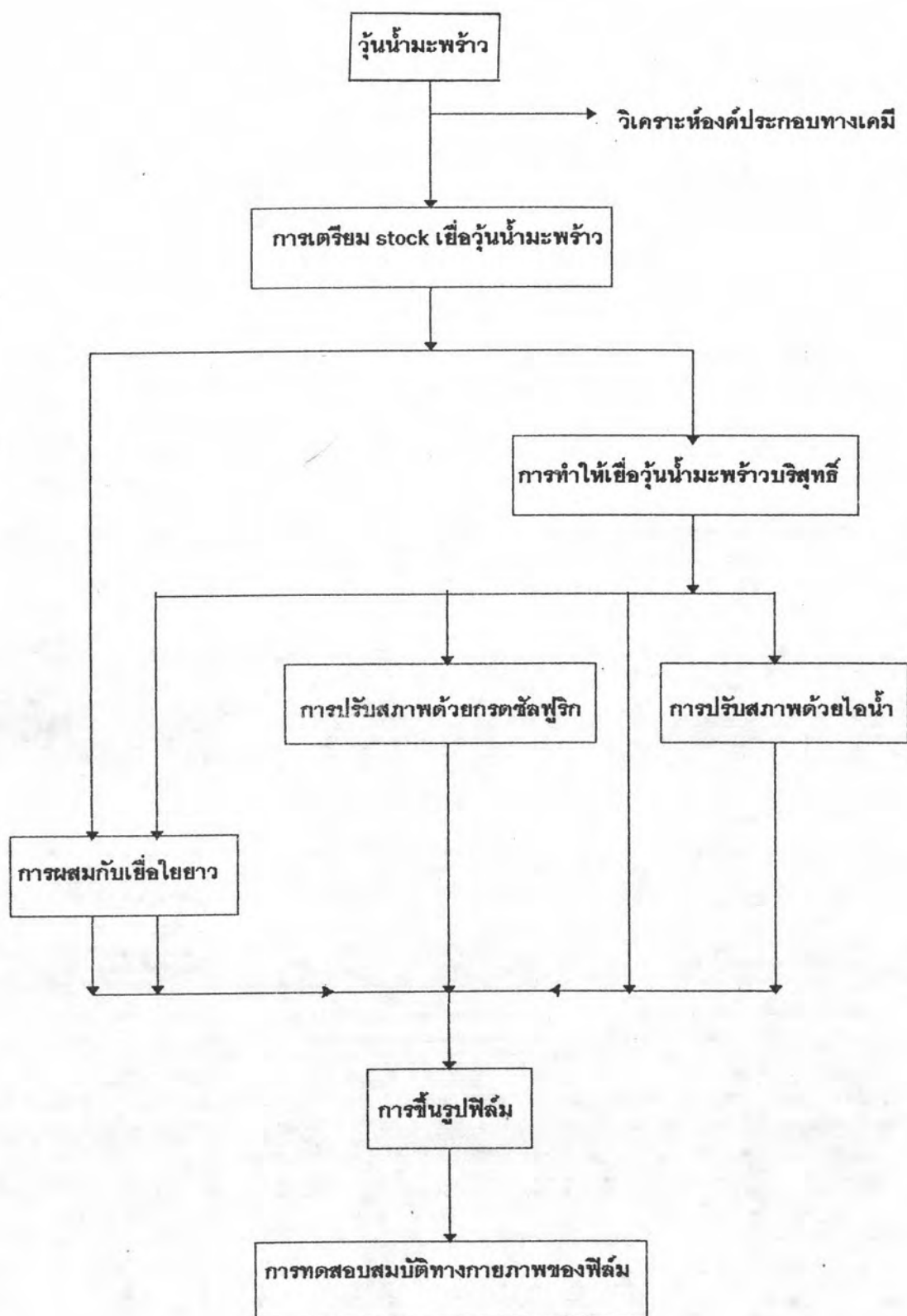
##### 1.2 คำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามสมการต่อไปนี้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) =

100 - (ผลรวมของปริมาณร้อยละขององค์ประกอบอื่น)

#### 2. การเตรียม stock เยื่อวุ้นน้ำมะพร้าว

นำวุ้นน้ำมะพร้าว (บริษัทพนาที่อุตสาหกรรมจำกัด, กรุงเทพฯ) ทั้งแผ่นล้างน้ำ 2 ครั้ง แล้วต้มในน้ำเดือด (อัตราส่วนโดยน้ำหนักของวุ้นน้ำมะพร้าวต่อน้ำ เป็น 1:1) นาน 30 นาที (อย่างต่ำ 2 ครั้ง) จนกระทั่งน้ำที่ต้มมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง แช่วุ้นน้ำมะพร้าวที่ได้ในน้ำเพื่อทำให้เย็น นำแผ่นวุ้นน้ำมะพร้าวที่ได้มาผสมกับน้ำในอัตราส่วนโดยน้ำหนักต่อปริมาตรของวุ้นน้ำมะพร้าวต่อน้ำ เป็น 1:2 แล้วนำไปกระจายด้วยเครื่อง disintegrator (No. 1143, Marvis Engineering Co., Ltd., England) ที่ 3,750 rev และปรับความข้นของน้ำเยื่อเป็นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร



รูปที่ 11 ผังของวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นน้ำมะพร้าว

### 3. การเตรียมเยื่อใยยาว

ซึ่งเยื่อใยยาว (เยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต, โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ บางปะอิน, อยุธยา) จำนวน 30 กรัม และแช่น้ำไว้อย่างน้อย 4 ชั่วโมง (อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเยื่อต่อน้ำ เป็น 1:2) แล้วกระจายเยื่อด้วยเครื่อง disintegrator ที่ 30,000 rev ในน้ำ 2 ลิตร จากนั้นทำน้ำเยื่อให้มีความข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก บดเยื่อที่ 6,000 rev ด้วยเครื่อง PFI mill (PFI-mølle nr : 79, Oslo, Norway) (การเลือกความเร็วรอบนี้พิจารณาจากสมบัติทางกายภาพของเยื่อใยยาวดังแสดงในภาคผนวก ก) หลังจากนั้นจึงนำมากระจายเยื่ออีกครั้ง ด้วยเครื่อง disintegrator ที่ 10,000 rev จะได้น้ำเยื่อของเยื่อใยยาวซึ่งจะนำมาขึ้นรูปฟิล์มต่อไป

### 4. การขึ้นรูปฟิล์ม

เตรียมน้ำเยื่อโดยนำเยื่ออุ่นน้ำมะพร้าวที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ และ/หรือ ที่ผ่านการปรับสภาพเยื่อด้วยวิธีต่าง ๆ มาผสมกับน้ำในอัตราส่วนน้ำหนักเยื่ออุ่นน้ำมะพร้าวแห้ง 14 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร นำไปกระจายเยื่อด้วยเครื่อง disintegrator ที่ 15,000 rev แล้วทำให้เจือจางให้มีความข้นร้อยละ 0.15 เรียกสารละลายนี้ว่า 'น้ำเยื่อ' การขึ้นรูปฟิล์มใช้น้ำเยื่อ ปริมาตร 460 มิลลิลิตร มากวนให้เยื่อกระจายทั่วกันแล้วเทลงในเครื่องทำแผ่นมาตรฐาน (No. 1143 และ 8610, Marvis Engineering Co., Ltd., England) ซึ่งประกอบด้วยตะแกรงขนาด 150 meshes และมีพื้นที่หน้าตัด 200 ตารางเซนติเมตร เมื่อเยื่อจับเป็นแผ่นบนตะแกรงแล้ว ทำการรีดน้ำออกจากแผ่นเยื่อโดยใช้ couch roll ที่มีน้ำหนัก 13 กิโลกรัม วางทับบน plate กระดาษซับ (blotting paper) และแผ่นเยื่อ ตามลำดับ แล้วนำแผ่นเยื่อมาอัดในเครื่องอัด (sheet press) (Toyo Seiki Seisakusho, Tokyo, Japan) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 นิ้วโดยใช้ ความดัน 30 ปาสคาล นาน 2.5 นาที นำแผ่นเยื่อมายึดกับกรอบ ทิ้งให้แผ่นเยื่อแห้งที่ อุณหภูมิห้อง อย่างน้อย 12 ชั่วโมง

### 5. การศึกษาผลของการทำเยื่ออุ่นน้ำมะพร้าวให้บริสุทธิ์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

นำสารแขวนลอยเยื่ออุ่นน้ำมะพร้าวจากข้อ 2 มาต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (ค่าความเป็นกรด-ด่าง 10) ในอัตราส่วน ของเยื่ออุ่นน้ำมะพร้าวต่อต่างเป็น 1:10 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างน้ำจนค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลางเมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

นำเยื่อที่ได้มาเตรียมฟิล์มตามข้อ 4 แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์มเปรียบเทียบกับฟิล์มที่ทำจากเยื่อวุ้นน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยไฮเดียมไฮดรอกไซด์

ออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Student' t distribution

## 6. การทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

นำฟิล์มที่จะทดสอบสมบัติทางกายภาพมาปรับภาวะที่อุณหภูมิ  $27 \pm 1$  องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ  $65 \pm 2$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

### 6.1 สมบัติพื้นฐาน

6.1.1 น้ำหนักมาตรฐาน (basis weight) ตามวิธี ISO 536 (1976)  
(ภาคผนวก ค)

6.1.2 ความหนา (thickness) ตามวิธี ISO 534 (1988)  
(ภาคผนวก ค)

6.1.3 ความหนาแน่นเสมือน (apparent density) ISO 534 (1988)  
(ภาคผนวก ค)

### 6.2 สมบัติทางเชิงกล

6.2.1 ค่า Young's modulus ตามวิธี ISO 1924/2 (1994)  
(ภาคผนวก ค)

6.2.2 ความยืด (% elongation) ตามวิธี ISO 1924/2 (1994)  
(ภาคผนวก ค)

6.2.3 ความต้านแรงดึง (tensile strength) ตามวิธี ISO 1924/2 (1994) (ภาคผนวก ค)

6.2.4 ความต้านทานแรงฉีกขาด (tearing resistance) ตามวิธี ISO 1974 (1990) (ภาคผนวก ค)

6.2.5 ความต้านแรงดันทะลุ (bursting strength) ตามวิธี ISO 2758 (1983) (ภาคผนวก ค)

### 6.3 ความขาวสว่าง (brightness) ตามวิธี ISO 2470 (1977) (ภาคผนวก ค)

### 7. การศึกษาผลของการปรับสภาพเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวโดยใช้กรดซัลฟูริก ภายหลังการทำให้บริสุทธิ์ต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

นำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ด้วยต่างในข้อ 5 มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวมาต้มกับกรดซัลฟูริก ในอัตราส่วนของเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวต่อกรดเป็น 1:67 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วกรองและล้างด้วยน้ำร้อนจนสารละลายที่กรองได้เป็นกลาง จึงนำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวที่ได้มาผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในอัตราส่วนเยื่อต่อต่างเป็น 1:17 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วเจือจางด้วยน้ำให้ได้อัตราส่วนของเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวต่อสารละลายต่างเป็น 1:67 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วจึงนำมาต้มให้เดือดนาน 30 นาที กรองแล้วล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 1 โดยปริมาตร แล้วล้างด้วยน้ำร้อนจนมีค่าความเป็นกรดต่างเป็นกลาง นำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวที่ได้มาเตรียมฟิล์มตามข้อ 4 และทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์มตามข้อ 6

ในการทดลองนี้แปรความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก 5 ระดับ ระหว่างร้อยละ 1.25 2 3 4 และ 5 โดยปริมาตรของกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 95 โดยมวล ออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และ Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรม STATGRAPHICS Version 5.0 (Statistical Graphics Corporation Portions Copyright 1991 STSC, Inc.)

### 8. การศึกษาผลของการปรับสภาพเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวโดยใช้ไอน้ำภาย ภายหลังการทำให้บริสุทธิ์ต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

นำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการในข้อ 5 มาปรับความเข้มข้นให้ได้ ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก แล้วเข้าเครื่องต้มเยื่อให้ไอน้ำที่ความดัน 586 กิโลปาสคาล อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลานำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวออกแล้วล้างด้วยน้ำจนสะอาด นำเยื่อถุ่นน้ำมะพร้าวนี้นำมาเตรียมฟิล์มตามข้อ 4 และทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์มตามข้อ 6

ในการทดลองนี้แปรเวลาในการให้ไอน้ำ 5 ระดับ ระหว่าง 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง ออกแบบทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 7

### 9. การศึกษาผลของการผสมเยื่อถั่วน้ำมะพร้าวกับเยื่อไผ่ยาวต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

นำเยื่อถั่วน้ำมะพร้าวทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการทำให้บริสุทธิ์จากข้อ 5 มาผสมกับเยื่อไผ่ยาวฟอกขาว (ซึ่งผ่านการเตรียมในข้อ 3) แล้วนำมาขึ้นรูปฟิล์มตามข้อ 4 และทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์มตามข้อ 6 และสมบัติการนำไปใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร คือ ค่าความสามารถในการซึมผ่านไอน้ำ (water vapour permeability) ตามวิธี dish method ASTM E 96-80 (1980) (ภาคผนวก ค) และ ค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของกาซออกซิเจน (oxygen gas permeability) ตามวิธี ASTM D 1434-66 (1971) (ภาคผนวก ค)

ในการทดลองนี้แปรร้อยละโดยน้ำหนักของเยื่อไผ่ยาว 5 ระดับ คือ 0 30 50 70 และ 100 ออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 7