

## บทที่ 2 การดำเนินการวิจัย

### 1. สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการทดลอง

#### 1.1 วัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. พลาสติก LLDPE ของ บริษัท อักษรอาร์ตเวสต์แพค จำกัด ที่ผ่านการพิมพ์โดยใช้หมึกพิมพ์ฐานแอลกอฮอล์
2. สารลดแรงตึงผิว.
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
4. แป้งข้าวเจ้า บริษัท อุตสาหกรรมแป้งไทย จำกัด
5. น้ำกลั่น
6. กรดซิตริก
7. กระดาษทดสอบสภาพกรด-ด่าง (pH Indicator Paper)
8. ดินเหนียวธรรมชาติ, ดินไม้งาม pH 5.5-6.0

#### 2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. บีกเกอร์ ขนาด 50 และ 500 มิลลิลิตร
2. ขวด Suction flask ขนาด 550 มิลลิลิตร
3. จุกยางดำ
4. แท่งแก้วคน
5. หลอดหยด

#### 2.1.3 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. เครื่องฉีดขึ้นรูป (Twin- screw extruder), Model TEK30, S.M PLATEK.CO.LTD
2. เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Moulding), Model E-605, Elite Precision Machinery Co., Ltd. โดยใช้แม่แบบตามมาตรฐาน BS 2782: Part 3 (1996) Methods 320 A
3. เครื่องชั่งสารเคมี รุ่น AG 104, METTLER TOLEPO, Germany
4. เครื่องอบ รุ่น Incubators (Model I), Memmert, Germany
5. เครื่อง Scanning electron microscope (SEM) , Model JSM 5800
6. เครื่อง Melt Flow Index (มาตรฐาน ASTM D 1238) รุ่น Davenport, Lloyd Instruments™ (AMETEK, Inc.)
7. เครื่องทดสอบค่าความทนทานต่อแรงดึง (Tensile Strength), Model LR 50K, UNIVERSAL TESTING MACHINE, Lloyd Instruments™ (AMETEK, Inc.)

## 2. การดำเนินการทดลอง

### การทดลองตอนที่ 1 การศึกษาการดึงหมึกพิมพ์บนพลาสติกด้วยสารลดแรงตึงผิว

#### วิธีการทดลอง

##### 1. การทดลองหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม

1. ตัดพลาสติก LLDPE ที่เสียจากการตั้งเครื่องพิมพ์ ขนาด 2x2 เซนติเมตร จำนวน 9 ชิ้น
2. ละลายสารลดแรงตึงผิว เข้มข้นร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนัก
3. ปั่นชิ้นพลาสติกและสารละลายสารลดแรงตึงผิว ประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นใช้ปากคีบคีบพลาสติก ไปล้างน้ำกลั่น แล้วนำไปอบในตู้อบ
4. วัดค่าความใส-สี ของพลาสติกฟิล์มที่ได้ บันทึกผล
5. ปรับพีเอชของสารละลายสารลดแรงตึงผิว และทดสอบผลการดึงหมึก

##### 2. การศึกษาผลการดึงหมึก

ความใสของพลาสติก LLDPE (D) นั้น จะใช้เครื่องวัดความดำโดยวัดเป็นค่าความดำ (Density) โดยการเปรียบเทียบกับพลาสติกฟิล์มใสที่ยังไม่ผ่านการพิมพ์ การประเมินผลการดึงหมึกที่ได้จากการทำการดึงหมึก ด้วยค่าความดำของก่อนการดึงหมึก เปรียบเทียบกับค่าความดำหลังการดึงหมึกแล้วเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้สูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดึงหมึกออกจากผิวพลาสติก ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดึงหมึกออกจากผิวพลาสติก} = \frac{D_{\text{ก่อน}} - D_{\text{หลัง}}}{D_{\text{ก่อน}}} \times 100$$

D คือ ค่าความดำ (Density) ของพลาสติกฟิล์ม

### การทดลองตอนที่ 2 การศึกษาการขึ้นรูปและสมบัติของพลาสติกพอลิเอทิลีนผสมแป้งข้าวเจ้า

#### วิธีการทดลอง

##### 1. การขึ้นรูปพลาสติกรีไซเคิลผสมแป้ง

ขั้นตอนที่ 1 การดึงหมึกพิมพ์เฟล็กโซฐานตัวทำละลายออกจากพลาสติกฟิล์ม LLDPE ด้วยสารลดแรงตึงผิว มีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดพลาสติก LLDPE ที่เสียจากการตั้งเครื่องพิมพ์ ขนาด 30x25 ตารางเซนติเมตร
2. ชั่งน้ำหนักสารลดแรงตึงผิว 3% โดยปริมาตร

3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยปรับให้มีค่า pH 11

4. แช่พลาสติกฟิล์มไว้ประมาณ 30 นาที แล้วทำการดึงหมึกออกโดยใช้แปรงขนนุ่มค่อยๆ ถูจนหมึกออกจากพลาสติกจนหมด

**ขั้นตอนที่ 2** การกำจัดความชื้นในแป้งก่อนนำไปผสมกับพลาสติก มีขั้นตอนดังนี้

1. อบแป้งข้าวเจ้า ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
2. เมื่อครบกำหนด 6 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า บันทึกผล
3. ชั่งน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าต่อทุก 1 ชั่วโมง
4. เมื่อสังเกตว่าน้ำหนักเริ่มคงที่ แสดงว่าความชื้นในแป้งหมดไป ให้นำแป้งที่ได้เก็บใส่ในขวดสุญญากาศ
5. นำค่าที่บันทึกได้มาคำนวณหาปริมาณความชื้นในแป้ง โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในแป้ง} = \frac{(\text{มวลวัตถุเริ่มต้น} - \text{มวลวัตถุที่แห้ง}) \times 100}{\text{มวลวัตถุเริ่มต้น}}$$

(%Moisture content)

**ขั้นตอนที่ 3** การหลอมเม็ดพลาสติกผสมแป้ง

1. การทดลองหาปริมาณแป้งที่เหมาะสมในการผสมกับพลาสติก

1. นำพลาสติก LLDPE ที่ผ่านการดึงหมึกไปหลอมเป็นเม็ดพลาสติกด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูป (Twin- screw extruder), Model TEK30

2. ผสมพลาสติก แป้งข้าวเจ้า และกรดซิตริก อัตราส่วน 0.5-1.0%wt ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

3. นำส่วนผสมที่ได้ ไปหลอมและตัดเป็นเม็ดพลาสติก (pelletization) โดยเครื่องฉีดขึ้นรูป (Twin- screw extruder), Model TEK30

4. นำเม็ดพลาสติกที่ได้ไปดูการเรียงตัวของพลาสติกกับแป้งด้วยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM)

5. วัดค่าดัชนีการหลอมไหล ภายใต้สภาวะ ASTM D-1238 (190°C, 2.16Kg)

**2. การทดสอบสมบัติทางกายภาพของพลาสติกขึ้นรูป**

1. นำเม็ดพลาสติกที่ได้จากการหลอมโดยเครื่องฉีดขึ้นรูป (Twin- screw extruder) มาขึ้นรูปเป็นคัมเบลด้วยเครื่องฉีดพลาสติก (Injection Moulding), Model E-605 โดยใช้แม่แบบตามมาตรฐาน BS 2782: Part 3 (1996) Methods 320 A ที่อุณหภูมิ 150-170 องศาเซลเซียส ความเร็ว 70 มิลลิเมตรต่อวินาที และความดัน 90 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งได้รูปแบบคัมเบลที่มีความกว้าง 15 มิลลิเมตร ความยาว 50 มิลลิเมตร และความหนา 3 มิลลิเมตร

2. นำชิ้นพลาสติกที่ขึ้นรูปคัมเบลที่ได้ไปทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ด้วยเครื่องทดสอบความทนทานต่อแรงดึง Tensile tester, Model LR 50K, UNIVERSAL TESTING MACHINE ความเร็วในการทดสอบการดึงขาดคือ 50 มิลลิเมตรต่อนาที

### 3. ทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพโดยการฝังกลบในดิน มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมภาชนะ ขนาด 550 มิลลิลิตร
2. ตวงดิน 150 กรัม ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ใส่ลงในภาชนะ
3. ชั่งตัวอย่างพลาสติกที่ต้องการทดสอบประมาณ 1.5 กรัม
4. นำตัวอย่างพลาสติกแต่ละชนิดใส่ลงไปในภาชนะ
5. ใส่ดินเพิ่มลงไปในภาชนะ แต่ละใบอีก 150 กรัม เพื่อกลบพลาสติกที่อยู่ภายใน
6. ปิดภาชนะ ทุกใบให้สนิทกันการเข้าออกของอากาศ
7. วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี