

บทที่ 2

ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 คัดเลือกวัตถุดิบและส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิต

แป้งที่สามารถใช้ในการผลิตที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศไทย ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการดัดแปรชนิดอะซิเลตเพื่อให้มีปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น และพอลิเมอร์หลักที่ใช้เช่นเม็ดเรซินชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต (PBS) ซึ่งย่อยสลายได้ในธรรมชาติ โดยมีองค์ประกอบอื่นเพื่อเอื้อต่อการผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและให้ได้ผลิตภัณฑ์โฟม ได้แก่ Nucleating agent, Plasticizer, Compatibilizer และสารก่อโฟม เป็นต้น

2.2 การเตรียมสูตรคอมปาวนด์

2.2.1 การเตรียมเทอร์โมพลาสติกสตาร์ (Thermoplastic starch, TPS)

การเตรียม TPS เริ่มจากนำแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดอะซิเลตจากบริษัท สงวนวงษ์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา อบในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำแป้งปริมาณร้อยละ 70 ผสมกับกลีเซอรอลปริมาณร้อยละ 30 นำมาผลิตเป็น TPS ด้วยเครื่องเอกซทราเดอร์ชนิดสกรูเดี่ยว (ยี่ห้อ Betol รุ่น BC32, England) ที่อุณหภูมิ 90 ถึง 130 °C ที่ความเร็วรอบ 20 rpm

2.2.2 เตรียมสูตรส่วนผสม

การเตรียมสูตรคอมปาวนด์สำหรับทำเป็นตัวอย่างโฟมทำโดยการผสมองค์ประกอบของสูตรคอมปาวนด์เข้าเป็นเนื้อเดียวกันให้ได้มาในลักษณะของเม็ดเรซินเทอร์โมพลาสติก การผสมเริ่มจากการนำเม็ดเรซิน PBS อบในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 ถึง 60 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำ TPS เม็ดพลาสติก และองค์ประกอบอื่นมาผสมกันตามสูตรส่วนผสมดังตารางที่ 2.1 ด้วยเครื่องเอกซทราเดอร์ชนิดสกรูเดี่ยว โดยปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่ 110 -140 °C ที่ความเร็วรอบ 20 rpm

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของสูตรคอมปาวด์

ชื่อตัวอย่าง	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละ)			ปริมาณส่วนผสม (phr)
	PBS	TPS	Talc	Blowing Agent
PBS	99.5	-	0.5	5
TPS20	79.5	20	0.5	5
TPS30	69.5	30	0.5	5
TPS40	59.5	40	0.5	5

2.3 กระบวนการขึ้นรูปแบบต่อเนื่องด้วยเครื่องเอกซทูล์

ในกรณีของตัวอย่างโฟมประเภทโฟมแบบไม่คงรูป (Loose-fill foam) เตรียมขึ้นโดยใช้เครื่องเอกซทูล์ชนิดสกรูเดี่ยว เส้นผ่านศูนย์กลาง 31.6 mm และ L/D เท่ากับ 24.62 ซึ่งงานวิจัยนี้ครอบคลุมการศึกษาหาสภาวะเหมาะสมของตัวแปรควบคุมกระบวนการขึ้นรูป โดยตั้งค่าอุณหภูมิระหว่าง 90-140 °C และที่ความเร็วรอบ 35 rpm โดยตัวอย่างโฟมขึ้นเป็นรูปได้ด้วยหัวตายเป็นรูปทรงกระบอกขนาดของรูหัว 3 mm

2.4 ทดสอบคุณสมบัติก่อนการขึ้นรูปโฟม

2.4.1 ทดสอบสมบัติทางกล

ตัวอย่างสูตรคอมปาวนด์สำหรับทำเป็นตัวอย่างโฟมที่พัฒนาขึ้นเตรียมตัวอย่างให้ได้ตามมาตรฐานการวัดตาม ASTM หมายเลข D638 วัดด้วยเครื่อง universal testing machine (Instron model 5565, USA) โดยให้แรงกับตัวอย่างโฟมและวัดค่าเป็น tensile strength และ elongation at break และ Young's modulus ซึ่งขึ้นรูปขึ้นงานจากสูตรคอมปาวนด์ที่พัฒนาขึ้นเองโดยหลักการกดอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ด้วยเครื่องกดอัดพลาสติก

2.4.2 ทดสอบสมบัติการไหลตัว

ตัวอย่างสูตรคอมปาวนด์นำไปหาค่าการไหลตัวของพลาสติกตามมาตรฐาน ASTM หมายเลข D 1238 ที่อุณหภูมิ 190 °C

2.5 ทดสอบคุณสมบัติการขึ้นรูปโฟม

2.5.1 ค่าอัตราขยายตัว (Radial expansion ratio)

อัตราการขยายตัวของตัวอย่างหลังผ่านกระบวนการอัดพองด้วยเครื่องเอกซทูล์ คำนวณจากผลหารของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างโฟมที่ผ่านกระบวนการเอกซทูล์ออกมากับเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตาย (die) โดยใช้ Vernier caliper เป็นเครื่องมือวัด

2.5.2 ความหนาแน่น (Bulk density)

ความหนาแน่นวัดโดยการประยุกต์ใช้ตามวิธีของ Bhatnagar และ Hanna (1996) โดยใช้วิธีการแทนที่ด้วยทรายในกระบอกตัวอย่างขนาด 100 ml ใส่ตัวอย่างไปในกระบอกตัวอย่างหลังจากนั้นใส่ทรายลงไปในภาชนะทรงกระบอกตามพื้นที่ว่างของตัวอย่างที่ใส่ลงไปก่อนหน้านี้ นำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณดังสมการที่ 2.1 โดยที่ W_E คือ น้ำหนักของตัวอย่างโฟม D_R คือความหนาแน่นทราย W_{RT} คือน้ำหนักของทรายในปริมาตร 100 ml และ W_R คือน้ำหนักของทรายที่เหลือในปริมาตร 100 ml หลังจากการแทนที่

$$D(g/cm^3) = \frac{W_E D_R}{W_{RT} - W_R} \quad (2.1)$$

2.5.3 อัตราการผลิต

อัตราการผลิตของตัวอย่างหลังผ่านกระบวนการอัดพองด้วยเอกซทรีเดอร์ คำนวณจากผลหารของมวลตัวอย่างโฟมที่ผ่านกระบวนการเอกซทรีชั่นออกมาเมื่อเทียบกับเวลา

2.5.4 ค่า Compression strength

วัดตามวิธีของ Guan และ Hanna (2004) ด้วยเครื่อง universal testing machine (Instron model 5565, USA) โดยการตัดตัวอย่างจะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงตั้งฉากกับแกนของตัวอย่าง แรงที่ใช้ในการกดอัดที่ 80% ของค่า Compression strain ความเร็วที่ใช้ในการกดอัด 10 mm/min