

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

ลูกเดือยที่ใช้ในการทดลอง คือ ลูกเดือยพันธุ์ *Coix lacryma-jobi* Linn. var. *ma-yuen* โดยนำลูกเดือยมาคัดแยกสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษหิน เศษไม้ จากนั้นบรรจุลงถุงพลาสติกและปิดผนึกแบบสุญญากาศ ใส่กล่องพลาสติก เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดือย ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ก.1-ก.6) วิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.2 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ลูกเดือย

นำลูกเดือยมาล้างน้ำ อัตราส่วนลูกเดือยต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนัก (ชีวจิต, 2003) ล้าง 3 รอบ สะเด็ดน้ำหลังล้างทุกครั้ง แช่ลูกเดือยในน้ำในอัตราส่วนลูกเดือยต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนัก ที่ 2 ภาวะ คือ อุณหภูมิห้อง ($27\pm 1^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 0-6 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก 1 ชั่วโมง และอุณหภูมิ $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 0-120 นาที ควบคุมอุณหภูมิตลอดเวลาการทดลองโดยใช้ Water Bath เก็บตัวอย่างทุก 15 นาที วัดความชื้นด้วย Moisture Analyzer (Sartorius, MA30, Germany) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำที่ใช้แช่ลูกเดือย โดยใช้ Hand Refractometer (ATAGO, N-10, JAPAN) เลือกระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ลูกเดือยที่ให้ปริมาณความชื้นของลูกเดือยเพิ่มขึ้นมากที่สุด เพื่อใช้ในการเตรียมน้ำลูกเดือยต่อไป

3.3 ศึกษาการทำให้น้ำลูกเดือยสุกบางส่วนก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย

นำลูกเดือยที่แช่ในน้ำตามภาวะที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2 ไปบดลดขนาดด้วย Stone Mill 3 รอบ ใส่ในหม้อแสตนเลสเบอร์ 18 ปริมาตร 2 ลิตร และให้ความร้อนแก่น้ำลูกเดือย ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ Water Bath ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ $65\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ และ $75\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน

3 นาที จับเวลาเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ วัดความหนืดของน้ำลูกเดี๋ยที่ได้ด้วย Brookfield Viscometer (BROOKFIELD model DVI+) ใช้หัวเข็มเบอร์ 2 ความเร็วรอบ 50 rpm ป้อนน้ำลูกเดี๋ยที่ทำให้สุกบางส่วนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย (GEA NIRO A/S, Mobile Miner, Denmark) โดยควบคุมอุณหภูมิลมเข้า 160°C และอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ย 1 ลิตรต่อชั่วโมง คำนวณปริมาณผลผลิต (% yield) และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำลูกเดี๋ยผง คือ ปริมาณความชื้น (ภาคผนวก ก.1), bulk density (ภาคผนวก ก.7), solubility (ภาคผนวก ก.8), dispersibility (ภาคผนวก ก.9) และ wettability (ภาคผนวก ก.10)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วย Duncan's New Multiple Range Test เลือกอุณหภูมิที่ให้น้ำลูกเดี๋ยผงที่มี solubility สูงที่สุด เพื่อใช้ในการเตรียมน้ำลูกเดี๋ยต่อไป

3.4 ศึกษาปริมาณสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม

เตรียมน้ำลูกเดี๋ยตามวิธีที่ได้จากข้อ 3.2 บดด้วย Stone Mill 3 รอบ จากนั้นเติม มอลโตเดกซ์ทริน DE10 (WONDER MIN FOOD & CHEMICAL CO., LTD.) ปริมาณ 0 5 10 15 และ 20 % (w / v) ก่อนทำให้น้ำลูกเดี๋ยสุกบางส่วนโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่เลือกได้จากข้อ 3.3 และป้อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย โดยควบคุมอุณหภูมิลมเข้าเป็น 160°C และอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยเป็น 1 ลิตรต่อชั่วโมง คำนวณปริมาณผลผลิต และวัดปริมาณความชื้น, bulk density, solubility, dispersibility และ wettability ของน้ำลูกเดี๋ยผงที่ได้

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วย Duncan's New Multiple Range Test เลือกปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินที่ทำให้ได้น้ำลูกเดี๋ยผงที่มีปริมาณผลผลิตสูงสุด และปริมาณความชื้นต่ำที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำลูกเดี๋ยผงต่อไป

3.5 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำลูกเดี๋ย

เตรียมน้ำลูกเดี๋ยผงตามวิธีและปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4 ทำแห้งในเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย โดยแปรอุณหภูมิลมเข้า 3 ระดับ คือ 160 180 และ 200°C และอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ย 3 ระดับ คือ 1 1.5 และ 2 ลิตรต่อชั่วโมง คำนวณปริมาณผลผลิต และวัดความชื้น bulk density solubility wettability และ dispersibility ของน้ำลูกเดี๋ยผงที่ได้

วางแผนการทดลองแบบ Factorial 3^2 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ หาภาวะที่เหมาะสมในการทำ
 แห้งน้ำลูกเดือย โดยใช้ Response Surface Methodology (โปรแกรมสำเร็จรูป STATISTICA
 version 5.0)

3.6 ศึกษาการทำ Agglomeration เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายของน้ำลูกเดือยผง

นำน้ำลูกเดือยผงที่เตรียมจากภาวะการผลิตที่คัดเลือกได้ในข้อ 3.5 มาผ่านการทำ
 Agglomeration ด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำลูกเดือยสด ลงบนน้ำลูกเดือยผงในอัตราส่วนระหว่าง
 น้ำลูกเดือยผงต่อน้ำลูกเดือยสด 10:1, 15:1 และ 20:1 กรัมต่อมิลลิลิตร คลุกให้น้ำลูกเดือยผง
 รวมกลุ่มกันเป็นก้อน เคลือบบนตะแกรงร่อน และนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา
 10 นาที วัดปริมาณความชื้น bulk density solubility dispersibility และ wettability ของ
 น้ำลูกเดือยผงที่ได้

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อเลือกอัตราส่วนระหว่าง
 น้ำลูกเดือยผงต่อน้ำลูกเดือยสดที่ทำน้ำลูกเดือยผงที่มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด solubility
 dispersibility และ wettability ดีที่สุด เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำลูกเดือยผงต่อไป

3.7 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำลูกเดือยผง

นำน้ำลูกเดือยผงที่ผ่านการทำ Agglomeration ตามภาวะที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.6 มา
 ผสมน้ำตาลซูโครสบดละเอียด (น้ำตาลทรายบริสุทธิ์มีตรผล, ประเทศไทย) และเกลือ (ปรุงทิพย์,
 ประเทศไทย) โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสบดละเอียด 3 ระดับ คือ 6 8 และ 10% และเกลือ
 3 ระดับ คือ 0.5 0.7 และ 0.9% ของน้ำหนักน้ำลูกเดือยผง

นำน้ำลูกเดือยผงสูตรต่างๆ มาละลายน้ำอุณหภูมิ 50°C โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง
 น้ำลูกเดือยผงต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 ประเมินผลความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม โดยวิธี
 Hedonic Test 9 point-scale (ภาคผนวก ง.1) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน วางแผนการ
 ทดลองแบบ Factorial 3^2 ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's
 New Multiple Range Test เลือกสูตรที่ได้คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อ
 ใช้เป็นสูตรสำหรับทำการศึกษาอายุการเก็บต่อไป

3.8 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยผง

นำเครื่องดื่มลูกเดือยผงที่เตรียมตามสูตรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.7 บรรจุลงลามิเนต PE/Al/PE ที่ภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) 35°C 45°C และ 55°C วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

สุ่มตัวอย่างทุกสัปดาห์สำหรับตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) และ 35°C และทุก 3 วันสำหรับตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 45°C และ 55°C เพื่อวิเคราะห์

3.8.1 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (a_w) โดยเครื่อง a_w Analyzer (Aqua lab, Model Series 3 TE, USA)

3.8.2 ปริมาณความชื้น (ภาคผนวก ก.1)

3.8.3 ค่าสี โดย Chroma Meter (Minolta, CR 300 Series, JAPAN)

3.8.4 Solubility (ภาคผนวก ก.8)

3.8.5 ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นของเครื่องดื่มลูกเดือยผง ใช้การทดสอบแบบ Scoring Test 5 point-scale (ภาคผนวก ง.2) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

3.8.6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) เตรียมระดับความเข้มข้นของน้ำลูกเดือยผง 3 ระดับ คือ 10^{-3} , 10^{-4} และ 10^{-5} จำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.0 และคำนวณอายุการเก็บโดยคำนวณหาค่า Q_{10}