

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัตถุดิบ

1. ลำไยพันธุ์ดอ ชื้อจากตลาดคันทันพยอม ถนนสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
2. ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก พันธุ์ดอ เกรดเอ ชื้อจากหนองข้างคีน จังหวัดลำพูน
3. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ บรรจุถุงละ 1 กิโลกรัม (“มิตรผล”, บริษัท รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด, จังหวัดชัยภูมิ)

3.1.2 สารเคมี

1. เมโธเซล 65 เอชจี (Methocel 65 HG, Fluka BioChemika 64670, Switzerland)
2. อัลบูมินจากไข่ขาว (egg albumin, Fluka BioChemika 05461, Switzerland)
3. กลีเซอรอล โมโนสเตียเรต (glyceryl monostearate, food grade, บริษัท ลานนาฟู้ดส์ แอนด์ ซัพพลายส์ จำกัด, จังหวัดเชียงใหม่)
4. เมทิลเซลลูโลส (methyl cellulose, food grade, บริษัท ลานนาฟู้ดส์ แอนด์ ซัพพลายส์ จำกัด, จังหวัดเชียงใหม่)
5. ก๊าซไนโตรเจน ความบริสุทธิ์ 99% (บริษัท ลานนาแก๊ส จำกัด, จังหวัดเชียงใหม่)
6. เพลทเคาท์อะการ์ (plate count agar, Merk, Germany)
7. โปเทโทเดกซ์โตรอะการ์ (potato dextrose agar, Merk, Germany)
8. ทริพโทน (tryptone, Merk, Germany)
9. กรดทาร์ทาริก (tartaric acid : $\text{HOOC}(\text{CHOH})_2\text{COOH}$, Cario Erba Reagebti, Germany)

3.1.3 บรรจุภัณฑ์

1. ถุงสุญญากาศ (Nylon/PE) หนา $75\mu \pm 5\mu$ ขนาด 14 x 20 เซนติเมตร (บริษัท แพคมาร์ท จำกัด, กรุงเทพฯ)
2. ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (OPP/PE/Al/PE/LLDLE) หนา $100\mu \pm 5\mu$ ขนาด 15.5 x 19 เซนติเมตร (บริษัท แพคมาร์ท จำกัด, กรุงเทพฯ)
3. สารดูดความชื้น (silica gel “Qiagen”, U.S.A.)
4. สารดูดออกซิเจน (oxygen scavengers “Wonderkeep”, Japan)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตน้ำตาลไอผง

1. ตู้อบแบบชั้น (“Tray dryer” model 160 x 180 x 200, บริษัท นาวาลอย จำกัด, กรุงเทพฯ)
2. เครื่องตีแบบตะกร้อ (“KitchenAid”, Hobart, U.S.A.)
3. เครื่องปั่นไฟฟ้า (blender “Lovestar” ประเทศไทย)
4. เครื่องปิดผนึกระบบสุญญากาศ (packing machine “SuperVac” model GK100, Wien)
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath “Mettler” model WB14, Mettler GmbH+ Co. KG, Germany)
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (analytical balance “Chyo” model MK-3000E, YMC Co., Ltd., Japan)

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพ

1. ตู้อบแบบลมร้อน (hot air oven “Termaks” model T111UV, Bergen-Norway)
2. ชุดภาชนะโลหะสำหรับหาความชื้น (moisture can)
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance “Sartorius” model A120S, Sartorius GmbH Gottingen, Germany)
3. เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (thermoconstanter “Novasina” model TH200, Axair AG, Switzerland)
4. เครื่องวัดสี (“Hunter Lab” model ColourQuest II Sphere, U.S.A.)
5. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer “ATAGO” model NI Brix 0~32, Japan)
6. หม้อนึ่งความดัน (autoclave “Gallenkamp” model AUX-700-010, England)
7. ตู้อบควบคุมอุณหภูมิสำหรับเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อ (oven “Kottermann” model 2711, Germany)
8. ตู้บ่มเชื้อ (incubator “Gallenkamp”, England)
9. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath “Mettler” model 4999, Germany)
10. ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม
11. แบบสอบถามสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ประมวลผลข้อมูลทางสถิติ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 10.0.5
3. โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

3.3 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 : การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์

วิธีการวิจัย

ทดลองผลิตภัณฑ์น้ำลำไยผงที่ใช้ทำตัวอย่างเพื่อทดสอบ โดยพัฒนาจากสูตรส่วนผสมและกระบวนการผลิตของวัชรและรัตนา (2543) ดังนี้

สูตรส่วนผสมน้ำลำไยเข้มข้น

เนื้อลำไยสด	50% โดยน้ำหนัก
เนื้อลำไยแห้งคั้นรูป	20% โดยน้ำหนัก
น้ำตาลทราย	30% โดยน้ำหนัก

วิธีเตรียมส่วนผสมน้ำลำไยเข้มข้น

เตรียมเนื้อลำไยแห้งคั้นรูปก่อน โดยชั่งน้ำหนักเนื้อลำไยแห้ง 1 ส่วนต่อน้ำร้อน 2 ส่วน แช่เนื้อลำไยแห้งในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อเนื้อลำไยคั้นรูป จากนั้นนำเนื้อลำไยแห้งคั้นรูปมาปั่นผสมกับเนื้อลำไยสด โดยชั่งน้ำหนักแต่ละส่วนประกอบให้ได้ตามสูตรนำไปให้ความร้อนจนส่วนผสมมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จึงเติมน้ำตาลทรายลงไปพร้อมกับคนจนน้ำตาลละลายหมด ทิ้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จึงพร้อมจะนำไปตีให้เป็นโฟมต่อไป

วิธีการเตรียมสารเพิ่มความคงตัวของโฟม

ต้มน้ำจืดมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่อยๆ เท Methocel 65 HG ลงไปในน้ำอุ่นอย่างช้าๆ พร้อมกับคนให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ทิ้งไว้ให้เย็น โดยคนตลอดเวลา จะได้เจลของ Methocel 65 HG เตรียมให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก

วิธีการตีโฟม

นำส่วนผสมน้ำลำไยเข้มข้นเทลงในถังของเครื่องตี เปิดเครื่องให้ตีด้วยความเร็วช้าที่สุด เพื่อเป็นการคนให้ส่วนผสมมีความสม่ำเสมอ จากนั้นจึงค่อยๆ เทเจลของ Methocel 65 HG ลงในส่วนผสมน้ำลำไย พร้อมกับเร่งความเร็วในการตีให้เร็วขึ้นจนถึงความเร็วสูงสุด (เบอร์ 10) ควรทิ้งระยะห่างระหว่างการเติมเจลของ Methocel 65 HG ลงในส่วนผสม เพื่อสังเกตการเกิดโฟม เมื่อเห็นว่าเกิดโฟมแล้วจึงหยุดเติม

การอบแห้งแบบโฟม-แมท

นำโฟมที่ได้จากการตีมาบีบให้เป็นเส้นคล้ายเส้นสปาเก็ตตี้ด้วย ดុងสำหรับบีบส่วนผสม ลูกก็ โดยใช้หัวที่เป็นรูปกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 มิลลิเมตร โดยบีบโฟมให้เป็นเส้นยาวต่อเนื่องกันบนภาชนะที่เป็นรูโปร่ง ระบายเข้าอบในตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง 30 นาที ใช้ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที

การบรรจุ

หลังจากที่ทำการอบแห้ง เมื่อนำผงลำไยที่อบได้ออกจากตู้อบ ให้รีบชูดผงลำไยออกจากภาชนะให้เร็วที่สุด โดยใช้ spatula ชูดผงลำไยบรรจุไว้ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วปิดผนึกด้วยความร้อน

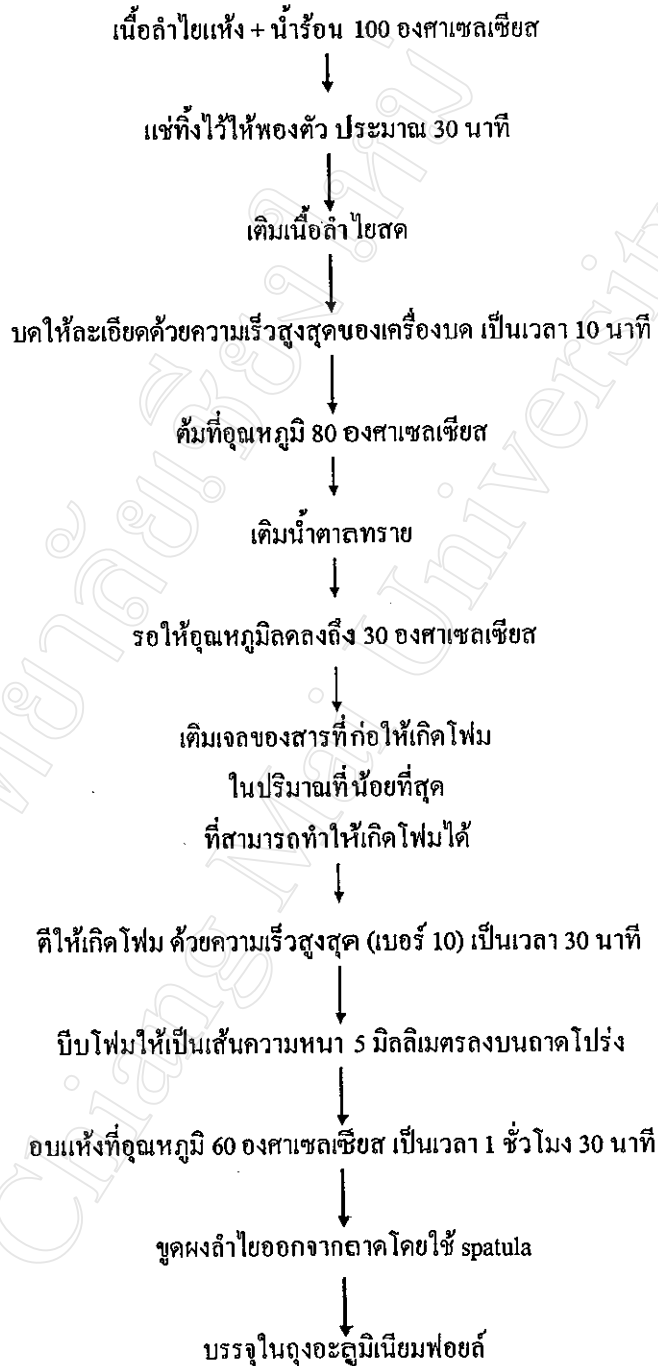
กระบวนการผลิตตัวอย่างน้ำลำไยผง เพื่อสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ แบบโฟม-แมท โดยพัฒนาจากสูตรและวิธีการของวัชรและรัตนา (2543) แสดงดังรูปที่ 3.1

น้ำลำไยผงมาละลายในน้ำด้วยอัตราส่วนของลำไยผง 1 ส่วนต่อน้ำ 8 ส่วนโดยน้ำหนัก และให้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ตอบแบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อตัวอย่างน้ำลำไยผง (ดังภาคผนวก ข) เพื่อหาลักษณะที่สำคัญของน้ำลำไย จากนั้นจึงคัดเลือกลักษณะที่สำคัญมาให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับตัวอย่างน้ำลำไยผง

วิธีวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ได้โดยการสำรวจความต้องการของผู้ทดสอบ 40 คน มาหาลักษณะที่สำคัญสำหรับน้ำลำไยผง โดยพิจารณาตามเปอร์เซ็นต์ที่ผู้ทดสอบกล่าวถึง ทำให้ทราบรายละเอียดลักษณะของน้ำลำไยผงที่ผู้ทดสอบให้ความสำคัญ จากนั้นทำการทดสอบชิมน้ำลำไยผงที่ทดลองผลิตขึ้น โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 15 คน นำผลการทดสอบมาสร้างเค้าโครงสัดส่วน (ratio profile test) ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

รูปที่ 3.1 การผลิตน้ำลำไยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟม-เมท (วัชรวิและรัตนนา, 2543)



การทดสอบค่าไครงสัดส่วน (ratio profile test)

การทดสอบค่าไครงสัดส่วน (ratio profile test) ของผลิตภัณฑ์ทำได้โดยใช้แบบสอบถามดังกล่าว ๑๐ ซึ่งมีเส้นตรงยาว 10 เซนติเมตร ใช้เป็นสเกลวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ โดยกำหนดให้ปลายเส้นตรงด้านซ้ายมือ (สเกลความยาวเท่ากับ 0) เป็นลักษณะที่น้อยที่สุด และปลายเส้นตรงด้านขวามือ (สเกลความยาวเท่ากับ 10) เป็นลักษณะที่มากที่สุด ให้ผู้ทดสอบประเมินลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยวิธีทางประสาทสัมผัส (ดูด้วยสายตา คมกลิ่น ชิม ฯลฯ) แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนเส้นตรงในตำแหน่งบนสเกลที่แทนลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (sample) และทำเครื่องหมาย I ลงบนเส้นตรงในตำแหน่งบนสเกลที่แทนลักษณะในอุดมคติ (ideal) ของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น จากนั้นจึงทำการวัดความยาวจากปลายซ้ายสุดของเส้นตรงถึงจุดตำแหน่งที่ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายเพื่อประเมินลักษณะของตัวอย่าง (X) แล้วนำมาหารด้วยความยาวจากปลายสุดของเส้นถึงจุดแสดงตำแหน่งที่เป็นลักษณะในอุดมคติ (I) นำค่าสัดส่วน (X/I) ที่ได้จากการประเมินของผู้ทดสอบแต่ละคนมาหาค่าสัดส่วนเฉลี่ย (X/I) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นจึงนำค่าสัดส่วนเฉลี่ย (X/I) และค่าสัดส่วนอุดมคติ (I/I) ซึ่งเท่ากับ 1.00 มาสร้างค่าไครงผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่ต้องการของผู้ทดสอบ ตลอดจนสามารถบอกความต้องการของผู้ทดสอบในเชิงปริมาณได้

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (mean ideal ratio score)

ถ้าสัดส่วนเท่ากับ 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้น ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง เป็นลักษณะที่ดีเท่ากับลักษณะที่ต้องการของผู้ทดสอบในอุดมคติ

ถ้าสัดส่วนมากกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้น มีความจำเป็นต้องลดความเข้มข้นหรือความแรงของลักษณะนั้นลง

ถ้าสัดส่วนน้อยกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้น มีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นหรือความแรงของลักษณะนั้นขึ้น

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0 หมายความว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นตรงกันหรือพ้องกัน

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 หมายความว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันบ้าง

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า 0.5 หมายความว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่างกันมาก ในกรณีนี้ต้องพิจารณาด้วยความรอบคอบ ต้องมีเหตุผลอื่นประกอบก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินการต่อไป

ตอนที่ 2 : การหาสูตรน้ำลำใยผงที่เหมาะสม

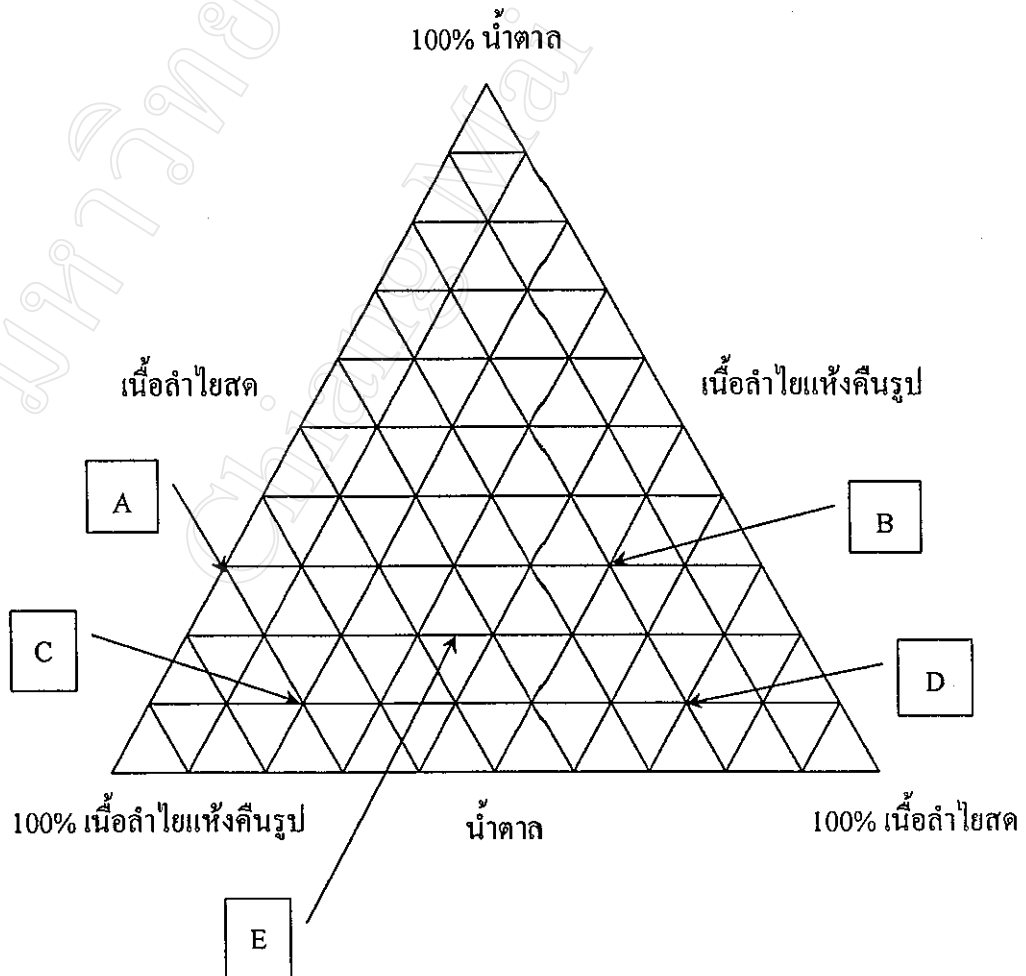
วิธีการวิจัย

หาปริมาณที่เหมาะสมของ เนื้อลำใยสด เนื้อลำใยแห้งคั้นรูป และน้ำตาล โดยใช้แผนการทดลองแบบ mixture design และพิจารณาช่วงระดับปัจจัย ดังนี้

- 1) เนื้อลำใยสด 0-70% โดยน้ำหนัก
- 2) เนื้อลำใยแห้งคั้นรูป 20-70% โดยน้ำหนัก
- 3) น้ำตาล 10-30 % โดยน้ำหนัก

สิ่งทดลองตามแผนการทดลองแบบ mixture design มี 5 สิ่งทดลอง คือ สูตร A, B, C, D และ E (mid-point) ดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.2 แผนภูมิแสดงปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ของส่วนผสมในสูตรน้ำลำใย ตามแผนการทดลองแบบ mixture design



ตารางที่ 3.1 ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ของส่วนผสมในสูตรน้ำลำไย ตามแผนการทดลอง แบบ mixture design

สูตร	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยแห้งคั้นรูป	น้ำตาล
A	0%	70%	30%
B	50%	20%	30%
C	20%	70%	10%
D	70%	20%	10%
E	35%	45%	20%

สภาวะควบคุม สำหรับการทดลองนี้ คือ

- 1) อัตราส่วนของเนื้อลำไยแห้งต่อน้ำร้อน 1:2 โดยน้ำหนัก
- 2) อุณหภูมิที่ใช้แช่เนื้อลำไยแห้ง 100 องศาเซลเซียส
- 3) แช่เนื้อลำไยแห้งให้พองตัวคั้นรูปเต็มที่ (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)
- 4) ความเร็วของเครื่องบดผสมเนื้อลำไย ใช้ความเร็วระดับสูงสุด
- 5) บดผสมเนื้อลำไยให้ละเอียดที่สุด (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)
- 6) ต้มส่วนผสมเนื้อลำไยจนน้ำตาลทรายละลายหมด (ใช้อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส)
- 7) สารที่ก่อให้เกิดโฟมและทำให้โฟมคงตัว คือ Methocel 65 HG
- 8) เตรียมเจลของ Methocel 65 HG ให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก
- 9) อุณหภูมิที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟมคือ 30 องศาเซลเซียส
- 10) ความเร็วของเครื่องตีโฟม ให้ใช้ความเร็วสูงสุด (เบอร์ 10)
- 11) เวลาที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟม 30 นาที
- 12) ความหนาของโฟมที่บีบลงบนถาด 5 มิลลิเมตร
- 13) ความเร็วลมในเตาอบแบบลมร้อน 1 เมตรต่อวินาที
- 14) อุณหภูมิในการอบแห้งโฟมคือ 60 องศาเซลเซียส
- 15) ระยะเวลาในการอบแห้งนาน 1 ชั่วโมง 30 นาที
- 16) อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ชงละลายต่อผงน้ำลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก

วิธีวิเคราะห์

ลักษณะที่ต้องการศึกษา เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสม คือ การทดสอบทางประสาทสัมผัส

วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงทั้ง 5 สูตรมาทดสอบชิมโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน ใช้แบบทดสอบ structural scaling โดยให้ผู้ทดสอบชิมประเมินและทำเครื่องหมายลงในตำแหน่งที่คิดว่าเหมาะสมต่อลักษณะกลิ่นลำไยของตัวอย่างนั้นๆ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ



นำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของกลิ่นลำไยโดยวิธี Duncan

นอกจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณากลิ่นลำไยแล้ว ยังมีลักษณะอื่นที่สามารถวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำทางการทดลองในขั้นตอนต่อไป ได้แก่

- 1) Total soluble solid ของส่วนผสมน้ำลำไยที่นำมาตีให้เกิดโฟม

วิธีวิเคราะห์ : วัด total soluble solid ด้วยเครื่องมือ hand refractometer ATAGO N1

- 2) ปริมาณเจลของสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่ต้องใช้

วิธีวิเคราะห์ : หาน้ำหนักของเจลที่เติมลงไปของผสมที่เติมน้ำตาลทรายแล้ว ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยที่สุดที่ก่อให้เกิดโฟมได้

- 3) ความหนาแน่นของโฟม

วิธีวิเคราะห์ : เทโฟมลงในจานแก้วที่ทราบน้ำหนักและปริมาตร แล้วปาดผิวหน้าให้เรียบเท่ากับระดับขอบจาน จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาความหนาแน่นของโฟม

- 4) ความคงตัวของโฟม

วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธี drainage method (Sauter and Montoure, 1972)

- 5) ปริมาณของน้ำลำไยผงที่ผลิตได้

วิธีวิเคราะห์ : ชั่งน้ำหนักของน้ำลำไยผงที่ผลิต และน้ำหนักของน้ำลำไยก่อนตีโฟม แล้วคำนวณหาน้ำหนักน้ำลำไยผงเป็นกรัมต่อส่วนผสมน้ำลำไยเข้มข้น 1,000 กรัม

- 6) ความชื้นของน้ำลำไยผง

วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธี AOAC official method 925.45 (1995)

- 7) ปริมาณน้ำอิสระ (water activity; a_w) ของน้ำลำไยผง
วิธีวิเคราะห์ : วัดด้วยเครื่องวัดค่า water activity (thermoconstanter “Novasina” model TH200, Axair AG, Switzerland)
- 8) ความสามารถในการคืนรูป (rehydration)
วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การละลายของน้ำลำไยผง
- 9) สีของน้ำลำไยผงก่อนและหลังการชงละลาย
วิธีวิเคราะห์ : วัดค่าสีในระบบ Hunter ด้วยเครื่องวัดสี (“Hunter Lab” model ColourQuest II Sphere, U.S.A.)
- 10) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อผงน้ำลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก คนจนละลาย เทใส่ถ้วยพลาสติกสีขาว ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่เสนอให้ผู้ทดสอบชิม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 20 คน เป็นผู้กำหนดลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ และประเมินลักษณะเหล่านั้น แบบ ideal ratio profile

ตอนที่ 3 : การเลือกชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟมและทำให้โฟมคงตัว ที่เหมาะสมกับน้ำลำไยผง

วิธีการวิจัย

ทดลองใช้สารที่ก่อให้เกิดโฟมและสารที่ทำให้โฟมคงตัว 6 แบบ คือ Methocel 65 HG, egg albumin, glyceryl monostearate (GMS), methyl cellulose, Methocel 65 HG ผสมกับ egg albumin ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก และ Methocel 65 HG ผสมกับ GMS ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ละลายในน้ำให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก (วัชรและรัตนา, 2543) ใช้ปริมาณของสารแต่ละชนิดในสัดส่วนที่ต่างกัน 5 ระดับในส่วนผสม โดยระดับที่ต่ำที่สุด คือ ปริมาณของสารที่เติมลงไป ในส่วนผสมน้ำลำไยในสัดส่วนที่น้อยที่สุดที่สามารถทำให้เกิดโฟมได้ และเพิ่มปริมาณขึ้นระดับละ 10% โดยน้ำหนักของส่วนผสม ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟมและสารที่ทำให้โฟมคงตัว ที่เติมลงไปในส่วนผสม

ชนิดของสาร	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ระดับที่ 4	ระดับที่ 5
Methocel 65 HG	A	A+10	A+20	A+30	A+40
Egg albumin	B	B+10	B+20	B+30	B+40
GMS	C	C+10	C+20	C+30	C+40
Methyl cellulose	D	D+10	D+20	D+30	D+40
Methocel 65 HG + egg albumin	E	E+10	E+20	E+30	E+40
Methocel 65 HG + GMS	F	F+10	F+20	F+30	F+40

สภาวะควบคุมสำหรับการทดลองนี้ คือ

- 1) ปริมาณเนื้อลำไยแห้ง ได้จากตอนที่ 2
- 2) อัตราส่วนของเนื้อลำไยแห้งต่อน้ำร้อน 1:2 โดยน้ำหนัก
- 3) อุณหภูมิน้ำที่ใช้แช่เนื้อลำไยแห้งคือ 100 องศาเซลเซียส
- 4) แช่เนื้อลำไยแห้งจนพองตัวคืนรูปเต็มที่ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที
- 5) ปริมาณเนื้อลำไยสด ได้จากตอนที่ 2
- 6) ความเร็วของเครื่องบดผสมเนื้อลำไย ใช้ความเร็วระดับสูงสุด
- 7) บดผสมเนื้อลำไยให้ละเอียดที่สุด (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)
- 8) ปริมาณน้ำตาล ได้จากตอนที่ 2
- 9) คั้นส่วนผสมเนื้อลำไยกับน้ำตาลทราย จนน้ำตาลทรายละลายหมด (ใช้อุณหภูมิ ประมาณ 80 องศาเซลเซียส)

- 10) เตรียมสารละลายของ Methocel 65 HG ให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก
- 11) เตรียมสารละลายของ egg albumin ให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก
- 12) เตรียมสารละลายของ methyl cellulose ให้มีความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก
- 13) เตรียมสารละลายของ Methocel 65 HG+ egg albumin ให้มีความเข้มข้น Methocel 65 HG 0.5% และ egg albumin 0.5% โดยน้ำหนัก
- 14) เตรียมสารละลายของ Methocel 65 HG + glyceryl monostearate ให้มีความเข้มข้น Methocel 65 HG 0.5% และ glyceryl monostearate 0.5% โดยน้ำหนัก
- 15) อุณหภูมิที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟม คือ 30 องศาเซลเซียส
- 16) ความเร็วของเครื่องตีโฟมใช้ความเร็วสูงสุด (เบอร์ 10)
- 17) ระยะเวลาที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟมนาน 30 นาที
- 18) ความหนาของโฟมที่บีบลงบนถาด 5 มิลลิเมตร
- 19) ความเร็วลมในเตาอบแบบลมร้อน 1 เมตรต่อวินาที
- 20) อุณหภูมิในการอบแห้งโฟมคือ 60 องศาเซลเซียส
- 21) เวลาในการอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที
- 22) อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ชงละลายต่อผงน้ำตาลไธ 8:1 โดยน้ำหนัก

วิธีวิเคราะห์

การคัดเลือกชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟมและทำให้โฟมคงตัว พิจารณาจาก

- 1) Total soluble solid ของส่วนผสมน้ำตาลไธที่นำมาตีให้เกิดโฟม
วิธีวิเคราะห์ : วัด total soluble solid ด้วยเครื่องมือ hand refractometer ATAGO N1
- 2) ความคงตัวของโฟม
วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธี drainage method (Sauter and Montoure, 1972)
- 3) ความหนาแน่นของโฟม
วิธีวิเคราะห์ : เทโฟมลงในจานแก้วที่ทราบน้ำหนักและปริมาตร แล้วปาดผิวหน้าให้เรียบเท่ากับระดับขอบจาน จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาความหนาแน่นของโฟม
- 4) ความสามารถในการคืนรูป (rehydration)
วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำตาลไธผงมาละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การละลายของน้ำตาลไธผง

5) สีของน้ำลำไยผงก่อนและหลังการชงละลาย

วิธีวิเคราะห์ : วัดค่าสีในระบบ Hunter ด้วยเครื่องวัดสี (“Hunter Lab” model ColourQuest II Sphere, U.S.A.)

6) กลิ่นลำไย

วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อผงน้ำลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก คนจนละลาย เทใส่ถ้วยพลาสติกสีขาว ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างที่เสนอให้ผู้ทดสอบชิม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน เปรียบเทียบกลิ่นของน้ำลำไยโดยใช้แบบทดสอบ structural scaling โดยให้ผู้ทดสอบชิมประเมินและทำเครื่องหมายลงในตำแหน่งที่คิดว่าเหมาะสมต่อลักษณะกลิ่นลำไยของตัวอย่างนั้นๆ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ



ตอนที่ 4 : การหาอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสม

วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับการทำน้ำลำไยผง โดยทำการทดลอง 2 ชั้น ศึกษาอุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลมคงที่ 1 เมตรต่อวินาที โดยเก็บตัวอย่างแต่ละอุณหภูมิ ทุกๆ 10 นาที ไปวิเคราะห์หาความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ทั้งนี้ใช้เวลาทำแห้งและเก็บตัวอย่างนาน 60 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายเหลืออยู่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3% ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การทำแห้งโพลีไมล์ ตามแผนการทดลอง เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสม

สิ่งทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการทำแห้ง (นาที)
1	70	10
2	70	20
3	70	30
4	70	40
5	70	50
6	70	60
7	80	10
8	80	20
9	80	30
10	80	40
11	80	50
12	80	60

สภาวะควบคุมสำหรับการทดลองนี้ คือ

- 1) ปริมาณเนื้อลำไยแห้ง ได้จากตอนที่ 2
- 2) อัตราส่วนของเนื้อลำไยแห้งต่อน้ำร้อน 1:2 โดยน้ำหนัก
- 3) อุณหภูมิน้ำที่ใช้แช่เนื้อลำไยแห้งคือ 100 องศาเซลเซียส
- 4) แช่เนื้อลำไยแห้งจนพองตัวคืนรูปร่างเดิมที่ ใช้เวลานานประมาณ 30 นาที
- 5) ปริมาณเนื้อลำไยสด ได้จากตอนที่ 2

- 6) ความเร็วของเครื่องบดผสมเนื้อลำไย ใช้ความเร็วระดับสูงสุด
- 7) บดผสมเนื้อลำไยให้ละเอียดที่สุด (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)
- 8) ปริมาณน้ำตาลทราย ได้จากตอนที่ 2
- 9) ต้มส่วนผสมเนื้อลำไยกับน้ำตาลทราย จนน้ำตาลทรายละลายหมด (ใช้อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส)
- 10) ชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟม ได้จากตอนที่ 3
- 11) ความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดโฟม ได้จากตอนที่ 3
- 12) อุณหภูมิที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟมคือ 30 องศาเซลเซียส
- 13) ความเร็วของเครื่องตีโฟม ใช้ความเร็วสูงสุด (เบอร์ 10)
- 14) ระยะเวลาที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟมนาน 30 นาที
- 15) ความหนาของโฟมที่บีบบลงบนถาด 5 มิลลิเมตร
- 16) ความเร็วลมในเตาอบแบบลมร้อน 1 เมตรต่อวินาที
- 17) อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ซึ่งละลายต่อผงลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก

วิธีวิเคราะห์

การคัดเลือกอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งที่เหมาะสม ทำโดยนำลำไยผง 2 ตัวอย่างที่มีความชื้นสุดท้าย 3% มาวัดค่าสีและทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Duncan ลักษณะที่ต้องการศึกษา คือ

- 1) ความชื้นของผงลำไย

วิธีวิเคราะห์ : นำตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งที่ระยะเวลาต่างๆ มาหาความชื้นตามวิธี AOAC official method 925.45 (1995) ซึ่งทำให้ทราบระยะเวลาการทำแห้งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้าย 3% สำหรับแต่ละอุณหภูมิ

- 2) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

วิธีวิเคราะห์ : วัดด้วยเครื่องวัดค่า a_w (thermoconstanter "Novasina" model TH200, Axair AG, Switzerland)

- 3) ความสามารถในการคืนรูป (rehydration)

วิธีวิเคราะห์ : นำลำไยผงมาละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การละลายของลำไยผง

- 4) สีของน้ำลำไยผงก่อนและภายหลังการชงละลาย
วิธีวิเคราะห์ : วัดค่าสีในระบบ Hunter ด้วยเครื่องวัดสี (“Hunter Lab” model ColourQuest II Sphere, U.S.A.)
- 5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อผงน้ำลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก คนจนละลาย เทใส่ถ้วยพลาสติกสีขาว ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างที่เสนอให้ทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระบวนการที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยวิธี Duncan

ตอนที่ 5 : การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษา

แผนการทดลอง

นำน้ำลำไยผงสูตรที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนที่ 2 และ 3 และที่ผ่านกระบวนการทำแห้งที่คัดเลือกจากขั้นตอนที่ 4 มาศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษา โดยใช้ถุงที่ปิดผนึกได้ด้วยความร้อน 2 ชนิด คือ

- 1) ถุงสุญญากาศ
- 2) ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

โดยแต่ละชนิดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

- 1) ไม่บรรจุแก๊ส สารดูดความชื้น และสารดูดออกซิเจน (ควบคุม)
- 2) บรรจุแก๊สไนโตรเจน
- 3) บรรจุสารดูดความชื้น
- 4) บรรจุสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน

เก็บรักษาไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62-65% เป็นเวลานาน 6 เดือน โดยศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทุกเดือน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิธีวิเคราะห์

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา ในระหว่างการเก็บรักษา คือ

- 1) ความชื้นของน้ำลำไยผง

วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธี AOAC official method 925.45 (1995)

- 2) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของน้ำลำไยผง

วิธีวิเคราะห์ : วัดด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (thermoconstanter "Novasina" model TH200, Axair AG, Switzerland)

- 3) ความสามารถในการคืนรูป (rehydration)

วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การละลายของน้ำลำไยผง

- 4) สีของน้ำลำไยผงก่อนและภายหลังการชงละลาย

วิธีวิเคราะห์ : วัดค่าสีในระบบ Hunter ด้วยเครื่องวัดสี ("Hunter Lab" model ColourQuest II Sphere, U.S.A.)

- 5) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธีของ Robert และคณะ (1995)

6) จำนวนยีสต์และรา

วิธีวิเคราะห์ : ตามวิธีของ Robert และคณะ (1995)

7) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีวิเคราะห์ : นำน้ำลำไยผงมาละลายน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อผงน้ำลำไย 8:1 โดยน้ำหนัก คนจนละลาย เทใส่ถ้วยพลาสติกสีขาว ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่เสนอให้ผู้ทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน เพื่อประเมินลักษณะของผลิตภัณฑ์ แบบ ideal ratio profile