

### บทที่ 3

#### การทดลอง

##### วัตถุดิบ

- แป้งสาลีสำหรับทำฟัพเพสตรี ตรา ดาวเสาร์ บริษัท อุตสาหกรรมแป้งข้าวสาลีไทย จำกัด  
มีองค์ประกอบ คือ โปรตีน 13.2 - 13.7% ความชื้น 13.5% เถ้า 0.50 - 0.98%
- แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตรา แด้มฟ้า บริษัท เคอรี่ - กลอรี่ ฟลาวมิลล์ จำกัด  
มีองค์ประกอบ คือ โปรตีน 10.4 - 10.8% ความชื้น 12.5 - 13.5% เถ้า 0.48 - 0.53%
- เนยขาว (all purpose shortening) ตรา บิสทอป บริษัท ทรีทอปเคมิคัลแอนด์ฟู้ดส์คอร์ปอเรชั่น จำกัด  
มีองค์ประกอบ คือ ความชื้น < 0.1% ค่า peroxide value < 1.0 meq / kg และ  
อุณหภูมิที่เริ่มหลอม 40 - 42°C
- มาร์گارีน ตรา เยลโลแคป บริษัท ทรีทอปเคมิคัลแอนด์ฟู้ดส์คอร์ปอเรชั่น จำกัด  
มีองค์ประกอบ คือ ความชื้น < 16.0% ค่า peroxide value < 1.0 meq / kg และ  
อุณหภูมิที่เริ่มหลอม 38 - 40°C
- เพสตรีมาร์گارีน ตรา เบกเกอร์ บริษัท ยูไนเต็ดแคร์ฟู้ด จำกัด  
มีองค์ประกอบ คือ ความชื้น < 16.0% ไขมัน > 82% และ อุณหภูมิที่เริ่มหลอม  
44 - 45°C
- น้ำตาล ตรา มิตรผล บริษัท มิตรผล จำกัด
- เกลือ ตรา ปรุฑทิพย์ ความบริสุทธิ์ 99.9% บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด
- ผลเสาวรสพันธุ์ผลสีเหลือง จากกลุ่มภคิกรรรมไร่ สารพิช จ.นครราชสีมา
- แป้ง ULTRA - SPERSE® 5 บริษัท เนชั่นเนลสตาร์ชแอนด์เคมีคอล (ประเทศไทย)  
จำกัด เป็นแป้งดัดแปร ที่ทำจากแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว
- กลีเซอริน (food grade) บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด

## สารเคมี

### สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

- 2,6 - dichlorophenolindophenol (A. R.)
- oxalic acid (A. R.)
- hydrochloric acid (A. R.)
- potassium iodide (A. R.)
- potassium thiosulphate (A. R.)
- phenolphthalein (A. R.)
- ethyl alcohol 95% (A. R.)
- sodium hydroxide (A. R.)
- potassium hydrogen phthalate (A. R.)

### สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- plate count agar (Merck)
- potato dextrose agar (Merck)
- tartaric acid (A. R.)
- sodium chloride (A. R.)

## อุปกรณ์

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตฟัฟเฟสตรี้และไส้เสาวรส

- เครื่องปั่น (Waring blender)
- เครื่องผสมไฟฟ้า (Kitchen Aid, KSSS)
- เครื่องรีดโด (Turri)
- เตารอบไฟฟ้า (Zanussi, FCF / G 6)
- เตารอบไฟฟ้า (Teba, TFL 6T01)
- เตารอบไมโครเวฟ (Mitsubishi, RA – C 75) ที่มีกำลังไฟ 700 watt ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ 2,450 MHz
- เครื่องแช่แข็งแบบลมเย็น (air blast freezer) (CES, LT 4) ความเร็วลม 4 เมตร ต่อวินาที อุณหภูมิต่ำสุด - 32 °C

อุณหภูมิต่ำสุด - 32 °C

- ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิต่ำสุด -20°C (Daiwa, 231SS)
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Ohaus, GT 4100)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A 200 S)
- นาฬิกาจับเวลา (Digital timer, DG-300)
- เทอร์โมมิเตอร์ - 50 ถึง 150 °C (Daily Mate)
- เทอร์โมมิเตอร์ 50 ถึง 300 °C (Ekco)
- พิมพ์ลิ้นเย็บผ้าสำหรับกดเพื่อให้เกิดขอบ

#### อุปกรณ์ที่ใช้การวัดทางกายภาพ

- เครื่อง texturometer (Texture analyzer, TA - TX 2i)
- เครื่องวัดค่า  $a_w$  (Novasina, TH500)
- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter, CR - 300 series)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer) (Atago, No.1) (°Brix 0 – 32%)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer) (Atago, No. 4) (°Brix 45 – 72%)
- เครื่องวัดพีเอช (pH meter) (Horiba, F - 21)
- ตู้อบลมร้อน (WTE Binder, E 53)

#### อุปกรณ์ที่ใช้การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ตู้ถ่ายเชื้อ (ISSCO ,BVT - 123)
- ตู้เลี้ยงเชื้อ ช่วงอุณหภูมิ 25 - 70 °C (Mettler, B 301)
- autoclave (Tomy, SS - 320)

### **วิธีวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 4 วิธี คือ**

#### วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

- ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (Ruck,1963) (ภาคผนวก ก.1)
- ปริมาณกรด (titratable acidity ในรูป citric acid) (A.O.A.C. 1995) (ภาคผนวก ก.2)
- น้ำหนักที่สูญเสียในขณะอบ (%โดยน้ำหนักก่อนอบ) (Baker, Davis and Gordon, 1990) (ภาคผนวก ก.3)
- ปริมาณน้ำ (water content) (A.O.A.C. 1995) (ภาคผนวก ก.4)

### วิธีวัดทางกายภาพ

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids) ด้วย hand refractometer
- ค่า pH ด้วย pH meter
- ปริมาตรจำเพาะ ด้วย sesame displacement ( ดัดแปลงจากวิธีของ Lee ,Hoseney and Varriano,1982) (ภาคผนวก ข.1)
- ค่า  $a_w$  ด้วยเครื่องวัดค่า  $a_w$  (ภาคผนวก ข.2)
- ค่าสี ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter (ภาคผนวก ข.3)
- ลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านความกรอบ (ภาคผนวก ข.4)

### วิธีวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดยใช้ standard plate count method (Diliello,1982) (ภาคผนวก ค.1)
- หาปริมาณยีสต์และราโดยใช้ yeast and mold plate count method (Diliello,1982) (ภาคผนวก ค.2)

### วิธีประเมินผลทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน (semi-trained) จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นพนักงานของบริษัทไทยยูเนี่ยนโฟรเซน จำกัด(มหาชน) ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสายการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ และสร้างความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีไส้เสาวรส โดยการระดมความคิดและประชุมกลุ่ม เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ

ใช้การทดสอบแบบ quantitative descriptive analysis (QDA) with scaling ในด้านดี การขึ้นชั้น ความกรอบ ความแห้ง ของฟัพเพสตรีส่วนบน และ ด้านรสหวาน เบี้ยว ชม ความชื้น หนืดของไส้เสาวรส และทดสอบด้านความชอบของฟัพเพสตรีส่วนบน ไส้เสาวรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ (Larmond, 1982) ตามแบบทดสอบในภาคผนวก ง.

## ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

### 3.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลเสาวรส (passion fruit) และ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด (juicy passion arillus tissue)

นำเสาวรสพันธุ์ผลสีเหลือง (*Passiflora edulis*, var. *flavicarpa*) ที่ปลูกโดยเครือข่ายเกษตรกรไร้สารพิษ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งบรรจุผลเสาวรสในถุงพลาสติกชนิด PE โดยมีน้ำหนักรวมประมาณ 10 กิโลกรัมต่อถุง มายังห้องทดลอง สุ่มตัวอย่างออกมาจำนวน 5 ผลต่อ 1 ถุง เพื่อใช้ศึกษาลักษณะทางกายภาพ สำหรับผลเสาวรสที่เหลืองนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตได้เสาวรสด

เตรียมผลเสาวรสดเพื่อใช้ในการทดลองโดย นำมาล้างทำความสะอาด เช็ดแต่ละผลให้แห้ง แล้วเก็บไว้ในตะกร้าพลาสติก ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 2 – 3 วัน หรือจนกระทั่งผิวของผลเสาวรสดมีสีเหลืองทั่วทั้งผล ซึ่งแสดงว่าผลเสาวรสดสุกพอดีที่จะนำมาใช้ในการทดลอง (ธงชัย เนมขุนทด, 2531) หลังจากนั้นจึงนำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของผลเสาวรสด และ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด ดังนี้

#### 3.1.1 ผลเสาวรสด

- ชั่งน้ำหนัก และ วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ต่อผล
- คำนวณ % โดยน้ำหนักของเปลือก เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด และ เมล็ด

#### 3.1.2 เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด

นำผลเสาวรสดมาผ่าครึ่ง แล้วตัดส่วน embryo sac ออกจากเปลือก หลังจากนั้นนำมาปั่นในเครื่องปั่นเพื่อทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดฉีกขาด แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกเมล็ดออกจากเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด (ดัดแปลงจาก Mollenhauer, 1954) แล้วนำมา

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ค่า pH สี (L, a\*, b\*)
- วิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก และ ปริมาณกรด (titratable acidity ในรูป citric acid) วิเคราะห์ และ วัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ

### 3.2 ศึกษาผลของภาวะการอบในช่วงที่ 1 ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

#### 3.2.1 ผลิตฟัฟเฟสตรี้โด

วิธีการผลิตฟัฟเฟสตรี้โด (Doerry, 1998)

เติมแบ่งสาลีสำหรับทำฟัฟเฟสตรี้ แบ่งสาลีอเนกประสงค์ เนยขาว มาร์การีน เกลือ น้ำตาล น้ำเย็น (ตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 3.1) ในเครื่องผสม แล้วเปิดเครื่องผสมนาน

ประมาณ 8 นาที หรือจนกระทั่งส่วนผสมเกิดเป็นโด หลังจากนั้นนำโดที่ได้มาคลุมด้วยแผ่นพลาสติก พักไว้ ประมาณ 15 - 25 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงรีดโดออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วางเพสตรีมาร์การีน ไว้ด้านบน พับ 3 ทบ หลังจากนั้นรีดออกให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอีกครั้ง พับ 4 ทบ แล้วคลุมด้วยแผ่นพลาสติก พักไว้ ประมาณ 15 - 25 นาที ที่อุณหภูมิห้อง รีดพับเพสตรีโดออกอีกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พับ 3 ทบ 2 ครั้ง แล้วคลุมด้วยแผ่นพลาสติก พักไว้ ประมาณ 15 - 25 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงรีดพับเพสตรีโดที่ได้ให้เป็นแผ่นมีความหนา 0.3 cm แล้วตัดให้เป็นชิ้นที่มีขนาด  $6.0 \times 12.0$  cm มีน้ำหนักประมาณ 35 g ต่อ 1 ชิ้น

$$\begin{aligned} \text{หมายเหตุ} \quad \text{จำนวนชิ้นไขมันของพับเพสตรีโดที่ผลิต} &= 2 \times 3 \times 4 \times 3 \times 3 \\ &= 216 \text{ ชิ้น} \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.1 สูตรมาตรฐานของพับเพสตรีโด (ดัดแปลงมาจาก Tressler และ Sultan, 1975)

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	% <sup>a</sup>	กรัม
แป้งสาลีสำหรับทำพับเพสตรี	60.00	125.76
แป้งสาลีเอนกประสงค์	40.00	83.84
เนยขาว	3.00	6.29
มาร์การีน	7.00	14.67
เกลือ	1.00	2.10
น้ำตาล	3.00	6.29
น้ำเย็น (อุณหภูมิประมาณ 8 - 12 °C)	53.00	111.09
เพสตรีมาร์การีน	47.71	100.00

a เทียบกับน้ำหนักแป้งทั้งหมด

### 3.2.2 ผลิตไส้เสาวรสุ

#### วิธีการผลิตไส้เสาวรสุ

เตรียมส่วนผสมเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรสุ โดยนำผลเสาวรสุสุก (ที่ผ่านการทำความสะอาด และเก็บรักษา ตามข้อ 3.1) มาผ่าครึ่งแล้วตัดส่วนเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ด ออกจากเปลือก แล้วนำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ  $-18^{\circ}\text{C}$  เพื่อใช้ทดลองงานวิจัย

เตรียมไส้เสาวรศ โดยนำเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรศที่เก็บรักษาในภาวะแช่แข็งมาละลายน้ำแข็งโดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงนำเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรศ ผสมร่วมกับ น้ำตาล แป้ง ULTRA - SPERSE<sup>®</sup> 5 และน้ำ (ตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 3.2) พร้อมให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า จนส่วนผสมมีอุณหภูมิ  $72 \pm 5^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไส้เสาวรศที่ได้ใส่ในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เก็บในตู้เย็น เพื่อใช้เป็นไส้เสาวรศในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3.2 สูตรมาตรฐานของไส้เสาวรศ (ดัดแปลงจาก Sultan, 1989)

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	% <sup>a</sup>	กรัม
เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรศ	100.0	40.0
น้ำตาล	32.5	13.0
แป้ง ULTRA - SPERSE <sup>®</sup> 5	17.5	7.0
น้ำ	100.0	40.0

a เทียบกับน้ำหนักเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรศ

### 3.2.3 ศึกษาผลของภาวะการอบในช่วงที่ 1 ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เตรียมฟัพเพสตรีโดไส้เสาวรศ โดยนำแผ่นฟัพเพสตรีโดที่มีขนาด  $6.0 \times 12.0$  cmหนา 0.3 cm (ที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.1) มา 2 ชั้น โดยชั้นแรกใช้เป็นฐานด้านล่าง แล้วใส่ไส้เสาวรศ (ที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.2) ประมาณ 23 g ลงตรงกลาง และนำฟัพเพสตรีโดชั้นที่ 2 ที่มีรอยกรีดยาว 1.5 cm จำนวน 2 รอย เพื่อเป็นช่องให้อิอน้ำจากส่วนไส้ระเหยออกมาได้ในขณะอบ โดยรอยกรีดห่างจากขอบด้านบนและล่าง 3.0 cm และ ห่างจากขอบด้านข้าง 2.25 cm (ตามรูปที่ จ. 1 - 2 ) มาวางปิดด้านบนเพื่อเป็นฟัพเพสตรีส่วนบน กดปิดด้านทั้ง 4 ด้วยฟิมพ์สี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด  $6.0 \times 12.0$  cmหนา 1.0 cm เพื่อให้เกิดขอบ ซึ่งอัตราส่วนระหว่างฟัพเพสตรีโด ต่อ ไส้เสาวรศ เท่ากับ 1 : 0.33

นำไปอบโดยวางฟัพเพสตรีโดไส้เสาวรศลงในถาด aluminium จำนวน 10 ชั้นต่อถาด แล้ววางบนตะแกรงเรียงในเตาอบ 1 ชั้น ต่อ 1 ถาด อบครั้งละ 3 ถาด แปรอุณหภูมิเตาอบเป็น 180 200 และ  $220 (\pm 5)^{\circ}\text{C}$  และระยะเวลาอบนาน 15 และ 25 นาที จากนั้นตั้งผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนอุณหภูมิถึงกลางประมาณ  $30^{\circ}\text{C}$  จากนั้นจึงนำฟัพเพสตรีไส้เสาวรศที่ได้ มาวัดด้านปริมาตรจำเพาะ วิเคราะห์ % น้ำหนักที่สูญเสียในขณะอบ และ วัดสีที่ผิวเป็นค่า L, a\*, b\* และประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบด้วยเครื่อง texturometer เฉพาะฟัพเพสตรีส่วนบน โดยใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น แต่นำเฉพาะข้อมูลของฟัพเพสตรีส่วนบนมาคำนวณเพื่อหาค่าความกรอบ และ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำและวัดค่า  $a_w$  ของฟัฟเฟสตรีส่วนบนและไส้เสาวรส เพื่อใช้อธิบายความกรอบของผลิตภัณฑ์ (Katz and Labuza, 1980)

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment with Completely Randomized Design (CRD) ขนาด  $3 \times 2$  ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncans New Multiple Range Test (DNMRT) (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีที่ผิวด้านนอก การขึ้นชั้น ความแห้ง และความกรอบของฟัฟเฟสตรีส่วนบน โดยใช้แบบทดสอบชนิด quantitative descriptive analysis (QDA) with scaling และ ความชอบของฟัฟเฟสตรีส่วนบน โดยให้ผู้ทดสอบชนิดกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน และ กำหนดลักษณะผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (ideal) ของฟัฟเฟสตรีส่วนบน โดยได้มาจากการให้ผู้ทดสอบระบุตำแหน่งของ ideal บนสเกล

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment with Randomized Completely Block Design (RCBD) ขนาด  $3 \times 2$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$  พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จาก ideal ratio profile

ซึ่งการเตรียมฟัฟเฟสตรีส่วนบน เพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำและวัดค่า  $a_w$  และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำโดยใช้มีดค่อยๆ เลาะตรงกลางรอบผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น หลังจากนั้นจึงแยกฟัฟเฟสตรีส่วนบนออกจากส่วนฐาน

แล้วเลือกภาวะการอบในช่วงที่ 1 ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังอบมีคุณภาพดีในด้านการขึ้นพองสี และความกรอบ ซึ่งพิจารณาจากผลการวัดและวิเคราะห์ฟัฟเฟสตรีส่วนบนและฟัฟเฟสตรีส่วนบน ร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

### 3.3 ศึกษาผลของค่า $a_w$ ของไส้เสาวรสเริ่มต้น และ ระยะเวลาอบในช่วงที่ 2 ที่มีต่อคุณภาพของฟัฟเฟสตรีส่วนบนแช่แข็ง หลังจากนั้นนำมาทำให้ร้อนด้วยไมโครเวฟ

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

#### 3.3.1 การเตรียมไส้เสาวรสที่มีค่า $a_w$ เป็น 0.75 0.85 และ 0.95

โดยแปรปริมาณเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดเสาวรส น้ำ น้ำตาล จากสูตรในตารางที่ 3.2 และเติมกลีเซอรินเพิ่มลงไป ซึ่งปริมาณกลีเซอรินที่ใช้ไม่เกิน 10% ของส่วนผสมทั้งหมด (Griffin and Lynch, 1974) แล้วนำมาทำให้เสาวรส โดยกำหนดน้ำหนักรวมของส่วนผสมทั้งหมดที่ทำ



แต่ละครั้งเท่ากับ 1000 g เริ่มผสมเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ด เมล็ด น้ำ น้ำตาล กลิเซอริน โนบิกเกอร์ขนาด 2 L พร้อมให้ความร้อนระดับ 3 ด้วยเตาไฟฟ้า จนน้ำตาลละลายซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 - 6 นาที หลังจากนั้นจึงเติมแป้ง ULTRA - SPERSE<sup>®</sup> 5 ผสมให้เข้ากันจนส่วนผสมมีอุณหภูมิ  $72 \pm 5^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่า  $a_w$  และ ค่า TSS เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการผลิตไส้เสาวรสครั้งต่อไป จนกระทั่งได้ไส้เสาวรสที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.750 0.850 และ 0.950 ( $\pm 0.003$ )

สำหรับไส้เสาวรสที่มีค่า  $a_w$  ตามที่กำหนดแล้วจึงนำมาใส่ในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เก็บรักษาในตู้เย็น เพื่อใช้เป็นไส้เสาวรสในขั้นต่อไป

### 3.3.2 ศึกษาผลของค่า $a_w$ ของไส้เสาวรสเริ่มต้น และ ระยะเวลาอบในช่วงที่ 2 ที่มีต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีไส้เสาวรสหลังอบ

เตรียมฟัพเพสตรีไส้เสาวรส ตามข้อที่ 3.2.3 โดยแปรค่า  $a_w$  ของไส้เสาวรสที่ใช้ เป็น 0.75 0.85 และ 0.95 ที่ผลิตได้จากข้อ 3.3.1 นำมาอบช่วงที่ 1 ตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2.3 แล้วลดอุณหภูมิที่อบโดยปรับอุณหภูมิของเตาอบที่หน้าปิดให้เท่ากับ  $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$  พร้อมกับเปิดประตูของเตาอบเป็นระยะเวลาประมาณ 3 นาที หรือจนอุณหภูมิของเตาอบเท่ากับ  $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$  จึงปิดประตูของเตาอบให้สนิท เพื่ออบในช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิ  $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$  โดยแปรเวลาเป็น 10 20 และ 30 นาที หลังจากนั้นตั้งผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนมีอุณหภูมิกึ่งกลางประมาณ  $30^{\circ}\text{C}$  จึงนำผลิตภัณฑ์มาวัดด้านปริมาตรจำเพาะ วิเคราะห์ % น้ำหนักที่สูญเสียในขณะอบ และ วัดสีเป็นค่า L,  $a^*$ ,  $b^*$  และประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบด้วยเครื่อง texturometer ของฟัพเพสตรีส่วนบนและวิเคราะห์ปริมาณน้ำและวัดค่า  $a_w$  ของฟัพเพสตรีส่วนบน และไส้เสาวรส

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment with CRD ขนาด  $3 \times 3$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

สำหรับในขั้นตอนนี้ ทำเพื่อศึกษาผลของค่า  $a_w$  ของไส้เสาวรสเริ่มต้น และ ระยะเวลาอบในช่วงที่ 2 ที่มีต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีไส้เสาวรสหลังอบ ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดนำไปผ่านขั้นตอนการแช่แข็ง และ ทำให้อุ่นด้วยไมโครเวฟ ในขั้นตอนต่อไป

### 3.3.3 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ทำฟัพเพสตรีไส้เสาวรสแช่แข็งให้อุ่นด้วยไมโครเวฟ

นำฟัพเพสตรีไส้เสาวรสตามทีผลิตตามภาวะในข้อ 3.3.2 ซึ่งแปรค่า  $a_w$  ของไส้เสาวรสที่ใช้ และระยะเวลาอบช่วงที่ 2 มาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon  $15\mu$  / adhesive/ LLDPE  $60\mu$  โดยบรรจุผลิตภัณฑ์จำนวน 10 ชิ้น / ถุง แล้วปิดผนึกด้วยความร้อน จากนั้นนำไปแช่แข็ง ด้วย

เครื่องแช่แข็งโดยใช้ลมเย็นจัด (air blast freezer) (ที่บริษัท ไทยยูเนี่ยนฟรอสเทน จำกัด (มหาชน)) จนอุณหภูมิที่กึ่งกลางของผลิตภัณฑ์เท่ากับ  $-18^{\circ}\text{C}$  เก็บผลิตภัณฑ์ในตู้แช่แข็งที่  $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้น นำผลิตภัณฑ์มาทำให้ร้อนทันทีที่นำออกมาจากตู้แช่แข็งด้วยเตาไมโครเวฟ (Mitsubishi, RA - C75) ที่มีกำลังไฟฟ้า 700 watt ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ 2,450 MHz โดยแปรระยะเวลาเป็นเวลา 0 10 20 30 40 45 และ 50 วินาที แล้ววัด

- อุณหภูมิของฟัพเพสตรีส่วนบน และ ไล่เสาวรส โดยวัดทันทีที่นำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาไมโครเวฟ สำหรับฟัพเพสตรีส่วนบน วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์โดยกำหนดระยะของเทอร์โมมิเตอร์ที่แทงในแนวนอนเข้าไปในชิ้น ลึก 6 cm และ ส่วนไล่เสาวรส วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งที่ลึกที่สุด โดยแทงเทอร์โมมิเตอร์ในแนวตั้งจากผิวด้านบนบริเวณกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ เข้าไปในชิ้นจนกระทั่งด้านปลายของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับฟัพเพสตรีส่วนฐานด้านใน บันทึกผลเมื่ออุณหภูมิคงที่ โดยการวัดต้องเสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 10 วินาทีหลังจากที่นำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาไมโครเวฟ (Ramaswamy and Pillet - Will, 1992) และ ผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นต่อการวัด อุณหภูมิ 1 ครั้ง

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment with CRD ขนาด  $3 \times 3 \times 7$  ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DNMR (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

พิจารณาเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงกว่า  $70^{\circ}\text{C}$  ด้วยไมโครเวฟ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงกว่า  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นอุณหภูมิที่ผู้บริโภครู้สึกว่าอาหารร้อน และ เพื่อความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ แต่ถ้าหากใช้ระยะเวลานานและอุณหภูมิสูงเกินไปผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพทางเนื้อสัมผัสลดลง (Fakhouri and Ramaswamy, 1993) และใช้ระยะเวลาที่ได้นี้ในการทดลองขั้นต่อไป

### 3.3.4 ศึกษาผลของค่า $a_w$ ของไล่เสาวรส และ ระยะเวลาอบในช่วงที่ 2 ที่มีต่อคุณภาพฟัพเพสตรีไล่เสาวรสแช่แข็ง หลังจากนำมาทำให้ร้อนด้วยไมโครเวฟ

นำฟัพเพสตรีไล่เสาวรสตามที่ได้ผลิตตามภาวะในข้อ 3.3.2 ซึ่งแปรค่า  $a_w$  ไล่เสาวรสเริ่มต้น และ ระยะเวลาอบช่วงที่ 2 แล้วนำมาบรรจุ และ แช่แข็ง ด้วยวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.3 เก็บที่  $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทำให้ร้อนทันทีที่นำออกมาจากตู้แช่แข็งด้วยเตาไมโครเวฟ (Mitsubishi, RA - C75) ที่มีกำลังไฟ 700 watt ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ 2,450 MHz ด้วยระยะเวลาที่ได้จากข้อ 3.3.3 แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์มาวัดด้านปริมาตรจำเพาะ วิเคราะห์ นำหนักที่สูญเสียในขณะที่ทำให้ร้อนด้วยไมโครเวฟ และ วัดสีที่ผิวเป็นค่า L,  $a^*$ ,  $b^*$

ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบด้วยเครื่อง texturometer ของฟัพเฟสตรีส่วนบน วิเคราะห์ ปริมาณน้ำและวัดค่า  $a_w$  ของฟัพเฟสตรีส่วนบนและไส้เสาวรศ

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment with CRD ขนาด  $3 \times 3$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีที่ผิว การขึ้นชั้น ความแห้ง และความกรอบของฟัพเฟสตรีส่วนบน และด้านรสหวาน เปรี้ยว ขม และความข้นหนืดของไส้เสาวรศ โดยใช้แบบทดสอบชนิด QDA with scaling และ ความชอบฟัพเฟสตรีส่วนบน ไส้เสาวรศ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น โดยใช้ผู้ทดสอบชนิดกึ่งฝึกฝน จำนวน 12 คน และ กำหนดลักษณะไส้เสาวรศ ในอุดมคติ (ideal) โดยได้มาจากการให้ผู้ทดสอบระบุตำแหน่งของ ideal บนสเกล

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment with RCBD ขนาด  $3 \times 3$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$  พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จาก ideal ratio profile

เลือกภาวะการผลิตที่ทำให้ฟัพเฟสตรี้ไส้เสาวรศที่ผ่านการทำให้ร้อนด้วยไมโครเวฟใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เพิ่งออกจากเตาอบที่ว่ไปมากที่สุด โดยพิจารณาจากผลการวัดและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และฟัพเฟสตรีส่วนบนร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อใช้ผลิตฟัพเฟสตรี้ไส้เสาวรศแช่แข็งแล้วนำไปศึกษาหาอายุการเก็บในขั้นต่อไป

### 3.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บที่มีต่อฟัพเฟสตรี้ไส้เสาวรศแช่แข็ง

ผลิตฟัพเฟสตรี้ไส้เสาวรศแช่แข็งตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.3.4 แล้วเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่  $-18$  และ  $-10 (\pm 2) ^\circ\text{C}$  สุ่มตรวจคุณภาพตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน โดยนำผลิตภัณฑ์มาทำให้ร้อนทันทีที่นำออกมาจากตู้แช่แข็งด้วยเตาไมโครเวฟ (Mitsubishi, RA - C75) ที่มีกำลังไฟ 700 watt ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ 2,450 MHz ตามระยะเวลาที่เลือกได้จากข้อ 3.3.3 แล้วจึงนำมาวัดด้านปริมาตรจำเพาะ วิเคราะห์ %น้ำหนัที่สูญเสียนในขณะอบ วัดสีเป็นค่า  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบด้วยเครื่อง texturometer ของฟัพเฟสตรีส่วนบน วิเคราะห์ปริมาณน้ำและวัดค่า  $a_w$  ของฟัพเฟสตรีส่วนบนและไส้เสาวรศ วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และ ปริมาณยีสต์ ของฟัพเฟสตรี้ (ทั้งส่วบนและฐาน) และไส้เสาวรศ

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment with CRD ขนาด  $2 \times 7$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สีที่ผิดด้านนอก การขึ้นชั้น ความแห้ง และความกรอบของฟัฟเฟสตร์ส่วนบน และด้านรสหวาน เปรี้ยว ขม และความขื่นหนืดของส่วนใต้เสาวรต โดยใช้แบบทดสอบชนิด QDA with scaling และ ความชอบของฟัฟเฟสตร์ส่วนบน ใต้เสาวรต และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น โดยใช้ผู้ทดสอบชนิดกึ่งฝึกฝน จำนวน 12 คน

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment with RCBD ขนาด  $2 \times 7$  ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DNMRT (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ต่างๆ รวมทั้งผลการประเมินทางประสาทสัมผัสที่ได้ นำมาประเมินหาอายุการเก็บฟัฟเฟสตร์ใต้เสาวรตที่เก็บโดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิทั้งสอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย