

### บทที่ 3

#### ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับเด็กปฐมวัยจากข้าววงอกของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์ ได้นำข้าวหอมคำอินทรีย์ มาจากวิสาหกิจชุมชนจักสานบ้านคอนลานสร้างสรรค์ จังหวัดสุพรรณบุรี และได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าววงอก 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดแท่ง ไอศกรีม ไอ้กกิ่งสำเร็จรูป และซูปกึ่งสำเร็จรูป โดยมีวัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ ดังต่อไปนี้

#### 1. วัตถุดิบ

##### 1.1 ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแท่ง

- 1.1.1 ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก
- 1.1.2 สาหร่ายสไปรูลินาชนิดผง ชื่อจาก บ่อสาหร่ายเจริญสุข อ.บ้านไธสง จ.ลำพูน
- 1.1.3 ไฮฟรุกโทสไซรัป ความเข้มข้น 42 % บริษัทเจ้าคุณเกษรพีชผล จำกัด
- 1.1.4 แเบแซ ตรา ปลาแฟนซีคาร์ฟ
- 1.1.5 น้ำตาลปีบ ตรา มิตรผล
- 1.1.6 น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล
- 1.1.7 เนย ตรา ออร์คิด
- 1.1.8 น้ำกะทิ ตรา ชาวเกาะ
- 1.1.9 เกลือ ตรา ปรงทิพย์
- 1.1.10 น้ำมันรำข้าว ตรา คิง

##### 1.2 ไอศกรีม

- 1.2.1 ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก
- 1.2.2 น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล
- 1.2.3 เกลือ ตรา ปรงทิพย์
- 1.2.4 สารให้ความคงตัวชนิด โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ชื่อจากร้านรวมเคมีภัณฑ์
- 1.2.5 นมผง ตราคูเม็ก คูมิล
- 1.2.6 ไข่เคียว ชื่อจากตลาดกรุงธน
- 1.2.7 โกล์ผง ชื่อจากบริษัท ดี.เค.เบเกอร์มาร์ทเทรคดิง จำกัด

1.2.8 สตรอเบอร์รี่สด

### 1.3 โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

1.3.1 ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ส่งออก

1.3.2 น้ำตาลทรายละเอียด ตราลิน

1.3.3 เกล็ด ตรามิตรผล

1.3.4 สาหร่าย ตราปลาทอง

1.3.5 เห็ดหอม

1.3.6 แครอท

1.3.7 เนื้อไก่

### 1.4 ซุปกึ่งสำเร็จรูป

1.4.1 ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ส่งออก

1.4.2 น้ำตาลทราย ตราลิน

1.4.3 ครีมเทียม ตราเขาช่อง

1.4.4 เกล็ดป่น ตราปรุงทิพย์

1.4.5 นมผง ตราคูมิลล์

1.4.6 สาหร่ายแห้ง

1.4.7 แครอท

1.4.8 เห็ดหอมแห้ง

## 2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

### 2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิต

2.1.1 เครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer)

2.1.2 หม้อทอดแบบน้ำมันท่วม (deep fat fryer)

2.1.3 แม่พิมพ์สแตนเลส ขนาด 2.5x5x1.5 เซนติเมตร

2.1.4 เครื่องปิดผนึก (sealer)

2.1.5 ถุงโพลีเอทิลีน

2.1.6 กล่องกระดาษทิชชู

2.1.7 เครื่องปั่นไอศกรีม SOFT Freezer Thailand

2.1.8 เครื่องโฮโมจีไนส์ Ultra-turrax Malaysia

2.1.9 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray Drier) (Owner Food Machine; OFM, ไทย)

2.1.10 เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Drum Dryer) รุ่น Model 6 × 8

2.1.11 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ (VAC-STAR S220, สวิตเซอร์แลนด์)

## 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2.2.1 เครื่องวัดคอเตอร์แอกทิวิตี (Aw Sprint Novasina TH-500/Switzerland)

2.2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer TA-XT2I / England)

3.2.2.1 เครื่องวัดสี Handy Colorimeter ญี่ปุ่น ยี่ห้อ Minolta CR-300 รุ่น NR-300

2.2.3 เครื่องวัดความหนืด Brookfield Digital Viscometer รุ่น RVDV II

## 2.3 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.3.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance percica รุ่น 240A/Switzerland)

2.3.2 เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน (Buchi Digestion Unit B-435/Switzerland, Buchi Digestion Unit B-323/Switzerland)

2.3.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมันพร้อมอุปกรณ์ (Soxtec Auto Extraction unit/tecator 2050 Avanti รุ่น 2050 Soxtec Serial No 397/Sweden)

2.3.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Mettler / Germany)

2.3.5 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

## 2.4 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

2.4.1 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา

2.4.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์จุลินทรีย์

2.4.3 ตู้บ่ม (Incubator)

2.4.4 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave – Steam sterilizer)

2.4.5 เครื่องตีปั่น (Stomacher)

2.4.6 Laminar Flow

## 2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.5.1 อุปกรณ์สำหรับชิม

2.5.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

### 3. สารเคมี

#### 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

3.1.1 เฮกเซน (UNIVAR/Ajax Finechem/Australia)

#### 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน

3.2.1 กรดซัลฟิวริก (MERCK/Merck KGaA/Germany)

3.2.2 สารเร่งปฏิกิริยา : คอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 1 ส่วน ต่อ โพตัสเซียมซัลเฟต ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) หรือ anhydrous  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  9 ส่วน (MERCK/ Merck KGaA/Germany)

3.2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (UNIVAR/Ajax Finechem/Australia)

3.2.4 กรดไฮโดรคลอริก (UNIVAR/Ajax Finechem/Australia)

3.2.5 กรดบอริก (MERCK/Merck KGaA/Germany)

#### 3.3 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ

3.1.1  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1.25 % ( ยี่ห้อ J.T Baker / USA)

3.1.2 NaOH 1.25 % ( ยี่ห้อ Univar / New Zealand)

3.1.3 Acetone ( ยี่ห้อ Fisher Scientific / UK)

3.1.4 Celite ( ยี่ห้อ Sigma / German)

### 4. วิธีการ

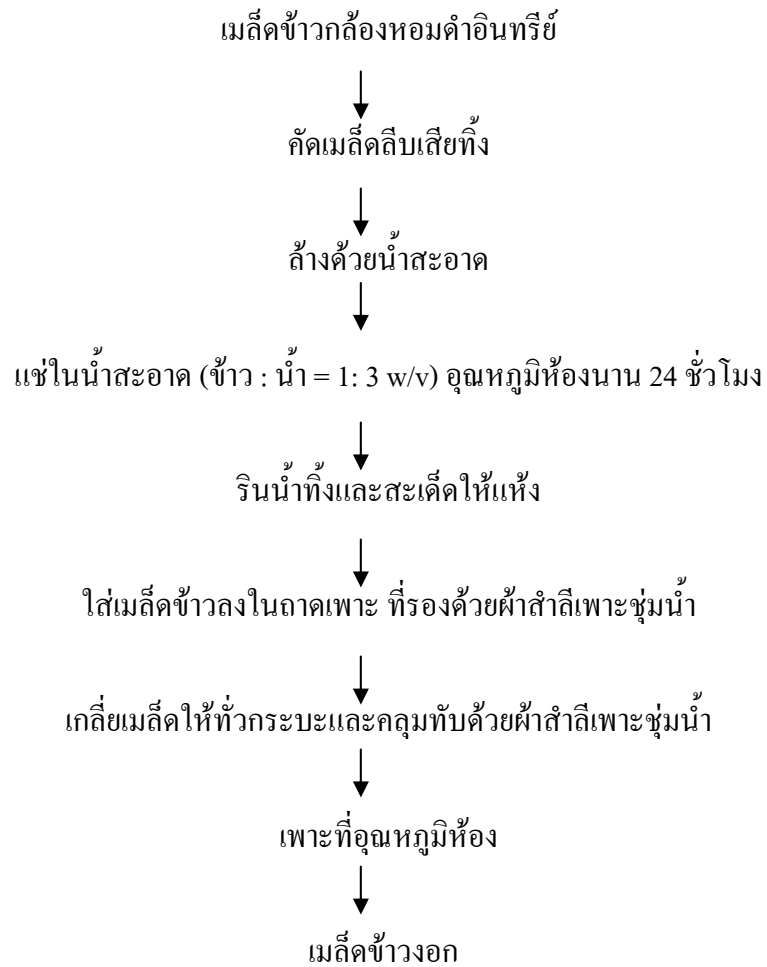
#### 4.1 ศึกษากระบวนการเพาะข้าวงอก

4.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเมล็ดข้าวกล้องหอมดําอินทรีย์ที่สีไว้ไม่เกิน 7 วัน มาทำความสะอาด  
กำจัดเมล็ดลีบและแตกหัก

4.1.2 ศึกษาระยะเวลาในการเพาะที่เหมาะสม

นำเมล็ดข้าวกล้องของข้าวเจ้าหอมดําอินทรีย์ มาศึกษาระยะเวลาในการ  
เพาะที่เหมาะสม โดยนำเมล็ดข้าวมาเพาะตามกรรมวิธีการเพาะเมล็ดข้าว ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3.1  
ทำการศึกษาระยะต่างๆของการงอก ได้แก่ เพาะ ณ เวลา 12 18 24 และ 36 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างเมล็ด  
งอกเพื่อทำการวิเคราะห์โดยสุ่มจากหลายๆ จุดในถาดเพาะ



ภาพที่ 3.1 วิธีการเพาะข้าวงอก

#### 4.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวที่งอกที่เวลา 12 18 24 และ 36 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามินโทอะมิน (วิตามินบี1) และวิตามินไรโบฟลาวิน (วิตามินบี2) ตามวิธี A.O.A.C จากนั้นจึงคัดเลือกเวลาในการงอกของเมล็ดข้าวที่ให้ปริมาณวิตามินดังกล่าวสูงสุด

จากนั้นจึงนำเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ได้ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับเด็กปฐมวัย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดแท่ง ไอศกรีม โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และซूपกึ่งสำเร็จรูป ดังต่อไปนี้

## 4.2 ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ สำหรับเด็กปฐมวัยจากข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอก

### 4.2.1 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกอัดแท่ง

#### 1) ศึกษาสูตรการผลิตข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกอัดแท่งสูตรมาตรฐาน

นำข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกมาผลิตเป็นข้าวพองตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.2 โดยมีปริมาณข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกพอง และส่วนผสมของสารยึดเกาะ (binder) จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3.1 และวิธีการผลิตตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.2 และ 3.3

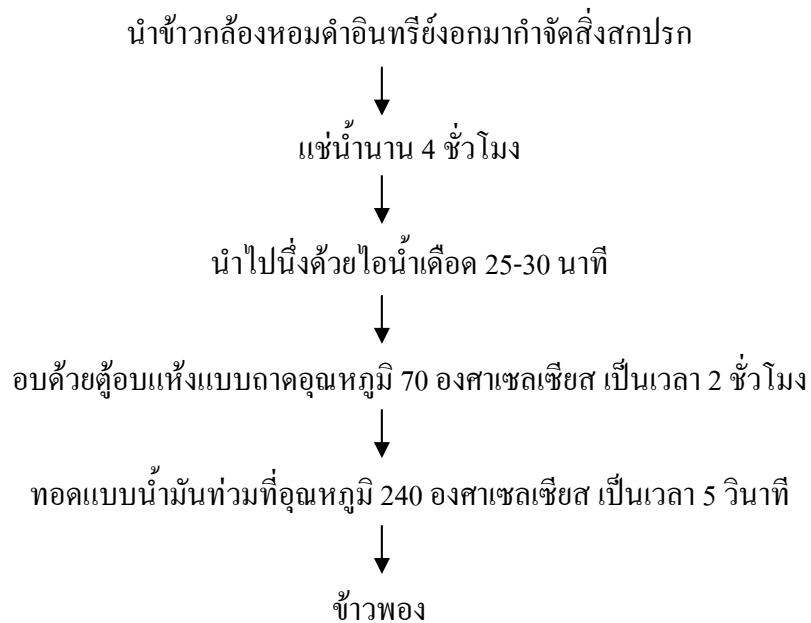
ตารางที่ 3.1 ปริมาณข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกพองและส่วนผสมของสารยึดเกาะ (binder)

ส่วนผสม	ปริมาณร้อยละ (โดยน้ำหนัก)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกพอง	40	40	40
น้ำตาลปีบ	27	-	-
น้ำตาลทราย	-	6	13.5
เบะแซ	5.4	13.8	-
ไฮฟรุกโทสไซรัป	-	27.6	42
เนย	-	12	-
น้ำกะทิ	27	-	-
เกลือ	0.6	0.6	1.5
น้ำมันรำข้าว	-	-	3

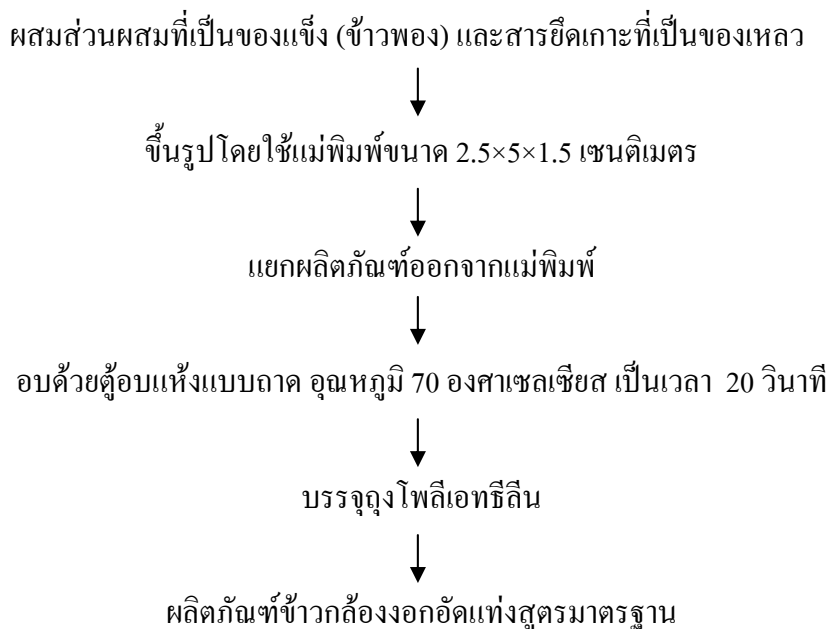
ที่มา : สูตร 1 วรรณภา วงศ์แสงธรรม (2547)

สูตร 2 ปาริสุทธิ์ สงทิพย์ (2550)

สูตร 3 ดัดแปลงจาก ปาริสุทธิ์ สงทิพย์ (2550)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตข้าวกล็องหอมดำอินทรีย์ยังอกพอง  
ที่มา: ปาริสุทธิ์ สงทิพย์ (2550)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวกล็องหอมดำอินทรีย์งอกอัดแท่งสูตรมาตรฐาน  
ที่มา: ดัดแปลงจาก วิมลศิริ ธนสูติ (2539)

นำผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแท่งที่ผลิตได้ มาวิเคราะห์คุณภาพ ด้านต่างๆ ดังนี้

(1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่า Water activity (Aw)
- วัดเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง

(2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2002)
- ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2002)

(3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมิน (การให้ผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไปเป็นผู้ประเมิน ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคในช่วงอายุนี้มีโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มากกว่าผู้บริโภคที่เป็นเด็กเล็ก (2-5 ปี) และมีความสามารถในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และสามารถพิจารณาถึงคุณค่าโภชนาการที่เหมาะสมกับเด็กได้) และให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9 Point Hedonic Scale ให้คะแนน 1 ถึง 9 (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด)

2) ศึกษาปริมาณการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแท่งสูตรที่ผ่านการคัดเลือก

ปริมาณการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าลงในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก อัดแท่ง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 , 0.5 , 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ โดยนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 1) มาเป็นสูตรมาตรฐาน และผลิตตามขั้นตอนดังภาพที่ 4 และ 5 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแท่งเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า มาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

(1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่า Water activity (Aw)
- วัดเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง

(2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2002)
- ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2002)

(3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมิน และให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9 Point Hedonic Scale ให้คะแนน 1 ถึง 9 (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด)

3) ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแห้งเสริมสาหร่าย สไปรูลิน่า

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกอัดแห้งเสริมสาหร่าย สไปรูลิน่า โดยบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน และบรรจุกล่องกระดาษทึบ ที่อุณหภูมิ 4 , 37 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ทุก 2 วัน ดังนี้

(1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่า Water activity ( $A_w$ )
- วัดเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง

นำค่า  $A_w$  และ ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งที่วิเคราะห์ได้ มาคำนวณอายุการเก็บรักษาด้วยสมการอาร์เรนีซ จากสมการที่แสดงอันดับของปฏิกิริยาต่างๆ

กำหนดให้  $C_{A0}$  = ค่า  $A_w$  เริ่มต้น ; ค่าความแข็งเริ่มต้น

$C_A$  = ค่า  $A_w$  ; ค่าความแข็งสูงสุดที่สามารถยอมรับได้

$k$  = ค่าคงที่ของปฏิกิริยา

$t$  = เวลา

- สมการปฏิกิริยาอันดับศูนย์  $C_A - C_{A0} = -kt$  ( $n = 0$ )

- สมการปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง  $-\ln(C_A/C_{A0}) = kt$  ( $n = 1$ )

- สมการปฏิกิริยาอันดับสอง  $C_A^{-1} - C_{A0}^{-1} = kt$  ( $n = 2$ )

(2) วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
- ปริมาณยีสต์และรา

(3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Quantitative Descriptive Analysis) ตามวิธีการของ Meilgaard *et al.* (1991) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และระดับความเข้มข้น (Intensity) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้สเกลเส้นตรง (Line Scale) ที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร ทดสอบโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน

#### 4) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาศูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอกอัดแท่ง สูตรมาตรฐาน และการศึกษาปริมาณการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอกอัดแท่ง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ในทุกการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 4.2.2 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

##### 1) การศึกษาการทดแทนนมสดด้วยน้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอกในการผลิตไอศกรีม ชนิดซอฟ

##### (1) การเตรียมน้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอก

นำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์ที่ผ่านการงอกมาผลิตน้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอก ตามขั้นตอนการเตรียมน้ำข้าวกล้องงอกที่ดัดแปลงจากขั้นตอนของ กัลย์สุดา วังชนะชัย (2549) โดยนำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอกมาล้างให้สะอาด หุงให้สุก จากนั้นนำไปตีปั่นกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที อัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอกต่อน้ำเท่ากับ 1:7 กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น ได้น้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอก

จากนั้นนำน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อ ได้แก่
  - วัดค่าสีระบบอินเตอร์ L, a, b ด้วยเครื่อง Handy Colorimeter
- 2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อ ได้แก่
  - วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย Hand Refractometer
  - วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC (2002)
  - วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2002)

## (2) การศึกษาอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อที่

เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมชนิดซอฟ

ผลิตไอศกรีมชนิดซอฟจากสูตรที่ดัดแปลงจาก ฉันทันท์ บุญบัณฑาล  
สุข (2548) ดังตารางที่ 3.2 และวิธีของพัชรินทร์ รักถาวร (2542) จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพ  
ด้านต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของไอศกรีมชนิดซอฟ

ส่วนผสม	สูตรมาตรฐาน		
	ปริมาณ (ร้อยละ)		
น้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อ	55	60	65
นมผง	21.5	16.5	11.5
น้ำ	9	9	9
น้ำตาลทราย	14	14	14
สารให้ความคงตัว (CMC)	0.4	0.4	0.4
เกลือ	0.1	0.1	0.1

ที่มา: ดัดแปลงจากสูตรของ ฉันทันท์ บุญบัณฑาลสุข (2548)

- 1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์ยี่ห้อ  
ได้แก่
  - วัดความหนืดของส่วนผสมภายหลังการป่ม ด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer

- วัดอัตราการขึ้นฟู Overrun ตามวิธีของ Arbuckle (1986)

- วัดอัตราการหลอมละลาย ตามวิธีของ Arbuckle (1986)

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอก  
ได้แก่

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย Hand Refractometer

- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC (2002)

- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2002)

3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ชิมและให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด 9 คือ ชอบมากที่สุด)

**ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมด้าอินทรีย์งอก**

ชั่งส่วนผสมตามสูตร

↓  
อุ่นส่วนผสมทั้งหมดที่เป็นของเหลวจนมีอุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส

↓  
นำส่วนผสมที่เป็นของแข็งเติมลงในของเหลวทั้งหมด

↓  
พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

↓  
ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

↓  
โฮโมจีไนซ์ที่ระดับความดัน 2500-3000 rpm เป็นเวลา 10 นาที

↓  
ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

↓  
บ่มส่วนผสมที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

↓  
ตีปั่นในเครื่องผลิตไอศกรีมจนเนื้อไอศกรีมเหนียวแล้วไข่ออกจากเครื่องปั่นไอศกรีม

↓  
ไอศกรีมน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก

ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก  
ที่มา: พัชรินทร์ รักถาวร (2542)

## 2) การพัฒนากลิ่นรสในการผลิตไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก

นำไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกสูตรที่คัดเลือกได้ มาพัฒนา กลิ่นรส โดยเติม น้ำใบเตย น้ำสตอเบอรี่ และน้ำโกโก้ ร้อยละ 8.97 และเติมกลิ่นสังเคราะห์ ร้อยละ 0.03 โดยทดแทนปริมาณน้ำ จากนั้นนำไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกที่พัฒนากลิ่นรสแล้วมาวิเคราะห์คุณภาพ ทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ชิมและให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ 9 - Point Hedonic scale ให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด 9 คือ ชอบมากที่สุด)

### ขั้นตอนการเตรียมน้ำใบเตย

นำใบเตย 50 กรัม หั่นเป็นชิ้น ต้มกับน้ำ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

↓  
กรองด้วยผ้าขาวบาง

↓  
นำใบเตยจำนวน 50 กรัม ปั่นผสมกับน้ำใบเตยที่กรองแล้ว

↓  
กรองด้วยผ้าขาวบาง

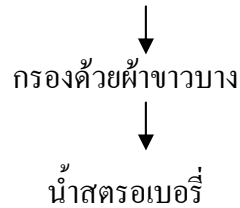
↓  
น้ำใบเตย

ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมน้ำใบเตย

ที่มา: ภัทรวดี ศรีมารุตน์ (2549)

### ขั้นตอนการเตรียมน้ำสตรอเบอร์รี่

นำสตรอเบอร์รี่สด จำนวน 500 กรัม ปั่นกับน้ำดื่มสุกปริมาตร 800 มิลลิลิตร

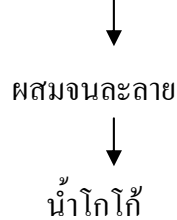


### ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมน้ำสตรอเบอร์รี่

ที่มา: ภัทรวดี ศรีมารุตน์ (2549)

### ขั้นตอนการเตรียมน้ำโกโก้

ชั่งผงโกโก้ 50 กรัม ละลายกับน้ำอุ่น อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



### ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการเตรียมน้ำโกโก้

ที่มา: ภัทรวดี ศรีมารุตน์ (2549)

### 3) การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุดท้าย

นำไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกที่พัฒนากลิ่นรสแล้ว โดยคัดเลือกสูตรที่มีคุณภาพ และผู้บริโภครู้สึกว่ามีความชอบมากที่สุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ด้านต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอก ที่พัฒนากลิ่นรสแล้ว ได้แก่

- วัดความหนืดของส่วนผสมภายหลังการบ่ม ด้วยเครื่อง Brookfield Digital

Viscometer

- วัดอัตราการขึ้นฟู Overrun ตามวิธีของ Arbuckle (1986)

- วัดอัตราการหลอมละลาย ตามวิธีของ Arbuckle (1986)

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของไอศกรีมชนิดซอฟจากน้ำข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกที่พัฒนาใกล้รสแล้ว ได้แก่

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย Hand Refractometer

- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC (2002)

- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2002)

#### 4) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษารทดสอบสมมติด้วยน้ำข้าวกล้องหอมดำอินทรีย์งอกในการผลิตไอศกรีมชนิดซอฟและการพัฒนาใกล้รสต่อเบอร์รี่ ใบเตย และช็อกโกแลต วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ในทุกการทดลอง เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 4.2.3 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอ้กึ่งสำเร็จรูป

##### 1) การอบแห้งข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมดำอินทรีย์

นำข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมดำอินทรีย์ มาหุงข้าวให้สุก โดยใช้อัตราส่วนข้าว ต่อ น้ำเป็น 1 : 1.5 ส่วน จากนั้นนำข้าวหุงสุกมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 8 ชั่วโมง (อ้างอิงจากกิตติ กิตติสุวรรณ (2551)) ซึ่งเป็นเวลาที่ความชื้นคงที่ สุ่มตัวอย่างข้าวขณะอบแห้งมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 1 ชั่วโมงได้แก่

(1) ค่า Aw

(2) ค่าสีด้วยเครื่อง Handy colorimeter โดยวัดค่า L\*, a\* และ b\*

(3) ปริมาณความชื้น

จากนั้นนำข้าวเจ้าหอมดำอินทรีย์งอกที่ผ่านการอบแห้ง ปั่นบดละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นบดละเอียดยี่ห้อ Philips รุ่น HR1721 แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพดังนี้

1. วิเคราะห์อัตราการดูดน้ำกลับ(Rehydration ratio) ของข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมดำอินทรีย์อบแห้งดัดแปลงจากวิธีของ Champagne *et al* (1985)

ชั่งข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์อบแห้ง 100 กรัม นำต้มในน้ำเดือด 1500 มิลลิลิตร เวลา 8 นาที แล้วใช้ตะแกรงกรองแยกน้ำออก นำข้าวกล้องงอกหลังการคั้นรูปชั่งน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักหลังการคั้นรูป คำนวณหาอัตราการคืนน้ำกลับตามสูตร

$$\text{อัตราการคืนน้ำกลับ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวอบแห้งหลังการคั้นรูป}}{\text{น้ำหนักข้าวอบแห้งเริ่มต้น}}$$

2. วิเคราะห์อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์อบแห้ง คัดแปลงจากวิธีของ Good man และ Rao. (1984)

นำข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์อบแห้ง 60 กรัม ใส่ลงในกระบอกตวง บันทึกปริมาตรที่อ่านได้ แล้วนำมาต้มในน้ำเดือด 1000 มิลลิลิตร เวลา 8 นาที แล้วใช้ตะแกรงกรอง แยกน้ำออกนำข้าวหลังการคั้นรูปเทใส่กระบอกตวง บันทึกผลการเพิ่มปริมาตรของข้าวกล้องงอกอบแห้งของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์ที่อ่านได้ และคำนวณหาอัตราการขยายปริมาตร ตามสูตร

$$\text{อัตราการขยายปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของข้าวหักหลังคั้นรูป}}{\text{ปริมาตรข้าวเริ่มต้น}}$$

3. ทหาระยะเวลาในการคืนตัวในการต้ม (Rehydration rate) ของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

นำข้าวกล้องงอกของข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์อบแห้ง 10 กรัม ต้มในน้ำเดือดคนให้ ข้าวจมอยู่ในน้ำ กรองข้าวให้สะเด็ดน้ำใส่ในกล่องอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วปิดฝา เก็บตัวอย่างทุกๆ 1 นาที ชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง และอบหาความชื้นที่ 130 นาน 2 ชั่วโมงชั่งน้ำหนักโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และคำนวณหาปริมาตรความชื้นของข้าวตามวิธีของ A.O.A.C (2002) ระยะเวลาคืนรูป คือ เวลาที่ต้มโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปแล้วโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปมีความชื้นสูงสุดและคงที่

2) การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์งอก

ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องหอมคำอินทรีย์งอกโดย พัฒนาสูตรให้เหมาะสมต่อเด็กปฐมวัย โดยนำโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ได้มาผสมกับส่วนผสมอื่น ได้แก่ สูตรผสมสาหร่าย สูตรผสมเห็ดหอม สูตรผสมแครอท และสูตรผสมผักตำลึง ซึ่งสูตรมาตรฐานที่คัดเลือกมานั้นคัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้อง ตราซองเคอร์ ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ส่วนผสมที่มาจากธรรมชาติไม่มีวัตถุปรุงแต่งรสชาติอาหาร และสารกันเสีย เหมาะกับเป็นอาหารสำหรับเด็กปฐมวัย โดยมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมของโจ๊กข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมดําอินทรีย์

ส่วนประกอบ	อัตราส่วน (ร้อยละ)
ข้าวกล้องงอกของข้าวหอมดําอินทรีย์บดละเอียด	80
เนื้อไก่อบแห้ง	10
ผัก	4
เกลือ	4
น้ำตาล	2

### 3) การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของเด็กปฐมวัย

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

### 4) การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

#### (1) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ได้แก่

- การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธี A.O.A.C (2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธี A.O.A.C (2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี A.O.A.C (2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธี A.O.A.C (2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ตามวิธี A.O.A.C (2002)
- การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี A.O.A.C (2002)

#### (2) วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธี A.O.A.C (2002)
- ปริมาณยีสต์ และราตามวิธี A.O.A.C (2002)

## 5) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา

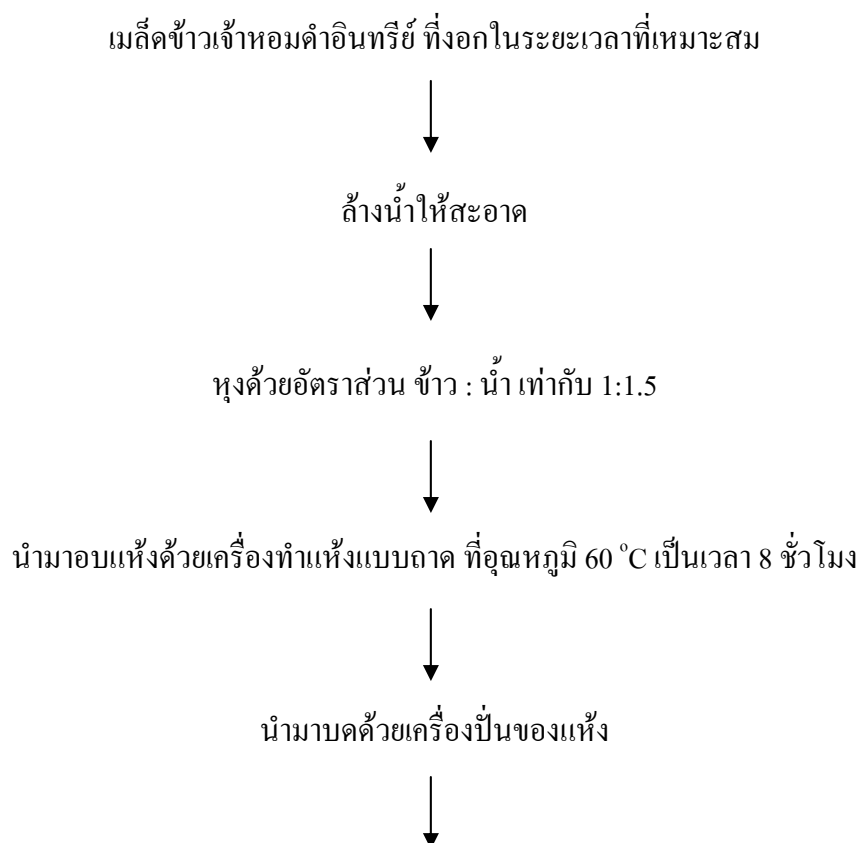
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยบรรจุโถงข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมดําอินทรีย์ลงในถุงลามิเนตปิดผนึก ถุงละ 50 กรัม ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 สัปดาห์มาตรวจสอบคุณภาพทางด้าน จุลินทรีย์ ปริมาณความชื้น และค่าออกซิเจนอิสระ

### 4.2.4 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูบกึ่งสำเร็จรูป

#### 1) การศึกษาการผลิตซูบกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหอมดําอินทรีย์กึ่ง

##### สำเร็จรูป

ทำการผลิตกึ่งซูบจากข้าวหอมดําอินทรีย์ โดยการนำข้าวกล้องงอกที่ผ่านการทำแห้ง โดยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) และบดให้เป็นผงแล้ว มาผสมกับน้ำแล้วนำมาต้มเคี่ยวให้ข้นเหนียว จากนั้นนำมาทำให้แห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double drum dry) แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดของแห้ง (ภาพที่ 3.8) แล้วจึงนำกึ่งซูบที่ได้นี้มาผสมกับส่วนผสมตามอัตราส่วน โดยคัดแปลงจากสูตรซูบกึ่งสำเร็จรูป ตราไวโน ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.4



นำแป้งที่ได้มาผสมกับน้ำ และให้ความร้อนจนของเหลวเดือด 30 นาที  
จะได้แป้งที่มีลักษณะข้นเหนียว



นำมาเข้าเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่อุณหภูมิ 120 – 130 °C



บดลดขนาด ด้วยเครื่องป่นของแห้ง



แป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์

**ภาพที่ 3.8** วิธีการผลิตแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์

**ตารางที่ 3.4** สูตรมาตรฐานของซูปแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมคำอินทรีย์กึ่งสำเร็จรูป

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวเจ้าหอมคำอินทรีย์	55
น้ำตาลทราย	20
ครีมเทียม	14
เกลือป่น	5
นมผง	6

**ที่มา:** ดัดแปลงจากสูตรซูปกึ่งสำเร็จรูป ตราไวโน

นำซูปแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมคำอินทรีย์กึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตได้ มาทำการคั้นรูป โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน ซูป : น้ำร้อน เป็น 18 กรัม : 120 มิลลิลิตร และสังเกตลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์หลังการคั้นรูป และทดสอบชิมเบื้องต้น เพื่อทำการปรับปรุงรสชาติให้เหมาะสม

## 2) การศึกษาการเพิ่มรสชาติของซูปเป็งข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมคำอินทรีย์กิ่งสำเร็จรูป

นำซูปเป็งข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมคำอินทรีย์กิ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการปรับปรุงรสชาติจากข้อ 1) มาทำการเติม สาระย่อยแห้ง แครอทอบแห้ง และเห็ดหอมอบแห้ง เพื่อเพิ่มรสชาติให้มีความหลากหลาย และทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิตได้ หลังการคั้นรูป โดยใช้ความร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน ซูป : น้ำร้อน เป็น 18 กรัม : 120 มิลลิลิตร

## 3) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

นำซูปเป็งข้าวกล้องงอกจากข้าวหอมคำอินทรีย์กิ่งสำเร็จรูปทุกรสชาติที่ผลิตได้จากข้อ 2) มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคในช่วงอายุนี้อาจมีโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มากกว่าผู้บริโภคที่เป็นเด็กเล็ก (2-5 ปี) และมีความสามารถในการพิจารณาถึงคุณค่าโภชนาการที่เหมาะสมกับเด็กได้ดี โดยการทดสอบได้ให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scaling ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความขื่นหนืด และความชอบโดยรวม

