

## ภาคผนวก ก

### รูปภาพประกอบการผลิตเส้นใยอาหารละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ชนิดผงจากเปลือกและแกนสับปะรด



(ก)

(ข)

ภาพที่ ก-1 การเตรียมเปลือกสับปะรด (ก) และ การเตรียมแกนสับปะรด (ข)



(ก)

(ข)

ภาพที่ ก-2 เส้นใยอาหารไม่ละลายน้ำจากเปลือกสับปะรด (ก)  
และเส้นใยอาหารไม่ละลายน้ำจากแกนสับปะรด (ข)



ภาพที่ ก-3 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย



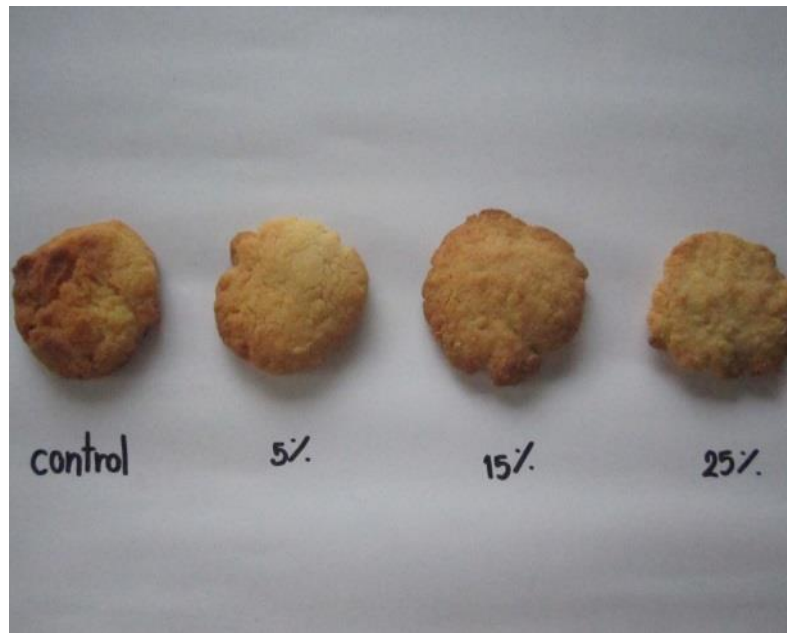
ภาพที่ ก-4 เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ภาพที่ ก-5 เครื่องอบสุญญากาศ



ภาพที่ ก-6 ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยอาหารจากเส้นใยอาหารไม่ละลายน้ำ  
ชนิดผงจากเปลือกสับประรด



ภาพที่ ก-7 ผลิตรัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยอาหารจากเส้นใยอาหารไม่ละลายน้ำ  
ชนิดผงจากแกนสับปะรด



ภาพที่ ก-8 ผลิตรัณฑ์น้ำมะม่วงเสริมเส้นใยอาหารจากเส้นใยอาหารละลายน้ำ  
ชนิดผงจากเปลือกสับปะรด

Constraints							
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance	
size	is in range	5	10	1	1	3	
Temperature	is in range	70	90	1	1	3	
Time	is in range	5	120	1	1	3	
pH	is in range	3.5	4.5	1	1	3	
Ratio water:pulp	is in range	50	67	1	1	3	
crude fiber	maximize	24.7118	35.9652	1	1	3	
yield	maximize	1.7349	6.8547	1	1	3	

Solutions									
Number	size	Temperature	Time	pH	Ratio water:pul	crude fiber	yield	Desirability	Selected
1	9.99	70.00	120.00	4.43	50.00	30.9524	6.59489	0.726	Selected
2	10.00	71.42	120.00	4.50	50.00	30.9524	6.58085	0.724	
3	9.06	70.00	120.00	4.45	50.00	30.9524	6.34134	0.706	
4	8.70	70.00	120.00	4.50	50.52	30.9524	6.2627	0.700	
5	10.00	70.23	70.66	4.50	50.00	30.9524	6.08771	0.687	
6	9.92	70.00	120.00	4.48	56.86	30.9524	5.7135	0.656	
7	5.00	90.00	9.86	3.50	67.00	30.9524	5.30284	0.622	
8	5.28	90.00	5.02	3.53	67.00	30.9524	5.22449	0.615	
9	5.03	89.94	5.16	3.50	64.73	30.9524	5.15246	0.608	
10	5.30	90.00	29.43	3.51	67.00	30.9524	4.9811	0.593	

10 Solutions found

ภาพที่ ก-9 สภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ปริมาณเส้นใยอาหารหยาบ และอัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดจากเปลือกสับประรด

Constraints							
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance	
Size	is in range	5	10	1	1	3	
Temperature	is in range	70	90	1	1	3	
Time	is in range	5	120	1	1	3	
pH	is in range	3.5	4.5	1	1	3	
Ratio water:pulp	is in range	50	67	1	1	3	
crude fiber	maximize	31.2762	40.9253	1	1	3	
yield	maximize	1.1193	3.56185	1	1	3	

Solutions									
Number	Size	Temperature	Time	pH	Ratio water:pul	crude fiber	yield	Desirability	Selected
1	10.00	90.00	102.80	4.49	67.00	35.5995	3.49741	0.660	Selected
2	10.00	90.00	6.63	4.50	67.00	35.5995	3.47496	0.657	
3	10.00	90.00	109.48	4.14	67.00	35.5995	3.25611	0.626	
4	10.00	86.77	119.71	4.34	67.00	35.5995	3.23872	0.623	
5	7.85	90.00	5.00	4.50	57.51	35.5995	2.90819	0.573	
6	5.00	72.12	5.00	3.53	50.00	35.5995	2.81512	0.558	
7	5.00	70.00	67.17	3.50	55.03	35.5995	2.65783	0.531	
8	10.00	74.63	5.00	4.50	66.91	35.5995	2.63378	0.527	
9	7.05	70.00	5.00	3.50	57.89	35.5995	2.58074	0.518	
10	5.00	70.05	5.00	4.07	57.73	35.5995	2.57828	0.517	

10 Solutions found

ภาพที่ ก-10 สภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ปริมาณเส้นใยอาหารหยาบ และอัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดจากแกนสับประรด

## ภาคผนวก ข

### วิธีวิเคราะห์คุณภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

#### 1. อัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด (yield)

$$\text{คำนวณจาก} \left( \frac{\text{น้ำหนักเส้นใยที่ได้จากการสกัด}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างสดเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

#### 2. การวัดสีระบบ Hunter ตามวิธีของ Minolta Co., Ltd.

เป็นการวัดค่าสี L\* ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR300 โดยค่า L\* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a\* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) และ b\* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L\* คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a\* คือ ค่าสีแดงและสีเขียว เมื่อ a มีค่าบวกเป็นสีแดง

เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว โดยมีค่าอยู่ในช่วง -60 ถึง +60

b\* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน โดยมีค่าอยู่ในช่วง -60 ถึง +60

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (white blank; L\* = 97, a\* = -0.18, b\* = -1.84) แล้วจึงวัดสีของผลิตภัณฑ์

### 3. การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Ang, 1991)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifugal tube)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
3. เครื่องปั่นเหวี่ยง

#### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1 กรัม ( $W_1$ ) ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
3. นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ที่ความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
4. รินของเหลวออก แล้วชั่งน้ำหนักตะกอนที่เหลือ ( $W_2$ )
5. กำหนดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ จากสูตร

$$\text{ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ} = \frac{W_2 - W_1}{W_1}$$

เมื่อ  $W_1$  คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$  คือ น้ำหนักตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง (กรัม)

### 4. การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (Ang, 1991)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifugal tube)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
3. เครื่องปั่นเหวี่ยง

#### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1 กรัม ( $W_1$ ) ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง
2. เติมน้ำมันลงไป 15 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
3. นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ที่ความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
4. รินของเหลวออก แล้วชั่งน้ำหนักตะกอนที่เหลือ ( $W_2$ )
5. กำหนดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน จากสูตร

$$\text{ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน} = \frac{W_2 - W_1}{W_1}$$

เมื่อ  $W_1$  คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$  คือ น้ำหนักตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง (กรัม)

## 5. การวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของขนาดอนุภาค (Prakongpan *et al.*, 2002)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องเขย่า
2. ชุดตะแกรงร่อนที่ประกอบด้วยตะแกรงร่อนจำนวน 4 อัน ได้แก่ ตะแกรงร่อนเบอร์เมส 30, 50, 100 และ 140
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักของตะแกรงเปล่าทุกขนาดรวมทั้งถาดรอง จดบันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเรียงตะแกรงขนาดที่มีเบอร์เมสเล็กที่สุด (รูตะแกรงใหญ่ที่สุด) ลงมาหาตะแกรงที่มีเบอร์เมสใหญ่ที่สุด (รูตะแกรงเล็กที่สุด) โดยวางถาดรองไว้ด้านล่างสุด
2. ชั่งตัวอย่าง 100 กรัม ใส่ลงชุดตะแกรงร่อน โดยใส่ในตะแกรงชั้นบนสุด นำไปร่อนด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ความถี่ในการเขย่าระดับ 6
3. นำตะแกรงร่อนแต่ละช่องและถาดรองซึ่งมีตัวอย่างค้างอยู่ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อหาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนตะแกรง จดบันทึกน้ำหนักที่ได้ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด

## 6. ค่า Bulk density (Prakongpan *et al.*, 2002)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกลูกเต๋วขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
3. ขาดั่ง
4. แผ่นรองกระแทก (soft pad)



### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ในกระบอกตวง
2. กระแทกกระบอกตวง 10 ครั้ง บนแผ่นรองกระแทก โดยยกกระบอกตวงให้สูงจากพื้น 150 มิลลิเมตรก่อนกระแทก
3. อ่านค่าปริมาตรที่ขอบบนของตัวอย่าง โดยแสดงผลการคำนวณออกมาเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร

### 7. ค่า Packed density (Prakongpan *et al.*, 2002)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกนียดขนาด 10 มิลลิลิตร ที่สอบเทียบแล้ว และอุดปลายด้วยสำลี
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนใส่ในกระบอกนียด
2. กดกระบอกนียดจนกระทั่งไม่สามารถลดปริมาตรของตัวอย่างได้อีก แสดงผลการคำนวณออกมาเป็นน้ำหนักตัวอย่างต่อปริมาตรที่น้อยที่สุดของตัวอย่างที่อ่านค่าได้

### 8. ค่า Hydrated density (Prakongpan *et al.*, 2002)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

### วิธีวิเคราะห์

1. เติมน้ำกลั่นที่ทราบปริมาตรลงในกระบอกตวง
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ค่อย ๆ เติมตัวอย่างลงในกระบอกตวงโดยพยายามไม่ให้ตัวอย่างติดข้างผนังของกระบอกตวง
3. อ่านปริมาตรของน้ำหลังเติมตัวอย่าง แล้วหาความแตกต่างของปริมาตรน้ำก่อนและหลังเติมตัวอย่าง (เป็นมิลลิลิตรของน้ำที่ถูกแทนที่)
4. แสดงผลการคำนวณออกมาเป็นน้ำหนักตัวอย่างต่อปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่

## 9. การศึกษาลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยอาหารผง (บงกชรัตน์, 2553)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, Jeol: Model JSM-5910LV, Japan)

2. Stub
3. กาวสองหน้าคาร์บอน
4. ผงทอง

### วิธีวิเคราะห์

1. ติดกาวสองหน้าคาร์บอนบน Stub
2. โรยตัวอย่างลงบน Stub
3. ทำการ coated ตัวอย่างด้วยผงทอง โดยความหนาของผงทองบนผิวตัวอย่างเท่ากับ 15-20 มิลลิเมตร
4. ทำการถ่ายภาพตัวอย่างเส้นใยอาหารผง โดยใช้ศักย์ไฟฟ้า 15 kV ที่กำลังขยาย 1,000 ไมโครเมตร เพื่อตรวจดูลักษณะอนุภาคและพื้นผิวของตัวอย่าง

### การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

#### 1. การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (AOAC, 2000)

นำตัวอย่าง มาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

#### 2. การตรวจปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid: °Brix) (AOAC, 2000)

นำตัวอย่าง มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วยของซาบริกซ์ (°Brix) โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

### 3. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารหยาบ (Crude fiber) (AOAC, 2000 : Method 962.09)

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Filter crucible porosity no. 2
2. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่ภายใน
3. เตาเผา
4. ตู้อบลมร้อน
5. Hot plate stirrer
6. ปีกเกอร์
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

#### สารเคมี

1. อะซีโตน (Acetone)
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.25 %
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25%
4. น้ำกลั่น

#### วิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์

1. เตา Filter crucible ในเตาเผา โดยเริ่มเผาที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 400 องศาเซลเซียส เเผาต่ออีก 10 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 500 องศาเซลเซียส และเผา Filter crucible ต่ออีก 30 นาที
2. ก่อนนำ Filter crucible ออกจากเตา ให้ลดอุณหภูมิเตาลงทีละระดับ ดังนี้ 400 องศาเซลเซียส 300 องศาเซลเซียส จากนั้นเปิดเตาเผา รอให้อุณหภูมิตกลง จึงนำไปใส่ Desiccator รอประมาณ 30 นาที จึงนำ Filter crucible มาชั่งน้ำหนัก
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 – 1.0 กรัม (W1) ใส่ลงใน Filter crucible
4. ต้มกรดซัลฟิวริก 1.25% ให้พอร้อน และต้มน้ำกลั่นปริมาตรเท่ากับกรดซัลฟิวริก (ใช้กรดซัลฟิวริก 1.25 % ปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง)
5. นำ Filter crucible ที่มีตัวอย่างใส่เครื่อง Fiber Extractors ตรวจสอบ Filter crucible ให้ตรงช่องว่าง แล้วกดคันโยกด้านข้างเครื่องลงจนสุด เพื่อให้ Filter crucible เชื่อมต่อกับ Condenser

6. ทำการย่อยตัวอย่างด้วยกรด โดยค่อยๆเติมสารละลายกรดซัลฟูริก 1.25% ปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง แล้วปิดฝาเครื่องด้านบน
7. เปิดเครื่อง ตั้งอุณหภูมิความร้อนที่ระดับ 7
8. เมื่อตัวอย่างเริ่มเดือด ให้ตั้งเวลาที่ 30 นาที
9. เมื่อครบเวลา ให้กรองเอาสารละลายกรดซัลฟูริกในตัวอย่างออกจนหมด แล้วล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อน ทำซ้ำประมาณ 3 รอบ
10. ทำการย่อยด้วยด่าง โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% ปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง และทำเหมือนการย่อยด้วยกรดอีกครั้ง
11. จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องอีก 1 ครั้ง
12. ตามด้วยล้างด้วยอะซีโตน ปริมาณ 25 มิลลิลิตร อีก 3 ครั้ง
13. นำ Filter crucible ออกจากตัวเครื่อง นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นใน Desiccator และทำการชั่งน้ำหนัก (W2)
14. เผา Filter crucible ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือนานกว่าตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาวหรือสีเทา จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก (W3)
15. คำนวณปริมาณเส้นใยอาหารหยาบจากสูตร

$$\text{เส้นใยอาหารหยาบ} = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \times 100$$

#### 4. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (AOAC, 2010 : Method 993.19)

##### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Filter crucible porosity no. 2
2. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่ภายใน
3. เตาเผา
4. ตู้อบลมร้อน
5. Hot plate stirrer
6. บีกเกอร์
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

## สารเคมี

1. อะซีโตน (Acetone)
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.325 โมลาร์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 โมลาร์
4. สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 95%
5. สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 78%
6. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.08 โมลาร์ pH 6.0
7. เอนไซม์อัลฟาอะมัยเลส
8. เอนไซม์โปรตีเอส
9. เอนไซม์อะมัยโลกลูโคซิเดส
10. ซีไลท์
11. น้ำกลั่น

## วิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์จำนวน 2 บีกเกอร์ น้ำหนักของตัวอย่างทั้ง 2 บีกเกอร์ควรต่างกันไม่เกิน 20 มิลลิกรัม (ในการวิเคราะห์ให้ทำ blank ควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วย)
2. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์
3. เติมเอนไซม์อัลฟาอะมัยเลสจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที โดยเขย่าบีกเกอร์เบา ๆ ทุก 5 นาที จากนั้นทำให้สารละลายเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้ววัดและปรับ pH ให้ได้  $7.5 \pm 0.2$  โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร
4. เติมเอนไซม์โปรตีเอสจำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีโดยกวนตลอด ทำให้สารละลายเย็น แล้ววัดและปรับ pH ให้ได้ 4.0-6.0 โดยการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.325 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร
5. เติมเอนไซม์อะมัยโลกลูโคซิเดสจำนวน 0.3 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยกวนตลอด

6. นำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลต์ด้วยน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อย แล้วจึงนำสารละลายในบีกเกอร์มารอง จากนั้นล้าง residue ด้วยน้ำกลั่นจำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 95% จำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร เก็บของเหลวที่กรองได้ไว้ทั้งหมด
7. นำของเหลวที่กรองได้มาปรับน้ำหนักให้ได้ 100 กรัม ด้วยน้ำกลั่น
8. เติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 95% ที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 400 มิลลิลิตรลงไป แล้วทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที
9. ทำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลต์ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 78% แล้วจึงนำของเหลวที่กรองได้หลังปรับน้ำหนักมารอง
10. ล้าง residue ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 78% จำนวน 3 รอบ ๆ ละ 20 มิลลิลิตร ล้างด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 95% จำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วยอะซิโตนจำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร
11. นำ fritted crucible ที่มี residue ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของ residue
12. ชูด residue จาก fritted crucible อันแรกเพื่อนำไปหาปริมาณโปรตีน
13. ชูด residue จาก fritted crucible อันที่สองเพื่อนำไปหาปริมาณเถ้า (โดยนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง)
14. คำนวณปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจากสูตร

$$\text{เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนัก residue} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เมื่อ น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ที่ใช้ (มิลลิกรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนของ residue จาก fritted crucible อันแรก (มิลลิกรัม)

A = น้ำหนักเถ้าของ residue จาก fritted crucible อันที่สอง (มิลลิกรัม)

B = Blank (มิลลิกรัม) คำนวณจาก

Blank = น้ำหนัก residue ของ blank - ปริมาณโปรตีนของ blank - ปริมาณเถ้าของ blank

น้ำหนักตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิกรัม)

## 5. ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
2. โถดูดความชื้น (desiccator)
3. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

### วิธีการวิเคราะห์

1. อบอุ่นสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง
  2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
  3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง
  4. อบอุ่นจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
- สูตรคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (\% โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## ภาคผนวก ค

### แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ลูกก๊วยเสริมเส้นใยอาหารไม่ละลายน้ำชนิดผงจากเปลือกกล้วยแปรรูป

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียม แล้วให้คะแนนเพื่อแสดงระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และกรุณาตีมน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

ระดับของคะแนนความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด    2 = ไม่ชอบมาก    3 = ไม่ชอบปานกลาง    4 = ไม่ชอบเล็กน้อย    5 = เฉย  
6 = ชอบเล็กน้อย    7 = ชอบปานกลาง    8 = ชอบมาก    9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์	รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ / คะแนนความชอบ			
สี				
กลิ่นหอมหวาน				
กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์				
ความแข็ง				
ความชอบโดยรวม				

ชื่อเสนอแนะ

.....



## แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ **น้ำมะม่วงเสริมเส้นใยอาหารละลายน้ำชนิดผงจากเปลือกสับประด**

**คำชี้แจง :** กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียม แล้วให้คะแนนเพื่อแสดงระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด กรุณาเต็มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

**ระดับของคะแนนความชอบ**

1 = ไม่ชอบมากที่สุด      2 = ไม่ชอบมาก      3 = ไม่ชอบปานกลาง      4 = ไม่ชอบเล็กน้อย      5 = เฉย  
6 = ชอบเล็กน้อย      7 = ชอบปานกลาง      8 = ชอบมาก      9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์	รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ / คะแนนความชอบ			
สี				
กลิ่น				
รสหวาน				
รสเปรี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....  
.....

ขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

## แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ **น้ำนมเสริมเส้นใยอาหารละลายน้ำชนิดผงจากเปลือกสับปะรด**

**คำชี้แจง :** กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียม แล้วให้คะแนนเพื่อแสดงระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด กรุณาเต็มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

**ระดับของคะแนนความชอบ**

1 = ไม่ชอบมากที่สุด    2 = ไม่ชอบมาก    3 = ไม่ชอบปานกลาง    4 = ไม่ชอบเล็กน้อย    5 = เฉย  
 6 = ชอบเล็กน้อย    7 = ชอบปานกลาง    8 = ชอบมาก    9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์	รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ / คะแนนความชอบ			
สี				
กลิ่น				
รสหวาน				
รสเปรี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

ขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

## ภาคผนวก ง

### ข้อมูลผลการทดลองเพิ่มเติม

ตารางที่ ง-1 ปริมาณเส้นใยอาหารละลายน้ำจากเส้นใยอาหารละลายน้ำชนิดผงจากเปลือกสับปะรด

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีการทดสอบอ้างอิง
Soluble Dietary Fiber	0.26	g/100g	AOAC (2010) 993.19

ตารางที่ ง-2 ปริมาณเส้นใยอาหารละลายน้ำจากเส้นใยอาหารละลายน้ำชนิดผงจากแกนสับปะรด

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีการทดสอบอ้างอิง
Soluble Dietary Fiber	0.92	g/100g	AOAC (2010) 993.19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอังคณา คงคชวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	29 พฤษภาคม 2533
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสวรรคค่อนันต์วิทยา จังหวัดสุโขทัย
	ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรม เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
	ปีการศึกษา 2556 ได้เข้าร่วมการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับ บัณฑิตศึกษาครั้งที่ 15 ณ วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ปีการศึกษา 2557 ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ght© by Chiang Mai University  
rights reserved