

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

การคำนวณกระบวนการใช้ความร้อนในอาหารกระป๋อง (thermal process calculations for canned foods)

การคำนวณปริมาณความร้อนที่ใช้ในกระบวนการเก็บรักษาอาหารนั้น เป็นการนำข้อมูลของความร้อนที่ทำลายเชื้อและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแผ่กระจายความร้อนเข้าไปในภาชนะบรรจุอาหารมารวมกัน

$$\log (F_T / F_0) = (250 - T) / Z$$

$$F_0 = T_T (10)^{(T - 250) / Z} \quad (2)$$

กำหนดให้

$$L = 10^{(T - 250) / Z} \quad (3)$$

เมื่อ

$$L = \text{ค่าลิตัลลิตี}$$

ค่าลิตัลลิตีนี้จะเป็นเวลาที่เทียบเท่ากับผลจากการให้ความร้อนที่ 250 °F เป็นเวลา 1 นาที เมื่อให้ความร้อนที่ T สมการที่ (3) สามารถใช้หาค่าลิตัลลิตีที่อุณหภูมิต่างๆ

หรือจากสมการ (1) จะได้

$$F_T / F_0 = 10^{(T - 250) / Z} = TDT_T / 1 \quad (1)$$

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส

นาที	Can Temp. (°F)	ค่า Lethal rate (min)	นาที	Can Temp. (°F)	ค่า Lethal rate (min)
0	130.00		23	239.54	0.26
1	144.14		24	239.54	0.26
2	200.66		25	239.54	0.26
3	211.82		26	239.54	0.26
4	220.82	0.01	27	239.54	0.26
5	227.66	0.02	28	239.54	0.26
6	231.44	0.06	29	239.54	0.26
7	232.52	0.09	30	239.54	0.26
8	232.52	0.11	31	239.54	0.26
9	232.54	0.11	32	239.54	0.26
10	233.6	0.10	33	239.54	0.26
11	233.96	0.12	34	239.54	0.26
12	236.48	0.13	35	239.54	0.26
13	238.64	0.18			
14	239.54	0.23			
15	239.54	0.26			
16	239.54	0.26			
17	239.54	0.26			
18	239.54	0.26			
19	239.54	0.26			
20	239.54	0.26			
21	239.54	0.26			
22	239.54	0.26			
ค่าเฉลี่ย รวมเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ					6.67

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

นาที	Can Temp. (^o F)	ค่า Lethal rate (min)	นาที	Can Temp. (^o F)	ค่า Lethal rate (min)
0	132.10		23	249.8	0.97
1	146.84		24	249.8	0.97
2	170.96		25	249.8	0.97
3	190.58				
4	200.84				
5	210.92	0.01			
6	218.48	0.02			
7	224.78	0.04			
8	227.30	0.05			
9	229.46	0.07			
10	229.82	0.08			
11	234.14	0.13			
12	234.14	0.13			
13	236.12	0.17			
14	238.64	0.23			
15	239.54	0.26			
16	241.52	0.34			
17	244.94	0.52			
18	247.10	0.69			
19	247.28	0.71			
20	248.18	0.79			
21	250.34	1.04			
22	249.8	0.97			
ค่าเฉลี่ย รวมเวลาที่ในการฆ่าเชื้อ					9.19

ภาคผนวก ข

การคำนวณอายุการเก็บรักษา (Shelf Life)

วิธีการคำนวณหาอายุการเก็บรักษา

จากการคำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส ได้ดังนี้

$$Q_{10} = 21/14 = 1.5$$

สูตรหาอายุ $f_2 = f_1 (1.5)^{(\text{delta})/10}$

$f_1 = 14$ ที่อุณหภูมิสูงที่สุด (55 องศาเซลเซียส)

$$\text{delta} = 55 - 25 = 30$$

$$f_2 = 14 (1.5)^3$$

$$f_2 = 47.25 \text{ วัน หรือ } = 48 \text{ วัน}$$

ภาคผนวก ค
วิธีการวิเคราะห์การตรวจสอบทางด้านจรรยาบรรณ

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1) การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium botulinum* ใช้วิธีของ FDA Method (Bacterological analytical manual (1995))

1.1) เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่น

1.2) ปิ่เปิดสารละลาย 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อคูกมีทมีเดีย (Cook meat medium) ทำทั้งหมด 3 หลอด

1.3) เติมน้ำ 2 เปอร์เซ็นต์ เททับบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.4) นำหลอดทดลองไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96- 120 ชั่วโมงถ้ามี *Clostridium botulinum* จะมีก๊าซเกิดขึ้นและดันวุ้น

2) การตรวจวิเคราะห์ *Bacillus cereus*

2.1) เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม (โดยปราศจากเชื้อ) ถ่ายตัวอย่างอาหารที่ชั่งแล้วใส่ในถุงพลาสติกทนร้อน ซึ่งบรรจุ 0.85% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างอาหารให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น

2.2) ทำ serial dilution เจือจางตัวอย่างอาหารด้วย 0.85% NaCl ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จนได้ความเจือจางระดับ 1:100, 1:1,000 , 1:10,000

2.3) ใช้ตัวอย่างอาหารระดับความเจือจาง 1:100, 1:1,000 , 1:10,000 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร spread บนอาหาร phenol red egg yolk polymyxin agar ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

2.4) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2.5) ถ้ามีเชื้อ *Bacillus cereus* จะปรากฏตะกอนสีขาวอยู่รอบโคโลนี

3) การตรวจวิเคราะห์ *Bacillus stearothermophilus* ใช้วิธีของ FDA Method (Bacterological analytical manual (1995))

3.1) เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่น

3.2) ปิ่เปิดสารละลาย 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบรอมครีซอลเพอร์เพิล เดกซ์โทรสบรอต (Bromcresol purple dextrose broth) ทำจำนวน 3 หลอด

3.3) นำหลอดทดลองไปบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อ *Bacillus stearothermophilus* จะมีกรดเกิดขึ้นและเปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี

การวัดค่าสี ด้วยระบบฮันเตอร์ (Hunter color system) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Hand colorimeter) ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรของค่าสี 3 ตัวแปร คือ ค่าสี L , a , b

L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a เป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีแดงและสีเขียว เมื่อ a มีค่าบวกให้ค่าสีทางสีแดง ถ้า a มีค่าลบให้ค่าสีทางสีเขียว

b เป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน เมื่อ b มีค่าเป็นบวกให้ค่าสีทางสีเหลือง แต่ถ้า b มีค่าเป็นลบให้ค่าทางสีน้ำเงิน (Baker et al., 1988 อ้างอิงในนัยวิท เณลินนท์, 2538)

วิธีการทดสอบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA – XT2i ขนาดรับน้ำหนัก 5 กิโลกรัม และอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

ตารางผนวกที่ 3 สภาวะก่อนทำการวิเคราะห์โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

TA – XT2i Setting Mode	Measure force in Compression
Option	Measure force in Compression
Pre-Test Speed	0.5 mm/s
Test Speed	0.5 mm/s
Post-Test Speed	10.0 mm/s
Distance	15.0 mm
Trigger Type	Auto 25 g
Data Acquisition Rate	200 pps

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างใช้ตามวิธีของ AOAC (1990) ข้อ 945.38

วิธีการ

บดตัวอย่างด้วยเครื่องบดอาหารเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อให้มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร

วิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหาร (Proximate Analysis)

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง ตามวิธี AOAC (1990) ข้อ 930.15

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain Dish) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร สูง 30 มิลลิเมตร
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1. อบถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain Dish) ในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 135 ± 2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) และชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วย
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 4 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain Dish) ที่อบแล้ว

3. นำไปอบในตู้อบร้อน (Hot air Oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกจากตู้อบ จากนั้นปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

4. นำเข้าไปในตู้อบอีกครั้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำเช่นเดียวกับข้อ 3 ถ้าน้ำหนักที่ได้แตกต่างกันไม่เกิน 0.005 กรัม หรือ 0.5 % ถือว่าน้ำหนักคงที่ สามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณได้ทันที แต่ถ้าน้ำหนักแตกต่างกันมากกว่า 0.005 กรัม หรือ 0.5 % ให้นำไปอบต่อ แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 1 ชั่วโมง จนกว่าน้ำหนักจะคงที่

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}) - (\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}} \times 100$$

2. วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein) ตามวิธี AOAC (1990) ข้อ 979.09

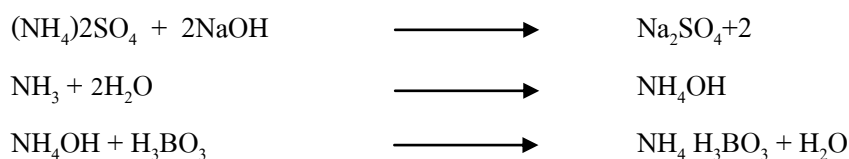
การวิเคราะห์ปริมาณของโปรตีนในอาหารโดยวิธี Kjeldahl Method เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร แล้วจึงนำมาคำนวณหาเป็นปริมาณโปรตีน

หลักการของ Kjeldahl Method ประกอบด้วยการย่อย (Digestion) การกลั่น (Distillation) และการไทเทรต (Titration)

- **ขั้นที่ 1** ตัวอย่างอาหารจะถูกย่อยด้วย H_2SO_4 เข้มข้น เกิดปฏิกิริยา Oxidation ของสารประกอบอินทรีย์ ในขั้นแรกจะเห็นเป็นสีดำไหม้ของสารอินทรีย์ เมื่อย่อยต่อไปจะได้กลิ่นสีขาวของ SO_2CO_2 เมื่อการย่อยสิ้นสุดลง ไนโตรเจนสารประกอบอินทรีย์จะอยู่ในรูปของ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (C , P , S , H ถูก Oxidize เป็น Oxides)

ในระบบการย่อย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติม Catalyst เพื่อช่วยให้ย่อยเร็วขึ้น และสมบูรณ์ ที่นิยมใช้ก็คือ Mix Catalyst ที่ประกอบด้วย K_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

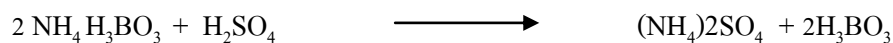
- **ขั้นที่ 2** เป็นการกลั่นโดย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่ได้จากการย่อยในขั้นที่ 1 จะทำปฏิกิริยากับ NaOH เข้มข้น และมากเกินไปได้ก๊าซ NH_3 การกลั่นจะใช้วิธี steam distillation เพื่อให้ NH_3 ให้หมดแล้วจับก๊าซ NH_3 ด้วยกรด Boric (เรียก Receiver) เพื่อนำไปทำขั้นที่ 3 การ titrate



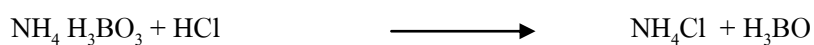
เมื่อสิ้นสุดการกลั่น ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปแบบ (Receiver นอกจากจะใช้ 2% แล้ว บางครั้งอาจใช้แต่ไม่นิยม เพราะว่าการ Ionize 2 ครั้ง)

- ขั้นที่ 3 การ Titrate ใช้ 0.5 N H_2SO_4 หรือใช้ 0.25N HCL ก็ได้

ถ้าใช้ 0.5 N H_2SO_4



ถ้าใช้ 0.25N HCL



อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อย (Digester)
2. หลอดย่อยโปรตีน (Digestion Tube)
3. Tube Stand
4. Kjeldahl Steam Distillation Unit
5. Buret
6. Erlenmeyer Flask
7. Glass Bead

สารเคมี

1. Mix Catalyst ประกอบด้วย Potassium Sulfate (K_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 2 กรัม และ Selenium Nigrum 2 กรัม)
2. 0.1N HCl
3. H_2SO_4 เข้มข้น
4. NaOH 32%
5. กรด Boric 2 %
6. Octanol

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ลงใน Digestion Tube
2. เติม Mix Catalyst 2 เม็ด ประมาณ 8 กรัม, กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร, Octanol 2-3 หยด ผสมให้เข้ากัน และใส่ Gass Bead 2-3 เม็ดใหญ่
3. ทำการ Preheat Digestion Box ก่อนประมาณ 550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงเหลือ 420 องศาเซลเซียส
4. นำ Digestion Tube เข้าเครื่องย่อย (Digestor) ประมาณ 30-45 นาที จนได้สารละลายใส แล้วทิ้งให้เย็น
5. นำ Digestion Tube เข้าเครื่อง Distillator และเครื่องนี้จะทำการเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิลิตร ตั้งเวลา 4 นาที
6. เมื่อเกิดก๊าซ NH_3 จะถูกจับด้วยกรด Boric 2 % เมื่อเติม Indicator ไปได้แล้วจะได้สารละลายสีเขียว
7. นำสารละลายที่ได้มาไทเทรตด้วย 0.1N HCl จนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีชมพู

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{(S-B) \times N \times 1.4007}{A}$$

- เมื่อ
- | | | |
|---|---|--|
| A | = | น้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง |
| B | = | ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ Titrate กับ Blank (ml) |
| S | = | ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ Titrate กับ ตัวอย่าง (ml) |
| N | = | ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ Titrate (N) |

$$\text{ปริมาณโปรตีน(\%)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} \times 6.25$$

$$\text{เมื่อ } 6.25 = \text{Conversion Factor for Meat}$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash) ตามวิธี AOAC (1990) ข้อ 979.05

อุปกรณ์

1. Crucible and Lid
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)
3. Furnace
4. Electroburner
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1. อบ Crucible ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ ประมาณ 4-6 กรัม ใส่ Crucible แล้วนำไปเผาบน Electroburner เผาจนหมดควัน
3. นำไปเผาใน Furnace ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีขาวทั้งหมด (ถ้าไม่ขาวให้หยดน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย แล้วเผาต่อให้ขาว)
4. ปิดฝา Crucible ให้เย็นลงใน Desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{(A-B)}{C} \times 100$$

- เมื่อ
- | | | |
|---|---|--|
| A | = | น้ำหนักที่แน่นอนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม) |
| B | = | น้ำหนักที่แน่นอนของ (กรัม) |
| C | = | น้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง (กรัม) |

4. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC (1990) ข้อ 920.39

สารเคมี

Petroleum Ether

อุปกรณ์

1. ชุดสกัดไขมัน (Soxtech)
2. Thimble
3. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
4. โถดูดความชื้น (Desiccator)

วิธีวิเคราะห์

1. อบ Extraction Beaker ที่ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน Thimble
3. ใส่ Thimble ลงใน Extraction Beaker เติม Petroleum Ether ประมาณ 50 มิลลิเมตร แล้วนำเข้าชุดสกัดไขมัน
4. เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดแล้ว นำ Thimble ออกจาก Extraction Beaker แล้วนำ Extraction Beaker มาอบใน Hot Air Oven ที่ 100 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน(\%)} = \frac{(A-B)}{C} \times 100$$

- เมื่อ
- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| A | = | น้ำหนัก Extraction Beaker หลังอบ |
| B | = | น้ำหนักที่แน่นอนของ (กรัม) |
| C | = | น้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง (กรัม) |

5.การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารรวม (Dietary Fiber) ตามวิธี AOAC (2000)

สารเคมี

1. Ethanol 95% (v/v)
2. Ethanol 78% (v/v)
3. Acetone
4. Phosphate Buffer (0.08 M) , pH 6.0
5. Termamyl (Heat – Stable, α -Amylase No.A3306, Sigma Chemical Co ,เก็บในตู้เย็น
6. Protease No.P3910, Sigma Chemical Co ,เก็บในตู้เย็น
7. Amyloglucosidase No.A9913, Sigma Chemical Co ,เก็บในตู้เย็น
8. Cilite No.C8656, Sigma Chemical Co
9. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.2575 N
10. สารละลาย HCL เข้มข้น 0.325 N

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างโดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 ชั่วโมง (อบค้างคืน) บดให้ละเอียด แล้วทิ้งให้เย็นใน โอดูคความชื้น (Desiccator) ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ต้องสกัดไขมันออกโดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ ในอัตราส่วน 25 มิลลิลิตร ต่ออาหารแห้ง 1 กรัม โดยสกัด 3 ครั้งก่อนบด
2. ชั่งตัวอย่างแห้ง 1 กรัม ให้น้ำหนักที่แน่นอน (ชั่งละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม) โดยน้ำหนักของตัวอย่าง 2 ช้ำ ต้องไม่ต่างกันเกิน 20 มิลลิกรัม และทำ Blank ทวนคู่กันไปด้วย
3. ใส่ตัวอย่างในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย Phosphate Buffer 50 มิลลิลิตร เติม Termamyl 0.1 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์แล้วต้มใน Water Bath อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที
4. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH เป็น 7.540 ± 2 ด้วยสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.2575 N 10 มิลลิลิตร แล้วเติม Protease 5 มิลลิกรัม ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์แล้วต้มใน Water Bath อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที
5. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH เป็น 4.0-4.6 ด้วยสารละลาย HCl 0.325 N 10 มิลลิลิตร แล้วเติม Amyloglucosidase 0.3 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์แล้วต้มใน Water Bath อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที

6. เติม Ethanol 95% 20 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงในบีกเกอร์ตัวอย่างที่ขยี้ด้วยเอนไซม์ แล้ว เพื่อตกตะกอนส่วนที่เป็น Soluble Dietary Fiber ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

7. ชั่ง Crucible ที่ใส่ Cilite ให้น้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นล้างด้วย Ethanol 78% ต่อ Crucible กับเครื่องปั๊ม (Suction) แล้วถ่ายสารที่ขยี้ได้จากข้อ 6 ลงกรอง เป็นเวลา 30 นาที

8. ล้าง Residue ด้วย Ethanol 78% 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง Ethanol 95% 20 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และ Acetone 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง

9. อบ Residue ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 16 ชั่วโมง (อบค้างคืน) แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งน้ำหนักให้น้ำหนักที่แน่นอน หักลบน้ำหนัก Crucible และ Cilite ออกเมื่อคำนวณน้ำหนัก Residue ที่ได้

10. หาน้ำหนัก ปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าตัวอย่าง เพื่อนำมาหักลบออกจากน้ำหนัก Residue ที่ได้ จึงจะได้ปริมาณเส้นใยอาหารรวม (Total Dietary Fiber)

การคำนวณ

$$\begin{aligned} B &= \text{Blank (มิลลิลิตร)} \\ &= \text{น้ำหนักของ Residue} - P_B \end{aligned}$$

เมื่อน้ำหนักของ Residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก Residue (มิลลิลิตร) 2 ซ้ำจากการทำ Blank

$$P_B = \text{น้ำหนักของโปรตีน (มิลลิกรัม)}$$

$$A_B = \text{น้ำหนักของเถ้า (มิลลิกรัม)}$$

$$\% \text{ TDF} = \left[(\text{น้ำหนักของ Residue} - P - A - B) / \text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 100 \right]$$

เมื่อ น้ำหนักของ Residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่าง 2 ซ้ำ

$$P = \text{น้ำหนักของโปรตีน (มิลลิกรัม) จากตัวอย่าง}$$

$$A = \text{น้ำหนักของเถ้า (มิลลิกรัม) จากตัวอย่าง}$$

$$\text{น้ำหนักตัวอย่าง} = \text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม) 2 ซ้ำ}$$

6. การคำนวณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{คาร์โบไฮเดรต\%} = 100 - (\% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เส้นใย} + \% \text{ ความชื้น} + \% \text{ เถ้า})$$

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาธน์สัมผัส

แบบประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ 9 - Point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....ลำดับที่.....

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามความชอบของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- | | | |
|------------------|-------------------------------|---------------------|
| 9 – ชอบมากที่สุด | 6 – ชอบเล็กน้อย | 3 - ไม่ชอบปานกลาง |
| 8 – ชอบมาก | 5 – บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 2 - ไม่ชอบมาก |
| 7 – ชอบปานกลาง | 4 – ไม่ชอบเล็กน้อย | 1 – ไม่ชอบมากที่สุด |

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ

ลักษณะปรากฏ

สี

กลิ่น

ความเค็ม

ความหวาน

เนื้อสัมผัส

รสชาติโดยรวม

ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

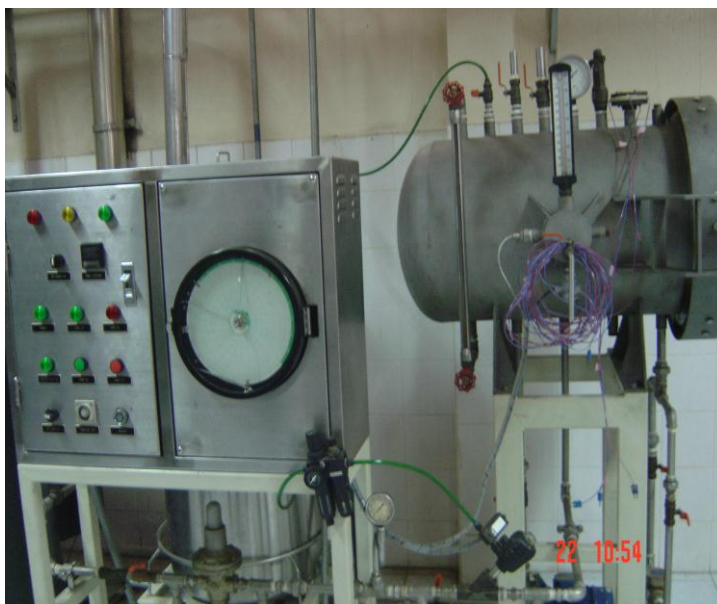
การยอมรับ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ไม่ยอมรับมากที่สุด		ไม่ยอมรับ			ยอมรับ		ยอมรับมากที่สุด	

ภาคผนวก ข
อุปกรณ์ในการทดลอง



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องไล่อากาศ (Exhauster)



ภาพผนวกที่ 2 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler)



ภาพผนวกที่ 3 เครื่องฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ (Retort)



ภาพผนวกที่ 4 เครื่องปิดฝากระป๋อง (Seamer)



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะการลวกน้ำเชื้อกระป๋อง



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะการบรรจุข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง



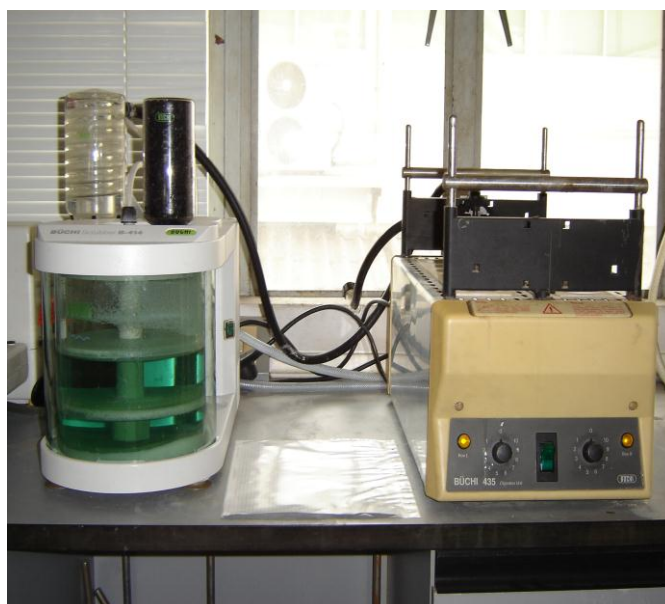
ภาพผนวกที่ 7 เครื่องเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)



ภาพผนวกที่ 8 เครื่องชั่งแบบละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance) Precisa รุ่น 240-A ประเทศสวิตเซอร์แลนด์



ภาพผนวกที่ 9 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)



ภาพผนวกที่ 10 เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi digestion unit B-435 / Switzerland)



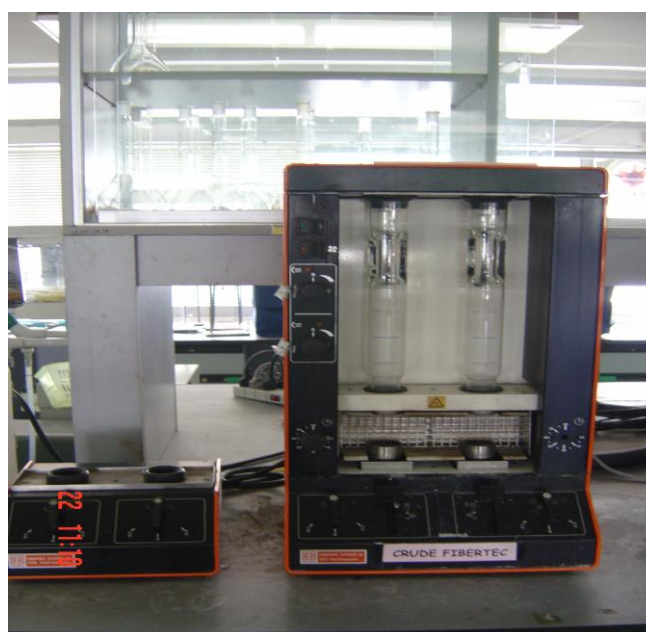
ภาพผนวกที่ 11 เครื่องกลั่น โปรตีน (Buchi digestion unit B-323 / Switzerland)



ภาพผนวกที่ 12 เครื่อง 2050 Soxtech Extration Unit



ภาพผนวกที่ 13 เครื่องวิเคราะห์ถ้ำ (Furnace 6000 Thermlyne / USA)



ภาพผนวกที่ 14 เครื่องวิเคราะห์ไขมันอาหาร (Fibertec system M2 / Sweden)



ภาพผนวกที่ 15 โถดูดความชื้น



ภาพผนวกที่ 16 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analysis Tax-T2i/U.K)



ภาพผนวกที่ 17 เครื่องวัดค่าสี (Hunter color system)

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ นายณรงค์พันธุ์ นามสกุล รัตนปนัดดา อายุ 33 ปี
(ภาษาอังกฤษ) Narongphan Rattanapanadda หมายเลขบัตรประชาชน 5 7299 99002 25 5
2. ประวัติการศึกษา (โดยย่อ)

ปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	จุฬาฯ
ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต	จุฬาฯ
3. ประวัติการทำงาน (โดยย่อ)

Technical Service	Thai Parkering Co.,Ltd.
Supervisor	Teijin Thailand Co.,Ltd.
4. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์วิชาวิศวกรรมอาหารและวิชาหลักการวิเคราะห์อาหาร
5. สังกัด หลักสูตรวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร
6. สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
7. เลขที่ 295 ถนน ราชสีมา แขวง ราชสีมา เขต ดุสิต จังหวัด กรุงเทพ
โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ๐๒-๒๔๔๕๖๖๖ (บ้าน) ๐๒-๔๔๕๔๗๕๔
(มือถือ) ๐๘๑-๓๕๖๗๒๕๘ E-mail Address nrp447@yahoo.com
8. ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
- วิจัยและพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์ของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์...เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระเจี๊ยบเขียวพืชของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรทุเค...อ.เฉลิมพระเกียรติ...จ.สระบุรี
9. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 สาขา)
วิศวกรรมอาหาร หลักการวิเคราะห์อาหาร
10. การงานในปัจจุบัน
 - 10.1 งานประจำ
อาจารย์วิชาวิศวกรรมอาหารและวิชาหลักการวิเคราะห์
 - 10.2 งานวิจัยที่รับผิดชอบในปัจจุบัน
การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตแกงส้มถึงสำเร็จรูปโดยวิธีบรรจุกระป๋องและการอบแห้งแบบแช่แข็ง(IPUS)
ผลของสารเพิ่มความคงตัวต่อคุณภาพของข้าวเหนียวมันบรรจุกระป๋อง(IPUS)