ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ก.1 การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 1999)

อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า
2. ภาชนะหาความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลแตกต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 – 3 มิลลิกรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้น ซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 – 6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำซ้ำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1999)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 – 45 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1 – 2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1999)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus) ประกอบด้วยขวดกลม สำหรับใส่ตัวทำละลาย ซอคเลต (soxhlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้าทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1 – 2 มิลลิกรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต
4. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน
5. ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่น ด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที
6. เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอคเลต และกลั่นกับสารทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

7. นำขวดหาไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
8. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1999)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) 250 – 300 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นโปรตีน
3. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
5. ปิเปต ขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
6. บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต (Cu_2SO_4) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน

3. สารประกอบของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้นร้อยละ 60 โดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 60 กรัม และสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
4. สารละลายกรดบอริก (H_3BO_3) เข้มข้นร้อยละ 4 ละลายกรดบอริก 40 กรัม ด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร
5. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 0.02 นอร์มอล
6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution (ชั่งเมทธิลีนบูล (Methylene blue) 0.2 กรัม ละลายในเอทธานอล (ethanol) 200 มิลลิลิตร และชั่งเมทธิลเรด (Methyl red) 0.05 กรัม ละลายในเอทธานอล 50 มิลลิลิตร) เวลาใช้นำมาผสมในอัตราส่วน Stock solution 1 ส่วน ต่อเอทธานอล 1 ส่วน ต่อน้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 – 2 กรัม ห่อให้มิดชิดใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
3. ใส่ลูกแก้ว 2 เม็ด นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น
4. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว และให้ความร้อนต่อไปจนหมดควันของกรดซัลฟุริก ปล่อยทิ้งให้เย็น
5. นำมาถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยโปรตีนให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
6. จัดอุปกรณ์กลั่น
7. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมกรดบอร์ริกเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไป 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์ เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้โดยใช้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

8. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มิลลิลิตร
9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ
10. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มอล จะได้จุดยุติเป็นสีม่วง
3. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2 – 10

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a - b) \times N \times 14 \times \text{Factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือเป็นนอร์มาล

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

14.07 = น้ำหนักสมมูลย์ของไนโตรเจน

Factor = 6.25

ก.5 การวัดพีเอช (Chen *et al*, 1997)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอช
2. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในภาชนะบรรจุ 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปราศจากไอออน 45 มิลลิลิตร โฮโมจิไนส์เป็นเวลา 1 นาที
2. กรองด้วยกระดาษ Whatman 45
3. นำส่วนที่ผ่านการกรองไปวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช

ก.6 การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม (Valverde, *et al.*, 2000)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (muffle furnace)
2. เครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชั่นสเปคโตรโฟโตมิเตอร์
3. เตาไฟฟ้า (hot plate)
4. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)

สารเคมี

1. กรดไนตริก (65% surapur)

วิธีการ

1. เตรียมเถ้าจากตัวอย่างโดยเลือกเผาที่อุณหภูมิต่อไปนี้ 90 – 250 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง พักไว้ 2 ชั่วโมง หรือเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง และพักไว้ 7 ชั่วโมง เผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง เพื่อให้ได้เถ้าที่มีน้ำหนักคงที่
2. ทิ้งเถ้าให้เย็นลงแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร
3. นำไปเผาให้แห้งบนเตาไฟฟ้า
4. นำไปเผาอีกครั้งที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
5. ละลายเถ้าสีขาวที่ได้ด้วยกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 65
6. ปรับปริมาตรให้ได้ 50 ml. ด้วยน้ำปราศจากไอออน

7. นำไปวัดปริมาณแคลเซียมด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชั่นสเปคโตร-โฟโตมิเตอร์

ก.7 การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Lee, *et al.*, 2000)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ทรงสูงขนาด 400 หรือ 600 มิลลิลิตร (berzelius beaker)
2. Fitering crucible ชนิดรูพรุนหยาบ ขนาด 40 – 60 ไมครอน ความจุ 60 มิลลิลิตร เตรียมโดยการเผาข้ามคืนที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส แล้วรอให้อุณหภูมิลดลงที่ 130 องศาเซลเซียส จึงนำเอาครูซิเบิลออก จุ่มใน cleaning solution เข้มข้นร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชะครูซิลเบิลด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน แล้วตามด้วยอะซิโตน 15 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง เติม celite ประมาณ 1 กรัม อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักของครูซิเบิลบรรจุ celite (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
3. เครื่องดูดสูญญากาศ พร้อมขวดสำหรับกรอง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
4. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 98 $\pm$ 2 และ 60 องศาเซลเซียส และสามารถเขย่าได้
5. เครื่องชั่งอย่างละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
6. เตาเผา (muffle furnace)
7. ตู้อบไฟฟ้า : ควบคุมอุณหภูมิที่ 105 และ 130 องศาเซลเซียส
8. โถดูดความชื้น
9. เครื่องวัดพีเอช
10. ไมโครปิเปต ความจุ 50 – 300 ไมโครลิตร
11. เครื่องกวนแบบแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมแท่งแม่เหล็ก

สารเคมี (เตรียมโดยใช้น้ำปราศจากไอออน)

1. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์

1.1 เข้มข้นร้อยละ 85 : ตวง ร้อยละ 95 เอทิลแอลกอฮอล์ 895 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

1.2 เข้มข้นร้อยละ 78 : ตวง เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ปริมาตร 821 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

2. Heat – stable α - amylase solution เก็บที่ 0 – 5 องศาเซลเซียส
3. Protease : เตรียมสารละลาย เอนไซม์ protease 50 มก./มล. ใน MSE/TRIS buffer เก็บที่ 0 – 5 องศาเซลเซียส (เตรียมใหม่ทุกวัน)
4. Amyloglucosidase solution เก็บที่ 0 – 5 องศาเซลเซียส
5. Diatomaceous earth : Celite 545 a_w
6. 2% cleaning solution (luquid surfactant type)
7. MES : 2 – (N - Morpholino) ethanesulfonic acid
8. TRIS : Tris (hydroxymethyl) aminomethane
9. MES/TRIS buffer solution (0.05 โมลาร์ MES, 0.05 โมลาร์ TRIS, พีเอช 8.2 ที่ 24 องศาเซลเซียส) : เตรียมโดยละลาย 19.25 กรัม MES 12.2 กรัม TRIS ในน้ำ 1.7 ลิตร ปรับพีเอชเป็น 8.2 ที่ 24 องศาเซลเซียส ด้วย 6 นอร์มอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 2 ลิตร

   วิธีการปรับพีเอช

   - ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ปรับพีเอชเป็น 8.3
   - ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ปรับพีเอชเป็น 8.2
   - ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ปรับพีเอชเป็น 8.1

10. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.561 นอร์มอล : ตวง 6 นอร์มอล กรดไฮโดรคลอริก 93.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำประมาณ 700 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

วิธีการ

1. การเตรียมสารละลาย

1.1 บดตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่มีไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ต้องสกัดไขมันโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร/กรัม ก่อนการบดตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาลสูงต้องกำจัดน้ำตาลโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 85 10 มิลลิลิตร/กรัม 2 – 3 ครั้ง อบข้ามคืนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ต้องนำน้ำหนักของไขมัน น้ำตาล และความชื้นที่หายไปใช้ในการคำนวณด้วย)

1.2 ชั่งตัวอย่าง 1.000 ± 0.005 กรัม 2 ซ้ำ (M_1 และ M_2) ใส่ในบีกเกอร์ทรงสูง ขนาด 400 หรือ 600 มิลลิลิตร

1.3 เติม MES/TRIS buffer 40 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าจนเข้ากันดี เพื่อให้ได้ตัวอย่างจับกันเป็นก้อน

1.4 เติมเอนไซม์ Heat – stable α - amylase 50 ไมโครลิตร กวนโดยใช้ความเร็วต่ำ ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ บ่มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 95 – 100 องศาเซลเซียส 15 นาที โดยให้มีการกวนหรือเขย่าตลอดเวลา (เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิถึง 95 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลาบ่มโดยรวม 35 นาที)

1.5 เอาบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำ เขี่ยตัวอย่างที่ติดข้างบีกเกอร์ และกระจายตัวอย่างที่ส่วนก้นบีกเกอร์ด้วย spatula แล้วใช้น้ำ 10 มิลลิลิตรชะข้างบีกเกอร์และ spatula

1.6 เติมเอนไซม์ protease 100 ไมโครลิตร ลงในบีกเกอร์ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์บ่มที่อุณหภูมิ 65 ± 1 องศาเซลเซียส 30 นาที โดยมีการเขย่าตลอดเวลา

17. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.561 นอร์มอล 5 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ในขณะที่ทำการเขย่า

18. ปรับพีเอชเป็น 4.0 – 4.7 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้วย 1 นอร์มอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ 1 นอร์มอล กรดไฮโดรคลอริก

19. เติมเอนไซม์ amyloglucosidase 300 ไมโครลิตรในขณะที่มีการเขย่าปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ บ่มที่อุณหภูมิ 60 ± 1 องศาเซลเซียส 30 นาที เขย่าตลอดเวลา

2. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

2.1 เติมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 225 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงในบีกเกอร์ตัวอย่างจากข้อ 1.9

2.2 นำบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำ ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ ทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 ชั่วโมง

2.3 ล้างและกระจาย celite ในครูซิเบิลที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วด้วยสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 78 ใช้เครื่องดูดสุญญากาศ เพื่อให้ celite ติดกับแผ่นกรอง

2.4 กรองตัวอย่างผ่านครูซิเบิลใช้ spatula และสารละลายเอทิล แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 78 ในปริมาณที่ช่วยถ่ายตะกอนจนหมด ใช้เครื่องดูดสุญญากาศช่วย

2.5 ล้างตะกอนในครูซิเบิลด้วย 15 มิลลิลิตรของสารละลายเอทิล แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 78 สารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 และอะซิโตน ชนิดละ 2 ครั้ง

2.6 นำครูซิเบิลไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ข้ามคืน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ประมาณ 1 ชั่วโมง

2.7 ชั่งน้ำหนักครูซิเบิล (R_1 และ R_2)

2.8 นำตะกอนตัวอย่างในครูซิเบิล 1 ซ้ำ มาหาปริมาณโปรตีน (P) ใช้ 6.25 เป็น conversion factor และนำครูซิเบิล บรรจุตัวอย่างอีก 1 ซ้ำที่เหลือมาหาปริมาณเถ้า (A) โดยการเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

หมายเหตุ ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันโดยไม่ใช้ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$B = \{(BR_1 + BR_2)/2\} - P_B - A_B$$

โดยที่ B = blank (มิลลิลิตร)

BR_1 และ BR_2 = น้ำหนักตะกอนที่เหลือของ blank ในครูซิเบิล หลังอบ ซ้ำที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (มิลลิกรัม)

P_B = น้ำหนักโปรตีนของ blank (มิลลิกรัม)

A_B = น้ำหนักเถ้าของ blank (มิลลิกรัม)

$$DF = \frac{\{[(R_1 + R_2)/2] - P - A - B\} \quad X\ 100}{[(M_1 + M_2)/2]}$$

โดยที่

DF = ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)

R_1 และ R_2 = น้ำหนักตะกอนที่เหลือหลังอบ ซ้ำที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (มิลลิกรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

A = น้ำหนักเถ้าของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

B = blank (มิลลิกรัม)

M_1 และ M_2 = น้ำหนักตัวอย่าง ซ้ำที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (มิลลิลิตร)

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณสมบัติของผงบุก

ข.1 การวิเคราะห์สมบัติของการพองตัวของผงบุก (Leach *et al.*, 1979)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักที่สามารถชั่งละเอียดถึง 0.0001 กรัม
2. ตู้อบไฟฟ้า
3. เครื่องเหวี่ยงแยก
4. หลอดเหวี่ยงแยกขนาด 250 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างผงบุก 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่ในหลอดเหวี่ยงแยก เติมน้ำกลั่น ปริมาณ 180 กรัม

2. คนตลอดเวลานาน 30 นาที แล้วนำสารละลายผงบุกไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องหวี่ยงแยกด้วยความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที

3. ดูดน้ำตอนบนออกใส่ในชามอบแห้งที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง นำไปคำนวณร้อยละการละลาย

4. นำส่วนของบุกเปียกมาวิเคราะห์อัตราการพองตัวจากสูตร

$$\text{อัตราการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างบุกเปียก}}{(\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง})(100 - \text{ร้อยละการละลาย})}$$

$$\text{ร้อยละการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \times 100$$

ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์โปรตีน

ค.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของโปรตีน (Hashimoto *et al.*, 1979)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ
3. กระบอกตวง
4. เครื่องโฮโมจิไนส์
5. เครื่องกวนชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า และแท่งกวนแม่เหล็ก

สารเคมี

1. สารละลายฟอตเฟตบัฟเฟอร์ เข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.5
2. สารละลายคลอไรด์ฟอตเฟตบัฟเฟอร์ เข้มข้น 0.5 โมลาร์ พีเอช 7.5
3. สารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 5
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

วิธีการ

ทำการทดลองตามขั้นตอนแสดงในภาพประกอบ 10

ค.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีไบยูเรท (Copeland, 1994)

อุปกรณ์

1 หลอดทดลอง

2 นาฬิกาจับเวลา

3 Vertex mixer

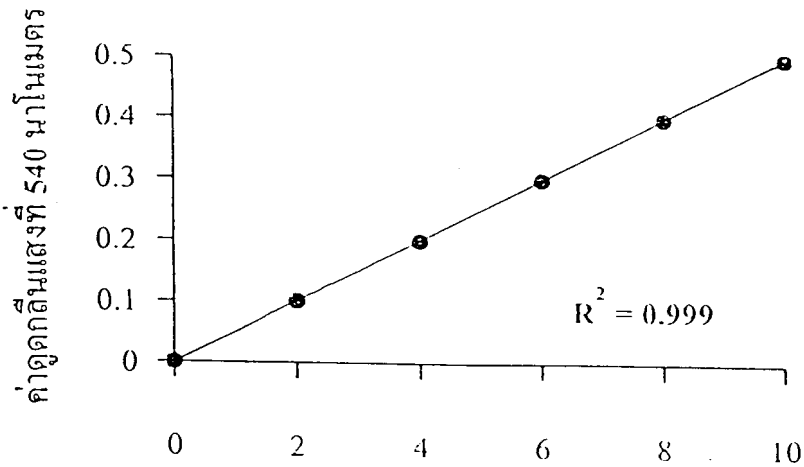
4 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

สารเคมี

1. สารละลายโปรตีนมาตรฐาน Bovine Serum Albumin (BSA) 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
2. สารละลายไบยูเรท : ชั่ง $CuSO_4.5H_2O$ 1.5 กรัม โซเดียมโพแตสเซียมทาเตรท 6.0 กรัม เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร กวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 10 จำนวน 300 มิลลิลิตร ในขณะกวน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1000 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ดูดสารละลายแอกโตไมโอซิน 50 ไมโครลิตร และเติมน้ำกลั่น 450 ไมโครลิตร (สารละลายโปรตีน 500 ไมโครลิตร) ใส่หลอดทดลอง
2. สารละลายไบยูเรท 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย Vertex mixer วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
3. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน BSA (ภาพประกอบภาคผนวก 1) ปริมาณโปรตีนคำนวณโดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร หารด้วยค่าความชันที่ได้จากกราฟมาตรฐาน BSA



ภาพประกอบภาคผนวก 1 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณโปรตีน โดยใช้ Bovine Serum Albunim เป็นสารละลายโปรตีนมาตรฐาน
Standard curve of standard bovine serum albumin.

การเตรียมโปรตีนมาตรฐาน Bovine Serum Albumin (BSA)

ดูดสารละลาย BSA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 100, 200, 300, 400 และ 500 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 ไมโครลิตร เติมสารละลายไบยูเรท 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย Vertex mixer วางทิ้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

ภาคผนวก ง. การทำเจลอิเล็กโตรโฟรีซีสตามวิธีของ Laemmli (1970)

1. ชุดอิเลคโตรโฟรีซีสแบบมินิเจล
2. อ่างควบคุมอุณหภูมิ
3. Vertex
4. นาฬิกาจับเวลา
5. หลอดทดลอง

สารเคมี

1. Acrylamide/bisacrylamide เตรียมโดยละลาย Acrylamide 29.2 กรัม และ bisacrylamide 0.8 กรัม ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้ได้ประมาณ 1 เดือน หลังจากการเตรียม
2. สารละลายทริส – ไฮโดรคลอไรด์บัฟเฟอร์เข้มข้น 1.5 โมลาร์ พีเอช 8.8
3. สารละลายทริส – ไฮโดรคลอไรด์บัฟเฟอร์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ พีเอช 6.8
4. โซเดียมโดเดซิลซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 10 (เก็บที่อุณหภูมิห้อง)
5. Sample buffer (Sodium dodecyl sulfate reducing buffer)

น้ำกลั่น	3.8	มิลลิลิตร
0.5 M Tris-HCl, pH 6.8	1.0	มิลลิลิตร
กลีเซอรอล	0.8	มิลลิลิตร
10% Sodium dodecyl sulfate	1.6	มิลลิลิตร
เบตา – เมอแคปโตเอธานอล	0.4	มิลลิลิตร
1% โบรโมฟีนอลบลู	0.4	มิลลิลิตร

6. 5x electrode (running) buffer, pH 8.3

Tris-HCl	9	กรัม
ไกลซีน	43.2	กรัม
Sodium dodecyl sulfate	3	กรัม
ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	500	มิลลิลิตร

7. Catalyst ประกอบด้วย

   2% Ammonium persulfate เตรียมก่อนที่จะใช้

   TEMED (N,N,N, N – tetramethyl ethylenedismine)

8. โปรตีนมาตรฐานที่ทราบน้ำหนักโมเลกุล High Molecular Weight (Sigma) ประกอบด้วย myosin. B-Galactosidade, phosphorylase b, fructose-6-phosphate kinase, albumin, glutamic dehydrogenase, ovalbumin, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase มีน้ำหนักโมเลกุล 250,000 116,000 67,000 84,000 66,000 55,000 45,000 36,000 ดาลตัน ตามลำดับ
9. สีย้อมโปรตีน Coomassie Brilliant Blue R-250
10. Staining solution : ละลาย Coomassie Brilliant Blue R-250 0.04 กรัม ในเมธานอล 100 มิลลิลิตร กวนจนละลายหมด แล้วเติม Glacial Acetic acid 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 85 มิลลิลิตร
11. Destaining Solution
    - Destaining Solution 1 : ผสมเมธานอล 200 มิลลิลิตร กรดอะซิติก 30 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 170 มิลลิลิตร
    - Destaining Solution 2 : ผสมเมธานอล 50 มิลลิลิตร กรดอะซิติก 75 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 875 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำสารละลายแอกโตไมโอซินจากการสกัดแอกโตไมโอซินในภาคผนวก ค. 1 ปรับความเข้มข้นของโปรตีนให้ทุกตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำมาผสมกับ Sample buffer (อัตราส่วน 1 : 1) ต้มสารผสมเป็นเวลา 4 นาที โดยให้มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 30 ไมโครกรัมต่อ 10 ไมโครลิตรใน 1 เวล (well)

2. การเตรียม running gel

สารเคมี	10% gel
30% Acrylamide/bis	1.167 ml.
1.5 M Tris-HCl buffer pH 8.8	0.875 ml.
1% Sodium dedecyl sulfate	0.35 ml.
TEMED	5 µl

3. การเตรียม stacking gel

30% Acrylamide/bis	0.4 ml.
0.5 M Tris-HCl buffer pH 6.8	1.0 ml.
1% Sodium dodecyl sulfate	0.3 ml.
น้ำกลั่น	1.1 ml.
0.1 MEDTA	0.8 ml.
2% Ammonium persulfate	0.4 ml.
TEMED	6 µl

4. การแยกโปรตีนโดยเจลอิเล็กโตรโฟรีซีส

ประกอบชุดเจลอิเล็กโตรโฟรีซีส จากนั้นเติม electrode buffer ให้เต็ม chamber จากนั้น load ตัวอย่างที่เตรียมจากข้อ 1 จำนวน 10 ไมโครลิตร ต่อชุดอิเล็กโตรโฟรีซีสเข้ากับ power supply เปิดกระแสไฟฟ้า 50 volt จนสีของโบรโมฟีนอลบลูเคลื่อนถึง running gel (ประมาณ 30 นาที) เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเป็น 150 volt จนสีของโบรโมฟีนอลบลูเคลื่อนจนเกือบสุดปลายกระจก จึงหยุดการให้กระแสไฟฟ้า

5. การย้อมสีโปรตีนในเจล

โดยย้อมใน staining solution 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแช่ด้วย Destaining solution 1 เป็นเวลา 30 นาที แล้วแช่ใน Destaining solution 2 จนกระทั่งเจลใสและสังเกตเห็นแถบโปรตีนได้ชัดเจน

ภาคผนวก จ. การตรวจสอบเจลของผลพลอยได้จากการทำบริสุทธิ์ของ การผลิตซูริมิและห่อหมกกระป๋อง

จ.1 การวัดเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง TA-XT2 Texture Analyzer (Bourne, 1978)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ STABLE MICRO SYSTEM รุ่น TA-XT2
2. เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. เสียบปลั๊กเครื่องสำรองไฟ เปิดสวิทซ์เครื่องมาที่ตำแหน่ง on อุปกรณ์เครื่องวัดเนื้อสัมผัสซึ่งประกอบด้วย ฐานทดสอบ (test base) และคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานต่อพ่วงเข้ากับเครื่องสำรองไฟนี้
2. เปิดคอมพิวเตอร์ และเปิดสวิทซ์ของฐานทดสอบซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง
3. เข้าสู่โปรแกรมการทำงานของเครื่องโดย
   3.1 คลิกเมาส์ที่ Program
   3.2 เลือก Texture expert ซึ่งจะปรากฏโปรแกรมย่อย คลิกเมาส์ที่ Texture expert English
4. หน้าต่างใหม่ที่ปรากฏขึ้นจะถามชื่อผู้ใช้เลือกชื่อแล้วตอบ OK
5. เริ่มการทำงานเข้าสู่โปรแกรมการทำงานภายใต้โปรแกรม Project คลิกเมาส์ที่ Restart
6. หน้าต่างใหม่ประกอบด้วยแถบคำสั่งต่าง ๆ คลิกเมาส์ที่แถบคำสั่ง T.A.
7. ทดสอบการทำงานของเครื่อง 2 ครั้ง
   7.1 Force calibration

เลือก T.A. บนแถบคำสั่ง แล้วเลือก Calibrate force หน้าต่างใหม่จะเตือนให้ผู้ใช้ตรวจสอบว่ามีวัตถุใด ๆ กีดขวางหัววัดหรือไม่ ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางตอบตกลง

หน้าต่างใหม่ที่ปรากฏขึ้นจะแจ้งให้ผู้ใช้ยกตุ้มน้ำหนักลงบนคานวัด จากนั้นตอบตกลง เมื่อหน้าจอปรากฏข้อความ Calibration successful ตอบตกลงแล้วเอาตุ้มน้ำหนักลง

7.2 Probe Calibration (การทำขั้นตอนนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความเผอเรอที่เกิดจากการใช้หัววัดที่ต่างไปจากหัววัดก่อนหน้านี้)

เลือก T.A. – calibrate probe กำหนดระยะทางให้มีความสูงกว่าชิ้นตัวอย่างเล็กน้อย สวมหัววัด จากนั้นตอบตกลง หัววัดจะเคลื่อนที่ลงมาแตะกับฐานแล้วกลับไปยังตำแหน่งที่กำหนดซึ่ง Texture expert จะอ่านตำแหน่งดังกล่าวเป็นศูนย์

8. เลือก T.A. – setting จากแถบคำสั่ง T.A. เพื่อกำหนดค่า parameter ต่างๆ ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มาจากเอกสารอ้างอิงของผู้ใช้ หรือดูจากเอกสารแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตเครื่อง เมื่อกำหนดค่าแล้วคลิกที่ update

9. เลือก run a test เพื่อทำการวัดตัวอย่าง หลังจากวางตัวอย่างบนฐานวัดเรียบร้อยแล้วทำการตั้งชื่อ file เลือก directory : text_exp เพื่อบันทึกข้อมูล จากนั้นตอบตกลง หัววัดจะเลื่อนลงมาเพื่อวัดตัวอย่าง

10. ข้อมูลที่ได้จะแสดงในรูปกราฟ การหาค่าจากกราฟที่ได้ สามารถทำได้โดยใช้คำสั่งใน Process data

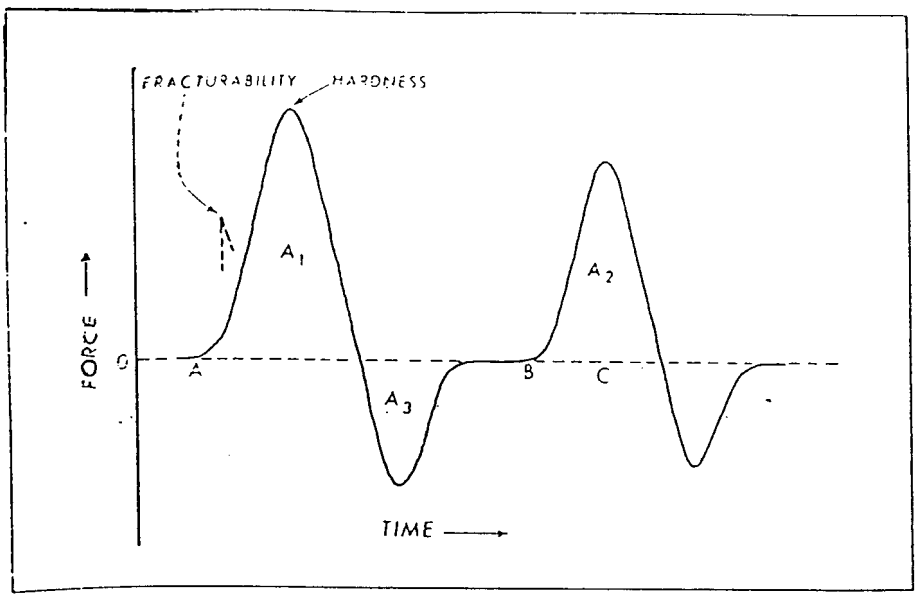
11. การกำหนดใน Process data หรือการเขียน Macro ซึ่งจะใช้ในการหาค่าจากกราฟออกมาเป็นตัวเลข

11.1 เลือกแถบคำสั่ง Process data เลือก Macro เลือก edit

11.2 เลือกคำสั่งย่อยที่ต้องการ จากคำสั่งต่าง ๆ ที่แสดง

11.3 บันทึกแฟ้มไว้เพื่อเรียกใช้งาน

12. เมื่อหาข้อมูลจากกราฟได้แล้ว ผลที่ได้จะอยู่ในรูปตารางข้อมูล สามารถพิมพ์โดยใช้คำสั่ง File ได้



ภาพประกอบผนวก 2 กราฟแสดงการวัดเนื้อสัมผัส โดย Texture Profile Analysis

Generalized texture profile analysis curve.

ที่มา : Bourne (1978)

Hardness	หมายถึง	แรงสูงสุดที่ใช้ในการกดครั้งแรก
Cohesiveness	หมายถึง	อัตราส่วนของแรงระหว่างการกดครั้งที่ 2 จากจุดเดิมที่กดต่อ แรงระหว่างการกดครั้งที่ 1 (A_2/A_1)

จ.2 ปริมาณของเหลวจากบีบอัด (Hasegawa, 1987)

อุปกรณ์

1. ลูกตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัม
2. กระดาษกรอง (Whatman No.1)

3. นาฬิกาจับเวลา
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. นำตัวอย่างซูริมิมาตัดให้มีความหนา 0.5 เซนติเมตร
2. นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก (A)
3. นำตัวอย่างมาวางบนกระดาษกรองที่ซ้อนทับกัน 3 แผ่น และปิดทับด้วยกระดาษกรองอีก 2 แผ่น
4. วางลูกตุ้มน้ำหนักวางทับเป็นเวลา 30 วินาที
5. นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก (B)

การคำนวณ

ของเหลวจากการบีบอัด (ร้อยละ) = $(A - B) / A \times 100$

ภาคผนวก ฉ. วิเคราะห์จุลินทรีย์ของห่อหมกกระป๋องจากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ในกระบวนการผลิตซูริมิ

ฉ.1 วิธีเตรียมอาหารกระป๋องเพื่อวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (มอก. 645 - 2529)

1. ลอกฉลากของตัวอย่างออก แล้วตรวจความผิดปกติของลักษณะภายนอก เช่น กระป๋องบวม บุบจนเสียรูปหรือเกิดการรั่วซึม เป็นสนิม เป็นต้น ถ้ากระป๋องมีลักษณะภายนอกผิดปกติ ไม่ต้องทดสอบในลำดับต่อไป

2. ถ้าตัวอย่างมีลักษณะภายนอกปกติทั้ง 8 กระป๋อง ให้เก็บตัวอย่าง 2 กระป๋อง ไว้เป็นหลักฐานในกรณีที่มีปัญหาในการตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่าง 3 กระป๋องเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง เพื่อตรวจการเจริญของจุลินทรีย์ภายหลังการผลิตไม่น้อยกว่า 14 วัน ตัวอย่าง 3 กระป๋อง ส่วนที่เหลือให้อบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ตรวจดูความเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา ถ้าพบว่ามีกระป๋องบวมขึ้น และไม่ยุบลงสู่สภาพเดิมเมื่อปล่อยให้เย็นลงในอุณหภูมิห้อง ไม่ต้องทดสอบในลำดับต่อไป

3. ถ้าตัวอย่างมีลักษณะภายนอกปกติ ให้ล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยเทอร์เจนต์ แล้วแช่ลงในน้ำผสมคลอรีน 100 ถึง 300 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลา 10 ถึง 15 นาที ใช้เผ้าหรือสิ่งอื่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและซับน้ำได้ดีเช็ดให้แห้ง ใช้อุปกรณ์เปิดกระป๋องที่ทำให้ปราศจากเชื้อแล้วเปิดประป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ แบ่งตัวอย่างที่อบที่อุณหภูมิเดียวกันมากระป๋องละไม่น้อยกว่า 25 กรัม ผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างที่ผสมรวมกันแล้วนี้ 20 กรัม ใส่ในหลอดแก้วหรือขวดแก้วปราศจากเชื้อ เก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ซ้ำ ตัวอย่างผสมที่เหลือนำไปตรวจหาชนิดของจุลินทรีย์ ตามข้อ 5

4. ตัวอย่างที่เหลือจากแต่ละกระป๋องให้ตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของอาหารอันเนื่องจากจุลินทรีย์ ดังนี้

(1) สี

(2) กลิ่น

(3) ลักษณะอาหาร

(4) ความเป็นกรด – ด่าง

ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้น เปลี่ยนไปจากปกติแสดงว่าอาหารนั้นอาจมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ฉ.2 การวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ในห่อหมกกระป๋อง (ศูนย์ตรวจสอบสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ , 2541)

ฉ.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate

อุปกรณ์

เครื่องมือเปิดกระป๋องที่สามารถฆ่าเชื้อด้วยไฟได้

ตู้บ่มเพาะเชื้อ

ปิเปต

หลอดทดลองและที่วาง

จานเพาะเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Plate count agar (PCA)
2. 0.85 % normal saline solution

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
2. เติม 0.85% normal saline solution จำนวน 90 มิลลิลิตรแล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำ 1 นาทีนำไปทิ้งในตู้เย็น 30 นาที
3. ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1000, 1:10000 ตามลำดับ โดยใช้ 0.85% normal saline solution

4 ดูดตัวอย่างในข้อ 3 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว

5 เททับด้วยอาหาร PCA ประมาณ 15 มิลลิลิตร

6 หมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ ตั้งทิ้งให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที

7 อบจานเพาะเชื้อที่ 35°C และ 55°C ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

8 ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็น จำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

ฉ.2.2 การตรวจหาชนิดของจุลินทรีย์

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1 Dextrose tryptone bromcresol – purple

2 Cooked meat medium

3 Sulfite agar

วิธีการ

บ่มตัวอย่างอาหารกระป๋องที่ 55°C เป็นเวลา 7 วัน โดยมีการตรวจผลการทดสอบทุกวัน เลือกเอากระป๋องบวมออก หลังจากสิ้นสุดการบ่มให้นำกระป๋องออกจากตู้บ่ม กระป๋องที่ผิดปกติหรือบวมจะถูกคัดออกและทำการวิเคราะห์กระป๋องที่ปกติทุกกระป๋อง โดยกระป๋องจะถูกเปิดในสภาวะที่ปลอดเชื้อ แล้วจึงสุ่มตัวอย่างจากกึ่งกลางกระป๋องในปริมาณที่มากพอไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อดังต่อไปนี้

1. บ่ม Dextrose tryptone bromcresol – purple จำนวน 4 หลอด ที่ 35°C และ 55°C เป็นเวลา 4 – 10 วัน ถ้าสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่ามีการเจริญของแบคทีเรียกลุ่ม mesophilic และ thermophilic flat sour จะเจริญที่ 35°C

2. บ่มที่ cooked meat medium (ต้มเพื่อไล่ฟองอากาศออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 20 นาที และทำให้เย็นก่อนนำไปใช้งาน) จำนวน 4 หลอด ที่ 35°C และ 55°C

เป็นเวลา 4 – 10 วัน mesophilic anaerobes จะเจริญที่ 35°C โดยสังเกตจากการเกิดก๊าซใน cooked meat medium ส่วน Thermophilic anaerobes จะเจริญที่ 55°C โดยสังเกตจากการเกิดก๊าซใน cooked meat medium เช่นเดียวกัน เมื่อนำไปย้อมแกรมจะเป็นแกรมบวก, รูปท่อน มีสปอร์ อยู่ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง

3. บ่ม sulfite agar จำนวน 2 หลอด ที่ 55°C เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง ถ้ามีแบคทีเรียในกลุ่ม Thermophillic sulfide spoilage จะสังเกตจากการเกิดโคโลนีสีดำ

ภาคผนวก ช การประเมินความคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ช1 แบบทดสอบชิมเพื่อหาเค้าโครงผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....เวลา.....

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (ห่อหมกใยอาหารสูงจากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ในกระบวนการผลิตซูริมิ) แล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นแนวนอนของแต่ละปัจจัย ตรงบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และกำกับอักษร S และ I โดยที่

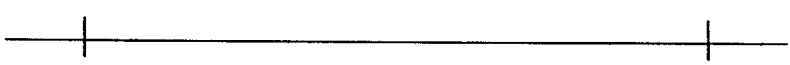
S (Sample) คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ประเมินได้

I (Ideal) คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ต้องการ

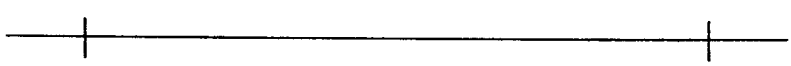
<u>คำแนะนำ</u> กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง

1. <u>เนื้อสัมผัส (ปลา)</u>

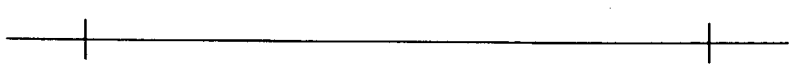
การเกาะตัวกัน (Cohesiveness)



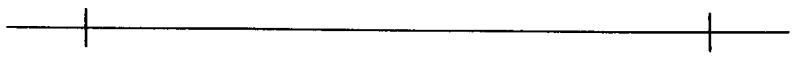
ความแข็ง (Hardness)



ลักษณะเป็นทราย (Grittiness)



ความนิ่มของเกล็ดและก้าง (Scale softness)



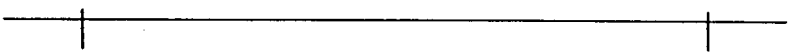
2. ปริมาณน้ำ

(Water drip)

3. กลิ่น

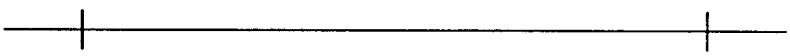
คาวปลา

(Fishy)



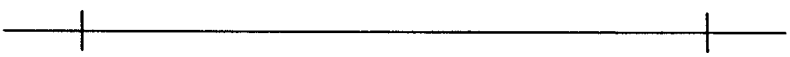
บุก

(Konjac smell)



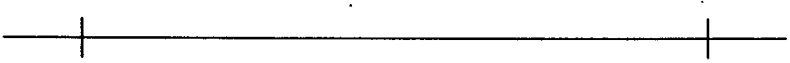
4. ความเข้มของสี

(Color)



5. ความชอบรวม

(Overall like)



วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณ

ช 2 แบบสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋อง

แบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋องจากผลพลอยได้ของ การผลิตซูริมิ

คำอธิบาย: ผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋องจากผลพลอยได้ของการผลิตซูริมิเป็น ผลิตภัณฑ์ทีมีส่วนผสมหลักคือ ผลพลอยได้ที่แยกจากกระบวนการทำบริสุทธิ์ของการผลิตซูริมิ น้ำพริกแกงแดง กะทิ ไข่เป็ด ผงบุก โหระพา พริกชี้ฟ้า และใบมะกรูด

:การผลิตซูริมิ คือกรรมวิธีการแยกเอาเนื้อปลาออกจากก้างโดยเครื่องจักร แล้วล้างด้วยน้ำ เติมสารที่ช่วยรักษาคุณภาพ แล้วเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด หรือกรอกข้อความหน้าช่องว่าง ข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และเพื่อสามารถนำไปสู่ระบบอุตสาหกรรม ในอนาคต โดยข้อมูลเหล่านี้ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่าน ขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความร่วมมือมา ณ ที่นี้ด้วย

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อ

คำอธิบาย : อาหารกระป๋อง หมายถึง อาหารทีบรรจุในกระป๋อง และผ่านการให้ความร้อน เพื่อทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร ทำให้อาหารมีอายุการเก็บได้นานและปลอดภัยต่อการบริโภค

1. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้ออาหารกระป๋อง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่มีเวลาในการประกอบอาหาร

( ) ไม่มีสถานที่ในการประกอบอาหาร

( ) ราคาไม่แพง

( ) เก็บรักษาได้นาน

( ) เปลี่ยนรสชาติ

( ) หาซื้อได้สะดวก

( ) สะอาด

( ) คุณภาพแน่นอน

( ) อื่นๆ ระบุ.....

2. อาหารมื้อใดที่ท่านหรือคนในครอบครัวของท่าน จะซื้ออาหารกระป๋องมารับประทานบ่อยที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เช้า ( ) กลางวัน

( ) เย็น ( ) ไม่มี

3. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องเพื่อมาบริโภค บ่อยแค่ไหน

( ) 1 ครั้ง / เดือน ( ) 2 ครั้ง / เดือน

( ) 3 ครั้ง / เดือน ( ) มากกว่า 3 ครั้ง / เดือน

4. อาหารกระป๋องชนิดใดที่ท่านซื้อมารับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ผักกระป๋อง ( ) ผลไม้ กระป๋อง

( ) แกงชนิดต่างๆบรรจุกระป๋อง ( ) เนื้อสัตว์บรรจุกระป๋อง

( ) ปลาบรรจุในซ้อสชนิดต่างๆบรรจุกระป๋อง

( ) อื่นๆ ระบุ.....

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

คำอธิบาย : ใยอาหาร คือเส้นใยจากพืชซึ่งจะไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแต่จะย่อยได้บางส่วนด้วยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการป้องกันโรคต่างๆเช่นลดอาการท้องผูก เบาหวาน กำจัดคลอ

แรสเตอรอล เป็นต้น แหล่งของใยอาหารได้แก่ ธัญพืช ต่างๆ และผลไม้ เช่น พรุน ส้ม แอบเปิ้ล สตอรเบอรี่ เป็นต้น

5. ท่านคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ท่านเลือกรับประทานหรือไม่

( ) คำนึง ( ) ไม่คำนึง เพราะ.....

6. ท่านให้ความสนใจในการรับประทานอาหารซึ่งประกอบด้วยใยอาหารหรือไม่

( ) สนใจ ( ) ไม่สนใจ เพราะ.....

7. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาหรือไม่

( ) ชอบ ( ) เฉยๆ ( ) ไม่ชอบ เพราะ .....

8. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ห่อหมกปลาหรือไม่

( ) ชอบ ( ) เฉยๆ ( ) ไม่ชอบ เพราะ .....

9. เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ห่อหมก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) คุณค่าทางอาหาร

( ) ความสะดวกในการซื้อ

( ) ความสะดวกในการบริโภค

( ) อายุเก็บรักษา

( ) รสชาติ

( ) ลักษณะปรากฏ เช่น สี

( ) ราคา

( ) ภาชนะบรรจุ

( ) ความสะอาด

ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

10. กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้และขีดเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน มากที่สุด

ความชอบ ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม									

11. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ชิมนี้เพียงใด โปรดระบุการยอมรับ

ระดับการยอมรับ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
กรุณาใส่เครื่องหมาย /					

12. ถ้ามีผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จำหน่ายในราคา กระป๋องละ 15 บาท ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

13. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

14. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 - 25 ปี

( ) 26 - 30 ปี ( ) 31 – 35 ปี

( ) 36 – 40 ปี ( ) มากกว่า 40 ปีขึ้นไป

15. อาชีพ

( ) นักศึกษา ( ) ลูกจ้าง ( ) ข้าราชการ

( ) อิสระ ( ) อื่นๆ ระบุ.....

16. รายได้ต่อเดือนของท่าน

( ) ต่ำกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท

( ) 10,001 – 15.000 บาท ( ) 15,001 –20,000 บาท

( ) มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไป

17. ท่านเสียค่าใช้จ่ายสำหรับอาหารต่อวันประมาณเท่าไร

( ) ต่ำกว่า 50 บาท ( ) 50 – 80 บาท

( ) 81 -120 บาท ( ) มากกว่า 120 บาท

18. จำนวนบุคคลในครอบครัวของท่าน

( ) 1 คน ( ) 2 – 3 คน

( ) 4 - 6 คน ( ) มากกว่า 6 คน

ขอบคุณ

ภาคผนวก ซ การประเมินต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋องจากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ของการผลิตซูริมิ (เฉพาะวัสดุสิ้นเปลือง)

ซ1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตที่นำมาคำนวณมี 3 ส่วนดังนี้

1. ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋องจากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ของการผลิตซูริมิ มีราคาดังตารางภาคผนวก 1

ตารางภาคผนวก 1 ราคาวัตถุดิบที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์

Price of raw material

Raw material	Price (bahts/Kg.)
Surimi by-product	4
Konjac powder	1,000
Red curry paste	75
Egg (egg white and yolk)	40
Coconut powder	166
Sugar	14
Salt	12
Sweet basil leave	25
Kaffir leaf	30
Red chilly	35

ต้นทุนวัตถุดิบของการผลิตนี้คำนวณโดยนำปริมาณวัตถุดิบที่ประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์ 1 กระป๋อง (หนัก 180 กรัม) มาคูณด้วยราคาวัตถุดิบดังกล่าว แต่ละรายการแล้วนำมารวมกันเป็นต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด ดังตารางภาคผนวก 2

ตารางภาคผนวก 2 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบ ของการผลิตผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋อง จากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ ของการผลิตซูริมิ

Calculation of production cost of high dietary fiber canned hormok from surimi by-product.

Raw material	Content /can (180 g)		cost
	Percents	Contents(g)	(bahts)
Surimi by-product	56.2	101.16	0.40
Soaked konjac	6.2	11.16	0.56
Coconut milk	12.5	22.50	1.35
Red curry paste	6.3	11.34	0.85
Egg white	6.2	11.16	0.45
Yolk	6.2	11.16	0.45
Sugar	1.2	2.16	0.03
Salt	1.9	3.42	0.04
Vegetable (sweet basil leaves, kaffir leave , chilies)	3.3	5.94	0.27
Total	100	180	4.40

การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบของการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ มีรายละเอียดของการคำนวณที่ต้องพิจารณาดังนี้

1.1 การเตรียมบุกอิ่มตัว ใช้บุกผง 1 กรัม เติมน้ำได้เป็นบุกอิ่มตัว 20 กรัมดังนั้นบุกอิ่มตัวมีต้นทุนประมาณ กิโลกรัมละ 50 บาท

1.2 การเตรียมน้ำกะทิ ใช้กะทิผง 60 กรัมเติมน้ำเพื่อให้ได้น้ำกะทิ 160 กรัม น้ำกะทิจึงมีต้นทุนกิโลกรัมละ 60 บาท

1.3 การเตรียมผัก

- โหรพา 1 กิโลกรัม เตรียมเป็นใบโหรพาลวกได้ 550 กรัม ดังนั้นใบโหรพาลวก มีต้นทุนประมาณกิโลกรัมละ 45 บาท
- ใบมะกรูด (ทั้งก้าน) 1 กิโลกรัมเตรียมได้ใบมะกรูดหั่นฝอย 660 กรัม ใบมะกรูด หั่นฝอยจึงมีต้นทุนประมาณ กิโลกรัมละ 45 บาท
- พริกชี้ฟ้าแดง 1 กิโลกรัม เตรียมได้พริกชี้ฟ้าหั่น 780 กรัม และมีต้นทุนประมาณ กิโลกรัมละ 45 บาท

2. ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ มีราคาดังนี้

กระป๋องขนาด 307 X 113 ราคาใบละ 2.20 บาท

ฝากระป๋องขนาด 307 X 113 ราคาฝาละ 0.90 บาท

ตารางภาคผนวก 3 อัตราค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับประเภทกิจการขนาดเล็ก

Rate of electric price.

Units (Kilowatt/hr.)	Price/unit (bahts)
0-150	1.6047
151-400	2.7781
>400	2.9780

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2543)

3. ต้นทุนค่าพลังงานในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

ในกระบวนการผลิต มีขั้นตอนที่ใช้พลังงานคือ การสับผสม การปิดฝากระป๋อง และการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์ การคำนวณพลังงานในขั้นตอนการสับผสมและการปิดฝากระป๋อง โดยการคูณกำลังเครื่องจักรกับเวลาที่ใช้เครื่องจักรและหารด้วยความสามารถของเครื่องจักรต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 กระป๋อง และคูณด้วยอัตราค่ากระแสไฟฟ้า ในอัตราที่แสดงดังตารางภาคผนวก 3 สำหรับต้นทุนการให้ความ

ร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ ทำโดยการสอบถามจากโรงงานแปรรูปอาหารกระป๋องในจังหวัดสงขลา

ช2 การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์

การคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ผลิตห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋อง จากผลพลอยได้ของการทำบริสุทธิ์ของการผลิตซูริมิ มีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องสับผสม มีกำลัง 1 HP หรือ 0.7457 วัตต์/ชั่วโมงใช้เวลา 25 นาที บดผสมผลพลอยได้กับเกลือได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม เพื่อใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ ประมาณ 35 กระป๋อง ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ

$$\frac{0.7457 \text{ X } (25/60) \text{ X } 1.6047}{35} = 0.02 \text{ บาท}$$

- เครื่องปิดฝากระป๋อง มีกำลัง 3 HP หรือ 2.2371 วัตต์/ชั่วโมง ใช้เวลาปิดฝากระป๋องละ 3 นาที ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ

$$\frac{2.2371 \text{ X } (3/60) \text{ X } 1.6047}{1} = 0.18 \text{ บาท}$$

- การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ การประเมินต้นทุนโดยสอบถามจากโรงงานแปรรูปอาหารกระป๋องในสงขลา

การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ขนาด 307 X 113 บรรจุ 180 กรัม ที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส นาน 65 นาที และการทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะใช้พลังงานน้ำและไฟมีมูลค่าประมาณ 0.35 บาท/กระป๋อง

ภาคผนวก ฌ การหาค่า F_0

รายละเอียดของการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋อง จากผลพลอยได้ของการผลิตซูริมิ

ตารางภาคผนวก 4 รายละเอียดการหาค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์หมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋อง จากผลพลอยได้ของการผลิตซูริมิ

Data of heat penetration of high dietary canned hor-mok from surimi by-product.

Product	High dietary canned hor-mok from surimi by-product.
Can size	307x113 (2-pcs)
Number of cans	12
Style of stacking	Brick-stacked
Max. Filling weight (gm)	180
Net weight (gm)	180
pH	5.6
Process Temp./Time	118.($^{\circ}$C)/ 65 mins
Initial Temp.($^{\circ}$C)	29.9
Come-up-time (mins)	9
Heating parameter	
Fh	25.2
F_2	-
J	1.510
Xbh	
Lethlity (F_0)	11.5 (F)

ตารางภาคผนวก 5 รายละเอียดการวัดอุณหภูมิห่อหมกกระป๋องระหว่างการให้ความร้อน เพื่อหาค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่1

Heat penetration data sheet of high dietary canned hor-mok from surimi by-product, the first study.

Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp
1	28.3	21	94.0	41	115.6	61	117.6
2	28.4	22	96.3	42	115.8	62	-
3	28.8	23	98.5	43	116.1	63	117.7
4	31.3	24	100.4	44	116.2	64	117.6
5	34.4	25	102.1	45	116.4	65	117.7
6	38.4	26	103.7	46	116.6	66	
7	42.8	27	105.3	47	116.7	67	
8	47.1	28	106.6	48	116.8	68	
9	51.2	29	107.8	49	116.9	69	
10	55.1	30	108.9	50	117.1	70	
11	59.3	31	109.9	51	117.1	71	
12	63.7	32	110.8	52	117.2	72	
13	68.1	33	111.6	53	117.3	73	-
14	72.1	34	112.3	54	117.3	74	-
15	75.9	35	113.0	55		75	-
16	79.4	36	113.6	56		76	-
17	82.8	47	114.1	57	117.5	77	-
18	85.8	38	114.5	58	-	78	-
19	88.8	39	114.9	59	117.6	79	-
20	91.5	40	115.3	60	-	80	-

Run 1

IT	28.3	CTV	14.07
Steam on	13.45	Start	14.08
CBD	14.05	Stop	15.08

ตารางภาคผนวก 6 รายละเอียดการวัดอุณหภูมิห่อหมกกระป๋องระหว่างการให้ความร้อน เพื่อหาค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่2

Heat penetration data sheet of high dietary canned hor-mok from surimi by-product, the second study.

Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp
1	29.8	21	85.7	41	112.5	61	117.1
2	30.1	22	88.1	42	113.0	62	117.1
3	31.0	23	90.5	43	113.5	63	117.2
4	32.8	24	92.7	44	113.9	64	117.3
5	39.6	25	94.7	45	114.2	65	117.3
6	39.0	26	96.7	46	114.5	66	-
7	42.5	27	98.5	47	114.8	67	117.4
8	46.1	28	100.1	48	115.1	68	-
9	49.2	29	101.7	49	115.3	69	117.5
10	51.6	30	103.1	50	115.6	70	-
11	55.3	31	104.4	51	115.8	71	117.6
12	59.4	32	105.6	52	116.0	72	-
13	62.9	33	106.6	53	116.1	73	-
14	65.8	34	107.6	54	116.3	74	-
15	68.7	35	108.6	55	116.4	75	-
16	72.1	36	109.4	56	116.6	76	-
17	74.8	47	110.1	57	116.7	77	-
18	77.9	38	110.8	58	116.8	78	-
19	80.6	39	111.5	59	116.9	79	-
20	83.2	40	112.0	60	117.0	80	-

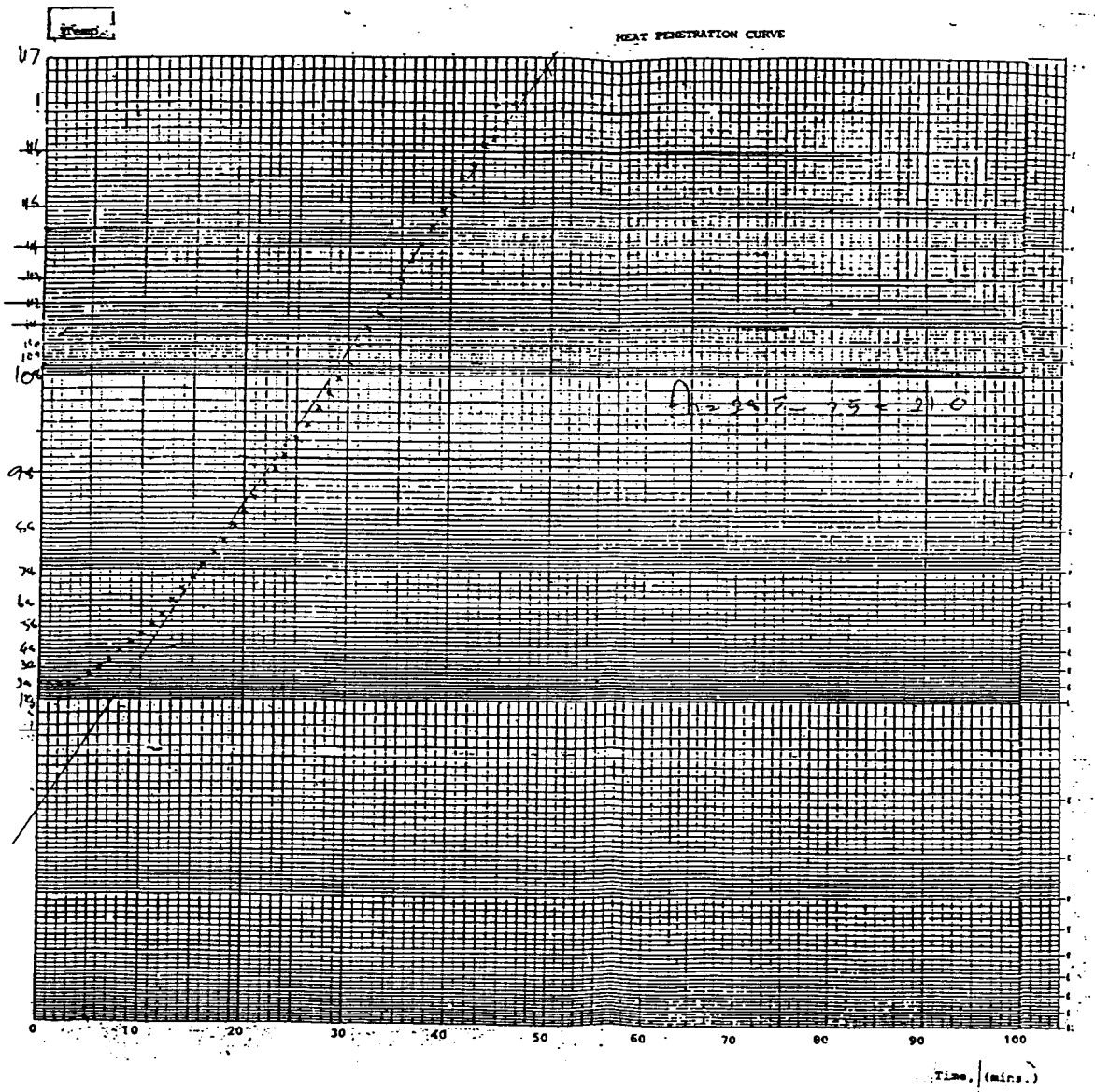
Run 2

T	29.9	CTV	15.57
Steam on	15.45	Start	15.58
CBD	15.55	Stop	17.03

จากอุณหภูมิของอาหารที่วัดได้ในทุก 1 นาทีสามารถนำไปเขียนลงบนกราฟเพื่อหาค่า IT ของข้อมูลทั้ง 2 ชุด แสดงไว้ในกราฟที่ 1 และ 2 ดังภาพประกอบผนวก3 และ4

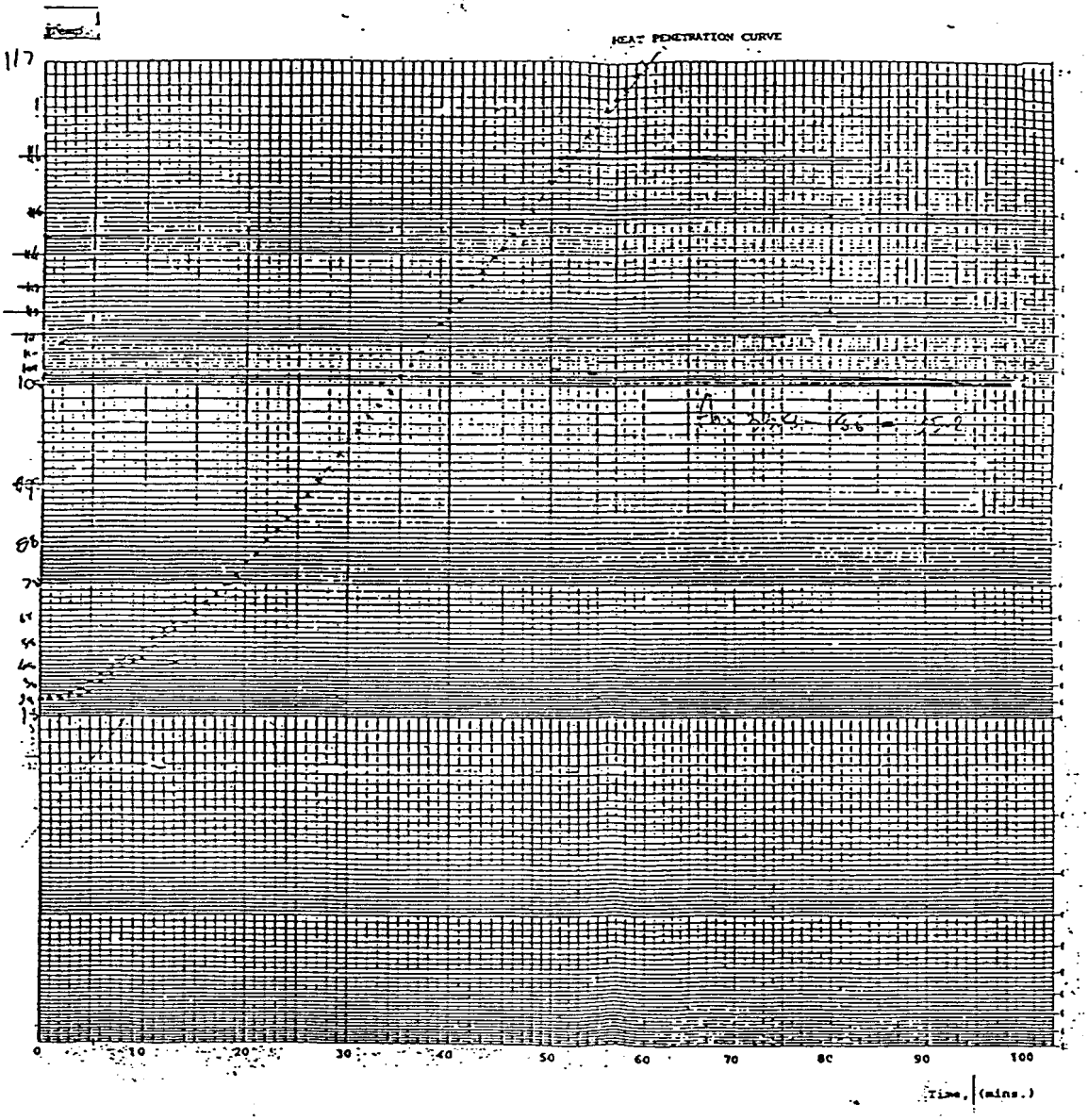
ภาพประกอบผนวก 3 กราฟของอุณหภูมิของอาหารที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละนาทีของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ครั้งที่1

Innovation curve of product temperature on the first study.



ภาพประกอบผนวก 4 กราฟของอุณหภูมิของอาหารที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละนาทีของการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ครั้งที่1

Innovation curve of product temperature on the second study.



การคำนวณค่า F_0

Product name : high dietary fiber canned hor-mok

Can size : 307x113

Run : 1

Process temp./time : 118°C/ 65 mins

CUT : 9 mins Fi = 2.046

IT : 29.9°C fh = 21.0

IT´ -7.0 °C f2 = -

Corrected zero: 9x 0.58 = 5.22 mins Xbh = -

$$j = \frac{RT - I}{RT - IT} = \frac{118 - -7.0}{118 - 28.3} = \frac{125.0}{89.7}$$

$$= 1.394$$

Log g $= \mathbf{Log[j*(RT-IT)*1.8] - B/fh}$

$$= Log[(1.8x\ 118 - 28.3) \times 1.394] - \frac{65}{21.0}$$

$$= -0.7431$$

fh/U $= 0.6965$

$$F_0 = \frac{fh}{(fh/U)xFi}$$

$$= \frac{21}{0.697x\ 2.046}$$

$$= 14.74$$

Run : 2

Process temp./time : 118°C/ 65 mins Fi = 2.046

CUT : 9 mins fh = 25.2

IT : 29.9°C f2 = -

IT′ -15.0°C Xbh = -

Corrected zero: 9x 0.58 = 5.22 mins

$$j = \frac{RT - I}{RT - IT} = \frac{118 - -15.0}{118 - 29.9} = \frac{133.0}{88.1}$$

$$= 1.510$$

$$\text{Log } g = \text{Log}[j*(RT-IT)*1.8] - B/fh$$

$$= \text{Log}[(1.8x\ 118 - 29.9) \times 1.510] - \frac{65}{25.2}$$

$$= -0.2002$$

$$fh/U = 1.07$$

$$F_0 = \frac{fh}{(fh/U)xFi}$$

$$= \frac{25.2}{1.07x\ 2.046}$$

$$= 11.51$$

พิจารณาเลือกใช้ค่า F_0 ที่น้อย

ภาคผนวก ญ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ภาคผนวก ญ ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 7 ค่าความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ห่อหมกใยอาหารสูงบรรจุกระป๋องจากผลพลอยได้จากการทำบริสุทธิ์ของกระบวนการผลิตซูริมิ

Quality	SV	df	SS	MS	F
Cohesiveness	**Block**	9	3.40	0.37	1.06 ^{ns}
	Treatment	5	3.28	0.65	1.85 **
	Replication	2	0.86	0.43	1.23 ^{ns}
	Error	163	57.90	0.35	
	Total	180	242.18		
Hardness	**Block**	9	3.1E-02	3.5E-03	1.63 ^{ns}
	Treatment	5	2.60	0.52	242.0 **
	Replication	2	3.4E-02	1.7E-02	0.79 ^{ns}
	Error	163	0.31	2.1E-03	
	Total	180	193.4		
Gritteness	**Block**	9	1.38	0.15	1.38 ^{ns}
	Treatment	5	44.07	8.81	79.08 **
	Replication	2	0.62	0.31	2.82 ^{ns}
	Error	163	18.17	0.11	
	Total	180	854.0		

Quality	SV	df	SS	MS	F
Scale softness	**Block**	9	3.26	0.36	0.96 ^{ns}
	Treatment	5	1.28	0.25	0.68 ^{ns}
	Replication	2	2.18	1.09	2.91 ^{ns}
	Error	163	61.14		
	Total	180	242.5		
Water drip	**Block**	9	7.1E-02	7.9E-03	0.93 ^{ns}
	Treatment	5	13.53	2.70	318.8 **
	Replication	2	3.7E-02	1.8E-02	2.18 ^{ns}
	Error	163	1.38	8.4E-03	
	Total	180	370.8		
Fishy	**Block**	9	0.00	0.00	
	Treatment	5	0.00	0.00	
	Replication	2	0.00	0.00	
	Error	163	0.00	0.00	
	Total	180	180.0		
Konjac smell	**Block**	9	0.00	0.00	
	Treatment	5	0.00	0.00	
	Replication	2	0.00	0.00	
	Error	163	0.00	0.00	
	Total	180	180.0		

Quality	SV	df	SS	MS	F
Color	Block	9	0.10	1.1E-02	1.31^{ns}
	Treatment	5	0.32	6.5E-02	7.35**
	Replication	2	3.3E-02	1.6E-02	1.86^{ns}
	Error	163	0.00	8.9E-02	
	Total	180	180.0		

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.05$)

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)