

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติของสสารชั้นต่ำปะหลัง

การวิเคราะห์องค์ประกอบและสมบัติของสสารไขมันลำปะหลัง

ก1. การหาปริมาณความชื้น (AACC, 2000) Method 44-15A

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

1.1.2 ภาชนะใส่ตัวอย่าง (moisture can) ทำด้วยอลูมิเนียม

1.1.3 เดสิคเคเตอร์ (desiccator)

1.2 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของภาชนะใส่ตัวอย่างพร้อมฝาหลังอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งตัวอย่างสสารลงในภาชนะใส่ตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงโดยเปิดฝาภาชนะไว้ เมื่อครบเวลาจึงนำออกจากตู้อบแล้วปิดฝาภาชนะและนำมาใส่ในเดสิคเคเตอร์ทันที ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วจึงนำไปชั่ง คำนวณปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไป โดย A เป็นน้ำหนักที่หายไป (กรัม) และ B เป็นน้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = (A/B) \times 100$$

ก2. การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส (apparent amylose) (Juliano, 1971)

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 ขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

2.1.2 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectronic 22)

2.1.3 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

2.1.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

2.2 สารเคมี

2.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ความเข้มข้นร้อยละ 95

2.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่ง NaOH หนัก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

2.2.3 กรดแอซิดิกกลั่น (glacial acetic acid) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยตวงกรดแอซิดิกกลั่นปริมาตร 60 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

2.2.4 แอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง (pure potato amylose) ของ Sigma, USA

2.2.5 สารละลายไอโอดีน เตรียมโดยชั่งไอโอดีน (I_2) 0.2 กรัมและโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0 กรัม ผสมสารทั้งสองเข้ากันแล้วละลายในน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2.3 วิธีการวิเคราะห์

2.3.1 ชั่งตัวอย่างสตาร์ช 0.1000 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่ในขวด (flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.3.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อเกลี่ยสตาร์ชให้กระจายออก ระวังอย่าให้สตาร์ชขึ้นมาเกาะตามผนังขวด

2.3.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัลจำนวน 9 มิลลิลิตร

2.3.4 นำสารละลายสตาร์ชไปให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาทีแล้วทิ้งไว้ให้เย็น

2.3.5 ถ่ายสารละลายสตาร์ชลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตรและผสมให้เข้ากัน

2.3.6 ดูดสารละลายสตาร์ชปริมาตร 5 มิลลิลิตรลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

2.3.7 เติมกรดแอซิดิกความเข้มข้น 1 นอร์มัลจำนวน 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนจำนวน 2 มิลลิลิตร

2.3.8 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

2.3.9 ทำแบลงค์ (blank) โดยนำขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรมาเติมกรดแอซิดิกความเข้มข้น 1 นอร์มัล 2 มิลลิลิตรและเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2.3.10 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm) โดยปรับค่าของแบลงค์เป็น 0

2.3.11 นำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่าปริมาณแอมิโลสโดยนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.4 การเขียนกราฟมาตรฐาน (standard curve)

2.4.1 ชั่งแอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่งจำนวน 0.0400 กรัมใส่ในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรและดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.3.2-2.3.4 แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

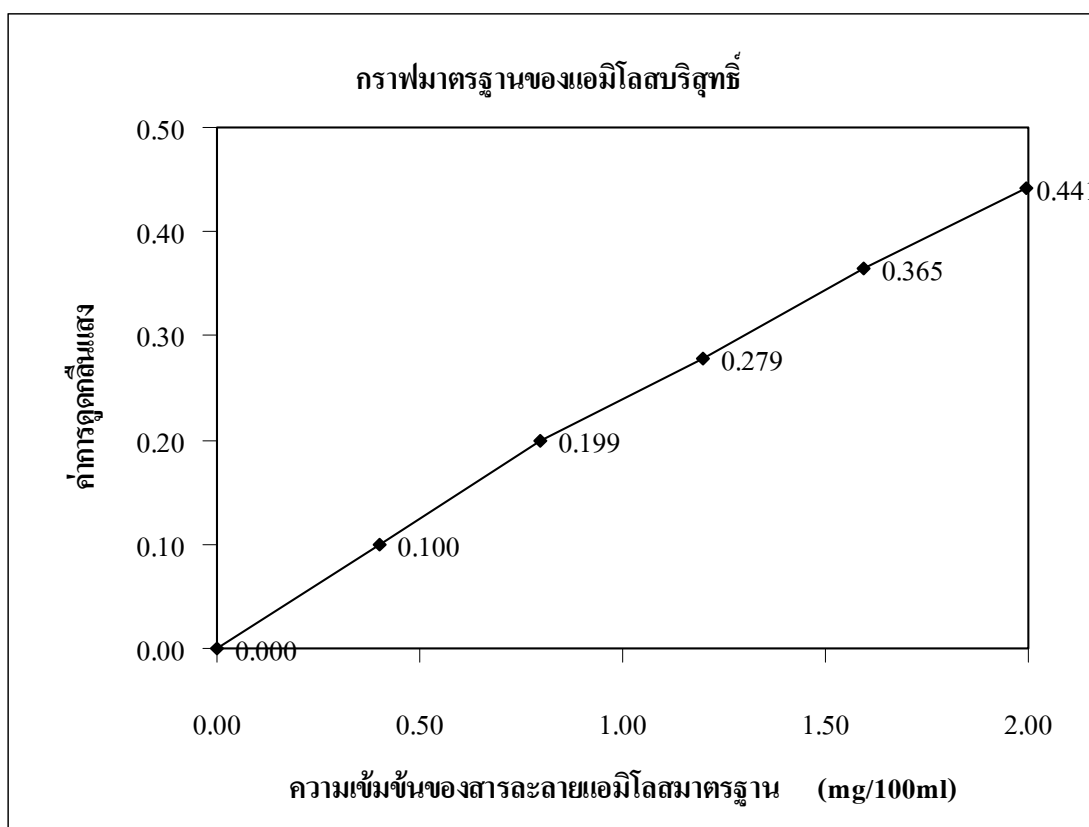
2.4.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรใส่ในขวดกำหนดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมกรดแอซิดิกความเข้มข้น 1 นอร์มัลปริมาณ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตรลงในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีน 2.0 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

2.4.3 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

2.4.4 เขียนกราฟระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายแอมิโลสมาตรฐาน (แกน x) และค่าการดูดกลืนแสง (แกน y)

2.5 วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณแอมิโลส} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่อ่านได้จากสารละลายแอมิโลสมาตรฐาน} \times 10}{\text{5} \times \text{น้ำหนักแป้งแห้ง (กรัม)}}$$



ภาพผนวกที่ ก1 ปริมาณเอมิโลสและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

ก3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีการของ AACC, 2000 Method 46-12

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องย่อยสลาย Buchi

3.1.2 หลอด Kjeldahl สำหรับย่อย

3.1.3 เครื่องกลั่นอัตโนมัติ Buchi

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 กรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 95
- 3.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35
- 3.2.3 สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
- 3.2.4 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล
- 3.2.5 คอปเปอร์ซัลเฟต
- 3.2.6 โพแทสเซียมซัลเฟต
- 3.2.7 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมทิลเรดและโบรโมครีซอลกรีน

3.3 วิธีการวิเคราะห์

- 3.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ให้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ลงไปในหลอดย่อย ระวังอย่าให้ติดข้างหลอด
- 3.3.2 ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งประกอบด้วยโพแทสเซียมซัลเฟต 10 กรัมและคอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 รวมทั้งเม็ดลูกแก้วกันเดือด (glass bead) 2 เม็ด และเติมกรดซัลฟูริกประมาณ 20-25 มิลลิลิตร
- 3.3.3 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดเครื่องย่อยจนกระทั่งได้สารละลายสีเขียวใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 60-75 มิลลิลิตร (หรือเติมเป็น 3 เท่าของกรด)
- 3.3.4 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดเครื่องกลั่น แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 จนสารละลายในหลอดย่อยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล
- 3.3.5 รองรับสิ่งกลั่นด้วยขวด (flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร โดยกลั่นประมาณ 5 นาที
- 3.3.6 นำไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัลจนกระทั่งได้สารละลายสีเทา (จุดยุติ) บันทึกปริมาณกรดที่ใช้แล้วนำไปคำนวณหาร้อยละของไนโตรเจน

3.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณไนโตรเจน} = \frac{(S-B) \times N \times 1.401}{W}$$

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = \text{ร้อยละของปริมาณไนโตรเจน} \times 5.95$$

เมื่อ S หมายถึง ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B หมายถึง ปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับเบลงค์

N หมายถึง ความเข้มข้นเป็นนอร์มัลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน

W หมายถึง น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

ก4. การหาปริมาณไขมันในแป้ง

ดัดแปลงจากวิธีการของ AACC, 2000 Method 30-25

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 เครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน (Soxtec System HT2; 1045 Extraction unit)

4.1.2 เครื่องทำความเย็น

4.1.3 extraction cup

4.1.4 thimble

4.1.5 เดซิเคเตอร์ (desicator)

4.2 สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือดในช่วง 40-60 องศาเซลเซียส

4.3 วิธีการวิเคราะห์

4.3.1 อป extraction cup และทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักไว้ (W_1)

4.3.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ลงบนกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด บันทึกน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน (W_2) แล้วนำมาใส่ลงใน thimble

4.3.3 นำ thimble ใส่ใน extraction unit แล้วเติมปิโตรเลียมอีเธอร์ปริมาตร 45 มิลลิลิตร ลงใน extraction cup

4.3.4 นำ extraction cup เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ทำการสกัดเป็นเวลา 20 นาที และทำการชะล้างเป็นเวลา 45 นาที นำ extraction cup ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อระเหยตัวทำละลายออกไป ทิ้ง extraction cup ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และนำไปชั่งน้ำหนัก (W_3)

4.4 วิธีการคำนวณ

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

เมื่อ

W_1 หมายถึง น้ำหนัก extraction cup หน่วยเป็นกรัม

W_2 หมายถึง น้ำหนักตัวอย่างที่วิเคราะห์ หน่วยเป็นกรัม

W_3 หมายถึง น้ำหนัก extraction cup และไขมันที่สกัดได้ หน่วยเป็นกรัม

ก5. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AACC, 2000)

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 เตา muffle furnace

5.1.2 เตาไฟฟ้าให้ความร้อนแบบแผ่นราบ

5.1.3 เป้า (crucible)

5.1.4 เดซิเคเตอร์

5.2 วิธีการวิเคราะห์

5.2.1 เเผาแป้งในเตา muffle furnace ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

5.2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 5 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ใส่ลงในเบ้าแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อน ๆ จนหมดควัน

5.2.3 นำไปเผาในเตา muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนกว่าได้แก่เป็นสีขาวหรือสีเทา

5.2.4 นำเบ้าออกมาใส่ในเดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

5.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละของน้ำหนักรวม)} = \frac{(W_2 - W_0) \times 100}{(W_1 - W_0)}$$

เมื่อ

W_0 หมายถึง น้ำหนักของเบ้า หน่วยเป็นกรัม

W_1 หมายถึง น้ำหนักของเบ้าและตัวอย่างก่อนเผา หน่วยเป็นกรัม

W_2 หมายถึง น้ำหนักของเบ้าและตัวอย่างหลังจากเผาจนได้น้ำหนักคงที่ หน่วยเป็นกรัม

ก6. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืด (AACC, 2000)

6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว (Rapid visco analyzer, RVA3D, Newport Scientific Instruments & Engineering, Australia)

6.2 วิธีการวิเคราะห์

6.2.1 ตัวอย่างสตาร์ชมันสำปะหลังที่ใช้วิเคราะห์ต้องผ่านการบดจนละเอียดจนมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าหรือเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปหาความชื้นตามวิธี AACC (2000) ก่อนการวิเคราะห์

6.2.2 นำสารละลายสตาร์ชผสมแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.00, 0.25 และ 0.50 ปริมาณ 27.5 กรัม ใส่ลงในถ้วยทรงกระบอก จากนั้นใส่ไบพายและสวมไบพายเข้ากับที่ยึดโดยให้ไบพายอยู่กึ่งกลางถ้วยแล้วเริ่มต้นการวิเคราะห์โดยกดมอเตอร์ของเครื่องมือลง โดยสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเวลาดังนี้

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (นาที:วินาที)
50.0 (อุณหภูมิเริ่มต้น)	
50.0	1:00
95.0	4:45
95.0	7:15
50.0	11:00
สิ้นสุดการทดสอบ	12:30

หมายเหตุ ความเร็วรอบเริ่มต้นที่ใช้คือ 960 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นใช้ความเร็วรอบเท่ากับ 160 รอบต่อนาทีคงที่ตลอดการทดสอบ

6.2.3 บันทึกอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความร้อน (pasting temperature) ความหนืดสูงสุดขณะให้ความร้อน (peak viscosity) ความหนืดต่ำสุด (trough) ความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ค่าความหนืดลดลง (breakdown) เป็นความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและต่ำสุด และค่าเซตแบค (setback) เป็นความแตกต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายและความหนืดต่ำสุด