## ภาคผนวก ก.วิธีการวิเคราะห์

**1. การวิเคราะห์ความชื้นโดยวิธี Air oven method (A.O.A.C 925.09.,2000)**

**อุปกรณ์และสารเคมี**

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น
2. ตู้อบไฟฟ้า
3.โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

**วิธีการ**

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 5 C นาน 2-3 ชม.นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้นหลังจากนั้นชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 C นาน 5-6 ชม.

5. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก

6. อบซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาทีและทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน1-3มิลลิกรัม

7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

**2.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยวิธี Direc method (A.O.A.C.923.03.,2000)**

**อุปกรณ์**

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
3. เตาไฟฟ้า (Hot plate)
4. โถดูดความชื้น (Desicator)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

**วิธีการ**

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600องศาเซลเซียส

C และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

4. คำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร

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

**3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method** (A.O.A.C.920.87.,2000)

**อุปกรณ์**

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. ปิเปตขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
6. บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
8. ลูกแก้ว
9. บีกเกอร์
10. กระดาษกรอง

**สารเคมี**

1. สารเร่งปฏิกิริยา (ใช้สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต: โพแทสเซียมซัลเฟต อัตราส่วน 1:10)
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 96-97 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
5. สารละลายกรดบอริก ($H_2BO_3$) เข้มข้นร้อยละ 4
6. อินดิเคเตอร์ (สารผสมระหว่าง Bromocresolresin : Methyl red : Methylein blue อัตราส่วน 0.1: 0.125 : 0.028 ใน Ethyl alcohol 100 มิลลิลิตร)

**วิธีการ**

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 3-4 กรัม ห่อให้มิดชิดใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยาลงไป 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 20-25 มิลลิลิตร
4. ใส่ลูกแก้ว นำไปย่อยบนเตาเผาในตู้ควัน จนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
5. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อยโปรตีน
6. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อยโปรตีน
7. นำขวดรูปชมพู่ ซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตรเติม

อินดิเคเตอร์2-3 หยด นำไปกลั่นลงในขวดที่รองรับ

8. กลั่นนานประมาณ 10 นาที ล้างปลายชุดควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดที่รองรับ

9. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง บันทึกปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไป

10. ทำแบลงค์ตามข้อ 1-9 โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

11. คำนวณปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)} = \frac{(A-B)xN \times 14.007 \times F}{Wt}$$

เมื่อ A = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มัล)

F = ค่าแฟคเตอร์ (F= 6.25)

Wt = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

**4.การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Solvent extraction** (A.O.A.C.923.05.,2000)

**อุปกรณ์**

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมันประกอบด้วยขวดกลมสำหรับใส่สารตัวทำละลายได้แก่ ซอคเลต (Soxhlet) อุปกรณ์ควบแน่น (องศาสเซลเซียสondenser) และเตาให้ความร้อน (Heating mantle)

2. หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraองศาสเซลเซียสation thimble)

3. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)

4.โถดูดความชื้น (Desicator)

5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

6. สำลี

**สารเคมี**

ปิโตรเลียมอีเทอร์

**วิธีการ**

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ขนาด 250 มิลลิลิตร ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักจนกระทั่งได้น้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าตัวอย่างที่ใช้เป็นอาหารที่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นชนิดที่มีไขมันน้อยใช้ 3-5 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3. นำหลอดใส่ตัวอย่างลงในซอคเลต

4. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

5.ประกอบเข้าชุดกับชุดสกัดไขมันพร้อมกับเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิตช์ให้ความร้อน

6.ใช้เวลาในการสกัดไขมันนานประมาณ 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารตัวทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

7. เมื่อสกัดจนครบ 14 ชั่วโมงแล้ว นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอคเลต ทิ้งให้ตัวทำละลายไหลจากซอคเลตลงในขวดกลมจนหมด

8. ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระแบบสุญญากาศ

9. นำขวดกลมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักกระทำซ้ำจนกระทั่งได้น้ำน้ำหนักคงที่

10.คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) = $\frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$

**5. การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (ดัดแปลงวิธี International Standard Organization, 1987)**

**อุปกรณ์**

1.ขวดแก้ววัดปริมาตรพร้อมจุก ขนาด 50 และ 100 มล.

2.ปิเปต

3.สเปคโตโฟโตมิเตอร์

4.อ่างน้ำร้อน

5.บีกเกอร์

6.เครื่องชั่ง

**สารเคมี**

1. อะมิโลสบริสุทธิ์
2. อะมิโลเพคตินจากสตาร์ชข้าวเหนียว
3. เอธานอล
4. 1 M NaOH
5. 1 M Acetic acid
6. น้ำกลั่น
7. ไอโอดีน

**วิธีการ**

1.การเตรียมกราฟมาตรฐานอะมิโลส

1.1 ชั่งอะมิโลสบริสุทธิ์ 100 มิลลิกรัมใส่ในบีกเกอร์ ปิเปตเอธานอล 1 มิลลิลิตรและปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ 9 มิลลิลิตร เติมในตัวอย่าง นำมาต้มที่อุณหภูมิ 95 C นาน 30 นาที วางทิ้งไว้ 1 คืน แล้วเปลี่ยนมาใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.2 ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.1 แต่เปลี่ยนจากอะมิโลสบริสุทธิ์เป็นสตาร์ชข้าวเหนียวแทน

1.3 นำทั้งสองมาผสมกันตามสัดส่วนตามตารางที่ 1

1.4 ปิเปตสารมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เติมกรดอะซิติคเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ไว้แล้วเติมไอโอดีน 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาที

1.5 วัดความเข้มข้นของสารละลาย โดยใช้สเปคโตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสง 535 นาโนเมตร อ่านค่าเป็นแอ็บซอร์เบ็นท์ (absorbent)

1.6 เขียนกราฟระหว่างค่าปริมาณอะมิโลสและค่าแอ็บซอร์เบ็นท์ (absorbent)

ตาราง สัดส่วนปริมาณอะมิโลสอะมิโลเพคติน

| อะมิโลส (ml) | อะมิโลเพคติน (ml) |
|---|---|
| 0(0%) | 20(100%) |
| 2(10%) | 18(90%) |
| 4(20%) | 16(80%) |
| 6(30%) | 14(70%) |
| 8(40%) | 12(60%) |
| 10(50%) | 10(50%) |

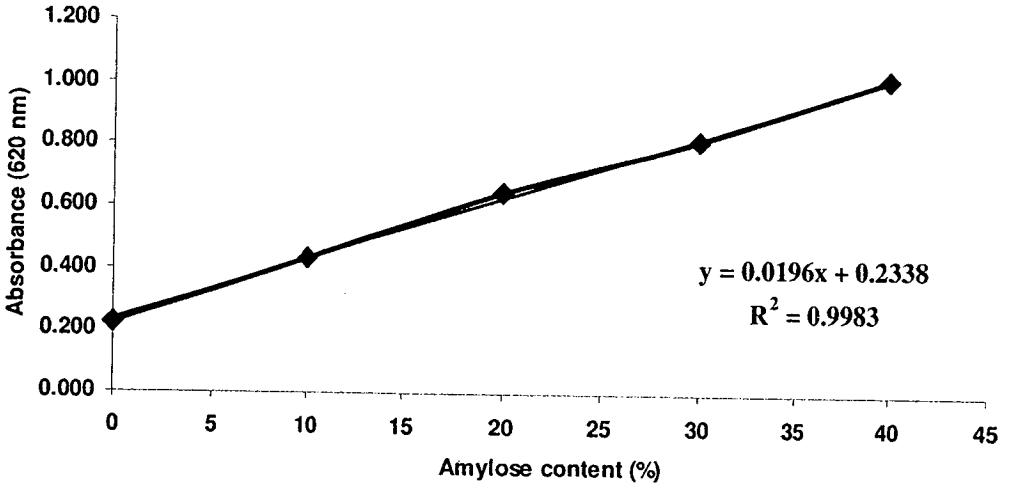
2. การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

2.1 ชั่งสารตัวอย่าง 100 มิลลิกรัมใส่ในบีกเกอร์ ปิเปตเอธานอน 1 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ 9 มิลลิลิตร เติมในตัวอย่างนำมาต้มที่อุณหภูมิ 95 C นาน 30 นาที วางทิ้งไว้ 1 คืน แล้วเปลี่ยนมาใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.2 ปิเปตสารมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เติมกรดอะซิติคเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ไว้แล้วเติมไอโอดีน 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาที

2.3 วัดค่าแอ็บซอร์เบ็นท์ (absorbent) ตามข้อที่ 1.5

2.4 หาปริมาณอะมิโลสจากกราฟมาตรฐาน




**6.การสูญเสียความเป็นผลึกด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบโพลาไรซ์** (ดัดแปลงจาก Sahai *et* al., 1996)

**อุปกรณ์**

1. กล้องจุลทรรศน์แบบโพลาไรซ์ ยี่ห้อ Olympus รุ่น องศาสเซลเซียสH 30
2. แผ่นกระจกสไลด์ (cover slide)
3. หลอดหยด

**สารเคมี**

1. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

2. สารผสมระหว่างกลีเซอรอลและน้ำ (อัตราส่วน 1:1)

**วิธีการ**

การเตรียมตัวอย่างสตาร์ช

นำตัวอย่างสตาร์ชเล็กน้อยวางบนแผ่นกระจกสไลด์ แล้วเติมเอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 หยด เพื่อทำให้ตัวอย่างสตาร์ชกระจาย

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่ได้เติมสารผสมกลีเซอรอลและน้ำ 1 หยด ลงบนตัวอย่างแล้วปิดด้วยกระจกปิดแผ่นสไลด์ จากนั้นนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบโพลาไรซ์ที่กำลังขยาย 400 เท่า ทำการบันทึกภาพของตัวอย่างไว้ด้วยโปรแกรม Life view TVR

**7.โครงสร้างละเอียด ด้วยกล้อง Scanning electron microcope (SEM)** (Sriroth et al., 1999)

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1.เครื่อง Scanning electron microscope (SEM) ยี่ห้อ Leo รุ่น1455 VP

2.โถดูดความชื้น (Desicator)

**วิธีการ**

1.อบตัวอย่างสตาร์ชเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 45 C เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างสตาร์ชไว้ในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง

2.วางตัวอย่างสตาร์ชเล็กน้อยบนฐานวางตัวอย่าง (Stab) เกลี่ยสตาร์ชให้กระจาย แล้วฉาบผิวหน้าตัวอย่างด้วยวิธี Ionspatter-coated with gold

3.นำตัวอย่างสตาร์ชที่เตรียมไว้แล้วมาส่องผ่านกล้อง SEM ที่กำลังขยาย 1000 เท่า และที่ 10 KV

**8.การวิเคราะห์ความหนืด โดยใช้เครื่อง RVA** (Newport Scientific Ltd., 1997)

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

เครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) รุ่น 4D

**วิธีการ**

1.ชั่งตัวอย่างสตาร์ชมาประมาณ 4 กรัม (14%ความชื้น) ขนาดอนุภาคของสตาร์ชพรีเจล ช่วง 150-450 ไมโครเมตร

2. กรณีที่ตัวอย่างมีความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ให้ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 25.00±0.05 มิลลิลิตร ใส่ลงในแคนของเครื่อง RVA ปริมาณของตัวอย่างและน้ำที่ควรคำนึงถึงค่าความชื้นของตัวอย่างด้วย โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรสำหรับความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$M_2 = \frac{(100-14) \times M_1}{(100- M_1)}$$

$W_2 = 25.0 + M_1 - M_2$

เมื่อ $M_1$ = น้ำหนักตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับสตาร์ชแต่ละชนิด

$M_2$ = น้ำหนักที่ถูกต้อง

$W_2$= ปริมาณน้ำที่ถูกต้อง

3. ใส่ตัวอย่างสตาร์ชลงในแคนที่มีน้ำอยู่ ใส่พาย (paddle) ลงในแคน หมุนพายไปมาแรงๆและดึงขึ้นลงเพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับเป็นก้อนที่ผิวน้ำหรือติดอยู่ที่พาย

4. นำแคนที่ใส่พายเข้าเครื่อง RVA ทำงาน ทั้งนี้เลือกใช้โปรไฟล์อุณหภูมิ 25-95-25 ตามข้อแนะนำในคู่มือการใช้เครื่อง เนื่องจากเป็นสตาร์ชพรีเจล

จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่างๆได้ดังนี้ อุณหภูมิ(C) ที่ทำให้สตาร์ชพองตัว (pasting temperature) , ค่าความหนืดที่อุณหภูมิต่ำ (cold peak viscosity) เมื่อสตาร์ชยุบตัว (breakdown) , ความหนืด (RVU) เมื่อสตาร์ชพองตัวสูงสุดขณะอุณหภูมิเพิ่มจาก 25 เป็น 95 องศาเซลเซียส (hot peak viscosity) , ความหนืด (RVU) เมื่อสตาร์ชเย็นตัว (final viscosity) , ความหนืด (RVU) เมื่อสตาร์ชคืนตัว (setback) และความหนืด (RVU) เมื่อสตาร์ชคงตัว (trough)

**9. การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับน้ำ(Water absorption index ; WAI) และการละลายน้ำ (Water soluble index ; WSI )** (ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson และคณะ, 1969)

**วิธีวิเคราะห์**

1. ชั่งตัวอย่างสตาร์ช 0.3 กรัม (คิดเป็นน้ำหนักสตาร์ชแห้ง) ลงในหลอดพลาสติกสำหรับปั่นเหวี่ยง (ที่ทราบน้ำหนักหลอดเริ่มต้นแล้ว) เติมเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2. ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน (12 ชั่วโมง)

3. เหวี่ยงแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 25 C ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที

4. รินส่วนใสแยกไปวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการละลาย (WSI) โดยถ่ายตัววอย่างลงในภาชนะหาความชื้น ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปวิเคราะห์หาความชื้นตามวิธี A.O.A.C (2000)

5. นำตะกอนที่เหลือไปวิเคราะห์หาค่า WAI โดยการชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตะกอน

6. คำนวณค่า WAI และ WSI

$$WAI = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนเปียก (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}}$$

$$WSI = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

**10. ความแข็งแรงของเจล (ดัดแปลงจาก Alves *et al.*, 1999)**

**อุปกรณ์**

1. เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส ( Texture Analyzer)
2. บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

4. ถ้วยพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร

5. Hot plate

**วิธีวิเคราะห์**

1. เตรียมตัวอย่างสตาร์ชพรีเจลที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นน้ำหนักต่อปริมาตรกับน้ำอุณหภูมิ 95 C (ลักษณะเป็นเจล)

2. เทตัวอย่างลงในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร

3. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้องเพื่อให้ตัวอย่างเย็นลงแล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 C นาน 24 ชั่วโมงเพื่อรอวิเคราะห์

4. การกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่อง Texture Analyzer

| | | |
|---|---|---|
| Mode | Measure Force in compression | |
| Option | : | Return to start |
| Pre-test Speed | : | 0.5 mm/s |
| Test Speed | : | 0.5 mm/s |
| Post-test Speed | | 0.5 mm/s |
| Distance | : | 0.8 mm |
| Trigger Type | : | Auto-4 g |
| Tare Mode | : | Auto |
| Data Acquisition Rate | : | 200 pps |
| Accessory | : | 0.5 HS cylinder Probe(0.5HS) using 5 kg load cell |

**11. การขับน้ำออกจากเจล (ดัดแปลงจาก Alves *et* al., 1999)**

**อุปกรณ์**

1. เครื่องเซนตริฟิวส์

2. บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

4. หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร

5.Hot plate

**วิธีวิเคราะห์**

1. เตรียมตัวอย่างสตาร์ชพรีเจลที่ความเข้มข้น 8% w/v กับน้ำอุณหภูมิ 95 C (ลักษณะเป็นเจล)

2. เทตัวอย่างลงในหลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร

3. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้องเพื่อให้ตัวอย่างเย็นลงแล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 C นาน 120 ชั่วโมง

4. นำไปเซนตริฟิวส์ที่ความเร็วรอบ 3200 rpm เป็นเวลา 15 นาที

5. วัดเปอร์เซ็นน้ำที่ถูกขับออกมา

**13 การวิเคราะห์แรงต้านการไหลสูงสุด (Yield stress)**

ผลที่ได้จากการตรวจวัดโดยโปรแกรม Texture Expert จากค่า Max forองศาส เซลเซียส (กรัม) คำนวณเป็นค่า Yield stress (Pa) จากสูตร

Yield stress (Pa) = Max forc (g) / Area of probe ($cm^2$)

การตั้งค่าของ TA- XT2I Setting:

Mode: Measure Force in compression

Option: Hold Unit Time

Pre-Test Speed: 1.0 mm/s

Test Speed : 1.0 mm/s

Post-Test Speed: 10.0 mm/s

Distance : 10 mm

Trigger Type: Auto -40 g

Data Acquisition Rate : 50 ppn

หมายเหตุ : 50 mm cylinder probe (P/50) using 5 kg load cell

## ภาคผนวก ข.

## ผลการทดลองและตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

**ตารางภาคผนวก ข.1** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสมบัติทางความหนืดของสตาร์ชผสมพรีเจลระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูงในระดับที่แตกต่างกัน

| | Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| cold peak Viscosity | Between Groups | 1.094E8 | 10 | 1.094E7 | 49.620 | 0.000 |
| | Within Groups | 4848375.333 | 22 | 220380.697 | | |
| | Total | 1.142E8 | 32 | | | |
| Raw peak Viscosity | Between Groups | 1.668E8 | 10 | 1.668E7 | 267.593 | 0.000 |
| | Within Groups | 1370945.333 | 22 | 62315.697 | | |
| | Total | 1.681E8 | 32 | | | |
| Hold Viscosity | Between Groups | 1.319E7 | 10 | 1319066.685 | 3.012E3 | 0.000 |
| | Within Groups | 9633.333 | 22 | 437.879 | | |
| | Total | 1.320E7 | 32 | | | |
| Breakdown | Between Groups | 2.556E8 | 10 | 2.556E7 | 417.303 | 0.000 |
| | Within Groups | 1347474.667 | 22 | 61248.848 | | |
| | Total | 2.569E8 | 32 | | | |
| Final Viscosity | Between Groups | 3.123E7 | 10 | 3123042.321 | 307.275 | 0.000 |
| | Within Groups | 223600.667 | 22 | 10163.667 | | |
| | Total | 3.145E7 | 32 | | | |
| Setback | Between Groups | 5522354.545 | 10 | 552235.455 | 53.878 | 0.000 |
| | Within Groups | 225495.333 | 22 | 10249.788 | | |
| | Total | 5747849.879 | 32 | | | |
| Peak time | Between Groups | 118.949 | 10 | 11.895 | 514.390 | 0.000 |
| | Within Groups | 0.509 | 22 | 0.023 | | |
| | Total | 119.458 | 32 | | | |
| cold peak area | Between Groups | 5.506E7 | 10 | 5505765.322 | 31.505 | 0.000 |
| | Within Groups | 3844686.093 | 22 | 174758.459 | | |

| | Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Between Groups | 1.094E8 | 10 | 1.094E7 | 49.620 | 0.000 |
| | Within Groups | 4848375.333 | 22 | 220380.697 | | |
| | Total | 5.890E7 | 32 | | | |

| | Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pasting temperature | Between Groups | 0.025 | 10 | 0.002 | 1.269 | 0.305 |
| | Within Groups | 0.043 | 22 | 0.002 | | |
| | Total | 0.068 | 32 | | | |

**ตารางภาคผนวก ข.2** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสามารถในการดูดซับน้ำ (WAI) ของสตาร์ชผสมพรีเจลระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูง

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 69.616 | 10 | 6.962 | 37.562 | 0.000 |
| Within Groups | 6.116 | 33 | 0.185 | | |
| Total | 75.732 | 43 | | | |

**ตารางภาคผนวก ข.3** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสามารถในการละลายน้ำ (WSI) ของสตาร์ชผสมพรีเจลระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูง

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 1018.456 | 10 | 101.846 | 34.299 | 0.000 |
| Within Groups | 97.987 | 33 | 2.969 | | |
| Total | 1116.444 | 43 | | | |

**ตารางภาคผนวก ข.4** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความแข็งแรงของเจลของสตาร์ชผสมพรีเจลระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูง

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 49341.553 | 10 | 4934.155 | 427.397 | 0.000 |
| Within Groups | 253.983 | 22 | 11.545 | | |
| Total | 49595.536 | 32 | | | |

**ตารางภาคผนวก ข.5** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการขับน้ำออกจากเจลของสตาร์ชผสมพรีเจลระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูง

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 3853.370 | 10 | 385.337 | 700.150 | 0.000 |
| Within Groups | 12.108 | 22 | 0.550 | | |
| Total | 3865.478 | 32 | | | |

Table 2 Swelling power and solubility index of cassava and rice mixed starch

| C:R | 60 °C | | 75 °C | | 90 °C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Swelling power | Solubility index | Swelling power | Solubility index | Swelling power | Solubility index |
| 100:0 | 9.01±1.11$^{f}$ | 4.00±0.82$^{h}$ | 18.96±2.59$^{e}$ | 12.31±4.25$^{e}$ | 27.43±1.69$^{e}$ | 19.44±0.70$^{h}$ |
| 90:10 | 8.78±1.01$^{ef}$ | 3.78±0.13$^{gh}$ | 16.32±0.19$^{d}$ | 9.75±1.36$^{d}$ | 25.01±0.31$^{d}$ | 14.24±1.25$^{g}$ |
| 80:20 | 8.22±0.39$^{ef}$ | 3.72±0.28$^{gh}$ | 15.00±2.47$^{d}$ | 8.75±1.64$^{d}$ | 24.00±0.67$^{d}$ | 11.29±2.22$^{f}$ |
| 70:30 | 7.84±0.52$^{def}$ | 3.43±0.36$^{fgh}$ | 14.77±0.74$^{d}$ | 6.10±1.17$^{c}$ | 22.10±1.16$^{c}$ | 10.50±0.64$^{f}$ |
| 60:40 | 7.56±0.47$^{def}$ | 3.25±0.13$^{fg}$ | 11.01±1.65$^{c}$ | 5.90±0.39$^{c}$ | 21.59±0.41$^{c}$ | 8.95±0.72$^{e}$ |
| 50:50 | 7.39±0.64$^{de}$ | 2.95±0.13$^{de}$ | 10.02±1.90$^{bc}$ | 5.40±0.13$^{c}$ | 20.48±0.64$^{c}$ | 8.79±0.72$^{e}$ |
| 40:60 | 7.00±0.82$^{de}$ | 2.68±0.25$^{c}$ | 9.53±0.50$^{bc}$ | 5.38±0.45$^{c}$ | 20.37±1.92$^{c}$ | 8.46±0.75$^{de}$ |
| 30:70 | 6.83±1.09$^{d}$ | 2.35±0.13$^{bc}$ | 8.44±0.88$^{ab}$ | 4.58±0.38$^{ab}$ | 17.54±2.08$^{b}$ | 8.38±0.76$^{de}$ |
| 20:80 | 4.22±1.28$^{c}$ | 2.10±0.14$^{ab}$ | 8.28±0.89$^{ab}$ | 4.24±0.62$^{ab}$ | 15.90±0.46$^{b}$ | 6.99±0.50$^{c}$ |
| 10:90 | 2.50±0.12$^{b}$ | 1.83±0.13$^{a}$ | 7.65±0.61$^{ab}$ | 3.98±0.51$^{ab}$ | 13.28±1.76$^{a}$ | 5.63±0.35$^{b}$ |
| 0:100 | 2.32±0.31$^{a}$ | 1.73±0.36$^{a}$ | 6.33±0.87$^{a}$ | 2.67±0.83$^{a}$ | 12.60±0.31$^{a}$ | 3.08±1.37$^{a}$ |

Mean value ± standard deviation of triplicates.

Mean value with different letter are significantly different ($p<0.05$)

**ตารางภาคผนวกที่ ข5** ความแข็งแรงของเจล (4%) และการขับน้ำออกจากเจลของสตาร์ชผสมระหว่างสตาร์ชมันสำปะหลังและสตาร์ชข้าวอะมิโลสสูง

| C:R | Gel strength (g) | Syneresis (%) |
|---|---|---|
| 100:00 | 36.65±0.28$^{a}$ | nd |
| 90:10 | 41.44±0.48$^{ab}$ | nd |
| 80:20 | 47.15±0.52$^{bc}$ | nd |
| 70:30 | 51.15±2.19$^{c}$ | 2.17±0.93$^{ab}$ |
| 60:40 | 56.10±0.60$^{cd}$ | 3.42±0.76$^{bc}$ |
| 50:50 | 64.12±3.02$^{d}$ | 4.49±1.14$^{bc}$ |
| 40:60 | 77.97±8.02$^{e}$ | 4.86±0.59$^{bc}$ |
| 30:70 | 91.54±11.85$^{f}$ | 5.15±1.75$^{bcd}$ |
| 20:80 | 103.43±7.25$^{g}$ | 5.51±2.43$^{cd}$ |
| 10:90 | 136.02±2.08$^{h}$ | 7.99±2.40$^{d}$ |
| 00:100 | 160.32±4.74$^{i}$ | 16.26±1.61$^{e}$ |

Mean value ± standard deviation of triplicates.

Mean value with different letter are significantly different ($p<0.05$)