

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ Proximate analysis (AOAC, 2004)

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture content)

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

1.1.1 นำตัวอย่างมาบดให้เป็นผงละเอียด

1.1.2 สุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 2 – 5 กรัม ใส่ใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

1.2 เครื่องมือ

1.2.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

1.2.2 กระป๋องอลูมิเนียม พร้อมฝาปิด (moisture can)

1.2.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

1.2.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

1.3 วิธีวิเคราะห์

1.3.1 นำถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W)

1.3.2 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว (W₁)

1.3.3 อบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

1.3.4 ทำซ้ำอีกครั้งละ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักไม่เกิน 3 มิลลิกรัม (W₂)

1.4 วิธีคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash)

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

2.1.1 นำตัวอย่างมาบดให้เป็นผงละเอียด

2.1.2 สุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 2 – 5 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าต่อไป

2.2 เครื่องมือ

2.2.1 เตาเผา (muffle furnace)

2.2.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)

2.2.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

2.2.4 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

2.3 วิธีวิเคราะห์

2.3.1 เมาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาที่เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-40 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเย็นลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2.3.2 เมาซ้ำอีกครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างน้ำหนักทั้งสองไม่เกิน 3 มิลลิกรัม

2.3.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาบนตะเกียงเบนเซนในตู้ดูดควันจนหมดควันจึงนำเข้าเตาเผาตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 2.3.1 และ 2.3.2

2.4 วิธีการคำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein)

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt, Germany)

3.1.2 ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

3.1.4 กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.5 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.1.6 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.5 กรัม และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 6.5 กรัม

3.2.2 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ($\text{conc. H}_2\text{SO}_4$)

3.2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 (40% NaOH)

3.2.4 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (0.1 N HCl)

3.2.5 กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 (4% boric acid)

3.2.6 อินดิเคเตอร์ที่เป็นสารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลินบลูและโบโรโมคลีซอลกรีน

3.3 การเตรียมอินดิเคเตอร์ผสม

3.3.1 ชั่งเมทิลเรด 0.152 กรัม และเมทิลีนบลู 0.082 กรัม ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.3.2 ชั่งโบโรโมครีซอลกรีน 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.3.3 ผสมสารละลายจากข้อ 3.3.1 และ 3.3.2 ในอัตราส่วนข้อ 3.3.1 ต่อข้อ 3.3.2 ปริมาตรเท่ากับ 5:2

3.4 การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

เลือกขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ที่สะอาดบรรจุน้ำกลั่นครึ่งขวด ใช้ปิเปต ไชกรดไฮโดรคลอริก (AR-grade) เข้มข้น จำนวน 8.2 มิลลิลิตร ลงในขวดที่มีน้ำกลั่นอยู่ผสมโดยหมุนขวดช้าๆ ปริมาตรให้ถึงปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันโดยปิดจุกให้แน่น คว่ำขวดไป-มา สารละลายนี้มีความเข้มข้นโดยประมาณ 0.1 นอร์มัล

3.5 Standardization สารละลายกรดไฮโดรคลอริก โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต

เลือกปิเปตสะอาดและแห้ง กลั้วด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมได้ ไชกรดออกจากปิเปต บรรจูปิเปตด้วยกรดจนถึงขีดที่สามารถอ่านตัวเลขได้ง่าย นำโซเดียมคาร์บอเนตไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งโซเดียมคาร์บอเนตประมาณ 0.13 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายโดยระวังไม่ให้กระเด็น หยดอินดิเคเตอร์ที่เตรียมไว้สามหยด อินดิเคเตอร์นี้มีสีเขียวในสารละลายต่าง และเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงอมชมพูในสารละลายกรด นำไปไตเตรทกับกรดโดยในช่วงแรกเมื่อเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงอมชมพูให้นำไปตั้งบน hot plate จนสารละลายกลับมาเป็นสีเขียวเหมือนเดิมทิ้งไว้ให้เย็นนำไปไตเตรทต่อจนกระทั่งเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงอมชมพู จดบันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ทั้งหมดทำการทดลองซ้ำ

3.6 การคำนวณความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก

มวลโมเลกุลของโซเดียมคาร์บอเนต เท่ากับ 106 แต่มีน้ำหนักสมมูลเท่ากับ 53.0 นั่นคือ สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณสาร 53.0 กรัม

ให้ y = กรัมของโซเดียมคาร์บอเนต

x = มิลลิลิตรของไฮโดรคลอริกที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยากับโซเดียมคาร์บอเนต y กรัม

z = ค่าเป็นนอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมได้จริง

จากการไตเตรท y กรัม โซเดียมคาร์บอเนตถูกทำให้สะเทินด้วย x มิลลิลิตร ของ $zN.HCl$ จำเป็นต้องคำนวณปริมาณกรดที่ถูกทำให้สะเทินด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 53.0 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ $[x \ 53.0]$ มิลลิลิตร ของ $zN.HCl$

y

เนื่องจาก 1000 มิลลิลิตร ของ 1 N โซเดียมคาร์บอเนตประกอบด้วยสาร 53.0 กรัม ดังนั้น 1000 มิลลิลิตร ของ 1 N โซเดียมคาร์บอเนตถูกทำให้สะเทินด้วย $[x \ 53.0]$ มิลลิลิตร

y

จะได้สมการดังนี้

$$\frac{[x \ 53.0] \text{ มิลลิลิตร ของ } zN.HCl}{Y} = 1000 \text{ มิลลิลิตร ของ } N.HCl$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } HCl (M) = \frac{18.868 \times W_1}{(A_1 + A_2)}$$

A_1 = ปริมาตรของ HCl ไตเตรทครั้งแรก

A_2 = ปริมาตรของ HCl ไตเตรทครั้งที่สอง

W_1 = น้ำหนักของ โซเดียมคาบอเนต

3.7 การเตรียมตัวอย่าง

3.7.1 นำตัวอย่างที่ผ่านการทำให้แห้งเล็กน้อยมาบดให้เป็นผงละเอียด

3.7.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าวที่บดเป็นผงละเอียดแล้วประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในหลอดสำหรับย่อยโปรตีนแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนต่อไป

3.8 วิธีการวิเคราะห์

3.8.1 ขั้นตอนการย่อย

- 1) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน
- 2) เติม catalyst ซึ่งเป็นส่วนผสมของ K_2SO_4 6.5 กรัม กับ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.5 กรัม ในลักษณะเม็ด
- 3) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร
- 4) วางหลอดย่อยโปรตีนในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างสายครอบเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย
- 5) เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อยตั้งอุณหภูมิและย่อยจนสารละลายใส
- 6) ปลอยทิ้งให้เย็น
- 7) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เก็บไว้กลั่นต่อไป
- 8) ทำ blank ด้วย (ขั้นตอนที่ 2-7 ไม่ต้องเติมตัวอย่าง)

3.8.2 ขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรท

- 1) นำสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลให้ได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร
- 2) นำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด แล้วนำไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้
- 3) เปิดสวิทซ์ให้ความร้อนและเปิดน้ำหล่อเย็นควบแน่น
- 4) นำสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลให้ได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร

- 5) นำไปกลั่น โดยเก็บของเหลวที่กลั่นได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร
 6) ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู

3.9 วิธีคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 14.007 \times F}{W \times 10}$$

- เมื่อ A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
 B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)
 N = ความเข้มข้นของกรด (N)
 F = แฟกเตอร์ของตัวอย่างใช้ 5.95
 W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

ตารางที่ ผ-1 แฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่าง ๆ

อาหาร	แฟกเตอร์
ธัญพืช	
แป้งสาลีจากข้าวทั้งเมล็ด	5.83
มักกะโรนีและสปาเก็ตตี้	5.70
ข้าวเจ้าและผลิตภัณฑ์	5.95
ข้าวไรท์และผลิตภัณฑ์	5.83
นมและพืชเมล็ด	
ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์	5.71
แอลมอนด์	5.18
บราซิลนัท	5.46
มะพร้าว	5.30
เมล็ดงา ทานตะวัน คำฝอย และอื่นๆ	5.30
นมและผลิตภัณฑ์	6.38
อาหารอื่นๆ	6.25

4. การวิเคราะห์หาปริมาณกาก (Crude fiber)

4.1 การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่หาปริมาณไขมันแล้วประมาณ 2-5 กรัม (W1) ถ่ายตัวอย่างลงใน ปีกเกอร์

4.2 สารเคมี

4.2.1 สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25

4.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.25

4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.3.1 ปีกเกอร์ (beaker)

4.3.2 กระจกนาฬิกา

4.3.3 ปิเปต (pipettes)

4.3.4 กระบอกตวง (cylinder)

4.3.5 ขวดน้ำกลั่น (wash bottle)

4.3.6 ขวดปริมาตร (volumetric flask)

4.3.7 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)

4.3.8 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

4.3.9 เครื่องปั๊ม (pump)

4.3.10 ชุดกรวยบูชเนอร์

4.3.11 เตาไฟฟ้า (hot plate)

4.4 วิธีการวิเคราะห์

4.4.1 ตวงสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ด้วย กระบอกตวงถ่ายใส่ปิกเกอร์ที่มีตัวอย่างอยู่

4.4.2 นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดกันกลมปิดปากขอบปิกเกอร์ให้สนิท เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

4.4.3 กรองที่ผ่านกรวยบูชเนอร์ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 541 โดยใช้แรงสุญญากาศ ผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดู

4.4.4 ฉีดล้างสิ่งที่เหลือนบนปิกเกอร์ด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งลงในกรวยบูชเนอร์

4.4.5 ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนสารละลายกรดหมด ทดสอบ สารละลายที่กรองได้ด้วยกระดาษลิตมัส โดยจะต้องไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง

4.4.6 ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่ในปิกเกอร์ที่ใช้ต้มต่าง นำไปต้มให้เดือดบนเตาไฟฟ้า แล้วล้างกากบนกระดาษกรองลงใน ปีกเกอร์ ใบเดิมให้หมด

4.4.7 นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดกันกลมปิดปากขอบปิกเกอร์ให้สนิท เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

4.4.8 กรองที่ผ่านกรวยบูชเนอร์ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 541 ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (W2) โดยใช้แรงสุญญากาศผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดู

4.4.9 ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนปีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งลงในกรวยบุษเนอร์

4.4.10 ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดต่าง ทดสอบสารละลายที่กรองได้ด้วยกระดาษลิตมัส โดยจะต้องไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

4.4.11 นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (W3) ไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก (W4)

4.4.12 เฝ้าย้วยกระเบื้องพร้อมกากที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผาอุณหภูมิ 550 ± 10 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก (W5)

4.5 วิธีคำนวณหาปริมาณเยื่อใย

$$\text{ร้อยละของเยื่อใย} = \frac{(W4 - W3 - W2) + (W5 - W3)(100 - M - F)}{W1}$$

5. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (Fat)

5.1 การเตรียมตัวอย่าง

5.1.1 นำตัวอย่างที่ผ่านการทำให้แห้งมาบดให้เป็นผงละเอียด

5.1.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดเป็นผงละเอียดแล้ว ประมาณ 2-5 กรัม ใส่ในชุดสกัดไขมันที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

5.2 สารเคมี

petroleum ether

5.3 อุปกรณ์

5.3.1 กระดาษกรอง

5.3.2 hot air oven

5.3.3 โถดูดความชื้น (desiccator)

5.3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5.3.5 ชุดเครื่องกลั่นวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet)

5.4 วิธีการวิเคราะห์

5.4.1 นำขวดก้นกลม อบใน hot air oven อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W₁)

5.4.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่กระดาษกรองประมาณ 1 กรัม (W₂) ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงใน thimble ใส่ในหลอดชุดเครื่องกลั่นวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet)

5.4.3 นำขวดก้นกลมที่ใส่ petroleum ether ประมาณ 140 มิลลิลิตรแล้วประกอบชุดเครื่องกลั่นวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet)

5.4.4 ใช้เวลากลับประมาณ 3 ชั่วโมง พอครบเวลาแล้วเท petroleum ether ออกจนกว่าจะกลับขึ้นมาให้หมด ให้เหลือแต่ไขมัน (คราบเหลืองๆ) อยู่ในขวดก้นกลม

5.4.5 อบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5.4.6 ทำซ้ำอีกครั้งละ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักไม่เกิน 3 มิลลิกรัม (W_3)

5.5 วิธีคำนวณร้อยละของไขมัน

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักขวดก้นกลม (กรัม) W_2
 W_2 = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)
 W_3 = น้ำหนักขวดก้นกลมหลังนำไปอบ (กรัม)

6. การคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต} = & \text{ปริมาณความชื้น} - \text{ปริมาณเถ้า} - \text{ปริมาณโปรตีน} \\ & - \text{ปริมาณกาก} - \text{ปริมาณไขมัน} \end{aligned}$$

7. การวัดค่า water activity (a_w)

7.1 การเตรียมตัวอย่าง

บดเมล็ดข้าวเหนียวดำด้วยเครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดให้ละเอียดได้ถึง 60 – 80 เมช

7.2 วิธีวัดค่า water activity ด้วยเครื่อง Aqual Lab Series 3

7.2.1 ทำการเปิดเครื่อง เสียบปลั๊ก และกดปุ่มสวิตช์เปิด ซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง แล้วทำการวอร์มเครื่องไว้ประมาณ 30 นาที

7.2.2 ใส่ตัวอย่างในภาชนะบรรจุ นำภาชนะบรรจุใส่ลงไปในลิ้นชักตัวอย่าง ปิดลิ้นชักด้วยความระมัดระวัง เพื่อไม่ให้ตัวอย่างหก

7.2.3 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่า water activity

7.2.4 เมื่อเครื่องทำการวัดค่า water activity เสร็จจะมีสัญญาณไฟกระพริบสีเขียว เครื่องจะแสดงค่า water activity บนหน้าจอ LCD ที่อ่านได้ครั้งสุดท้าย พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

7.2.5 หมุนปุ่มของลิ้นชักไปยังตำแหน่ง OPEN/LOAD เพื่อนำตัวอย่างออกจากเครื่อง

ภาคผนวก ข.
การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (Amylose)
(Juliano, 1971)

1. สารเคมี

- 1.1 อะมิโลสจาก Pure potato amylase
- 1.2 ethanol ร้อยละ 95
- 1.3 สารละลาย sodium hydroxide (NaOH) เข้มข้น 1 N
- 1.4 สารละลาย acetic acid เข้มข้น 1 N
- 1.5 สารละลายไอโอดีน (iodine 0.2 กรัม และ potassium iodine 2 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร)

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 บดตัวอย่างข้าว ให้ละเอียด 60-80 เมช ชั่งตัวอย่างแบ่ง น้ำหนักแน่นอน 0.100 กรัม ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม ethanol ร้อยละ 95 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และ NaOH 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปต้มใน water bath อุณหภูมิน้ำเดือด 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและ ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2.2 ปิเปตน้ำแบ่งในข้อ 1 มา 5 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มี (แอสติค) 1 มิลลิลิตรและสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดวัดปริมาตรเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

2.3 นำน้ำแบ่งไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างอะมิโลส แต่ละ flask กับร้อยละอะมิโลส หาปริมาณอะมิโลสจากกราฟมาตรฐาน แสดงค่าเป็นน้ำหนักแบ่งแห้ง

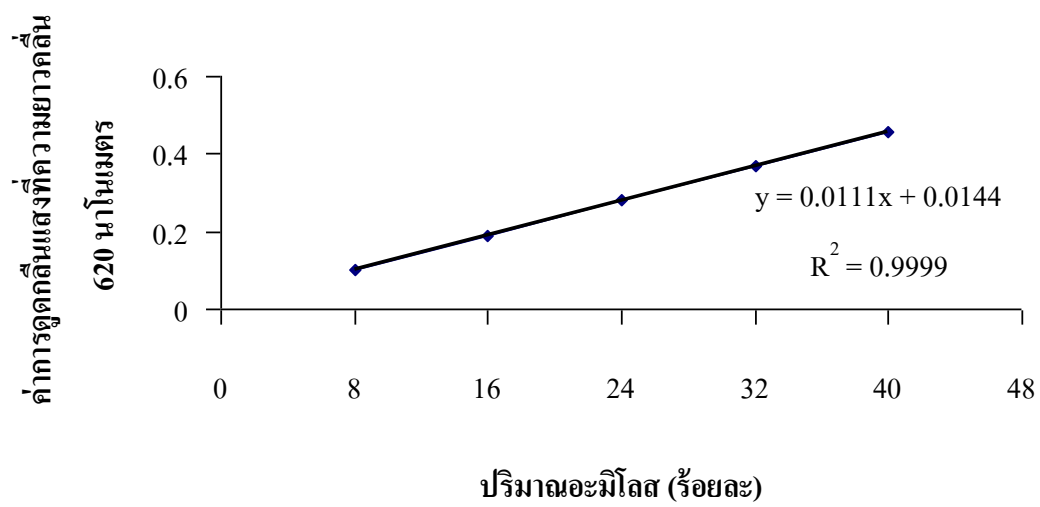
7.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

7.3.1 ชั่งอะมิโลสที่รู้น้ำหนักแน่นอน 0.0400 กรัม ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

7.3.2 เติม ethanol 1 มิลลิลิตร และ NaOH 9 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันแล้วนำไปต้มใน water bath อุณหภูมิน้ำเดือด 10 นาที ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

7.3.3 ปิเปตสารละลายอะมิโลส ในข้อ 7.3.2 มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมกรด แอสติค 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

7.3.4 นำสารละลายอะมิโลสในข้อ 7.3.3 ไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณอะมิโลส



ภาพที่ ผ-1

กราฟมาตรฐานอะมิโลสในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)
(Hosseinian *et al.*, 2008)

1. สารเคมี

- 1.1 methanol
- 1.2 สารละลาย methanolic เตรียมโดยใช้อัตราส่วนระหว่าง methanol : HCl ความเข้มข้น 1 N เท่ากับ 85 : 15 (v/v)
- 1.3 สารละลาย potassium chloride 0.03 M (buffer pH 1.0) เตรียมจาก potassium chloride 1.9 กรัม และน้ำกลั่น 980 มิลลิลิตร
- 1.4 สารละลาย sodium acetate ความเข้มข้น 0.4 M (buffer pH 4.5) เตรียมจาก sodium acetate 54.4 กรัม และน้ำกลั่น 960 มิลลิลิตร

2. การสกัดตัวอย่าง

- 2.1 ชั่งตัวอย่างที่มีน้ำหนักแน่นอน 1 กรัม เติม สารละลาย methanolic 8 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 1,800 rpm เป็นเวลา 45 นาที
- 2.2 นำสารที่ได้เข้าเครื่องเหวี่ยง 30 นาที ที่ความเร็วรอบ 5000 รอบ/นาที
- 2.3 แยกส่วนใส่น้ำไประเหยให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
- 2.4 เติม methanol 5 มิลลิลิตร ได้เป็นสารสกัด

3. วิธีการวิเคราะห์

- 3.1 ปิเปตสารสกัด 2 มิลลิลิตร ลงใน methanol 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
- 3.2 ปิเปตสาร 1 มิลลิลิตร ลงใน buffer pH 1.0 ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 557 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร
- 3.3 ปิเปตสาร 1 มิลลิลิตร ลงใน buffer pH 4.5 ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 557 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร

4. วิธีคำนวณ

$$\text{Cyanidin 3-glucoside (Cy-3-glc)} = \frac{A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 10^3}{\epsilon \times 1}$$

เมื่อ	A	= ค่าดูดกลืนแสง ; ($A_{\lambda_{\text{vis-max}}}$) pH 1.0 - ($A_{\lambda_{\text{vis-max}}}$) pH 4.5
	MW	= 449.2 กรัม/โมล
	DF	= 10
	ϵ	= 26,900

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)
(Murakami *et al.*, 2004)

1. สารเคมี

1.1 สารละลาย 2, 2-DIPHENYL-1-PICRYL-HYDRAZYL (DPPH) ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ เตรียมโดยชั่ง 2, 2-DIPHENYL-1-PICRYL-HYDRAZYL (DPPH) 0.0158 กรัมละลายใน ethanol ร้อยละ 95 แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร

1.2 เมทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80

2. วิธีการสกัดตัวอย่างข้าวเหนียวดำ

2.1 นำตัวอย่างข้าวเหนียวดำปริมาณ 2 กรัม มาผสมในเมทานอล ร้อยละ 80 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

2.2 ทำการเขย่าให้เข้ากัน 30 นาที ที่ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที

2.3 นำเข้าเครื่องเหวี่ยง 20 นาที ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบ/นาที

2.4 เทส่วนใสจะได้เป็นสารสกัด

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 ปิเปตตัวอย่างสารสกัดและ เมทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 5.2 มิลลิลิตร ตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง โดยให้ปริมาตรรวมของตัวอย่างสารสกัด และ เมทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80 ในหลอดเป็น 5.4 มิลลิลิตร

3.2 ปิเปตสารละลาย 2, 2-DIPHENYL-1-PICRYL-HYDRAZYL (DPPH) ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองซึ่งปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดในหลอดทดลองให้เป็น 6 มิลลิลิตร

3.3 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที

3.4 ตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้ เมทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 80 เป็น blank และในหลอดควบคุมจะใช้ตัวทำละลายแทนตัวอย่างสารสกัดในข้อ 8.3.1 ในปริมาณที่เท่ากัน

3.5 คำนวนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

8.4 วิธีการคำนวณ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH)

$$= (1 - (\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง} / \text{ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม})) \times 100$$

ภาคผนวก จ.
การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด
(Total polyphenol contents)
(ดลฤดี, 2551 ; Kaneda *et al.*, 2007)

1. สารเคมี

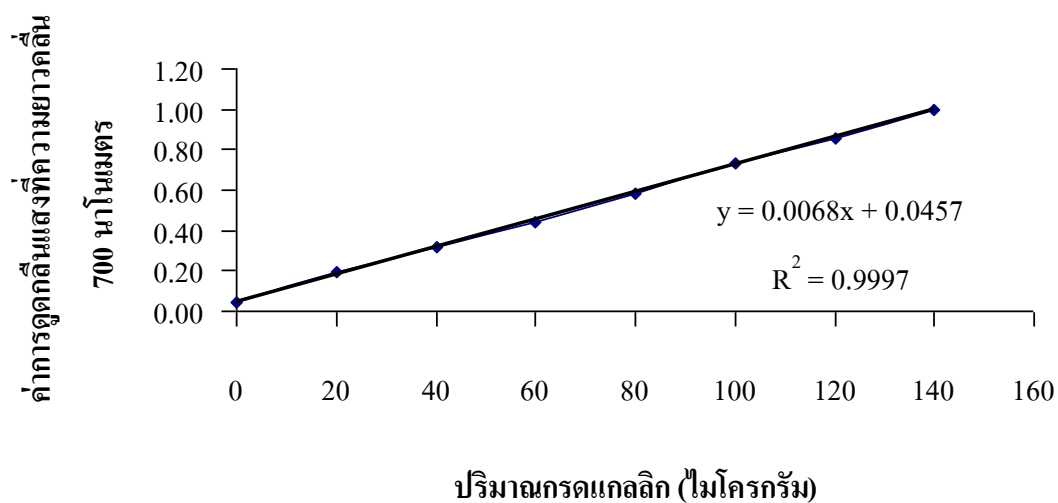
- 1.1 Folin-Dennis reagent
- 1.2 เมทานอล ร้อยละ 80
- 1.3 โซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 10
- 1.4 สารละลายกรดแกลลิกความเข้มข้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

2. การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

- 2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้นเริ่มต้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งกรดแกลลิก 0.0400 กรัม ละลายในเอทานอลร้อยละ 95 ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3 และ 0.35 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรรวมในในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร
- 2.3 เติมสารละลาย Folin-Dennis reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง (vertex mixer) วางตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
- 2.4 เติมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 10 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ให้เข้ากันด้วยเครื่อง (vertex mixer) วางตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที
- 2.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank
- 2.6 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกในหน่วย ไมโครกรัม

3. การสกัดตัวอย่างข้าวเหนียวดำ

- 3.1 นำตัวอย่างข้าวเหนียวดำปริมาณ 2 กรัม มาผสมใน เมทานอล ร้อยละ 80 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
- 3.2 ทำการเขย่าให้เข้ากัน 30 นาที ที่ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที
- 3.3 นำเข้าเครื่องเหวี่ยง 20 นาที ที่ความเร็วรอบ 6000 รอบ/นาที
- 3.5 เทส่วนน้ำจะได้เป็นสารสกัด



ภาพที่ ผ-2 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

4 การเปรียบเทียบหาปริมาณ Total phenolic contents โดยวิธี Folin-Dennis reagent

- 4.1 ปีบน้ำ 9.8 มิลลิลิตร สารละลายตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร และ Folin-Dennis reagent 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง และหมุนเหวี่ยงให้ผสมกัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
- 4.2 ปีเปต โซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 10 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
- 4.3 ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
- 4.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร

ภาคผนวก ฉ.
การวิเคราะห์หาค่า TBA (Thiobarbituric Acid)
(AOAC., 2000)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.1 หลอดทดลองที่มีฝาปิด
- 1.2 กระบอกตวง (cylinder)
- 1.3 ปิเปต (pipette)
- 1.4 ปีกเกอร์ (beaker)
- 1.5 ขวดรูปชมพู่
- 1.6 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)

2. สารเคมี

- 2.1 กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 M
- 2.2 สารละลายกรดไทโอบาร์บิทูอิก (TBA reagent) เตรียมโดยละลายกรดไทโอบาร์บิทูอิก 2.883 กรัม ในสารละลายกรดแอสติคความเข้มข้นร้อยละ 90 โดยการอุ่นเบาๆ แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดแอสติค ความเข้มข้นร้อยละ 90

3. วิธีวิเคราะห์

- 3.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 97.5 มิลลิลิตร กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร
- 3.2 ทำการกลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร
- 3.3 ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่สะอาดมีฝาปิด
- 3.4 เติมสารละลาย TBA reagent 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและต้มในน้ำเดือด 35 นาที จนเป็นสีชมพู ทำ blank ควบคู่ไปด้วย (โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และสารละลาย TBA reagent 5 มิลลิลิตร)
- 3.5 เมื่อครบเวลาทำให้เย็นลง โดยแช่ในน้ำประมาณ 10 นาที
- 3.6 นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่มีความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

4 วิธีหาคำนวณ

$$\text{ค่า TBA} = 7.8A$$

เมื่อ A = ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)
 โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่างแบ่ง 1 กิโลกรัม

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ค่าความแข็ง และความกรอบด้วยเครื่อง Texture analyzer (รุ่น TA.XT2. TA.XT plus; United Kingdom)

1. การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างข้าวตอกข้าวเหนียวดำ 180 กรัม นำไปวัดค่าความแข็ง และความกรอบ ของ ข้าวตอกข้าวเหนียวดำด้วยเครื่อง Texture analyzer

2. วิธีการวัด ขั้นตอนการใช้เครื่อง Texture analyzer (คู่มือการใช้งานเครื่อง Texture analyzer)

2.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 เปิดเครื่อง Texture analyzer พร้อมทั้งติดตั้งหัวที่จะทำการวัด

2.3 เปิดโปรแกรม Texture analyzer โดย double click ที่ icon ของ Texture Exponent 32

2.4 เปิด Graph Texture โดยเลือก Menu File → New จะแสดงจอกราฟออกมา

2.5 เปิด Menu หลัก T.A. เลือก Calibrate → Calibrate force โดยตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีหัววัดมาตรฐานของเครื่อง Texture analyzer จากนั้นกดปุ่ม OK

2.6 หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความว่าให้วางตุ้มน้ำหนักขนาด 2 กิโลกรัม คลิก Next หน้าจอจะแสดงรูปให้วางลูกตุ้ม แล้วจึงค่อยนำลูกตุ้มน้ำหนัก 2 กิโลกรัม วางบน Calibrate platform คลิก Next → Finish หน้าจอจะปรากฏข้อความ Calibrate complete

2.7 เปิด Menu หลัก T.A. เลือก Calibrate Height โดยจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของวางทิ้งไว้ที่ฐานเครื่อง

Return Distance : 130 mm

Return Speed : 10 mm/sec

Contact Force : 5 g

2.8 เข้า Menu หลัก T.A. ไปที่ T.A. setting เลือก Libraty Special Test เพื่อกำหนดรูปแบบการวัดโดยดูที่ option และกำหนดรูปแบบของการวัดตามตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากนั้นกดปุ่ม OK

2.9 ตั้งค่า Value เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของ Probe โดยป้อนข้อมูล TA – XT Plus Setting (ตั้งค่า Targeted Mode เป็น % Strain) จากนั้นกดปุ่ม OK

2.10 เข้า Menu หลัก T.A. เลือก Run a Test กรอกข้อมูล Title, Batch, File ID และเลือก Drive ที่ต้องการเก็บข้อมูล (เก็บที่ My Document โดยตั้ง Folder ใหม่) เพื่อให้สามารถเรียกใช้

2.11 ตั้งค่าพารามิเตอร์ กำหนด Unit force และ Distance

2.12 เลือก Probe selection เพื่อเลือกชนิดหัววัด Ottawa Cell with Wire Plate

2.13 เลือก Data acquisition เพื่อกำหนดอัตราการเก็บข้อมูล

2.14 จากนั้นเข้าไปที่ Menu T.A. เพื่อเลือก Run a Test จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Auto save เพื่อให้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติโดยตั้งชื่อ File ID และกำหนด Driver ที่เก็บ สามารถบันทึกข้อความลงในช่อง Title และ Note ได้เมื่อต้องการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

2.15 อ่านค่าและแปลผลจากกราฟได้

2.16 การทำซ้ำ ทำได้โดยเข้าไปที่ Menu T.A. เลือก เข้า Menu หลัก T.A. เข้า Menu หลัก

2.17 รออ่านผลจากกราฟ

3. การตั้งค่า TA – XT Plus โดยเลือกใช้หัววัด Ottawa Cell with Wire Plate

Objection : Comparison of hardness and crispness of puffed rice cereal by bulk compression

Mode : Measure Force in Compression

Option : Return to Start

Pre-Test-Speed : N/A

Test-Speed : 5.0 mm/s

Post-Speed : 10.0 mm/s

Distance : 60 mm

Trigger Type : Button

Break Mode : off

Stop Plot At : Start Position

Tare Mode : off

Advanced Options : on

Data Acquisition Rate : 200 pps

4. การ Run Macro

4.1 เลือก Record Macro จะปรากฏหน้าจอ User Input ให้ใส่ชื่อ จากนั้นกดปุ่ม OK

4.2 ป้อนข้อมูล Macro

4.3 บันทึก Macro โดยตั้งชื่อสูตรตามค่าวิเคราะห์ บันทึกลงใน My Documents ตั้งชื่อ

Files name

4.4 เปิดกราฟที่บันทึกไว้จากนั้นเข้าสู่ Menu หลัก เลือกที่เมนู Graph → View All เลือกที่เมนู Graph Select All

4.5 กด Run Macro

5. การตั้งค่า Macro เพื่อวิเคราะห์ผล

Clear Graph Results

Redraw

Search Forward

Go to Min. Time

Go to Force : 50 g

Drop Anchor : 1

Go to Abs. +ve Value : Force

Make Value	:	Force (Hardness)
Go to Max Time		
Drop Anchor	:	2
Linear Distance	:	(Crispness)

ภาคผนวก ซ.
การประเมินคุณค่าทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ใช้วิธีเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference from control test) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาการประเมินคุณภาพอาหารทางด้านประสาทสัมผัส โดยตัวอย่างจะถูกนำเสนอพร้อมกับตัวอย่างควบคุม (R) ผู้ทดสอบชิมจะต้องบอกความแตกต่างระหว่างตัวอย่างข้าวตอกข้าวเหนียวดำเคลือบคาราเมลที่เก็บในแต่ละอาทิตย์ และตัวอย่างข้าวตอกเคลือบคาราเมลที่ทำใหม่คือตัวอย่างควบคุม (R) ดังแบบทดสอบต่อไปนี้

ชื่อ-นามสกุลผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ข้าวตอกข้าวเหนียวดำเคลือบคาราเมล

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอกับตัวอย่าง R แล้วใส่เครื่องหมาย / แสดงระดับความแตกต่างและกรูณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง

ลักษณะเฉพาะ : ความกรอบ

ระดับความแตกต่าง

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 = กรอบน้อยกว่ามาก | ☐ |
| 2 = กรอบน้อยกว่า | ☐ |
| 3 = กรอบน้อยกว่าเล็กน้อย | ☐ |
| 4 = ไม่มีความแตกต่าง | ☐ |
| 5 = กรอบมากกว่าเล็กน้อย | ☐ |
| 6 = กรอบมากกว่า | ☐ |
| 7 = กรอบมากกว่ามาก | ☐ |

ลักษณะเฉพาะ : กลิ่นหืน

ระดับความแตกต่าง

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 7 = กลิ่นหืนมากกว่ามาก | ☐ |
| 6 = กลิ่นหืนมากกว่า | ☐ |
| 5 = กลิ่นหืนมากกว่าเล็กน้อย | ☐ |
| 4 = ไม่มีความแตกต่าง | ☐ |
| 3 = กลิ่นหืนน้อยกว่าเล็กน้อย | ☐ |
| 2 = กลิ่นหืนน้อยกว่า | ☐ |
| 1 = กลิ่นหืนน้อยกว่ามาก | ☐ |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....