

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์  
Nakhon Sawan Rajabhat University

## ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

#### ก.1 การวัดค่าสีระบบอัตโนมัติ

##### ก.1.1 หลักการ

ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter Color System) วัดค่าสีออกมาเป็น 3 ค่า คือ  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ค่า  $R_d$  (diffuse reflectance) หรือ ค่า  $L$  (visual lightness) เปรียบได้กับค่า tristimulus  $Y$  หรือค่า value

ค่า  $a^*$  เทียบได้กับค่า  $X, Y$  (ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีแดงและเขียว)

-a+ สีแดง

-a- สีเขียว

ค่า  $b^*$  เทียบได้กับค่า  $Y, Z$  (ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน)

-b+ สีเหลือง

-b- สีน้ำเงิน

##### ก.1.2 อุปกรณ์

###### 1. เครื่องวัดสี (Colorimeter)



ภาพผนวกที่ ก.1 แสดงเครื่องวัดสี (Colorimeter)

##### ก.1.3 วิธีใช้เครื่อง Colorimeter

1.3.1 Double click ที่ โปรแกรม universal software V4.10

1.3.2 เลือกเมนู sensor เลือก configure แล้วจะปรากฏหน้าจอว่า configure sensor ตรวจสอบข้อมูลที่ปรากฏว่าเป็น ColorQuest XE (2934) ถ้าใช่กด done

1.3.3 ที่เมนู sensor เลือก select active ดูว่า serial number ใช้ ColorQuest XE (2934) หรือไม่ถ้าใช่ กด Done

1.3.4 เลือกเมนู configure active view หรือจะไปที่สัญลักษณ์ active view ที่ปรากฏบนหน้าจอก็ได้ จากนั้นหน้าจอจะปรากฏกล่องข้อความชื่อ color plot เลือก scale โดยกดตรงลูกศรลง เลือกชนิดของค่าการวัดสีที่จะใช้ แล้วคลิก ok เพื่อยืนยันคำสั่ง

1.3.5 เลือกเมนู sensor หรือเลือกสัญลักษณ์ standardization ที่ปรากฏบนหน้าจอก็ได้ จากนั้นจะมีกล่องข้อความของ standardization เลือก mode ที่มีทั้งสิ้น 4 mode

- RSIN คือ การวัดแบบทึบแสงโดยไม่คำนึงถึงพื้นผิว
- RSEX คือ การวัดแบบทึบแสงโดยรวมพื้นผิว เช่น ซอส
- TTRAN คือ การวัดแบบโปร่งแสงโดยรวมค่า regular + diffuse
- RTRAN คือ การวัดแบบโปร่งแสงโดยใช้ค่า regular เหมาะสำหรับ

ตัวอย่างที่ใส่มากๆ

ถ้าเลือก mode RSIN กับ RSEX หน้าจอจะมีกล่องข้อความว่าให้นำแผ่น light trap วางบนจุดที่ปรากฏบนหน้าจอ เสร็จแล้วก็จะปรากฏกล่องข้อความว่าให้นำแผ่น white standard วางในตำแหน่งเดียวกัน แล้วคลิก ok เครื่องจะรายงานว่าการ standard เสร็จสมบูรณ์แล้ว และถ้าเลือก mode TTRAN กับ RTRAN วิธีทำคล้ายกับแบบ RSIN และ RSEX เพียงแต่เปลี่ยนแผ่น standard เป็นแผ่น black card และแผ่น white standard และวางข้างนอกเครื่องบนจุดที่กำหนดบนหน้าจอ

1.3.6 เริ่มใช้งานโดยเปิดที่หน้าต่าง master color data และก่อนใช้เครื่องอ่านค่าสีของตัวอย่างต้องมีการเทียบค่าจาก standard ก่อน โดยกดที่สัญลักษณ์ read std ค่าที่อ่านได้แสดงบนหน้าต่างของ master color data ( ต้องวางตัวอย่างตามตำแหน่งที่ปรากฏเลือกค่า RSIN , RSEX, TTRAN และ RTRAN เท่านั้น)

1.3.7 เมื่อได้ค่า standard แล้วให้ใส่ตัวอย่างตามตำแหน่งที่เทียบ standard โดยกดปุ่ม read sam

1.3.8 เมื่ออ่านค่าเสร็จแล้วถ้าต้องการลบข้อมูลให้กดสัญลักษณ์ clear all

1.3.9 การใช้งานหน้าต่างของโปรแกรม universal มีหน้าต่างให้ใช้ได้ทั้งหมด 9 ช่อง คือ

- Master color data
- Spectral data
- Multiple illuminant display
- Trend plot

- Color plot
- 3D Spectral plot
- 2D Spectral plot
- Color rendering
- Memo

1.3.10 เมื่อต้องการเลิกใช้โปรแกรมนี้แล้วให้กดที่เมนู file แล้วคลิกที่ exit

## ก.2 การตรวจวัดค่า water activity ( $a_w$ )

### ก.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity meter) Aqualab
2. verification standard
3. ตัวอย่าง



ภาพผนวกที่ ก.2 แสดงเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity meter) Aqualab

### ก.2.2 วิธีการใช้เครื่องมือ

- 2.1 วางเครื่องไว้บนพื้นที่มีพื้นผิวเรียบ แข็งแรง และมีอุณหภูมิคงที่
- 2.2 เสียบปลั๊ก และกดปุ่มสวิทช์เปิดซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง ( ควรวอร์มเครื่องไว้ประมาณ 30 นาที )
- 2.3 เตรียมตัวอย่าง โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ ห้ามเติมตัวอย่างจนเต็มล้นภาชนะ ตรวจสอบว่าบริเวณขอบริมและขอบด้านนอกของภาชนะบรรจุสะอาด และอุณหภูมิของตัวอย่างที่เตรียมไว้ไม่สูงกว่า 4 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิ chamber
- 2.4 เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยเติมสารละลายมาตรฐานในภาชนะบรรจุประมาณครึ่งหนึ่ง ใส่ลงในลิ้นชักตัวอย่าง ปิดลิ้นชักด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันสารละลายหก

2.5 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง open/load ไปยังตำแหน่ง read เครื่องจะเริ่มวัดค่า  $a_w$

2.6 เมื่อเครื่องเริ่มทำงานจะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง จากนั้นจะแสดงผลการวัดครั้งแรก เมื่อเวลาผ่านไป 40 นาที เมื่อเครื่องมือทำการวัดค่าเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณเตือนที่หน้าจอ LCD ของเครื่องแสดงค่า  $a_w$  ที่อ่านได้พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

- ถ้าค่า  $a_w$  ไม่เป็นไปตามที่กำหนดให้ปรับค่าโดยกดปุ่มปรับ +/- ค่า  $a_w$  เพื่อให้ค่าตามที่กำหนด จากนั้นกด exit แล้วนำ chamber ใส่ตัวอย่างออก

- กดปุ่มเข้าเมนูระบบ แล้วกดปุ่มสำหรับ offset เครื่อง แล้วกด yes จากนั้นนำ chamber ใส่กลับเข้าไปใหม่ หมุนปุ่มไปที่ read รอประมาณ 5 นาที เครื่องจะทำงานเสร็จสิ้น

2.7 ระวังอย่าใส่ตัวอย่างอาหารจนเต็ม/ล้นภาชนะบรรจุ

2.8 ระวังอย่าให้ตัวอย่างอาหารเลอะบริเวณภายนอกภาชนะบรรจุ

2.9 สารละลายที่ใช้สำหรับเป็นสารละลายมาตรฐานที่ใช้มีดังนี้

0.6 M NaCl ค่า  $a_w$  0.706 +/- 0.003

8.5 M LiCl ค่า  $a_w$  0.500 +/- 0.003

distilled H<sub>2</sub>O ค่า  $a_w$  1.000 +/- 0.003

### ก.3 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส



ภาพผนวกที่ ก.3 แสดงเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

#### ก.3.1 วิธีการใช้เครื่อง texture analyzer

3.1.1 เปิดเครื่อง texture analyzer และเครื่องคอมพิวเตอร์

3.1.2 เข้าโปรแกรม texture exponent ในหน้า select a user เติมชื่อ charpa แล้วคลิก ok

3.1.3 เลือกเมนู file เลือก new และ graph แล้วคลิก ok

### ก.3.2 การ calibrate force เมื่อเปิดเครื่องใช้งานครั้งแรกหรือ การเคลื่อนย้ายเครื่องหรือ เมื่อเครื่อง over load

3.2.1 เลือกเมนู TA เลือก calibrate และ calibrate force (ดูหมายเลขในช่อง capacity ว่าเป็นขนาด load cell ที่ใช้หรือไม่)

3.2.2 จากนั้นคลิก next แล้วพิมพ์น้ำหนักของลูกตุ้ม (1,000) ในช่อง calibration จากนั้นวางตุ้มน้ำหนักลงบน calibration platform แล้วคลิก next

3.2.3 เมื่อเครื่อง calibrate เสร็จจะปรากฏสถานะในช่อง status ว่า calibration complete คลิกที่ finish จากนั้นนำลูกตุ้มลงแล้วคลิก ok

### ก.3.3 การ calibrate height เมื่อต้องการวัดค่าเป็น % Stain หรือ เมื่อเปลี่ยนหัววัด

3.3.1 ติดตั้งหัววัดเข้ากับตัวเครื่อง

3.3.2 เลือกเมนู TA เลือก calibrate และ calibrate height จะปรากฏหน้าจอ probe height calibration ขึ้นมา ขณะนี้ต้องไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของใด ๆ วางอยู่บนเครื่อง

3.3.3 เลื่อนหัววัดให้ใกล้กับฐาน โดยกดปุ่มขึ้นหรือลง พร้อมกับปุ่ม ที่อยู่บนตัวเครื่อง

3.3.4 พิมพ์ค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ

3.3.4.1 Return distance คือ ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่กลับหลังจากการสัมผัสฐาน ที่(ควรกำหนดให้มากกว่าความสูงของตัวอย่างที่จะวัดเล็กน้อย)

3.3.4.2 Return speed คือ อัตราเร็วที่หัววัดเคลื่อนที่กลับหลังแตะฐาน(ส่วนมากจะกำหนดค่าเท่ากับ 10 mm/sec)

3.3.4.3 Contact force คือ แรงที่กำหนดให้ทราบว่าเครื่องพบฐานแล้ว (ปกติกำหนดค่า 5-10 กรัม)

### ก.3.4 การกำหนดค่าการทดสอบ

3.4.1 เลือกเมนู TA เลือก TA setting และเลือก library

3.4.1.1 TA sequence (standard) เป็นการทดสอบทั่วไป

- Return to start คือคำสั่งที่ให้หัววัดเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง 1 ครั้งแล้วย้อนกลับ

- Hold unit restart คือ หัววัดกดตัวอย่างลงหรือดึงตัวอย่างขึ้นแล้วค้างไว้

3.4.1.2 Special test

- Adhesive test คือ ตั้งค่าเพื่อต้องการวัดตัวอย่างที่ต้องการทราบค่า Stickness หรือ Adhesiveness เช่น เทปกาว กาว

- Dough inflation test ใช้วัด strain

- TPA (texture profile analysis) คือ ใช้หัววัดกดตัวอย่างลง 2 ครั้ง (เลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์) ถ้าเลือก TPA ต้องตั้งค่า test speed หรือ post – test speed

3.4.2 เลือก advance option ให้เป็น on

3.4.3 การตั้งค่าการทดลอง

3.4.3.1 Test mode ระหว่าง compression และ tension

3.4.3.2 Pre - test speed คือ ความเร็วของหัววัดก่อนกดลงบนตัวอย่าง (1-2 mm/sec)

3.4.3.3 Test speed คือ ความเร็วที่หัววัด กดหรือดึงตัวอย่าง

3.4.3.4 Post - test speed คือ ความเร็วที่หัววัดเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิม (10mm/sec)

3.4.3.5 Target mode ประกอบด้วย

- Distance ใช้วัดค่าแรงที่เปลี่ยนแปลงไป คือ ระยะทางทางที่ต้องการจะ ให้หัววัดกดตัวอย่างลงหรือดึงตัวอย่างขึ้น

- Strain ใช้วัดค่าแรงที่เปลี่ยนแปลงไป คือ เปอร์เซ็นต์ความสูงของ ตัวอย่างที่ต้องการให้หัววัดกดลงไป

- Force ใช้ดูขนาดของตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลง คือ แรงที่ต้องการให้หัววัด กดลงในตัวอย่าง

3.4.3.6 Trigger type เลือก auto กรณีหัวตัดเลือก button และ distance เท่ากับ 50

3.4.3.7 Trigger force เลือก 5 กรัม

3.4.3.8 Break mode เลือก level

3.4.3.9 Break sensitive เลือก 100 กรัม

3.4.3.10 Break detect เลือก return

3.4.3.11 Stop plot at เลือก start position

3.4.3.12 Tare mode เลือก auto

3.4.3.13 Advance option เลือก on

3.4.3.14 Control oven เลือก disabled

3.4.4 เปลี่ยนหน่วยเป็น unit โดย distance (mm)/ force (g)/ time (sec)

3.4.5 เลือก update project

### ก.3.5 เริ่มต้นการทดสอบ

3.5.1 วางตัวอย่างบนฐาน

3.5.2 เลือกเมนู TA เลือก run a test

3.5.3 เติมข้อมูลใน test configuration (ควรที่จะตั้งชื่อเป็นภาษาอังกฤษจากนั้นเลือก auto)

3.5.3.1 Title อธิบายรายละเอียดของตัวอย่าง

3.5.3.2 Batch ชุดตัวอย่างที่วัด

3.5.3.3 File ID ชื่อ file ที่ทดสอบ

3.5.3.4 File number หมายเลขของชื่อ file ที่ทดสอบ

3.5.3.5 Format จำนวนหลักของหมายเลขชื่อ file

3.5.3.6 Path ชื่อ folder ที่ต้องการบันทึก

3.5.4 Probe selection เลือกใส่หัววัดให้ตรงกับการใช้งาน

3.5.5 Parameter

3.5.5.1 Contact area เลือก none

3.5.5.2 Product width เลือก none

3.5.5.3 Product length เลือก none

3.5.5.4 Product height เลือก none

3.5.5.5 Data 1 และ 2 เลือก none

3.5.5.6 Product weight เลือก none

3.5.5.7 Relative humidity เลือก none

**ภาคผนวก ข**  
**การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ**

**ข.1 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในอาหาร (S306 AK)**

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบวิธีการและการเรียนรู้เทคนิคปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของชีววัตถุต่างๆ

**อุปกรณ์และเครื่องมือ**

1. เครื่องวิเคราะห์ไขมันอัตโนมัติ (S306 AK)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Balance)
6. โถดูดความชื้น (Dessicator)



**ภาพผนวกที่ ข.1 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (S306 AK)**

วิธีวิเคราะห์ (ดัดแปลงจาก A.O.A.C, 1990)

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 ml ในตู้อบไฟฟ้าทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าตัวอย่างเป็นอาหารชนิดที่ไม่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นอาหารชนิดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 3-5 กรัม ห่อให้มีฉิดชิดตามวิธีการห่อ แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คมด้วยใยแก้วหรือสำลีเพื่อให้สารละลายกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในชอคเลต
4. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันประมาณ 150 ml แล้ววางบนเตา
5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิตซ์ให้ความร้อน
6. ใช้เวลาในการสกัดไขมันนาน 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที
7. เมื่อครบ 14 ชั่วโมงแล้วนำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากชอคเลต ทิ้งให้ตัวทำละลายไหลออกจากชอคเลตในขวดกลมจนหมด
8. ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องแบบสุญญากาศ
9. นำขวดหาไขมันอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
10. ชั่งน้ำหนัก แล้วชั่งน้ำหนักครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
  - 1.1 คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร  
 ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก =  $\frac{100 \times \text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$

## ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในอาหารโดย kjeldahl Method

### หลักการ

การวิเคราะห์โปรตีนด้วย Kjeldahl Method เป็นวิธีวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ซึ่งทั้งโปรตีนและสารประกอบอื่นที่มีไนโตรเจนแต่ไม่มีไนโตรเจน(non protein nitrogen) รวมอยู่ด้วย แต่วิธีนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ไนโตรเจนที่เป็น Oxidized form เช่น ไนไตรหรือไนเตรต

วิธีการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

#### 1. ขั้นตอนการย่อย (Digestion step)

ตัวอย่างอาหารจะถูกย่อยด้วยกรดกำมะถัน (ซัลฟูริก) ในสภาวะอุณหภูมิสูงซึ่งสารคาร์บอนและไฮโดรเจนจะถูกออกซิไดซ์ ส่วนสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์จะถูกรีดิวซ์และเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมไบซัลเฟต ในการย่อยจะเติมโซเดียมหรือโปรตัสเซียมซัลเฟตเพื่อเพิ่มจุดเดือดของการย่อยให้สูงขึ้น และเติมสารเร่งปฏิกิริยา คือ คอปเปอร์ซัลเฟตหรือเมอร์คิวริกออกไซด์ ทำการ

## 2. ขั้นตอนการกลั่น (Distillation step)

นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเติมน้ำกลั่นและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นในปริมาณที่มากเกินไปซึ่งแอมโมเนียมโบรไมด์จะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์และทำการกลั่นโดยตรงหรือ Steam distillation และจับก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายกรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์ ของเหลวที่ได้จากการกลั่นจะมีสีเขียวและต้องทำให้เย็นตลอดเวลาที่ทำการกลั่น

## 3. ขั้นตอนการไตเตรต (Titration step)

ไตเตรตสารละลายที่ได้จากข้อ 2 ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก และที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง

## อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. อุปกรณ์การย่อยโปรตีน ซึ่งประกอบด้วยเตาย่อย (Heat block) เครื่องดักจับไอกรด (Scrubber) และอุปกรณ์สำหรับกลั่น
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 ml และขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml
3. ปิเปต
4. บิวเรตต์
5. ลูกแก้ว
6. เครื่องชั่ง
7. Boiling stone



ภาพผนวกที่ ข.2 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน โดย kjeldahl Method

## สารเคมีและตัวอย่างอาหาร

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายกรดซัลฟูริกมาตรฐาน 0.1 N หรือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 M
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ปริมาตร 1 ลิตร
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35% ปริมาตร 1 ลิตร
5. สารละลายกรอปอริก 4%
6. มิกซีอินดิเคเตอร์
7. ตัวอย่างอาหาร

## วิธีการทดลอง

### 1. การย่อยตัวอย่าง

- 1.1 ตัวอย่างจะต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้นและระวังอย่าให้มีฟอง
  - 1.1.1 ของแห้ง ต้องบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และเก็บในภาชนะบรรจุที่ป้องกันความชื้น
  - 1.1.2 เบียร์ เขย่าไล่ก๊าซที่อุณหภูมิห้องและอาจกรองถ้าจำเป็น
  - 1.1.3 นม เทให้เข้ากันไปมาช้าๆ หรือค่อยๆ คนเพื่อป้องกันการเกิดฟอง
  - 1.1.4 อาหารสด บดด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงและบดซ้ำจนเป็นเนื้อเดียวกัน หากยังไม่วิเคราะห์ให้เก็บที่อุณหภูมิ 0-10°C เมื่อนำมาวิเคราะห์ต้องรอให้ตัวอย่างนิ่งก่อน
  - 1.1.5 ไขมัน ต้องอุ่นให้เป็นของเหลวก่อนถ้าขุนให้กรองขณะร้อนและเก็บด้วยภาชนะกันแสงเพื่อป้องกันการหืน
  - 1.1.6 เนยและมาร์การีน สารละลายในขวดฝาเกลียวที่อุณหภูมิน้ำ 35°C ค่อยๆเขย่าให้เข้ากัน
  - 1.1.7 ซ็อกโกแลต แช่เย็นจนแข็งแล้วบดหรือละลายในขวดฝาเกลียวที่อุณหภูมิน้ำ 50°C จนเบาๆให้เข้ากัน
  - 1.1.8 ขนมปั่น หั่นหรือตัดเป็นแผ่นบางๆอบที่อุณหภูมิ 35-40°C จนขนมปังแห้งกรอบแล้วนำมาบด
  - 1.1.9 น้ำหนักหรือปริมาตรตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ทั่วไป
    - ของแข็ง ถ้ามีไนโตรเจนมากกว่า 5 ให้ใช้ 0.5 กรัม
    - ของแข็ง ถ้ามีไนโตรเจนน้อยกว่า 0.5 ให้ใช้ 1 กรัม
    - ของเหลว 10-100 มิลลิลิตร (น้ำ 100 มิลลิลิตร น้ำผลไม้ เบียร์ 10 มิลลิลิตร)

1.1.10 กรณีอาหารสด ปริมาณอาหารตัวอย่างต้องเพิ่มขึ้นอีก 0.5-1 กรัม

1.2 ชั่งตัวอย่างอาหารสำหรับย่อยด้วยเครื่องชั่งละเอียดหรือถ้าเป็นของเหลวให้ใช้ปิเปต ใสในหลอดสำหรับย่อย และทำ blank ด้วย

1.3 เติมสารเคมีสำหรับย่อย ได้แก่ สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 กรัมกับโพแทสเซียมซัลเฟต 3.5 กรัม/หลอด หรืออาจใช้ Mixed catalyst 10 กรัม Boiling stone ซึ่งเป็นแบบสำเร็จรูป

1.4 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใสในหลอดสำหรับย่อยรวมทั้ง blank ด้วย

1.5 วางหลอดย่อยในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางและฝาครอบ ขวดใส่สารละลายต่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย

1.6 การย่อยตัวอย่างอาหารเปิดสวิทช์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อยแล้วตั้งอุณหภูมิ  $200^{\circ}\text{C}$  30 นาที จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น  $350^{\circ}\text{C}$  จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น  $400^{\circ}\text{C}$  นาน 60 นาที หรือจนตัวอย่างใส

1.7 นำหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อย ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที หรือจนตัวอย่างเย็น

## 2. ขั้นตอนการกลั่นตัวอย่าง

2.1 นำหลอดสำหรับย่อยบรรจุเครื่องกลั่น เครื่องกลั่นจะเติมน้ำ 50 ml และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35% 50-70 มิลลิลิตร/หลอด

2.2 นำขวดรูปชมพู่เติมกรอบอริก 4% ปริมาตร 25 มิลลิลิตร/หลอด และหยดเมทิลอินดิเคเตอร์ซึ่งเป็นสารผสมระหว่าง

2.2.1 ชั่ง methyl red 0.6 กรัม ละลายในน้ำ ethanol ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

2.2.2 ชั่ง methylene blue 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

2.2.3 นำสารในข้อ 2.2.1 ผสมกับข้อ 2.2.2

2.3 บรรจุใสในเครื่องกลั่นและจุ่มปลายท่อนำก๊าซแอมโมเนียให้อยู่ในระดับต่ำกว่าสารละลายในขวด

2.4 กลั่นนานประมาณ 5-10 นาที แล้วใช้น้ำกลั่นล้างท่อนำก๊าซและปลายท่อนำก๊าซลงในขวดรับรอง

### 3. การไตเตรต

3.1 ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 M หรือกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง

### 4. การคำนวณ

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

A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตกับ blank (ml)

N = ความเข้มข้นของกรด (N)

F = แฟกเตอร์

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

### ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

#### 1.1 เครื่องมืออุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ความชื้นอัตโนมัติ (Moisture Balance; Sartorius MA45)
2. จานอลูมิเนียม
3. ที่คืบจาน



ภาพผนวกที่ ข.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้นอัตโนมัติ (Moisture Balance; Sartorius MA45)

#### 1.2 ขั้นตอนในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณความชื้น

1. เปิดเครื่อง เครื่องจะแสดงหมายเลขโปรแกรมสุดท้ายที่ใช้
2. เลือกหมายเลขโปรแกรม 1,2 หรือ 3 แล้วกด Enter

3. เปิดฝาเครื่องวางจานอลูมิเนียมเปล่า
4. Tare โดยกด Enter เดิมตัวอย่างลงบนจานอลูมิเนียมที่มีคำว่า start ปรากฏขึ้น
5. ปิดฝาเครื่องจะทำการคำนวณหาความชื้นอัตโนมัติหรือกด Enter สัญลักษณ์ความชื้นจะปรากฏเป็นสีเขียวก่อนจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อสิ้นสุดการทำงานจะมีคำว่า End ปรากฏขึ้น อ่านค่าความชื้นที่ได้จากหน้าจอ

#### ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ

หลักการของวิธีนี้คือ ทำให้สารที่ไม่ใช่ Cellulose ที่อยู่ในรูปของสารละลายโดยใช้ Sulfuric Acid และ potassium Hydroxide

##### ข.4.1 นํ้ายา REAGENT

1. Sulfuric Acid 1.25% -  $0.005 \pm 0.005$  N ใช้กรดเข้มข้น 7.14 มิลลิลิตร เดิมลงไปใต้นํ้ากลั่น ให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ควบคุมความเข้มข้น โดย Titration
2. potassium Hydroxide 1.25% -  $0.0223 \pm 0.005$  N เดิม potassium Hydroxide 1.25 กรัมลงใน นํ้ากลั่น 1000 มิลลิลิตร ใช้เป็น Titration
3. N – Octanol ใช้เป็น Titration
4. Anhydrous acetone



ภาพผนวกที่ ข.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ

##### ข.4.2 วิธีการวิเคราะห์

1. หาค่าความชื้นของตัวอย่าง โดยอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $105^{\circ}\text{C}$  จนได้นํ้าหนักคงที่และปล่อยให้เย็นโดย Dessiccator

2. บดตัวอย่างอาหารให้ละเอียดใส่ในถ้วยแก้ว ชั่งให้น้ำหนักของตัวอย่างประมาณ 3-5 กรัม
3. เติม 1.25% Sulfuric acid จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร (ต้มให้เดือดก่อน)
4. เติม n-octanol 3-5 หยด
5. หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ค่อยๆ ปล่อยให้เย็น 30 นาที (ขณะต้มให้เปิด Valve ด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง close)
6. เปิด Valve ไปที่ตำแหน่ง Vacuum และกดสวิตช์ Vacuum เพื่อระบาย Sulfuric Acid ออก
7. ล้าง 3 ครั้ง ด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้ปิด Vacuum ไปที่ตำแหน่ง Pressure และกดสวิตช์ Pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยคลุกเคล้ากันโดยตลอด
8. หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกหมดแล้ว เติมสารละลาย potassium Hydroxide 1.25% ที่ได้ให้ความร้อนไว้ก่อนแล้วลงไป 150 มิลลิลิตร พร้อมกับหยด n-octanol 3-5 หยด
9. ต้มน้ำให้เดือดนาน 30 นาที
10. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 6 และ 7
11. ล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง แล้วล้างอีก 3 ครั้งด้วย Acetone 25 มิลลิลิตร เปิดให้ความร้อนเข้าทุกครั้งที่ทำการล้าง
12. ทำแห้งโดยอบที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่ คำนี้น้ำหนักของเส้นใยหายารวมกับน้ำหนักของแก้ว
13. หากต้องการหาปริมาณแก้ว ให้เผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงใน ชั่งน้ำหนักหาที่ได้ เป็นน้ำหนักของแก้ว เมื่อนำน้ำหนัก ที่ได้ไปหักออกจากรถน้ำหนักในข้อ 12 จะได้น้ำหนักของเส้นใย หายาที่ปราศจาก แก้ว
14. เชื้อเอาแก้วออกแล้วทำความสะอาด ถ้วยแก้ว
15. คำนวณหาร้อยละของเส้นใยหายา โดยน้ำหนักของเส้นใยหายาที่ไม่หาที่ได้ ข้อที่ 13 หารด้วยน้ำหนักของตัวอย่างในข้อแล้วคูณด้วย 100

### ข.4.3 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ ปริมาณเส้นใยหยาบ

1. บดตัวอย่างให้ละเอียด
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3-5 กรัม ใส่ในถ้วยแก้วแล้วชั่ง
3. นำถ้วยแก้วใส่ลงในเครื่อง
4. เติมกรดซัลฟิวริกที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์
5. เติม n-octanol 3- 5 หยด
6. ต้มให้นาน 30 นาที
7. กรองสารละลายออก
8. ล้าง 3 ครั้งด้วยน้ำกลั่น ร้อน
9. เติมโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงไปนคอนเดนเซอร์
10. เติม n-octanol 3- 5 หยด
11. ต้มให้นาน 30 นาที
12. กรองสารละลายออก
13. ล้าง 3 ครั้งด้วยน้ำกลั่น ร้อน
14. ล้าง 1 ครั้งด้วยกลั่นเย็น
15. ล้าง 3 ครั้งด้วย Acetone
16. ทำให้แห้ง 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง
17. ชั่งน้ำหนัก (F1)
18. เผาต่อที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส
19. ชั่งน้ำหนักของถ้ำ (F2)

### ข.4.4 การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เส้นใยหยาบ} = F1 - F2$$

### ข.5 การวิเคราะห์หาปริมาณถ้ำ

#### วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

2. นำตัวอย่างไปเผาบน hot place จนกระทั่งหมดควัน และนำตัวอย่างไปเผาต่อในตู้เผา (muffle) ที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส ประมาณ 16-18 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งแก่สีขาวหรือสีเทาอ่อน

3. นำออกจากตู้เผาใส่ใน Dessicator ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักจนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่



ภาคผนวกที่ ข.5 เครื่องวิเคราะห์เถ้า

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าร้อยละของน้ำหนักรวบรวม} = \frac{100(W_2 - W)}{W_1 - W}$$

$W$  = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

$W_1$  = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและน้ำหนักรวบรวมก่อนเผา (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและน้ำหนักรวบรวมหลังเผา (กรัม)

**ภาคผนวก ค**  
**แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส**

**ค.1 แบบทดสอบ 9 – Hedonic Scale**

**การทดสอบการยอมรับรวมโดยการให้คะแนน แบบ 9 – Hedonic Scale**

ชื่อผู้ชิม..... ชุดที่ 1  
ชื่อผลิตภัณฑ์..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนให้ตรงกับความชอบของท่านมากที่สุด โดยให้คะแนนดังนี้

ระดับความพอใจ

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

คำอธิบาย การยอมรับโดยรวม หมายความว่า เมื่อท่านชิมตัวอย่างแล้ว ชอบมาก-น้อย เพียงใดโดยไม่คำนึงแต่ปัจจัยที่แยกคะแนน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนรหัสตัวอย่าง			
สี				
กลิ่น				
ความสมบูรณ์ของเมล็ด				
ความนุ่ม				
การยอมรับรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

## ค.2 แบบทดสอบ 9 – Hedonic Scale

### การทดสอบการยอมรับรวมโดยการให้คะแนน แบบ 9 – Hedonic Scale

ชื่อผู้ชิม..... ชุดที่ 2  
ชื่อผลิตภัณฑ์..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนให้ตรงกับความชอบของท่านมากที่สุด โดยให้คะแนนดังนี้

ระดับความพอใจ

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

คำอธิบาย การยอมรับโดยรวม หมายความว่า เมื่อท่านชิมตัวอย่างแล้ว ชอบมาก-น้อย เพียงใดโดยไม่คำนึงแต่ละปัจจัยที่แยกคะแนน

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนรหัสตัวอย่าง		
สี			
กลิ่น			
ความสมบูรณ์ของเมล็ด			
ความนุ่ม			
การยอมรับรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....

**ภาคผนวก ง**  
**ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ**

ตารางที่ ง.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านสี ค่า L\* ก่อนอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.304	11	.028	125.776	.000
Intercept	1.452	1	1.452	6616.823	.000
TIME	.213	1	.213	971.253	.000
TEMP	2.778E-06	1	2.778E-06	.013	.911
CONCENT	.002	2	.001	3.532	.045
TIME * TEMP * CONCENT	.089	7	.013	57.886	.000
Error	.005	24	.000		
Total	1.761	36			
Corrected Total	.309	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านค่า a\* ก่อนอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.163	11	.015	6.354	.000
Intercept	.360	1	.360	153.919	.000
TIME	.001	1	.001	.233	.634
TEMP	.000	1	.000	.119	.733
CONCENT	.062	2	.031	13.279	.000
TIME * TEMP * CONCENT	.101	7	.014	6.140	.000
Error	.056	24	.002		
Total	.580	36			
Corrected Total	.220	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านสี ค่า b\* ก่อนอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.505	11	.046	30.003	.000
Intercept	2.512	1	2.512	1641.381	.000
TIME	.331	1	.331	216.016	.000
TEMP	.000	1	.000	.147	.705
CONCENT	.027	2	.013	8.690	.001
TIME * TEMP * CONCENT	.148	7	.021	13.785	.000
Error	.037	24	.002		
Total	3.054	36			
Corrected Total	.542	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านค่า L\* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.154	11	.014	23.189	.000
Intercept	.410	1	.410	676.404	.000
TIME	.017	1	.017	27.908	.000
TEMP	.001	1	.001	1.835	.188
CONCENT	.064	2	.032	53.229	.000
TIME * TEMP * CONCENT	.072	7	.010	16.983	.000
Error	.015	24	.001		
Total	.579	36			
Corrected Total	.169	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 5.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านสี ค่า a\* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.039	11	.004	2.613	.024
Intercept	.201	1	.201	148.281	.000
TIME	.008	1	.008	5.756	.025
TEMP	.005	1	.005	3.445	.076
CONCENT	.013	2	.007	4.871	.017
TIME * TEMP * CONCENT	.013	7	.002	1.400	.251
Error	.033	24	.001		
Total	.273	36			
Corrected Total	.071	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านสี ค่า b\* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.277	11	.025	10.995	.000
Intercept	.121	1	.121	52.883	.000
TIME	.028	1	.028	12.350	.002
TEMP	.008	1	.008	3.662	.068
CONCENT	.123	2	.062	26.849	.000
TIME * TEMP * CONCENT	.118	7	.017	7.319	.000
Error	.055	24	.002		
Total	.454	36			
Corrected Total	.333	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๗.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านค่า L\* คี้นรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18.299	11	1.664	2626.655	.000
Intercept	54.785	1	54.785	86502.110	.000
TIME	.944	1	.944	1490.741	.000
TEMP	1.003	1	1.003	1584.215	.000
CONCENT	8.921	2	4.460	7042.715	.000
TIME * TEMP * CONCENT	7.431	7	1.062	1676.117	.000
Error	.015	24	.001		
Total	73.099	36			
Corrected Total	18.314	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๘.๘ การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านค่า a\* คี้นรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.457	11	.314	72.253	.000
Intercept	19.199	1	19.199	4413.564	.000
TIME	.017	1	.017	3.985	.057
TEMP	.616	1	.616	141.661	.000
CONCENT	.491	2	.246	56.487	.000
TIME * TEMP * CONCENT	2.332	7	.333	76.594	.000
Error	.104	24	.004		
Total	22.761	36			
Corrected Total	3.562	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 9.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทางด้านค่า b\* คี้นรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47.754	11	4.341	840.255	.000
Intercept	130.721	1	130.721	25300.860	.000
TIME	2.603	1	2.603	503.776	.000
TEMP	2.549	1	2.549	493.422	.000
CONCENT	24.503	2	12.252	2371.259	.000
TIME * TEMP * CONCENT	18.099	7	2.586	500.441	.000
Error	.124	24	.005		
Total	178.600	36			
Corrected Total	47.878	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.10 การวิเคราะห์ทางสถิติ การหาค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1811206530.387	11	164655139.126	101.765	.000
Intercept	42059539343.851	1	42059539343.85	25994.997	.000
TIME	6404906.460	1	6404906.460	3.959	.058
TEMP	498689565.012	1	498689565.012	308.216	.000
CONCENT	208832522.750	2	104416261.375	64.535	.000
TIME * TEMP * CONCENT	1097279536.165	7	156754219.452	96.882	.000
Error	38831662.045	24	1617985.919		
Total	43909577536.283	36			
Corrected Total	1850038192.432	35			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.11 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	79.500	27	2.944	2.688	.000
Intercept	4121.640	1	4121.640	3763.100	.000
TREAT	19.640	3	6.547	5.977	.001
BLOCK	59.860	24	2.494	2.277	.004
Error	78.860	72	1.095		
Total	4280.000	100			
Corrected Total	158.360	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.12 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสีของผลิตภัณฑ์  
ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	93.370	27	3.458	3.009	.000
Intercept	4006.890	1	4006.890	3486.779	.000
TREAT	12.510	3	4.170	3.629	.017
BLOCK	80.860	24	3.369	2.932	.000
Error	82.740	72	1.149		
Total	4183.000	100			
Corrected Total	176.110	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	107.000	27	3.963	3.547	.000
Intercept	3794.560	1	3794.560	3396.424	.000
TREAT	18.560	3	6.187	5.538	.002
BLOCK	88.440	24	3.685	3.298	.000
Error	80.440	72	1.117		
Total	3982.000	100			
Corrected Total	187.440	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความสมบูรณ์ของ เมล็ดผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	133.300	27	4.937	5.028	.000
Intercept	4096.000	1	4096.000	4171.315	.000
TREAT	68.800	3	22.933	23.355	.000
BLOCK	64.500	24	2.688	2.737	.001
Error	70.700	72	.982		
Total	4300.000	100			
Corrected Total	204.000	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.15 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม  
ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80.440	27	2.979	2.427	.002
Intercept	4173.160	1	4173.160	3398.954	.000
TREAT	34.600	3	11.533	9.394	.000
BLOCK	45.840	24	1.910	1.556	.078
Error	88.400	72	1.228		
Total	4342.000	100			
Corrected Total	168.840	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.16 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสีของผลิตภัณฑ์  
ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	171.620	27	6.356	5.806	.000
Intercept	4019.560	1	4019.560	3671.762	.000
TREAT	8.680	3	2.893	2.643	.056
BLOCK	162.940	24	6.789	6.202	.000
Error	78.820	72	1.095		
Total	4270.000	100			
Corrected Total	250.440	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 17.17 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	55.790	27	2.066	2.066	.008
Intercept	4083.210	1	4083.210	4083.210	.000
TREAT	6.750	3	2.250	2.250	.090
BLOCK	49.040	24	2.043	2.043	.011
Error	72.000	72	1.000		
Total	4211.000	100			
Corrected Total	127.790	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	82.590	27	3.059	1.525	.080
Intercept	3588.010	1	3588.010	1789.035	.000
TREAT	8.350	3	2.783	1.388	.253
BLOCK	74.240	24	3.093	1.542	.082
Error	144.400	72	2.006		
Total	3815.000	100			
Corrected Total	226.990	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.19 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสีความสมบูรณ์ของเมล็ดของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	108.660	27	4.024	3.386	.000
Intercept	3893.760	1	3893.760	3275.891	.000
TREAT	39.920	3	13.307	11.195	.000
BLOCK	68.740	24	2.864	2.410	.002
Error	85.580	72	1.189		
Total	4088.000	100			
Corrected Total	194.240	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.20 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม  
ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	81.410	27	3.015	2.610	.001
Intercept	3856.410	1	3856.410	3338.080	.000
TREAT	23.070	3	7.690	6.656	.000
BLOCK	58.340	24	2.431	2.104	.008
Error	83.180	72	1.155		
Total	4021.000	100			
Corrected Total	164.590	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.21 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสีของผลิตภัณฑ์  
ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	180.660	27	6.691	12.902	.000
Intercept	3600.000	1	3600.000	6941.618	.000
TREAT	52.160	3	17.387	33.525	.000
BLOCK	128.500	24	5.354	10.324	.000
Error	37.340	72	.519		
Total	3818.000	100			
Corrected Total	218.000	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.22 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	62.600	27	2.319	3.005	.000
Intercept	3943.840	1	3943.840	5110.808	.000
TREAT	11.440	3	3.813	4.942	.004
BLOCK	51.160	24	2.132	2.762	.000
Error	55.560	72	.772		
Total	4062.000	100			
Corrected Total	118.160	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง.23 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความสมบูรณ์ของเมล็ดของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	87.320	27	3.234	3.206	.000
Intercept	3624.040	1	3624.040	3592.110	.000
TREAT	36.360	3	12.120	12.013	.000
BLOCK	50.960	24	2.123	2.105	.008
Error	72.640	72	1.009		
Total	3784.000	100			
Corrected Total	159.960	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง.24 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความนุ่มของ  
เมล็ดของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	54.830	27	2.031	2.641	.001
Intercept	3708.810	1	3708.810	4823.597	.000
TREAT	1.390	3	.463	.603	.615
BLOCK	53.440	24	2.227	2.896	.000
Error	55.360	72	.769		
Total	3819.000	100			
Corrected Total	110.190	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.25 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม  
ของเมล็ดของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49.520	27	1.834	2.693	.000
Intercept	3745.440	1	3745.440	5499.015	.000
TREAT	6.960	3	2.320	3.406	.022
BLOCK	42.560	24	1.773	2.604	.001
Error	49.040	72	.681		
Total	3844.000	100			
Corrected Total	98.560	99			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.26 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสีของผลิตภัณฑ์  
ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	239.140	51	4.689	4.977	.000
Intercept	5679.527	1	5679.527	6028.090	.000
TREAT	126.333	2	63.167	67.043	.000
REP	112.807	49	2.302	2.443	.000
Error	92.333	98	.942		
Total	6011.000	150			
Corrected Total	331.473	149			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.27 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	203.727	51	3.995	3.725	.000
Intercept	5828.167	1	5828.167	5434.102	.000
TREAT	68.893	2	34.447	32.118	.000
REP	134.833	49	2.752	2.566	.000
Error	105.107	98	1.073		
Total	6137.000	150			
Corrected Total	308.833	149			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.28 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความสมบูรณ์ของเมล็ดของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	354.073	51	6.943	8.027	.000
Intercept	5460.167	1	5460.167	6313.076	.000
TREAT	202.573	2	101.287	117.108	.000
REP	151.500	49	3.092	3.575	.000
Error	84.760	98	.865		
Total	5899.000	150			
Corrected Total	438.833	149			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.29 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	232.313	51	4.555	3.672	.000
Intercept	5557.127	1	5557.127	4480.079	.000
TREAT	39.773	2	19.887	16.032	.000
REP	192.540	49	3.929	3.168	.000
Error	121.560	98	1.240		
Total	5911.000	150			
Corrected Total	353.873	149			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 3.30 การวิเคราะห์ทางสถิติ ของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม  
ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ANALISIS OF VARIANCE TABLE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	246.600	51	4.835	4.715	.000
Intercept	5940.907	1	5940.907	5793.507	.000
TREAT	124.173	2	62.087	60.546	.000
REP	122.427	49	2.499	2.437	.000
Error	100.493	98	1.025		
Total	6288.000	150			
Corrected Total	347.093	149			

หมายเหตุ \* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )