รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2538. ผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิราพร กอศรีลบุตร. 2549. ผลของน้ำตาลอินเวิร์ตต่อการทำแห้งและคุณภาพของแคนตาลูป *Cucumis melo* L. แช่อิ่มอบแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงนุช อังยุรีกุล และ สมคิด ทักษิณาวิสุทธิ์. 2546. โครงการเศรษฐกิจการผลิตและการตลาดมะละกอ.ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง. มอก.919-2532. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

ธัญญารัตน์ เตชทรัพย์อมร. 2549. ผลของการอบแห้งแบบ 2 ขั้นตอน และอุณหภูมิในการเก็บต่อปริมาณสารหอม 2-อะเซทิล-1-พีโรลีน และคุรภาพการสีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 Oryza sativa L.. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิพัฒน์ อมตฉายา. 2538. การอบแห้งข้าวเปลือกและข้าวโพดในที่เก็บและการเก็บรักษาในสถานที่ใช้งานจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไพบูลย์ จันทร์วิจิตร. 2547. การปลูกมะละกอ. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศิริวัฒ สินประเสริฐ. 2548. การศึกษาการอบแห้งเนื้อวัวด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2545. คู่มือการปลูกมะละกอ. กรุงเทพมหานคร: เกษตรสาส์น.

ศุลกากร, กรม. ข้อมูลการส่งออกผลไม้อบแห้งและแช่อิ่ม [online]. Available from: http://www.nfi.or.th/export.htm. [7 เมษายน 2549]

สิริมา สุขพรรณ์. 2541. ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาพร ละออกอ. 2547. ผลของแคลเซียมคลอไรด์และน้ำตาลอินเวิร์ตต่อคุณภาพของมะละกอ *Carica papaya* L. ที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 14th ed. Vol.2. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Vol.2. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

Baloch, A. K., Buckle, K. A., and Edwards, R. A. 1973. Measurement of non enzymatic browning of dehydrated carrot. Journal of Science of Food and Agriculture. 24: 389-398.

Barbosa-Canovas, G. V. and Vega-Mercado, H. 1996. Dehydration of Food. New York: International Thomson Publishing.

Bolin, H. R., Huxsoll, C. C., Jackson, R., and Ng, K. C. 1983. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. Journal of Food Science. 48: 202-205.

Boudhrioua, N., Michon, C., Cuvelier, G., and Bonazzi, C. 2002. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. Journal of Food Engineering. 55: 115-121.

Bourne, M. C. 1976. Texture of fruits and vegetable. In J. M. Deman., P. W. Voisey., V.F. Rasper., and D. W. Stanley (eds): Rheology and Texture in Food Quality, pp.275-307. Westport: The AVI publishing.

British Sugar. Invert sugar [online]. Available from: http://www.nrdcindia.com/pages/investsug.htm. [2005,september 15]

Brown, B.I. 1969. Processing and preserving ginger by syruping under atmospheric condition. Food Technology. 23: 109-112.

Cochran, W. C. and Cox, G. M. 1992. Experimental Design. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

Charley, H. 1982. Fruit Pectin Gels (Jellies). In Food Science, p.532. New York: John Wiley & sons.

Forni, E., Sormani, A., Scalise, S., and Torreggiani, D. 1997. The influence of sugar composition on colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. Food Research International. 30(2): 87-97.

Harrigan, W. F. and McCance, M. E. 1976. Laboratory Methods in Foods and Dairy Microbiology. London: Academic Press.

Heldman, D. R. and Singh, R. P., 2001. Dehydration. In Introduction to Food Engineering, p.561. New York: Academic Press.

Hunt, R. W. G. 1998. Measuring Colour. 3rd ed. London: Fountain Press.

Karel, M. 1975. Dehydration of foods. In M. Karel, O.R. Fennema and D.B. Lund. (eds), Principles of Food Science. Part II. Physical Principles of Food Preservation. p. 350. New York: Marcel Dekker Inc.

Lazarides, H. N. 2001. Reasons and possibilities to control solids uptake during osmotic treatment of fruits and vegetables. In P. Fito., A. Chiralt., J. M. Barat., W. E. L. Spiess., D. Behsnilian (eds): Osmotic Dehydration and Vacuum Impregnation. pp. 33-42. Pennsylvania: Technomic Publishing.

Lerici, C. L., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M., and Bartolucci, L. 1985. Osmotic dehydration of fruit : Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal of Food Science. 50: 1217-1219.

Lerici, C. R., Mastrocola, D., and Nicoli, M. C. 1988. Use of direct osmosis as fruit and vegetables dehydration. Acta Alimentaria Polonica. 14(1): 35-40.

Luna-Guzman, I., and Barrett, D. M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. Postharvest Biology and Technology. 19: 61-72.

Mandala, I.G., Anagnostaras, E.F, and Oikonomou, C.K. 2005. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air drying kinetics and their quality characteristics. Journal of Food Engineering. 69: 307-316.

Monsalve-Gonzalez, A., Barbosa-Canovas, G. V., and Cavalieri, R. P. 1993. Mass transfer and texture change during processing of apple by combined methods. Journal of Food Science. 58: 1118-1124.

Moreau, C., Durand, R., Alies, F., Cotillon, M., Frutz, T., and Theoleyre, M. 2002. Hydrolysis of sucrose in the presence of H-from zeolites. Industrial Crops and Products.11: 237-242.

Mossel, D. A. A. 1975. Water Relation of Foods. London: Academic Press Inc.

Ponting, J. D., Watters, G. G., Forrey, R. R., Jackson, R., and Stanley, W. L. 1966. Osmotic dehydration of fruits. Food Technology. 20: 125-128.

Raoult-Wack, A. L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science and Technology. 5: 255-260.

Rodrigues, C. C. A., Cunha , L. R., and Hubinger, D.M. 2003. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. Journal of Food Engineering. 59 : 129-135.

Silveira, E. T. F., Rahman M. S., and Buckle, K. A. 1996. Osmotics Dehydration of pineapple: Kinetics and product quality. Food Research International. 29 (3-4):227-233.

Somogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry.195:19-23.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีมาตรฐานของ A.O.A.C. (1995)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างมะละกอ

1.1 ในกรณีมะละกอสดและมะละกอหลังการออสโมซิส : บดตัวอย่างมะละกอด้วยเครื่องบดไฟฟ้าแล้วผสมให้เข้ากันดีโดยให้เสร็จสิ้นอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น

1.2 ในกรณีมะละกออบแห้ง : หั่นเป็นชิ้นเล็กละเอียด แล้วผสมให้เข้ากันดี

2. การหาปริมาณความชื้น

2.1 ชั่งตัวอย่างมะละกอสด 5 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียม (ซึ่งอบแห้งและชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว)

2.2 นำไปอบในตู้อบลมร้อน 105 °C ประมาณ 10-12 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิคเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก จนน้ำหนักคงที่

การคำนวณปริมาณความชื้น โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น(\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักมะละกอก่อนอบ} - \text{น้ำหนักมะละกอหลังอบ})}{\text{น้ำหนักมะละกอก่อนอบ}} \times 100$$

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ตามวิธี Somogyi (1952)

การเตรียมสารละลาย

A. Alkaline copper reagent ควรเตรียมใหม่ทุกๆ 2 เดือน

1. ละลาย disodium hydrogen phosphate anhydrous (Na_2HPO_4) 14 g และ potassium sodium tartrate (Rochelle salt) 20 g ในน้ำกลั่นประมาณ 350 ml

2. ผสมสารละลาย sodium hydroxide (NaOH) ความเข้มข้น 1 M. ปริมาตร 50 ml ลงในสารละลายข้อ 1

3. ผสมสารละลาย copper sulfate pentahydrate ($CuSO_4.5H_2O$) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 40 ml ลงในสารละลายข้อ 2

4. ผสม sodium sulfate (Na_2SO_4) 90 g ลงในสารละลายข้อ 3 คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเจือจางสารละลายให้ได้ปริมาตร 500 ml ด้วยน้ำกลั่น ทิ้งไว้ 1-2 วัน หากมีตะกอนนำไปกรองด้วยกระดาษกรองก่อนนำไปใช้ จากนั้นเก็บสารละลายในขวดสีชา

B. Arsenomolybdate reagent สารละลายจะ stable เป็นเวลา 1 ปี

1. ละลาย ammonium molybdate ($(NH_4)_2Mo_4O_{13}$) 25 g ในน้ำกลั่น 450 ml

2. ผสมกรดซัลฟูริคเข้มข้น ลงในสารละลายข้อ 1 คนให้เข้ากัน

3. ละลาย disodium hydrogen arsenate heptahydrate ($Na_2HAsO_4.7H_2O$) 3 g ในน้ำกลั่น 25 ml

4. ผสมสารละลายข้อ 2 กับข้อ 3 ให้เข้ากัน

5. incubate สารละลายที่ได้ ที่ 37°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

6. เก็บไว้ในขวดสีชา

7. เจือจางด้วย 1.5 N H_2SO_4 ก่อนนำไปใช้ (อัตราส่วนการเจือจางสารละลาย arsenomolybdate : กรด = 1:2)

วิธีการทดลอง

1. ปิเปตตัวอย่าง 1 ml ลงในหลอดทดลอง (สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง)

2. ปิเปตสารละลาย alkaline copper reagent 1 ml ลงในหลอดทดลอง

3. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที

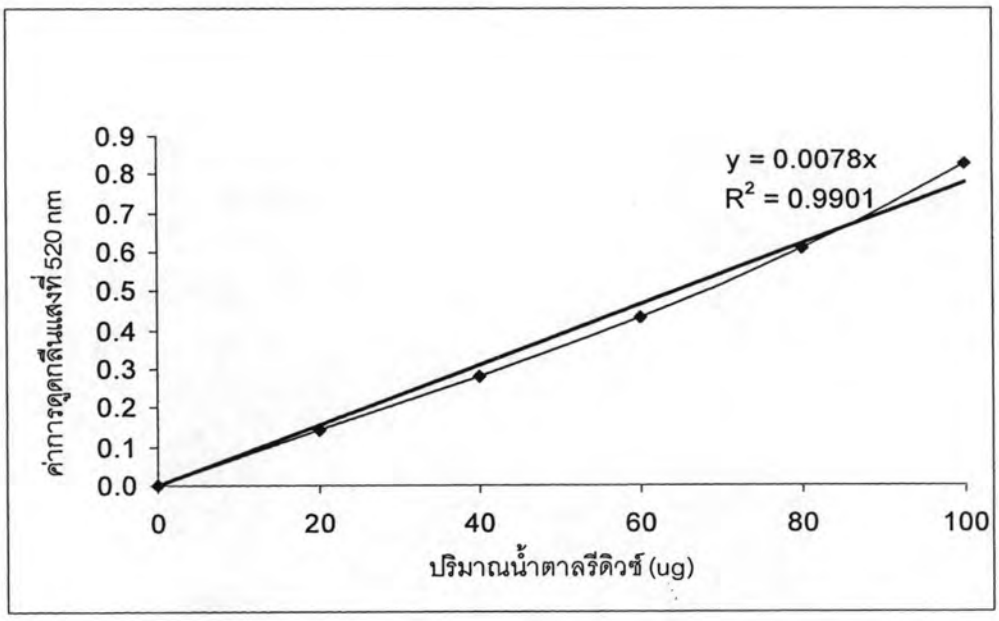
4. ทำสารละลายให้เย็น จากนั้นปิเปตสารละลาย arsenomolybdate reagent ที่เจือจางแล้ว 1 ml ลงในหลอดทดลอง

5. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 3 ml

6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm.เทียบกับ blank

7. เปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐาน

8. เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.01–0.1 mg/ml แล้วทำตามขั้นตอนข้อ1-6 นำผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ ก.1 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ก.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (titratable acidity)

ตามวิธี A.O.A.C. (1990)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างมะละกอ 10 กรัม เติมน้ำเล็กน้อย ต้มให้เดือด 2-3 นาที

2. ทำให้เย็น ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 50 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วกรอง

3. ปิเปตส่วนที่กรองได้ 10 mlใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 ml

4. เติมฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ 2 หยด

5. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติ ซึ่งมีสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท นำมาคำนวณค่าความเป็นกรดในรูปของกรดซิตริก ตามสูตร

$$\%\text{ค่าความเป็นกรด} = \text{นอมัลลิตี NaOH} \times \text{ปริมาตรของ NaOH} \times \frac{\text{มิลลิอิควิวาเลนท์ของกรดซิตริก}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างฝรั่ง}} \times 100 \times \frac{50}{10}$$

โดยที่มิลลิอิควิวาเลนท์ของกรดซิตริก (milliequvalent of citric acid momohydrate) = 0.07

ก.4 การวัดค่าเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Instron's universal testing machines (Instron Corporation **รุ่น** 5565, USA)

วิธีการทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรม Merlin โดย double click ที่ icon ของ Merlin
2. เลือก user name หรือ method ที่ต้องการโดย double click
3. คลิกปุ่ม calibrate เครื่องจะขึ้นว่า Remove Load from Load cell
4. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีหัววัด และตัวอย่างอยู่ที่ฐานของเครื่อง texture analyzer จากนั้นกดปุ่ม OK.
5. รอให้เครื่องแสดงข้อความว่า Calibrate completed จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Balance แล้วแล้วกดปุ่ม Done รอจนเครื่องกลับไปสู่หน้าจอปกติ
6. กดปุ่ม Down เพื่อเลื่อนตำแหน่งของหัววัดให้มาแตะกับฐานเครื่อง จากนั้นกดปุ่ม Reset GL ที่แผงควบคุมด้านข้างของเครื่อง
7. กดปุ่ม Up เพื่อเลื่อนหัววัดขึ้นไปให้ห่างจากฐานเครื่อง 50 mm จากนั้นกดปุ่ม Reset GL
8. กำหนดตัวแปรเพื่อสั่งงานเครื่อง โดยกดที่ปุ่มทางด้านข้างขวามือของหน้าจอ โดย set ค่าต่างๆของการวัด ดังนี้

หัวกด puncture probe 3 mm.

- Test control

-Pretest : preload
Enable : compression load
value : 0.010 gf.
criteria mode : compression extention
speed : 1.5 mm/sec

-Test : criteria : compression load
value : 25,000 gf.
action : return

-Profile : mode : compression extention

shape : rectancgle.

name : 1 Triangle

number : 1

time : second

maximum : 60%

minimum : 0%

rate : 1.5 mm/sec

cycle : 1

Initial wave form direction : maximum limit

-Data : Data capture : Automatic

-Strain : source : extention

- Sample parameter

-Define : ตั้งชื่อ file

-Specimen : thickness : 15 mm

anvil height : 20 mm

หัวตัดใบมีด Noodle Shear Blade

- Test control

-Pretest : preload

Enable : compression load

value : 0.030 gf.

criteria mode : compression extention

speed : 5.0 mm/sec

-Test : criteria : compression load

value : 25,000 gf.

action : return

-Profile : mode : compression extention

shape : rectancgle.

name : 1 Triangle

number : 1

time : second

maximum : 100%

minimum : 0%

rate : 2.0 mm/sec

cycle : 1

Initial wave form direction : maximum limit

-Data : Data capture : Automatic

-Strain : source : extention

- Sample parameter

-Define : ตั้งชื่อ file

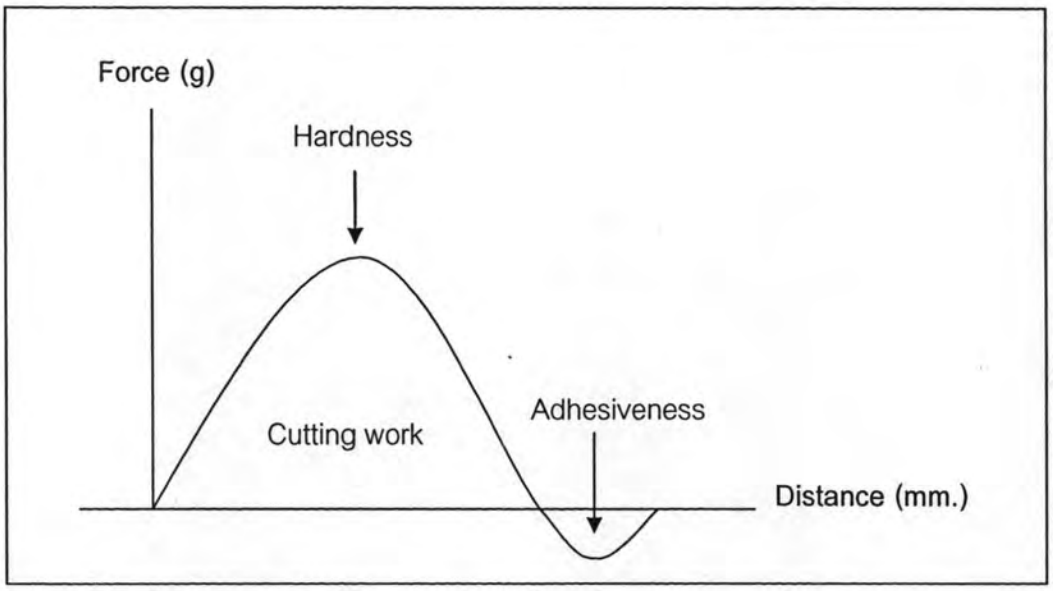
-Specimen : width :30 mm

thickness : 20 mm

anvil height : 30 mm

9. วางตัวอย่างมะละกอบนฐานของเครื่อง

10. วัดค่าความแข็งของมะละกอ โดยกดปุ่ม Start Test ได้กราฟระหว่างค่าแรงการตัดขาด (Peak force) ค่างานที่ใช้ในการตัด (พื้นที่ใต้กราฟ cutting work) และค่าความเหนียว (พื้นที่ใต้กราฟส่วนที่เป็นลบ)



ภาพที่ ก.2 กราฟจากเครื่อง Texture analyzer

ก.5 การวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Color Flex **(รุ่น 45/0, บริษัท** HunterLab Reston, Virginia, USA)

วิธีการทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรม Spectrophotometer Universe โดย double click ที่ icon ของ Spectrophotometer Universe

2. คลิกที่ Standardize บนเมนูหลัก

3. เลือก Port size ขนาด 0.50" จากนั้นกดปุ่ม OK.

4. วางแผ่น calibrate สีดำ ให้ปุ่มสีขาวด้านบนแผ่น calibrate หันออกด้านนอก จากนั้นกดปุ่ม OK.

5. วางแผ่น calibrate สีขาว ให้ปุ่มสีขาวด้านบนแผ่น calibrate หันออกด้านนอก จากนั้นกดปุ่ม OK.รอจนเครื่องขึ้นว่า Sensor successfully standardized จากนั้นกดปุ่ม OK.

6. ทดลองอ่านค่าแผ่น calibrate สีขาว โดยคลิกที่ Read sample บนเมนูหลัก โดยค่าที่ได้ต้องอยู่ในช่วงดังนี้ X 78.89±0.3 Y 83.78±0.3 Z 87.74±0.3 (ถ้าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดต้องทำ standardized ใหม่)

7. วางตัวอย่างมะละกอบนฐานเครื่องให้ปิดช่อง Port size ให้สนิท จากนั้นคลิกที่ Read sample บนเมนูหลัก

8. วิเคราะห์ตัวอย่างละ 4 ครั้ง โดยค่าที่ได้จะรายงานเป็น CIE L*a*b* แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมการมอง 10^{o}

ก.6 การคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงสี

ตามวิธีของ Hunt (1998)

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

โดยที่

ΔL^* = ค่า L^* ของมะละกอหลังผ่านการเก็บรักษา – ค่า L^* ของมะละกอเริ่มต้น

Δa^* = ค่า a^* ของมะละกอหลังผ่านการเก็บรักษา – ค่า a^* ของมะละกอเริ่มต้น

Δb^* = ค่า b^* ของมะละกอหลังผ่านการเก็บรักษา – ค่า b^* ของมะละกอเริ่มต้น

ก.7 การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม

ตามวิธีของ A.O.A.C. (1995)

สารเคมี

1. กรด nitric ความเข้มข้น 1 N
2. Lantanum chloride solution

ชั่ง Lantanum oxide 11.7 กรัม เติมในขวดปรับปริมาตร 100 ml เติม HCl 50 ml จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 ml

วิธีการทดลอง

1. ชั่งมะละกอ 5 กรัม ใส่ crucible ที่แห้ง อบไล่ความชื้นเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อน 105 องศาเซลเซียส
2. นำ crucible ที่เผาไล่ควันแล้วไปเข้า muffle furnace ที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส จนเถ้ามีสีขาว
3. เติม 1 N. HNO_3^- 5 ml อุ่นบน hot plate 2-3 นาที เพื่อให้เถ้าละลาย ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยกรด Nitric 1 N.
4. ปิเปตสารละลายจากข้อ 3 ปริมาตร 1 ml ลงใน volumetric flask 10 ml แล้วเติม Lantanum oxide 1 ml ปรับปริมาตรเป็น 10 ml
5. นำสารละลายที่ได้เข้าเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ได้

ก.8 การวิเคราะห์ค่าการเกิดสีน้ำตาล

ตามวิธี Baloch และคณะ (1973)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งมะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่หั่นละเอียด 10 g ใส่ในบีกเกอร์
2. เติม 1.5% acetic acid ปริมาตร 50 ml ลงในบีกเกอร์ แช่ทิ้งไว้ 10 นาที
3. ปั่นให้ละเอียดด้วย Blender นาน 2 นาที แล้วกรอง
4. นำสารละลายที่กรองได้มาปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วย 1.5% acetic acid
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. โดยใช้ 1.5% acetic acid เป็น blank

ก.9 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย

ตามวิธี Harrigan และ McCance (1976)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar

- ชั่ง plate count agar 23.5 g ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1000 ml บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ปิดปากด้วยจุกสำลี จากนั้นนำมาฆ่าเชื้อด้วย autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 lb/in^2 เป็นเวลา 15 นาที

2. ชั่งมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง 10 กรัม ใส่ถุง เติม 0.1% peptone ปริมาตร 90 ml จากนั้นนำไปตีด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 10 นาที เจือจางความเข้มข้นเป็น 10^{-1} 10^{-2} และ10^{-3} g/ml ด้วย 0.1 % peptone

3. ปิเปตสารละลายที่ dilution ต่างๆ มา 1 ml ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ dilution ละ 2 จาน เท plate count agar (ที่ 40-45°C) ลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณจานละ 15-20 ml หมุนจานไปมาเพื่อให้สารละลายและ plate count agar ผสมกัน ทิ้งให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

4. นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±0.5°C นาน 2-3 วัน ตรวจนับเชื้อแบคทีเรียแล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 g

ก.10 การวิเคราะห์ยีสต์และรา

ตามวิธีของ Harrigen และ McCance (1976)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar

- ชั่ง potato dextrose agar 39.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1 ลิตร บรรจุลงใน ขวดรูปชมพู่ปิดปากด้วยจุกสำลี นำมาฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 lb/in^2 เป็น

เวลา 15 นาที จากนั้นปรับ pH ด้วย tartaric acid (ที่ปลอดเชื้อ) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1.6 ml ต่อ potato dextrose agar 100 ml (จะได้ pH ประมาณ 3.74-4.0) เท potato dextrose agar ลงในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 15-20 ml แล้วทิ้งให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

2. เตรียมตัวอย่างที่ dilution 10^{-1} และ 10^{-2} g/ml

3. ปิเปตสารละลายที่ dilution ต่างๆ มา 1 ml ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ dilution ละ 2 จาน แล้วใช้แท่งแก้วรูปตัว L จุ่มแอลกอฮอล์ ลนไฟ เกลี่ยสารละลายให้กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ

4. นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ $35\pm0.5^{\circ}C$ นาน 2-3 วัน ตรวจนับเชื้อยีสต์ และรา แล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 g

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ข 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง (Hardness) และปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าเนื้อมะละกอ เมื่อมีการแปรระดับแคลเซียมคลอไรด์ โดยระยะเวลาการแช่เป็นเวลา 10 วัน

SOV	df	MS	
		Ca	Hardness
ระยะเวลาการแช่ (A)	9	52.537*	4523.536*
ระดับความเข้มข้น (B)	3	667.186*	381186.747*
AB	27	31.690*	887.864*
error	40	1.444	60.315

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 และ 10% และอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอนที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		เวลาการเก็บ (สัปดาห์ที่)			
		0	6	12	18
trt	3	0.066	0.011	0.057	0.035
error	4	0.072	0.081	0.102	0.072

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		trt 1	trt 2	trt 3	trt 4
ระยะเวลาการเก็บรักษา	3	0.052	0.003	0.006	0.011
error	4	0.084	0.057	0.017	0.169

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

trt 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ข 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 และ 10% และอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน ที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		เวลาการเก็บ (สัปดาห์ที่)			
		0	6	12	18
trt	3	$5.046E^{-05*}$	$1.146E^{-05}$	$1.233E^{-05}$	$3.279E^{-05*}$
error	4	$8.750E^{-07}$	$8.625E^{-06}$	$2.250E^{-06}$	$1.875E^{-06}$

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		trt 1	trt 2	trt 3	trt 4
ระยะเวลาการเก็บรักษา	3	0.000*	3.967E^{-05}*	8.500E^{-06}*	3.579E^{-05}*
error	4	9.500E^{-06}	1.250E^{-06}	5.000E^{-07}	2.375E^{-06}

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

trt 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ข 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางลักษณะเนื้อสัมผัสในแต่ละด้านของแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

เวลาการเก็บ	SOV	df	MS		
			Hardness	Adhesiveness	Cutting work
สัปดาห์ที่ 0	trt	3	450559.581*	75890.304*	18799411.169*
	error	92	44503.106	169.840	143491.881
สัปดาห์ที่ 3	trt	3	6595210.121*	86620.936*	35811265.771*
	error	92	28058.415	140.146	144090.294
สัปดาห์ที่ 6	trt	3	13323395.325*	92767.786*	41068960.565*
	error	92	29389.320	142.405	95264.130
สัปดาห์ที่ 9	trt	3	16294500.039*	102760.582*	46472923.010*
	error	92	35709.104	168.197	31879.698
สัปดาห์ที่ 12	trt	3	17661033.906*	100456.126*	47444791.370*
	error	92	31743.724	197.945	22631.950
สัปดาห์ที่ 15	trt	3	21705791.361*	102602*	48056427.781*
	error	92	49081.526	231.969	83591.512
สัปดาห์ที่ 18	trt	3	21978397.784*	100456*	48497178.949*
	error	92	65093.194	265.987	80235.204

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Hardness	Adhesiveness	Cutting work
เวลาการเก็บ	6	10937028.968*	41.322*	5973695.029*
error	161	63209.830	80.117	171780.702

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Hardness	Adhesiveness	Cutting work
เวลาการเก็บ	6	656044*	2765.259*	162072.228*
error	161	22097.410	229.780	44896.212

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Hardness	Adhesiveness	Cutting work
เวลาการเก็บ	6	157567.646*	812.042*	319643.509*
error	161	44545.591	201.466	61625.164

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Hardness	Adhesiveness	Cutting work
เวลาการเก็บ	6	91241.176*	1003.532*	569788.533*
error	161	32191.962	240.916	65232.019

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		trt 1	trt 2	trt 3	trt 4
เวลาการเก็บ	6	0.000*	0.001*	0.001*	0.001*
Error	35	$1.386E^{-06}$	$2.648E^{-06}$	$1.948E^{-06}$	$2.190E^{-06}$

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

trt 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ข 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS						
		เวลาการเก็บ (สัปดาห์ที่)						
		0	3	6	9	12	15	18
trt	3	$8.215E^{-05}$*	$8.594E^{-05}$*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
error	20	$4.250E^{-07}$	$8.333E^{-07}$	$6.250E^{-07}$	$1.392E^{-06}$	$1.350E^{-06}$	$4.367E^{-06}$	$5.308E^{-06}$

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS			
		trt 1	trt 2	trt 3	trt 4
trt	6	41.027*	31.696*	27.365*	20.617*
error	35	0.174	0.099	0.085	0.092

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

trt 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

trt 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ข 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS						
		เวลาการเก็บ (สัปดาห์ที่)						
		0	3	6	9	12	15	18
trt	3	246.069*	226.740*	211.996*	219.167*	219.978*	193.525*	318.521*
error	20	0.099	0.034	0.072	0.043	0.023	0.229	0.287*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV		df	MS		
			Colour	Appearance	Overall
สัปดาห์ที่ 0	trt	3	17.717*	13.482*	18.982*
	ผู้ทดสอบ	29	2.206*	2.210*	1.532*
	Error	207	0.250	0.579	0.533
สัปดาห์ที่ 12	trt	3	50.006*	47.472*	41.261*
	ผู้ทดสอบ	29	0.799	2.179*	1.684*
	Error	207	0.812	0.684	0.507
สัปดาห์ที่ 18	trt	3	50.326*	42.494*	91.969*
	ผู้ทดสอบ	29	0.467	1.271*	1.854*
	Error	207	0.583	0.761	0.590

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Colour	Appearance	Overall
เวลาการเก็บ	2	55.050*	50.406*	59.817*
ผู้ทดสอบ	29	1.110*	1.419*	0.731*
error	148	0.499	0.656	0.428

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Color	Appearance	Overall
เวลาการเก็บ	2	16.850*	21.050*	30.017*
ผู้ทดสอบ	29	1.487*	2.464*	2.395*
error	148	0.704	0.550	0.429

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Color	Appearance	Overall
เวลาการเก็บ	2	17.689*	13.850*	19.350*
ผู้ทดสอบ	29	2.096*	2.970*	1.708*
error	148	0.549	0.716	0.709

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ตารางที่ ข 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

SOV	df	MS		
		Color	Appearance	Overall
เวลาการเก็บ	2	14.117*	11.022*	21.506*
ผู้ทดสอบ	29	2.414*	2.065*	1.537*
error	148	0.397	0.271	0.311

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

trt ชุดการทดลอง

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ค 1 ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในช่วงการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (ΔE^*)			
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
0	-	-	-	-
3	0.62	0.20	0.82	0.91
6	1.22	0.39	0.74	0.86
9	1.42	0.33	0.61	0.78
12	2.19	0.55	1.12	1.06
15	2.55	1.22	0.95	0.30
18	2.39	0.92	0.77	0.52

ค่า ΔE^* ของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสดมภ์เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสีหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆเทียบกับค่าสีในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษา

แบบที่ 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

แบบที่ 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ค 2 ค่า Water activity (a_w) ของมะละกอในช่วงการอบแห้ง

ชั่วโมงการอบ	Water activity			
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
0	0.954±0.003	0.952±0.001	0.951±0.001	0.951±0.001
1	0.913±0.003	0.910±0.001	0.911±0.001	0.913±0.001
2	0.896±0.004	0.878±0.001	0.888±0.001	0.886±0.001
3	0.875±0.001	0.870±0.001	0.872±.001	0.876±0.006
4	0.862±0.001	0.864±0.001	0.857±0.001	0.855±0.002
5	0.852±0.002	0.851±0.001	0.853±0.001	0.854±0.001
6	0.844±0.003	0.822±0.001	0.844±0.004	0.847±0.001
7	0.817±0.001	0.814±0.001	0.820±0.001	0.837±0.003
8	0.798±0.001	0.795±0.001	0.804±0.001	0.832±0.001
9	0.767±0.003	0.755±0.001	0.777±0.003	0.821±0.001
10	0.753±0.002	0.744±0.001	0.755±0.002	0.808±0.003
11	0.739±0.001	0.734±0.002	0.743±0.001	0.795±0.001
12	0.723±0.003	0.721±0.001	0.718±0.001	0.772±0.002
13	0.713±0.001	0.707±0.002	0.709±0.001	0.751±0.001
14	0.697±0.002	0.686±0.001	0.692±0.003	0.740±0.001
15	0.683±0.001	0.671±0.001	0.682±0.001	0.728±0.002
16	0.677±0.004	0.655±0.001	0.675±0.001	0.710±0.001
17	0.667±0.002	0.650±0.001	0.666±0.001	0.704±0.001
18	0.654±0.001	-	0.657±0.002	0.696±0.002
19	0.646±0.001	-	0.650±0.001	0.687±0.001
20	0.644±0.001	-	-	0.675±0.001
21	0.642±0.001	-	-	0.662±0.001
22	0.641±0.001	-	-	0.661±0.001
23	0.641±0.001	-	-	0.658±0.001
24	0.640±0.001	-	-	0.653±0.001
25	0.640±0.001	-	-	0.650±0.001

แบบที่ 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

แบบที่ 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ค 3 ปริมาณความชื้น (% dry basis) ในช่วงการอบแห้ง

ชั่วโมงการอบ	ปริมาณความชื้น (%dry basis)			
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
0	85.6±0.04	82.7±0.001	82.6±0.000	84.1±0.020
1	67.3±0.013	64.4±0.021	71.6±0.005	69.7±0.028
2	59.5±0.020	57.4±0.023	60.9±0.013	57.9±0.015
3	54.1±0.020	52.1±0.027	51.4±0.019	51.0±0.071
4	49.7±0.026	48.1±0.026	48.6±0.005	47.0±0.025
5	43.6±0.047	43.0±0.034	41.7±0.012	44.6±0.026
6	39.8±0.044	38.3±0.052	39.1±0.011	42.8±0.026
7	36.9±0.028	34.3±0.033	37.2±0.008	39.3±0.024
8	35.0±0.025	31.9±0.027	35.0±0.000	37.9±0.023
9	33.8±0.025	30.4±0.028	33.2±0.010	36.5±0.023
10	32.9±0.024	29.0±0.025	31.0±0.005	35.5±0.025
11	32.0±0.023	27.9±0.023	30.0±0.010	34.5±0.025
12	30.8±0.025	26.2±0.031	28.5±0.001	33.6±0.026
13	29.9±0.018	25.0±0.027	27.8±0.001	32.8±0.025
14	29.2±0.015	24.2±0.024	27.4±0.004	32.4±0.025
15	28.6±0.012	23.3±0.018	27.0±0.006	31.1±0.023
16	27.8±0.007	234±0.165	26.3±0.003	30.4±0.023
17	27.1±0.001	21.8±0.154	25.7±0.002	29.8±0.022
18	26.3±0.001	-	25.1±0.001	29.4±0.022
19	25.4±0.001	-	24.8±0.001	29.2±0.022
20	24.7±0.005	-	-	28.7±0.022
21	24.0±0.006	-	-	28.6±0.023
22	23.0±0.011	-	-	28.1±0.018
23	22.6±0.012	-	-	27.6±0.021
24	22.7±0.161	-	-	27.4±0.020
25	22.0±0.156	-	-	27.2±0.019

แบบที่ 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

แบบที่ 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ค 4 ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	30.83±0.87	12.58±0.76	12.51±0.85	27.98±0.96	12.50±0.90	13.04±1.31	30.29±1.70	11.57±0.92	12.91±0.67	29.92±1.25	11.62±1.13	11.78±1.14
3	31.38±0.70	12.32±0.56	12.63±0.56	27.81±0.78	12.46±0.56	12.94±1.30	29.48±1.77	11.67±0.85	12.80±0.48	30.17±1.48	11.92±0.67	11.35±0.66
6	32.00±0.62	12.27±0.95	12.38±0.87	27.98±0.96	12.31±0.87	12.70±1.19	29.80±1.35	11.82±0.84	12.41±0.82	30.08±1.76	11.62±1.13	11.65±0.63
9	32.24±0.89	12.53±0.39	12.65±0.87	28.07±0.98	12.70±0.50	12.80±1.24	29.72±1.50	11.69±0.88	12.73±0.66	30.24±1.51	11.64±0.98	11.84±1.38
12	33.01±0.49	12.38±0.89	12.65±0.87	28.23±1.25	12.42±0.81	12.56±0.80	29.26±1.42	11.47±0.35	12.48±0.38	30.20±1.17	11.75±0.57	11.69±0.68
15	33.36±0.81	12.77±0.46	12.29±0.62	28.99±1.80	12.38±0.86	12.37±0.50	29.59±1.55	11.51±0.41	12.27±0.61	30.13±1.08	11.69±0.59	11.58±0.65
18	33.21±0.79	12.50±0.50	12.34±0.57	28.60±1.60	12.40±0.85	12.37±0.50	29.98±1.37	11.56±0.54	12.21±0.66	30.27±0.98	11.74±0.53	11.42±0.59

แบบที่ 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

แบบที่ 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส

แบบที่ 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบ acceptance test

ผลิตภัณฑ์ มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ_____วันที่_____

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับ แล้วให้คะแนนการยอมรับของแต่ละตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดย

9 = ยอมรับมากที่สุด
8= ยอมรับมาก
7= ยอมรับปานกลาง
6= ยอมรับเล็กน้อย
5= เฉยๆ
4= ไม่ยอมรับเล็กน้อย
3= ไม่ยอมรับปานกลาง
2= ไม่ยอมรับมาก
1= ไม่ยอมรับมากที่สุด

การยอมรับ	คะแนนการยอมรับ			
การยอมรับทางด้านสี				
การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ (การเกิดผลึกน้ำตาล)				
การยอมรับโดยรวมทางด้านลักษณะปรากฏ				

ภาคผนวก จ

วิธีคำนวณ

จ.1 การคำนวณปริมาณความชื้นของตัวอย่างมะละกอแช่อิ่ม

ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักแห้งของตัวอย่างมะละกอแช่อิ่ม คำนวณได้จาก

$$\text{ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักแห้ง (กรัมน้ำต่อกรัมตัวอย่าง)} = \frac{\text{ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก}}{1 - \text{ปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก}}$$

ถ้าตัวอย่างมะละกอแช่อิ่มมีปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก = 0.462 กรัมน้ำต่อกรัมตัวอย่าง

$\therefore$ จะมีปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักแห้ง เท่ากับ $\frac{0.462}{1 - 0.462} = 0.859$ กรัมน้ำต่อกรัมของแข็ง

หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่ากับ 85.9% (โดยน้ำหนักแห้ง)

จ.2 การคำนวณปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในตัวอย่างมะละกอ

ตัวอย่างมะละกอ 300 กรัม แช่ในสารละลายผสม 900 มิลลิลิตร ซึ่งมีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5%(w/v)

สารละลายผสม 100 มิลลิลิตร มีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5 กรัม

สารละลายผสม 900 มิลลิลิตร มีโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ $\frac{0.5 \times 900}{100} = 4.5$ กรัม

น้ำหนักโมเลกุลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ = 190.1

$\therefore$ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 4.5 กรัม $= \frac{4.5}{190.1} = 0.024$ โมล

ปฏิกริยาการเกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการทำปฏิกริยาระหว่างโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์กับน้ำ แสดงดังสมการ 1

$$Na_2S_2O_5 + H_2O + 1/2O_2 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2 \quad \text{.....(1)}$$

จากสมการ

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	1	โมล จะให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	1	โมล
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เริ่มต้น	0.024	โมล จะได้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.024	โมล

น้ำหนักโมเลกุลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ = 64.1

∴ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.024 โมล = 0.024 x 64.1 = 1.538 กรัม

ตัวอย่างมะละกอ 300 กรัม แช่ในสารละลายที่มีมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1.538 กรัม

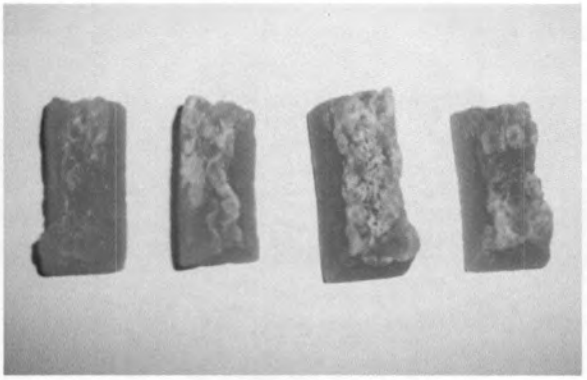
ตัวอย่างมะละกอ 1000 กรัม แช่ในสารละลายที่มีมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ $\frac{1.538 \times 1000}{300}$ = 5.127 กรัม

คิดเป็น 5,127 มิลลิกรัม ต่อ ตัวอย่างมะละกอ 1 กิโลกรัม

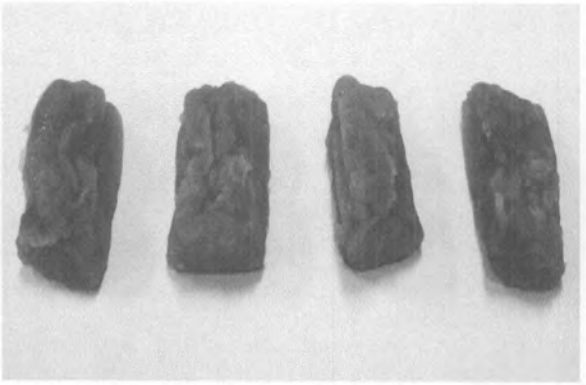
ดังนั้น ตัวอย่างมะละกอก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการออสโมซิส จะแช่ในสารละลายที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 5,127 ppm

ภาคผนวก ฉ

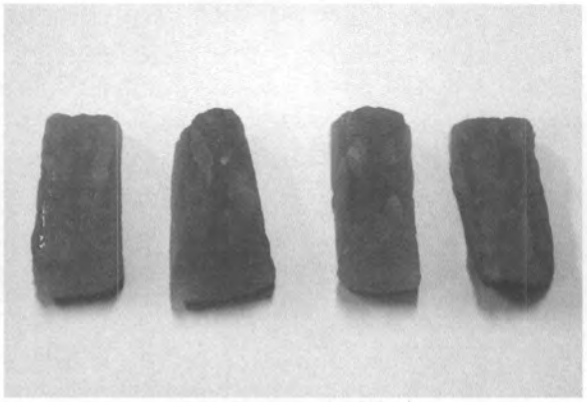
ภาพผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง



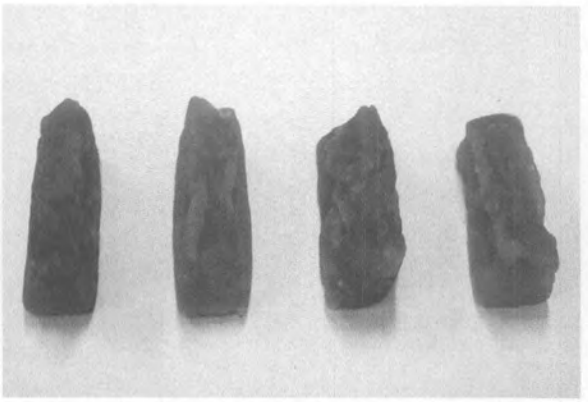
แบบที่ 1



แบบที่ 2



แบบที่ 3



แบบที่ 4

ภาพที่ ฉ.1 ผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์

แบบที่ 1 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
แบบที่ 2 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
แบบที่ 3 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส
แบบที่ 4 แทนผลิตภัณฑ์มะละกอที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววีรยา พรหมประเทศ เกิดเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปลาย ปีการศึกษา 2547