

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชจรินทร์ เกตุนิล. 2544. ผลไม้อบแห้งของไทยในตลาดฮ่องกง. วารสารสถาบันอาหาร. 3(16): 50-54.

เบญมาศ ศิลาชัย. 2538. กล้วย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2541. กล้วยในเมืองไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2528. มาตรฐานผลิตภัณฑ์กล้วยอบ (มอก.586 – 2528). กระทรวงอุตสาหกรรม: กรุงเทพมหานคร

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2545. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้ 2539 - 2545.

กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ส่งเสริมการส่งออก, กรม. 2541. การส่งออกผลไม้สดและแปรรูปของไทย. การสัมมนาและ

นิทรรศการกล้วยครบวงจร. หน้า 29-42. (15-17 มกราคม 2541) สำนักพิมพ์อิฐ และ
วัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Vol. 2. Washington: Association of Official Analytical Chemists.

Bolin, H. R., and Steele, R. J. 1987. Nonenzymatic browning in dried apples during storage. Journal of Food Science. 52(6): 1654-1657.

Brekke, J. E., and Allen, L. 1967. Dehydrated Bananas. Food Technology. 21(10): 101-105.

Chen, L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A. R., and Engeseth, N. J. 2000. Honeys from different floral sources as Inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(10): 4997-5000.

Cochran, W. C. and Cox, G. M. 1992. Experimental Design. New York: John Wiley & Son.

CSIRO. 1972. Division of food research circular 8 : Banana ripening guide. Cited in เบนจมาศ ศิลาย้อย. 2538. กล้วย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

de Gonzalez Lozano, P. G., Barrett, D. M., Wrolstad, R. E., and Durst, R. W. 1993. Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple rings by pineapple juice. Journal of Food Science. 58(2): 399-404.

Duangmal, K. and Owusu-Apenten, R. K. 1999. A comparative study of polyphenoloxidase from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). Food Chemistry. 64: 351-359.

Galeazzi, M. A. M., Sgarbieri, V. C., and Constantinides, S. M. 1981a. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenol oxidase (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii* L.). Journal of Food Science. 46: 150-155.

- Galeazzi, M. A. M., and Sgarbieri, V. C. 1981b. Substrate specificity and inhibition of polyphenol oxidase (PPO) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii* L.). Journal of Food Science. 46: 1404-1406.
- Iyengar, R. and McEvily, A. J. 1992. Anti-browning agents: alternatives to the use of sulfites in foods. Trends in Food Science & Technology. 3: 60-64.
- Joubert, E., Wium, G.L., and Sadie, A. 2001. Effect of temperature and fruit-moisture content on discolouration of dried, sulphured bon chretien pears during storage. International Journal of Food Science and Technology. 36: 99-105.
- Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., and Saravacos, G. D. 2001. The effect of method of drying on the colour of dehydrated products. International Journal of Food Science and Technology. 36: 53-59.
- Laurila, E. K., Hurme, E. U., and Ahvenainen, R. T. 1998. Shelf life of sliced raw potatoes of various cultivar varieties – substitution of bisulfites. Journal of Food Protection. 61(10): 1363-1371.
- Martinez, M. V. and Whitaker, J. R. 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Science & Technology. 6: 195-199.
- McLellan, M. R., Kime R. W., Lee, C. Y., and Long, T. M. 1995. Effect of honey as an antibrowning agent in light raisin processing. Journal of Food Processing and Preservation. 19(1): 1-8.
- Moline, H. E., Buta, J. G., and Newman, I. M. 1999. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. Journal of Food Quality. 22 (5): 499-511.

- Oszmianski, J., and Lee, C. Y. 1990. Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 38(10): 1892-1895.
- Phoungchandang, S., and Woods, J. L. 2000. Moisture diffusion and desorption isotherms for banana. Journal of Food Science. 65(4): 651-657.
- Phoungchandang, S., and Woods, J. L. 2000. Solar drying of bananas: mathematical model laboratory simulation, and field data compared. Journal of Food Science. 65 (6): 990-996.
- Pizzocaro, F., Torreggiani, D., and Gilardi, G. 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase(PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. Journal of Food Processing and Preservation. 17(1): 21-30.
- Sankat, C. K., Castaigne, F., and Maharaj, R. 1996. The air drying behaviour of fresh and osmotically dehydrated banana slices. International Journal of Food Science and Technology. 31: 123-135.
- Sapers, G. M. 1993. Browning of foods : control by sulfites, antioxidants and other means. Food Technology. 47(10): 75-84.
- Son, S. M., Moon, K. D., and Lee, C. Y. 2000. Rhubarb juice as a natural antibrowning agent. Journal of Food Science. 65(7): 1288-1289.
- Taylor, S. L., and Bush, R. K. 1986. Sulfites as food ingredients. Food Technology. 40(6): 47-52.

- Weller, A., Sims, C. A., Matthews, R. F., Bates, R. P., and Brecht, J. k. 1997. Browning susceptibility and change in composition during storage of carambola slices. Journal of Food Science. 62(2): 256-260.
- Whitaker J. R. 1972. Principles of Enzymology for the Food Sciences. New York: Marcle Dekker.
- Will, R. B. H., Lim, J. S. K., and Greenfield, H. 1984. Changes in chemical composition of cavendish banana (*Musa acuminata*) during ripening. Journal of Food Biochemistry. 8: 69-77.
- Yang, C. P., Fujita, S., Ashrafuzzaman, M. D., Nakamura, N., and Hayashi, N. 2000. Purification and characterization of polyphenol oxidase from banana (*Musa sapientum* L.) pulp. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(7): 2732-2735.
- Zawistowski, J., Biliaderis, C. G., and Eskin, N. A. M. 1991. Polyphenol oxidase. In D.S. Robinson and N.A.M. Eskin(eds), Oxidative Enzymes in Foods, pp. 217-273. London: Elsevier Applied Science.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์และตรวจสอบ

ก.1 การวัดค่าความแน่นแข็ง ด้วยเครื่อง Texture analyzer

อุปกรณ์ Texture analyzer รุ่น TA-XT2I และหัว probe ที่ใช้วัด คือ หัวเจาะ p2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm ซึ่งนิยมใช้วัดค่าความแน่นแข็งของผลไม้

ตัวอย่างที่วัด กล้วยน้ำว้าสด

วิธีทดลอง ทำการ calibrate force โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 kg จากนั้นติดตั้งหัวเจาะ (p2 mm) เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส แล้วทำการ calibrate probe โดยกำหนดระยะให้หัววัดห่างจากแท่นวางตัวอย่าง 50 mm จากนั้นกำหนดรูปแบบการวัดดังนี้

Mode	:	Measure force in compression
Option	:	Return to start
Pre-test speed	:	2.0 mm/s
Test speed	:	2.0 mm/s
Post-test speed	:	2.0 mm/s
Distance	:	15.0 mm
Trigger Type	:	Auto – 5g
Force Unit	:	grams
Probe Type	:	2 mm cylinder probe (p/2)
Grape Type	:	Force (g) vs Time (sec)

วางผลกล้วยที่ปอกเปลือกแล้วลงบนแท่นวัด แล้วสั่งให้เครื่องวัดค่าความแน่นแข็ง โดยวัดในผลเดียวกัน 3 จุด จากนั้นเฉลี่ยเป็น 1 ค่า ในแต่ละซ้ำใช้ตัวอย่าง 3 ลูก ในขณะที่วัด เครื่องจะแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง force กับ เวลา โดยวัดค่าสูงสุดของ peak แสดงเป็นค่าความแน่นแข็ง (firmness) มีหน่วยเป็น gram

ก.2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ตามวิธีการของ Lane-Eynon's volumetric method สารเคมี

1. สารละลายเฟห์ลิง (Fehling's solution)

สารละลายเฟห์ลิง A เตรียมโดยละลาย copper sulphate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, AR grade) 34.639 g ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml ในขวดปรับปริมาตร

สารละลายเฟห์ลิง B เตรียมโดยละลาย sodium-potassium-tartrate (Rochelle salt, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, AR grade) 173 g และ NaOH 50 g ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml ตั้งทิ้งไว้ 2 วัน แล้วจึงนำมากรองตะกอนออกก่อนนำไปใช้

2. methylene blue indicator 0.2%

เตรียมโดยละลาย methylene blue 1 g ใน alcohol เล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นและกรอง

การหาค่ามาตรฐานของสารละลายเฟห์ลิง (standardization of Fehling's solution)

1. เตรียมสารละลายน้ำตาล invert มาตรฐานความเข้มข้น 1% (w/v) โดยละลายซูโครส 9.5000 g ในน้ำกลั่น จากนั้นเติม HCL ปริมาตร 5 ml แล้วปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น ปล่อยให้สารละลายเปลี่ยนเป็นน้ำตาล invert โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 3-4 วัน จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้มาเจือจางให้เป็น 1,000 ml ในขวดปรับปริมาตร สารละลายที่เตรียมได้นี้สามารถเก็บใช้ได้เป็นเวลาหลายเดือน

2. ปิเปตสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 1 มา 25 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 ml ในขวดวัดปริมาตร

3. บรรจूसารละลายในข้อ 2 ลงในบิวเรต โดยสารละลายนี้เรียกว่า titer

4. ปิเปตสารละลายเฟห์ลิง A และ B มาอย่างละ 5 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml เขย่าให้เข้ากัน

5. ไซ titer ปริมาตร 19 ml ลงในขวดรูปชมพู่ซึ่งบรรจूसารละลายเฟห์ลิงที่ผสมกันแล้ว เขย่าให้เข้ากัน ต้มให้เดือดบนเตา

6. เมื่อต้มเดือดได้ 2 นาที (จับเวลาตั้งแต่เริ่มเดือด) ให้หยด methylene blue indicator ลงไป 2 หยด ถ้าสารละลายเฟห์ลิงยังคงมีสีน้ำเงินอยู่ ให้ไซ titer ลงไปอีกครึ่งละหยด กระทั่งสีน้ำเงินหมดไป โดยที่จุดยุติ (end point) จะสังเกตเห็นตะกอนแดงของ Cu_2O ในระหว่างไตเตรต ต้องให้สารละลายในขวดรูปชมพู่เดือดตลอดเวลา และควรให้การไตเตรตสิ้นสุดภายในเวลาไม่เกิน 3 นาที นับตั้งแต่สารเริ่มเดือด บันทึกปริมาตรของสารละลายในบิวเรตหรือ titer ที่ใช้ โดยต้องปรับปริมาตรหรือความเข้มข้นของสารละลาย copper sulphate จนกระทั่งปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรตได้ 20 ml พอดี (สารละลายเฟห์ลิง 10 ml จะทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย invert 20 ml)

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในกล้วยน้ำว้า

1. เตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยนำกล้วย 3-5 กรัม มาปั่นพร้อมกับน้ำอุ่น (ซึ่งมีอุณหภูมิ 50 °C) 100 ml จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงในเครื่อง centrifuge ความเร็ว 10,000xg เป็นเวลา 10 นาที จดน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง รวมทั้งปริมาตรรวมทั้งหมดของสารละลายที่เจือจางด้วย
2. บรรจุสารละลายตัวอย่างในข้อ 1 ลงในบิวเรต (titer)
3. เตรียมสารละลายเฟห์ลิง โดยใช้ปริมาตรที่หาได้จากการหาค่ามาตรฐานของสารละลายเฟห์ลิง บรรจุในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml เขย่าให้เข้ากัน
4. ไซโตเตอร์ปริมาตร 15 ml ลงในขวดรูปชมพู่ ซึ่งบรรจุสารละลายเฟห์ลิงที่ผสมกันแล้ว เขย่าให้เข้ากัน ต้มให้เดือดบนเตา
5. หลังจากต้มเดือดได้ 15 วินาที หากสารละลายเฟห์ลิงยังคงมีสีน้ำเงินอยู่ ให้ไซ titer ลงไปอีกครั้งละ 1 ถึง 5 ml เขย่าโดยไม่ยกขวดรูปชมพู่ออกจากเตา จนกระทั่งสีน้ำเงินของสารละลายเฟห์ลิงจางลง จึงเติม methylene blue ลงไป 2 หยด ไตเตรตต่อไปโดยให้ไซ titer ครั้งละ 1 หยด จนกว่าสีน้ำเงินของ methylene blue หายไป ในระหว่างการไตเตรตต้องให้สารละลายในขวดรูปชมพู่เดือดตลอดเวลา และควรให้การไตเตรตสิ้นสุดภายในเวลาไม่เกิน 3 นาที นับตั้งแต่สารละลายเริ่มเดือด บันทึกปริมาตรของสารละลายในบิวเรตหรือ titer ที่ใช้ไป
6. ต้องมีการไตเตรตเพื่อหาค่าปริมาตรที่ได้โดยวิธีการเช่นเดิม แต่เนื่องจากทราบปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่จะใช้วิเคราะห์แล้วจากข้อ 5 ดังนั้นจึงไซสารละลายตัวอย่างลงในสารละลายเฟห์ลิงที่เตรียมไว้ในปริมาตรที่น้อยกว่าปริมาตรที่ทราบแล้ว 0.5 – 1.0 ml จากนั้นต้มให้เดือด 2 นาที แล้วจึงเติม methylene blue ลงไป 2 หยด ไตเตรตต่อไปโดยให้ไซ titer ครั้งละ 3 ถึง 4 หยด จนกว่าสีน้ำเงินของ methylene blue หายไป การไซ titer ลงมาแต่ละครั้งควรให้ห่างกันประมาณ 10 วินาที และควรให้การไตเตรตสิ้นสุดภายในเวลาไม่เกิน 1 นาที นับตั้งแต่เติม methylene blue ลงไป
7. บันทึกปริมาตรของสารละลายในบิวเรตหรือ titer ที่ใช้ไปทั้งหมด โดยปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรตเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายเฟห์ลิง ต้องอยู่ในช่วง 15 ถึง 50 ml
8. คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างและ% น้ำตาลรีดิวซ์ โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml)} = \frac{\text{factor} \times 100}{T \times 1000}$$

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์} \times 100}{W}$$

(คิดเป็นน้ำตาลกลูโคส)

เมื่อ T คือ ปริมาตรสารละลายตัวอย่างในบิวเรตหรือ titer ที่ใช้ไป (ml)

W คือ น้ำหนักเปียกของตัวอย่างที่ใช้ในการเตรียม titer (g)

Factor เท่ากับ 49.5 เมื่อคิดเป็นน้ำตาลกลูโคส

ก.3 การวัดค่าแรงตัดขาด (Cutting force) ด้วยเครื่อง Texture analyzer

อุปกรณ์ Texture analyzer รุ่น TA-XT2I และหัวที่ใช้วัด คือ ใบมีดที่เป็นหัวตัด (HDP/BSK Blade set with knife) ซึ่งนิยมใช้วัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ โดยแสดงความนิ่ม ความแข็ง และความเหนียวของผลิตภัณฑ์ โดยถ้ามีค่า Force สูง แสดงว่าตัวอย่างที่วัดมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง

ตัวอย่างที่วัด กล้วยตาก

วิธีทดลอง ทำการ calibrate force โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 kg จากนั้นติดตั้งแท่นวางตัวอย่าง และใบมีดที่เป็นหัวตัดเข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส แล้วกำหนดรูปแบบการวัดดังนี้

Mode	:	Measure force in compression
Option	:	Return to start
Pre-test speed	:	2.0 mm/s
Test speed	:	2.0 mm/s
Post-test speed	:	2.0 mm/s
Distance	:	20.0 mm
Trigger Type	:	Auto – 0.30 N
Force Unit	:	Newton
Probe Type	:	HDP/BSK Blade set with knife
Grape Type	:	Force (g) vs Time (sec)

วางกล้วยตากลงบนแท่นวัด แล้วสั่งให้เครื่องวัดค่าแรงตัดขาด โดยให้ใบมีดตัดตามความยาวของชิ้นกล้วยตาก ในขณะที่วัด เครื่องจะแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง force กับ เวลา โดยวัดค่าสูงสุดของ peak แสดงเป็น ค่าแรงตัดขาด (Cutting force) มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ลักษณะของกราฟที่ได้แสดงดังรูปที่ ก.1

Force (N)



รูปที่ ก.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Force และ เวลา ที่แสดงค่าแรงตัดขาดของตัวอย่าง

ก 4. การเตรียม crude enzyme PPO จากกล้วยน้ำว้า

นำกล้วยน้ำว้า 200 กรัม มา homogenized กับ สารละลาย phosphate buffer pH 7.0 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปริมาณ 200 ml โดยใช้เครื่องปั่น ปั่นเป็นเวลา 25 วินาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงใน refrigerated centrifuge (อุณหภูมิ 4 °C) ที่ความเร็ว 12,000xg เป็นเวลา 25 นาที นำส่วนใสมาตกตะกอนโปรตีนด้วย ammonium sulphate ที่ 80% saturation (ใช้ ammonium sulphate 516 กรัมต่อน้ำเม้า 1 ลิตร) (Scopes, 1994) ที่อุณหภูมิ 0 °C จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงใน refrigerated centrifuge (อุณหภูมิ 4 °C) ความเร็ว 12,000 x g เป็นเวลา 25 นาที นำตะกอน (pellet) ที่ได้มาละลายด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 M pH 7.0 จำนวน 4 ml เก็บ crude enzyme ที่อุณหภูมิ 0 °C ก่อนนำไปวิเคราะห์ PPO activity ต่อไป

สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 7.0 สำหรับละลายตะกอนโปรตีนในการเตรียม crude enzyme เตรียมจากละลาย potassium dihydrogen phosphate ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และสารละลาย dipotassium hydrogen phosphate ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปรับให้มี pH เท่ากับ 7.0

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี modified Lowry (Peterson, 1977)

เตรียมสารละลาย reagent A ด้วยการผสมสารละลาย copper tartrate carbonate (CTC) (เตรียมโดยค่อย ๆ เติมสารละลาย sodium carbonate ความเข้มข้น 20% w/v ลงในสารละลาย copper sulphate-tartrate ขณะที่คนตลอดเวลา ให้สารละลายสุดท้ายที่ได้มี copper sulphate pentahydrate ความเข้มข้น 0.1% w/v potassium tartrate ความเข้มข้น 0.2% w/v และ sodium carbonate ความเข้มข้น 10% w/v), sodium dodecyl sulphate (ความเข้มข้น 10% w/v), sodium hydroxide (ความเข้มข้น 0.8 N) และน้ำกลั่นในปริมาณที่เท่ากัน จากนั้นเตรียมสารละลาย reagent B โดยการเจือจางสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent (ความเข้มข้น 2.0 N) ด้วยน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1 ต่อ 5

ปิเปต crude enzyme จำนวน 50 μ l ใส่ลงใน Eppendorf tube ขนาด 1.5 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ml ด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย sodium deoxycholate (DOC) ความเข้มข้น 0.15% w/v จำนวน 100 μ l ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixer ทิ้งไว้ 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง เติมสารละลาย trichloroacetic acid 72% w/v จำนวน 100 μ l ผสมให้เข้ากันอีกครั้งก่อนนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 12,000 x g เป็นเวลา 30 นาที เทส่วนใส (supernatant) ทิ้ง เติมสารละลาย reagent A 1 ml ลงใน Eppendorf tube ที่มีตะกอนโปรตีนอยู่ ผสมให้เข้ากันก่อนทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที เติมสารละลาย reagent B จำนวน 0.5 ml ผสมให้เข้ากันอีกครั้ง ก่อนทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีเพื่อให้เกิดสี นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณปริมาณโปรตีนโดยใช้กราฟมาตรฐานที่เตรียมได้จากสารละลาย bovin serum albumin (BSA) ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน (รูป ก.2)

ก.6 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ (ช่วง pH 3.0 – 9.0) สำหรับการศึกษา optimum pH และ pH stability ของ crude PPO ในกล้วยน้ำว้า

6.1 สารละลายบัฟเฟอร์ช่วง pH 3.0 – 6.5

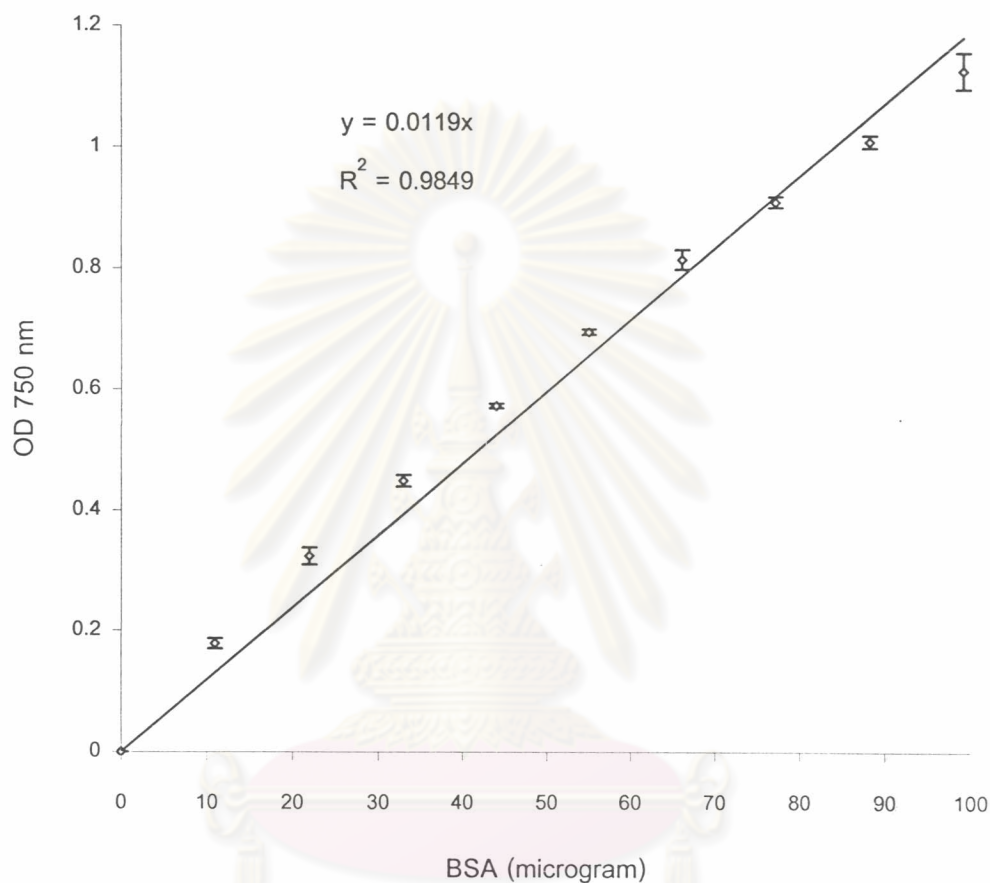
ใช้สารละลาย citric acid – Na_2HPO_4 buffer ที่เตรียมจากสารละลาย citric acid ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และสารละลาย disodium hydrogen phosphate ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปรับให้มี pH ตามต้องการ

6.2 สารละลายบัฟเฟอร์ช่วง pH 6.5 – 8.0

ใช้สารละลาย phosphate buffer ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ที่เตรียมจากสารละลาย disodium hydrogen phosphate ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และสารละลาย sodium dihydrogen phosphate ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปรับให้มี pH ตามต้องการ

6.3 สารละลายบัฟเฟอร์ช่วง pH 8.0 – 9.0

ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ Clark และ Lubs solution pH 8.0 – 10.2 ความเข้มข้น 0.1 M ที่เตรียมจากสารละลายผสมระหว่าง potassium chloride และ boric acid ความเข้มข้น 0.1 M และสารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้น 0.1 M ปรับให้มี pH ตามต้องการ

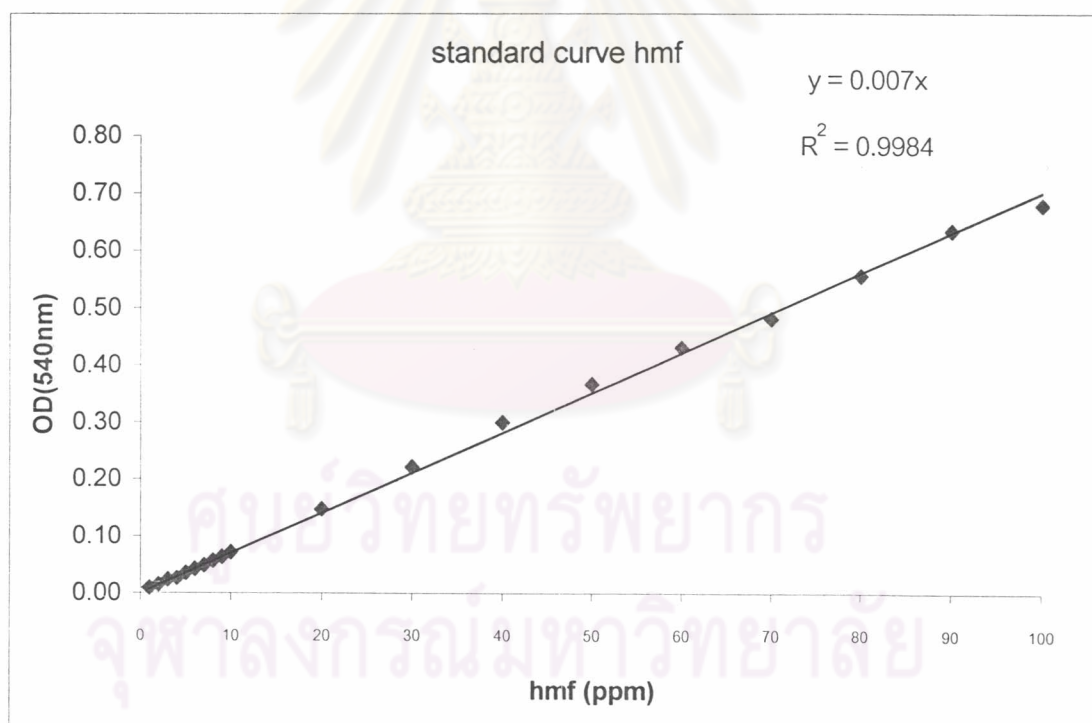


รูปที่ ก.2 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ก.7 การวิเคราะห์หาปริมาณ Hydroxymethylfurfural (HMF) ตามวิธีการของ Ranganna (1977)

เตรียมสารละลายตัวอย่างโดยชั่งตัวอย่าง 50 g นำไปปั่นรวมกับน้ำกลั่นประมาณ 70 ml ด้วยเครื่องปั่น จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 200 ml นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 12,000xg เป็นเวลา 25 นาที นำส่วนใสที่ได้มาเติม celite ปริมาณ 1 g แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงอีกครั้ง ที่ความเร็ว 12,000xg เป็นเวลา 25 นาที นำส่วนใสที่ได้มาเติม NaCl

ปริมาณ 10 g ผสมให้เข้ากัน แล้วนำสารละลายที่ได้ใส่ในกรวยแยก (separating funnel) ทำการสกัดสารตัวอย่างด้วยการเติม diethyl ether ลงในกรวยแยกครั้งละ 20 ml ทำการสกัดทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นนำสารละลายตัวอย่าง (ether extract) แล้วปล่อยให้ระเหยที่อุณหภูมิ 30 °C โดยนำสารละลายตัวอย่างใส่ในภาชนะปากกว้าง เพื่อให้ระเหยได้เร็วขึ้น เมื่อสารตัวอย่างระเหยเกือบหมดแล้วจึงปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml ด้วย ethyl alcohol absolute จะได้สารละลายตัวอย่างที่จะนำไปวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์โดยนำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้จำนวน 3 ml มาทำปฏิกิริยากับ ethyl alcohol absolute (ethanol) จำนวน 3 ml และ 1% resorcinol HCL (ซึ่งเตรียมโดยนำ resorcinol 1 กรัม ละลายใน HCL แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml) จำนวน 3 ml ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืดเพื่อให้ develop สี (สีแดงชมพู) เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm คำนวณปริมาณ HMF (มีหน่วยเป็น mg/100g (ppm)) โดยใช้กราฟมาตรฐานที่เตรียมได้จากสารละลาย 5- Hydroxymethylfurfural ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน (รูปที่ ก.3)



รูปที่ ก.3 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณ HMF

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก (แบบทดสอบประเภท hedonic scale (9-score))

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

ชื่อผู้ทดสอบ.....อายุ.....ปี

วันที่ทำการทดสอบ.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์กล้วยตาก และให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

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

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะที่ใช้ทดสอบ	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____
กลิ่นรส	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____
การยอมรับรวม	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ.....
.....

หมายเหตุ ลักษณะปรากฏ หมายถึง การเหยียวย่นของผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของกล้วยที่มีระยะเวลาสุก 5 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้นของกล้วย (%น้ำหนักเปียก)		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	66.47±0.19	65.64±0.72	65.84±0.27
1	60.75±0.17	58.06±0.22	55.00±0.41
2	56.56±1.00	53.18±0.82	48.00±0.30
3	51.78±0.78	47.60±0.17	44.23±0.10
4	47.28±0.59	42.97±0.64	39.00±0.43
5	42.43±0.68	39.12±0.27	32.81±0.32
6	37.60±0.83	35.26±1.09	29.07±0.21
7	33.11±0.48	31.84±0.58	26.70±2.25
8	30.20±0.47	27.51±1.13	22.12±0.40
9	25.95±1.00	23.48±0.45	21.26±0.27
10	25.21±1.27	21.62±0.38	18.02±0.97
11	22.02±0.40	19.61±0.70	16.14±0.88
12	21.53±0.35	17.30±0.90	15.00±0.23
13	19.58±0.10	15.05±0.38	12.56±0.36
14	18.23±1.02	14.10±1.20	11.19±0.13
15	16.46±0.14	13.40±1.10	10.83±1.29
16	15.67±0.27	13.02±0.79	10.19±0.19

ตารางที่ ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของกล้วยที่มีระยะการสุก 6 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้นของกล้วย (%น้ำหนักเปียก)		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	66.63±0.27	66.96±0.24	67.00±0.28
1	60.86±0.69	58.83±0.29	55.32±0.15
2	56.70±1.13	53.62±1.80	48.16±0.30
3	51.89±0.72	47.79±1.15	44.72±0.19
4	48.34±0.54	43.26±0.79	36.09±1.76
5	43.71±0.75	40.11±0.08	32.87±0.71
6	40.87±1.31	37.47±0.55	29.54±0.97
7	35.66±0.57	32.30±0.84	26.75±0.58
8	31.51±0.21	28.13±0.23	23.07±0.34
9	29.13±0.73	24.70±0.88	21.35±0.26
10	26.10±0.26	22.27±0.44	18.28±0.30
11	23.02±0.27	19.93±0.41	16.29±2.20
12	21.76±0.61	17.47±1.22	14.89±0.54
13	19.62±0.16	15.48±0.25	12.73±0.58
14	18.10±0.57	14.69±0.46	11.52±0.47
15	16.70±0.68	13.17±1.04	11.20±0.44
16	15.82±0.16	12.42±0.09	10.46±0.35

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของกล้วยที่มีระยะเวลาสุก 7 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้นของกล้วย (%น้ำหนักเปียก)		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	67.97±0.55	70.20±0.28	68.55±0.44
1	61.15±1.03	58.92±0.21	55.51±0.82
2	57.00±1.10	53.85±0.35	48.63±0.22
3	52.61±0.50	48.09±0.68	45.00±0.27
4	49.72±0.30	43.74±0.25	39.90±0.36
5	44.29±1.62	40.35±0.29	33.00±0.40
6	41.19±0.10	37.80±0.23	30.87±1.94
7	35.45±0.91	32.80±0.57	25.62±0.76
8	32.30±2.22	28.14±0.52	23.18±0.35
9	30.17±0.37	25.14±0.05	21.83±1.14
10	26.43±0.68	22.47±0.25	18.52±0.39
11	24.81±0.26	20.70±0.37	16.41±0.26
12	21.92±0.54	18.36±1.13	15.24±0.33
13	20.46±0.96	16.59±0.26	12.85±2.12
14	18.98±0.53	15.42±0.53	11.73±0.38
15	16.89±0.27	14.88±0.19	11.38±0.22
16	15.68±0.18	13.18±0.18	11.12±0.73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Aw ของกล้วยที่มีระยะการสุก 5 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่า Aw		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	0.971±0.002	0.968±0.003	0.970±0.003
1	0.968±0.010	0.920±0.003	0.870±0.014
2	0.955±0.006	0.910±0.022	0.861±0.008
3	0.937±0.004	0.889±0.008	0.837±0.009
4	0.922±0.023	0.855±0.007	0.810±0.011
5	0.868±0.012	0.810±0.013	0.785±0.014
6	0.838±0.003	0.794±0.006	0.754±0.004
7	0.820±0.003	0.762±0.010	0.705±0.006
8	0.785±0.007	0.714±0.004	0.660±0.010
9	0.740±0.002	0.660±0.002	0.631±0.019
10	0.710±0.011	0.634±0.009	0.585±0.004
11	0.666±0.018	0.614±0.004	0.560±0.003
12	0.636±0.010	0.584±0.004	0.529±0.007
13	0.620±0.006	0.553±0.009	0.500±0.013
14	0.594±0.022	0.535±0.022	0.470±0.023
15	0.576±0.003	0.522±0.004	0.453±0.001
16	0.555±0.008	0.516±0.026	0.442±0.004

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Aw ของกล้วยที่มีระยะการสุก 6 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่า Aw		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	0.970±0.001	0.965±0.002	0.966±0.003
1	0.966±0.006	0.917±0.003	0.869±0.011
2	0.951±0.004	0.905±0.013	0.851±0.025
3	0.932±0.001	0.887±0.034	0.834±0.027
4	0.893±0.015	0.844±0.006	0.792±0.003
5	0.856±0.012	0.810±0.009	0.770±0.005
6	0.826±0.002	0.785±0.013	0.725±0.020
7	0.805±0.032	0.753±0.009	0.677±0.019
8	0.764±0.012	0.709±0.004	0.656±0.002
9	0.734±0.003	0.662±0.007	0.625±0.013
10	0.705±0.010	0.625±0.005	0.580±0.003
11	0.664±0.002	0.610±0.005	0.530±0.015
12	0.625±0.004	0.560±0.009	0.492±0.040
13	0.618±0.005	0.540±0.008	0.460±0.024
14	0.570±0.013	0.520±0.003	0.450±0.006
15	0.560±0.003	0.514±0.001	0.437±0.012
16	0.546±0.015	0.511±0.004	0.423±0.006

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Aw ของกล้วยที่มีระยะการสุก 7 กับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 60 °C 65 °C และ 70 °C ในการอบแห้ง

เวลาในการ อบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่า Aw		
	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน (°C)		
	60	65	70
0	0.968±0.002	0.960±0.002	0.963±0.005
1	0.960±0.007	0.916±0.014	0.867±0.013
2	0.940±0.021	0.902±0.021	0.850±0.023
3	0.932±0.002	0.893±0.006	0.830±0.020
4	0.900±0.022	0.847±0.006	0.791±0.014
5	0.860±0.004	0.805±0.006	0.750±0.028
6	0.821±0.001	0.766±0.036	0.718±0.001
7	0.800±0.012	0.742±0.005	0.660±0.009
8	0.760±0.003	0.706±0.011	0.643±0.038
9	0.729±0.001	0.660±0.021	0.624±0.019
10	0.684±0.009	0.622±0.010	0.580±0.004
11	0.653±0.013	0.598±0.018	0.554±0.004
12	0.621±0.003	0.564±0.013	0.500±0.015
13	0.590±0.006	0.531±0.010	0.460±0.011
14	0.588±0.013	0.523±0.024	0.438±0.003
15	0.551±0.003	0.521±0.002	0.433±0.012
16	0.542±0.006	0.508±0.003	0.423±0.010

ตารางที่ ค.7 ค่าสี L* ของกล้วยก่อนแช่, หลังแช่สารควบคุมการเกิดสีน้ำตาล และกล้วยตาก

สารป้องกัน การเกิดสีน้ำตาล	L* ก่อนแช่	L* หลังแช่	L* กล้วยตาก
น้ำกลั่น	77.71±0.33	70.22±1.55	53.05±0.14
Asc 0.5%	77.06±1.38	70.82±0.10	48.91±0.43
Asc 1.0%	77.59±0.30	70.87±1.36	55.13±1.68
Asc 1.5%	77.41±0.93	71.10±1.52	56.14±1.43
Asc 0.5% + CA 0.5%	77.07±0.27	71.95±0.87	55.94±2.15
Asc 0.5%+ PJ	76.03±1.40	71.64±0.12	54.59±0.60
Asc 0.5% + H 5%	76.12±0.77	70.86±2.14	52.05±1.02
S 0.1%	76.51±1.02	71.05±1.40	56.34±1.59

(Asc = กรดแอสคอร์บิก, CA = กรดซิตริก, PJ = น้ำส้มป่อย, H = น้ำผึ้ง, S = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์)

ตารางที่ ค.8 ค่าสี a* ของกล้วยก่อนแช่, หลังแช่สารควบคุมการเกิดสีน้ำตาล และกล้วยตาก

สารป้องกัน การเกิดสีน้ำตาล	a* ก่อนแช่	a* หลังแช่	a* กล้วยตาก
น้ำกลั่น	-1.51±0.21	-0.68±0.45	7.60±0.35
Asc 0.5%	-1.49±0.19	-0.99±0.57	9.86±0.23
Asc 1.0%	-1.60±0.22	-1.35±0.29	8.05±1.31
Asc 1.5%	-1.47±0.38	-1.28±0.42	7.46±0.81
Asc 0.5% + CA 0.5%	-1.49±0.28	-1.35±0.36	6.49±1.07
Asc 0.5%+ PJ	-1.30±0.27	-1.13±0.39	7.59±0.51
Asc 0.5% + H 5%	-1.26±0.31	-1.05±0.53	8.51±0.12
S 0.1%	-1.22±0.31	-0.92±0.82	7.67±0.50

(Asc = กรดแอสคอร์บิก, CA = กรดซิตริก, PJ = น้ำส้มป่อย, H = น้ำผึ้ง, S = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์)

ตารางที่ ค.9 ค่าสี b^* ของกล้วยก่อนแช่, หลังแช่สารควบคุมการเกิดสีน้ำตาล และกล้วยตาก

สารป้องกัน การเกิดสีน้ำตาล	b^* ก่อนแช่	b^* หลังแช่	b^* กล้วยตาก
น้ำกลั่น	17.42±0.56	21.43±1.68	28.17±2.28
Asc 0.5%	17.61±0.60	21.73±0.62	27.35±1.63
Asc 1.0%	17.52±0.30	20.42±0.02	31.21±2.95
Asc 1.5%	18.15±0.53	21.44±0.29	30.57±0.80
Asc 0.5% + CA 0.5%	18.15±0.75	21.71±0.51	28.69±0.55
Asc 0.5%+ PJ	18.65±1.27	21.98±0.37	28.31±0.15
Asc 0.5% + H 5%	18.48±1.17	21.17±0.74	27.74±1.53
S 0.1%	17.70±0.94	21.74±1.48	28.34±1.08

(Asc = กรดแอสคอร์บิก, CA = กรดซิตริก, PJ = น้ำส้มปรด, H = น้ำผึ้ง, S = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีเปลือก L* a* b* ของกล้วยน้ำว้า ที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS		
		L*	a*	b*
ระยะการสุก	5	199.65*	127.86*	151.52*
Error	12	1.43	1.21	5.26

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ ง.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแน่นแข็งของกล้วยน้ำว้าที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	5	9,8867.05*
Error	12	400.43

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ ง.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของกล้วยน้ำว้าที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	5	20.80*
Error	12	0.13

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ ง.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ของกล้วยน้ำว้า ที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	5	1.14*
Error	12	0.00

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ ๓.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดของกล้วยน้ำว้าที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	5	0.01*
Error	12	0.00

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ๓.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %TSS ของกล้วยน้ำว้า ที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	4	86.94*
Error	10	0.01

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ๓.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยน้ำว้าที่ระยะการสุกต่างๆ

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก	2	15.39*
Error	6	0.02

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ๓.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของกล้วยตาก โดยแปรระยะการสุกของกล้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อนต่างกัน

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก (A)	2	8.69×10^{-2}
อุณหภูมิ (B)	2	0.99
AB	4	0.50
Error	18	0.66

ตารางที่ ง.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Aw ของกัล้วยตากโดยแปรระยะการ
สุกของกัล้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อนต่างกัน

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก (A)	2	1.37×10^{-4}
อุณหภูมิ (B)	2	1.15×10^{-4}
AB	4	9.23×10^{-6}
Error	18	3.33×10^{-5}

ตารางที่ ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสของกัล้วยตาก โดยแปรระยะ
การสุกของกัล้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อนต่างกัน

Source of variance	df	MS
ระยะการสุก (A)	2	4.80
อุณหภูมิ (B)	2	499.50*
AB	4	0.26
Error	18	2.33

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* b* ของกัล้วยตาก โดยแปร
ระยะการสุกของกัล้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อนต่างกัน

Source of variance	df	MS		
		L*	a*	b*
ระยะการสุก (A)	2	127.46*	9.97*	13.18*
อุณหภูมิ (B)	2	42.69*	7.90*	60.79*
AB	4	2.03	0.38	7.10*
Error	18	3.96	0.62	1.18

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของกล้วยตาก โดยแปรรยะการสุกของกล้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อนต่างกัน

Source of variance	df	MS				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ระยะเวลาสุก (A)	2	42.47*	53.33*	5.86*	4.05*	9.75*
อุณหภูมิ (B)	1	24.07*	17.60*	35.27*	3.27*	28.02*
AB	2	8.12*	11.53*	0.25	0.25	0.53
ผู้ทดสอบ	19	10.15	8.34	10.48	9.93	10.43
Error	215	1.54	1.47	1.24	1.27	1.22

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี ΔL^* Δa^* Δb^* ของกล้วยก่อนแช่และหลังแช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล

Source of variance	df	MS		
		ΔL^*	Δa^*	Δb^*
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	7	2.98	0.16	0.87
Error	16	2.45	0.18	1.54

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* b^* ของกล้วยตากที่ผ่านการแช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ

Source of variance	df	MS		
		L^*	a^*	b^*
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	7	19.74*	2.01*	5.58
Error	16	1.71	0.69	2.63

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า HMF ของกล้วยตากที่ผ่านการแช่
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ

Source of variance	df	MS
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	7	0.79*
Error	16	0.06

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงตัดขาดของกล้วยตากที่ผ่านการ
แช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ

Source of variance	df	MS
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	7	62.72*
Error	16	17.23

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความชอบทางด้านประสาท
สัมผัสของกล้วยตากที่ผ่านการแช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลชนิดต่างๆ

Source of variance	df	MS				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	7	8.85*	12.11*	17.41*	9.12*	20.66*
ผู้ทดสอบ	19	6.99	7.75	8.46	7.75	6.82
Error	133	1.45	1.23	1.02	0.98	0.76

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* b* ของกล้วยตากในระหว่างเก็บรักษา โดยแปรชนิดของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล สภาวะในการบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน

Source of variance	df	MS		
		L*	a*	b*
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (A)	4	110.50*	4.29*	91.14*
สภาวะการบรรจุ (B)	1	3.51	2.74×10^{-2}	4.91*
AB	4	0.30	0.17	1.75
เวลา (C)	12	497.15*	33.19*	301.48*
AC	48	4.54*	1.08*	2.48*
BC	12	0.69	0.83	3.95*
ABC	48	0.83	0.18	1.50
Error	130	1.51	0.50	1.24

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ HMF ของกล้วยตากในระหว่างเก็บรักษา โดยแปรชนิดของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล สภาวะในการบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน

Source of variance	df	MS
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (A)	4	9.81*
สภาวะการบรรจุ (B)	1	2.52×10^{-2}
AB	4	5.19×10^{-3}
เวลา (C)	3	150.24*
AC	12	2.03*
BC	3	2.55×10^{-4}
ABC	12	2.32×10^{-3}
Error	40	0.15

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงตัดขาดของกล้วยตากในระหว่างเก็บรักษา โดยแปรชนิดของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล สภาวะในการบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน

Source of variance	df	MS
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (A)	4	16.31*
สภาวะการบรรจุ (B)	1	1.11
AB	4	1.40
เวลา (C)	3	14.64*
AC	12	1.38*
BC	3	1.27
ABC	12	1.30*
Error	40	0.57

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ง.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของกล้วยตากในระหว่างเก็บรักษา โดยแปรชนิดของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล สภาวะในการบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษาต่างกัน

Source of variance	df	MS				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (A)	4	0.80	6.06*	6.29*	4.81*	4.66*
สภาวะการบรรจุ (B)	1	0.46	2.26×10^{-2}	1.32×10^{-2}	4.28×10^{-3}	0.11
AB	4	0.12	0.10	1.64×10^{-2}	3.18×10^{-2}	4.29×10^{-2}
เวลา (C)	3	0.36	25.11*	19.52*	7.63*	20.24*
AC	12	0.26	8.72×10^{-2}	0.25	0.19	0.28
BC	3	0.61	0.18	9.25×10^{-2}	4.31×10^{-2}	3.87×10^{-2}
ABC	12	0.15	0.19	2.94×10^{-2}	3.39×10^{-2}	5.60×10^{-2}
ผู้ทดสอบ	19	6.80	4.06	4.62	5.64	4.97
Error	741	1.19	0.99	0.93	0.86	0.91

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสิริรัฐ สุดประเสริฐ เกิดวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2522 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2542 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทในสาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย