หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, "สับปะรดกระป๋อง," สรุปข่าวธุรกิจ, 18(3), 7-17, 2530.
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, "ผลิตภัณฑ์ดีเด่นที่มีการส่งออก," ส.ม.อ. สาร", 146, 5-6, 2530.
3. "——", "ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการบริโภคภายในและส่งเสริมการส่งออก," ส.ม.อ. สาร, 129, 11, 2529.
4. "——", "Codex ประชุมสาขาสารเจือปนในอาหาร ครั้งที่ 19," ส.ม.อ. สาร" 144, 6, 2530.
5. Jackson, J.M. and B.M. Shinn, Fundamentals of Food Canning Technology, pp. 103-119, 354, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1979.
6. สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ, "สับปะรดกระป๋อง," สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2529.
7. กองเผยแพร่เอกสาร, "รายชื่อผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุน หมวดการผลิตหรือการถนอมอาหาร," สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, กรุงเทพฯ, 2532.
8. ณรงค์ นิยมวิทย์, "ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์และภาชนะบรรจุอาหาร," ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ, 34-51, สมาคมการบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพฯ, 2522.
9. Lopez, A., A Complete Course in Canning and Related Process : Processing, Procedures for Canned Food Products, pp. 63-81, 143-199, The Canning Trade, Inc., Baltimore, 12th ed., 1987.
10. Mahadeviah, M., "Internal Corrosion of Tinplate Containers with Food Products," Indian Food Packer, 30(2), 2-23, 1976.
11. สมชาย จิตต์ประกอบ, "กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติของกระป๋องบรรจุอาหาร," ภาชนะโลหะเพื่อการบรรจุภัณฑ์, 11-12, ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพฯ, 2529.
12. บุนนาค ศิริผลหลาย, บริษัท เมตัลบ๊อกซ์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2526.

13. Hoare, W.E. and E.S. Hedges, Tinplate, pp. 236-239, Edward Arnold & Co., London, 1946.

14. สมชาย จิตต์ประกอบ, "การผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกและแผ่นเหล็กทินฟรี," ภาชนะโลหะเพื่อการบรรจุภัณฑ์, 110-111, ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพฯ, 2529.

15. Mahadeviah, M., R.V. Gowramma, W.E. Eipeson, and L.V.L. Sastry, "Influence of Tinplate Variables on the Internal Corrosion of Tinplate Containers with Mango and Orange Products," J. Fd. Sci. Technol., 13(1), 17-23, 1976.

16. บุนนาค ศิริผลหลาย, "กระป๋องโลหะ," ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ, 1-3, สมาคมการบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพฯ, 2522.

17. Mahadeviah, M., R.V. Gowramma, G. Radhakrishnaiah Setty, M.V. Sastry, L.V.L. Sastry, and H.C. Bhatnagar, "Studies on Variation in Tin Content in Canned Mango Nectar during Storage," J. Fd. Sci. Technol., 6(3), 192-196, 1969.

18. Rouseff, R.L. and S.V. Ting, "Effects of pH, Storage Time and Temperature on the Tin Content of Single-Strength Canned Grapefruit Juice," J. Food Sci., 50(1), 333-339, 1985.

19. Lopez, A., Processing Factors Affecting Internal Can Corrosion in Canned Applesauce," Food Tech., 19(4), 221-224, 1965.

20. Hernandez, H.H., "Factor Affecting the Corrosiveness of Concentrated Tomato Products," Food Tech., 15(12), 543-547, 1961.

21. Lock, A., Practical Canning, pp. 54-100, Food Trade Press LTD, London, 1960.

22. Campbell, C.H., Cambell's book : Canning, Processing & Pickling, pp. 21-61, Vance Publishing Corp., Chicago, 1937.

23. Tressler, D.K. and J.G. Woodroof, Food Products Formulary : Fruit, Vegetable and Nut Products, pp. 31-38, the AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut, 1976.

24. Heid, J.L., and M.A. Joslyn, Food Processing Operation, pp. 417-419, The AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut, 1979.

25. Tripathi, V.R., S.P. Jain, and S.Singh, "Studies on Tin Dissolution in Canned Mango Pulp of Different Varieties during Storage," J. Fd. Sci. Tech., 22(2), 147-150, 1985.

26. Saguy, I., C.H. Mahnheim, and N.Passy, "The Role of Sulphur Dioxide and Nitrate on Detinning of Canned Grapefruit Juice," J. Food Tech., 8(1), 147-155, 1973.

27. Mahadeviah, M., R.V. Gowramma, W.E. Eipeson, and L.V.L. Sastry, "Internal Corrosion of Timplate Container in Canned Mango Nectar," J. Sci. Fd. Agric., 26, 821-833, 1975.

28. Nagy, S., and S. Nikdel, "Tin, Iron and Aluminum Contents of Commercially Canned Single-Strength Grapefruit Juice Stored at Varying Temperatures," J. Agric. Food Chem., 34, 588-593, 1986.

29. Borgstrom, G., Principles of Food Science : Food Microbiology and Biochemistry, pp. 50-64, The Macmillan Company, New York, 1968.

30. ธนาวัฒน์ ศรีศิรินทร์, "หัวน้ำเชื้อเข้มข้นของผลไม้และผักบางชนิดสำหรับการผลิตเครื่องดื่มน้ำอัดลม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

31. Meyer, L.H., Food Chemistry, pp. 259-261, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1961.

32. Lee, H.S. and S. Nagy, "Quality Changes and Non-Enzymic Browning Intermediates in Grapefruit Juice during Storage," J. Food Sci., 53(1), 168-172, 180, 1988.

33. ว่าที่ ร.ต.แสนพล ถิ่นมธุรส, "ผลของตัวแปรบางชนิดที่มีต่อคุณภาพของมะขามในระหว่างการเก็บและการทำแห้งภายใต้สุญญากาศ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

34. Kanner, J., J.F. Bein, P. Shalom, S.H. Harel, and I. Bengera, "Storage Stability of Orange Juice Concentrate Packaged Aseptically," J. Food Sci., 47(1), 429-431, 436, 1982.

35. Mrak, E.M. and G.F. Stewart, Advances in Food Research, pp. 84-103, Academic Press, London, 1971.

36. Hulme, A.C., Food Science and Technolgoy : A Series of Monograph the Biochemistry of Fruits and Their Products, pp. 518-523, Academic Press, London, 1971.

37. บริษัท ดับบลิว อาร์ เกรซ (ประเทศไทย) จำกัด, "ACID PACKS", บริษัทดับบลิวอาร์เกรซ (ประเทศไทย) จำกัด, สมุทรปราการ.

38. ลออ เชาวนเมธา, บริษัท สับปะรดไทย จำกัด, 2530. (ติดต่อส่วนตัว)

39. Fennema, O.R., Principles of Food Science : Physical Principles of Food Preservation, pp. 66, Marcel Dekker, New York, 1975.

40. AOAC, "Official Methods of Analysis" 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., 1980.

41. ตรี ใจเพ็ชร, "การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง (Mangifura Indica L.) พันธุ์หนังกลางวัน," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530.

42. Pearson, D., The Chemical Analysis of Foods, Churchill Livingstone, Edinburgh London, 7th ed., pp. 160-161, 1976.

43. สมศรี ฉันทวานิช, "การผลิตชิ้นมันฝรั่งทอดแช่แข็งจากมันฝรั่งที่ปลูกได้ภายในประเทศ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

44. Meydavzeki, B.S., "Colorimetric Determination of Browning Precursors in Orange Juice Products," J. Agric. Food Chem., 26(1), 282-285, 1978.

45. Dabeka, R.W., A.D. Mckenzie, and R.H. Albert, "Atomic Absorption Spectrophotometric Determination of Tin in Canned Foods, Using Nitric Acid-Hydrochloric Acid Digestion and Nitrous Oxid-Acetylene Flame : Collaborative Study," J. Assoc. Off. Anal. Chem., 68(2), 209-213, 1985.

46. Bender, A.E., Food Processing and Nutrition, pp. 43-46, Academic Press, London, 1978.

47. Windholz, M., An Encyclopedia of Chemicals and Drugs: Merck Index, pp. 545, 859, 940, Merck & Co., Inc., Rahway, 9th ed, 1976.

48. Dean, J.A., Lange's Handbook of Chemistry, pp. 6-5, McGraw-Hill Book Co., New York, 1979.

49. Braverman, J.B.S., Introduction to the Biochemistry of Foods, pp. 302-304, Elsevier Publishing Company, London, 1963.

50. Clegg, K.M., "Citric acid and the Browning of Solutions Containing Ascorbic Acid," J. Sci. Fd. Agric., 17(12), 546-549, 1966.

51. May, C.A. and Y. Tanaka, Epoxy Resins : Chemistry and Technology, pp. 451-468, Marcel Dekker, Inc., New York, 1973. .

52. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, "แลกเกอร์สำหรับใช้กับภาชนะบรรจุอาหาร", มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 7-8, 2530.

53. Lee, F.A., Basic Food Chemistry, pp. 291-297, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1983.

54. Heimann, W., Fundamentals of Food Chemistry, pp. 32-33, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1980.

55. Priestley, R.J. Effects of Heating on Foodstuffs, pp. 285-287 Applied Science Publishers, London, 1979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสับปะรดกระป๋อง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของสับปะรดกระป๋อง

ก.1 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดในกระป๋อง % drain weight) (ดัดแปลงจาก A.O.A.C, 39)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักสับปะรดทั้งกระป๋อง

2. เปิดกระป๋องเทสับปะรดกระป๋องผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิลิตรทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที แล้วจึงชั่งน้ำหนักเนื้อสับปะรดและน้ำหนักน้ำเชื่อม

3. นำกระป๋องเปล่าไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ชั่งน้ำหนักกระป๋องเปล่า

เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเนื้อสับปะรดในกระป๋อง =

$$\frac{\text{น้ำหนักเนื้อสับปะรด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักสับปะรดทั้งกระป๋อง(กรัม)} - \text{น้ำหนักกระป๋องเปล่า} \times 100}$$

ก. 2 ความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องตีปั่น

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักขวดหาความหนาแน่น (picnometer) ขนาด 25 มิลลิลิตรที่แห้งและสะอาด

2. เติมน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 27 $\pm$ 2 °C ลงในขวดหาความหนาแน่น ขนาด 25 มิลลิลิตรที่แห้งและสะอาด แล้วนำไปชั่งน้ำหนักน้ำหนักที่ชั่งได้คือปริมาตรของขวดหาความหนาแน่น

3. ใส่สับปะรดตีปั่นที่มีอุณหภูมิ 27 $\pm$ 2 °C ลงในขวดหาความหนาแน่นแทนน้ำกลั่น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

ความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องที่ 27 $\pm$ 2 °C =

$$\frac{\text{น้ำหนักของสับปะรดกระป๋องตีปั่นในข้อ 3} - \text{น้ำหนักขวดหาความหนาแน่น}}{\text{น้ำหนักของน้ำกลั่นในข้อ 2} - \text{น้ำหนักขวดหาความหนาแน่น}}$$

ก.3 ลักษณะการกัดกร่อนภายในของตัวกระป๋อง

วิธีการ

1. สังเกตรอยสีดำที่เกิดขึ้นภายในกระป๋องทั้ง 3 ชนิด คือ กระป๋องชนิด plain can, partially lacquered can และ fully lacquered can

2. ใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดพื้นที่สีดำที่เกิดขึ้นภายในกระป๋อง แล้วนำมาคำนวณพื้นที่ผิวที่เกิดการกัดกร่อน

$$\text{พื้นที่ผิวที่เกิดการกัดกร่อน (เปอร์เซนต์)} = \frac{\text{พื้นที่บริเวณตัวกระป๋องที่เกิดการกัดกร่อน} \times 100}{\text{พื้นที่ผิวภายในตัวกระป๋องทั้งหมด}}$$

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสับปะรดกระป๋อง

ก.4 การหาปริมาณกรด (Titratable Acidity) (41)

สารเคมี

- สารละลายฟีนอฟธาลีน (phenolphthalein indicator) เตรียมโดยการละลายฟีนอฟธาลีน 1 กรัม ในเอธิลอัลกอฮอล์ 95% 100 มิลลิเมตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัลทีละหยดจนกระทั่งหยดแรกเป็นสีชมพูแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 มิลลิลิตร

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide solution) 0.1 นอร์มัลเตรียมโดยการละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำกลั่นปริมาณเท่า ๆ กัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3-4 วัน เพื่อให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ส่วนที่ไม่ละลายตกตะกอน จากนั้นนำสารละลายส่วนใส 8 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต (Potassium hydrogen phthatate) เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอน

วิธีการ

1. ปิเปตน้ำสับปะรดที่กรองได้จากสับปะรดกระป๋องตีปั่น 5.0 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 2 หยด

3. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัลจนกระทั่งถึงจุดยุติซึ่งมีสีชมพูอ่อนบันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท นำมาคำนวณปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก ตามสูตร

ปริมาณกรดซิตริก (% W/V) =

$$\frac{\text{นอร์มาลิตี้ของโซเดียมไฮดรอกไซด์} \times \text{ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์} \times \text{มิลลิอิคิววาเลนท์ของกรดซิตริก} \times 10}{\text{น้ำสับปะรดที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

โดยที่ มิลลิอิคิววาเลนท์ของกรดซิตริก (milliequivalent of citric acid) = 0.06404

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (42)

สารเคมี

- สารละลายกรดออกซาลิก (oxalic acid solution) 0.4% เตรียมโดยละลายกรดออกซาลิก 0.4 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

- สารละลาย 2, 6 ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล (2, 6 dichlorophenolindophenol solution) 0.012 กรัมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร เตรียมโดยละลาย 2, 6 ไดคลอโรฟีนอล-อินโดฟีนอล 0.012 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนจนกระทั่งสารละลายหมดจากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

- สารละลายกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid stock solution) เตรียมโดยการละลายกรดแอสคอร์บิก 0.1000 กรัม ในสารละลายกรดออกซาลิก 0.4% 50 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยกรดออกซาลิก 0.4% จะได้สารละลายเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การเตรียมกราฟมาตรฐาน (Standard Curve)

เตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร โดยเจือจางจาก stock solution ที่เตรียมไว้แล้ว จากนั้น develop สีตามวิธีการข้างล่าง

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายกรดออกซาลิก 0.4% 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองเติมสารละลาย 2, 6 ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 9.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายสีชมพู นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ภายใน 30 วินาที โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ คือ ค่า L_1

2. เจือจางน้ำสับปะรดที่กรองได้จากสับปะรดกระป๋องตีปั่นด้วยสารละลายกรด-ออกซาลิก 0.4% ในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งหลังจาก develop สีโดยใช้ 2, 6 ไดคลอโรฟีนอล-อินโดฟีนอลแล้วค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ต้องไม่เกินค่า L_1

3. ปิเปตน้ำสับปะรดจากข้อ 2 มา 1.0 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2, 6 ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 9.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายสีชมพู นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ภายในเวลา 30 วินาที โดยใช้น้ำสับปะรดจากข้อ 2 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9.0 มิลลิลิตร เป็น blank นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ลบออกจากค่า L_1

4. การวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกับการวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสับปะรด แต่ใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิก 0.6 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9.0 มิลลิลิตร เป็น blank

5. นำค่าดูดกลืนแสงของน้ำสับปะรดที่วัดได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมได้ คำนวณออกมาในรูปของปริมาณกรดแอสคอร์บิก

6. คำนวณหาปริมาณกรดแอสคอร์บิกโดยนำค่าปริมาณกรดแอสคอร์บิกที่ได้ คูณกับ dilution factor ที่ใช้ในการเจือจางน้ำสับปะรดในข้อ 2 ซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของน้ำสับปะรด จากนั้นนำค่าที่ได้หารด้วยความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องตีปั่นจะได้ปริมาณกรดแอสคอร์บิกซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อกรัมสับปะรดกระป๋อง (ppm)

ก.6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด (43)

สารเคมี

- สารละลาย Somogyi 1 เตรียมโดยละลายแอนไฮดรัส โซเดียมซัลเฟต (anhydrous sodium sulphate) 72 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มแล้ว 250 มิลลิลิตร คนจนกระทั่งสารละลายหมดเติมโปแตสเซียม โซเดียมทาร์เตท (potassium sodium tartrate) 6 กรัม ลงไปคนจนกระทั่งสารละลายหมด หลังจากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) 12 กรัม และโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) 8 กรัม ลงไปตามลำดับ เจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ต้มแล้วจนมีปริมาตร 400 มิลลิลิตร
- สารละลาย Somogyi 2 เตรียมโดยละลายแอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต 18 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มแล้ว 75 มิลลิลิตร คนจนกระทั่งสารละลายหมด เติมคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate) 2 กรัม ลงไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ต้มแล้วจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

- สารละลายผสมของ Somogyi 1 และ Somogyi 2 เตรียมโดยผสมสารละลาย Somogyi 1 และ Somogyi 2 ในอัตราส่วน 4 : 1 โดยปริมาตรซึ่งสารละลายผสมนี้ต้องเตรียมใหม่ ๆ ก่อนใช้

- สารละลาย Nelson เตรียมโดยละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate) 20 กรัม ในน้ำกลั่น 360 มิลลิลิตร เติมจนกระทั่งสารละลายหมด ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น (concentrated sulfuric acid) 16.8 มิลลิลิตรลงไปแล้วจึงเติมสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนอาร์ซีเนต (sodium hydrogen arsenate solution) ซึ่งเตรียมโดยการละลายโซเดียมไฮโดรเจนอาร์ซีเนต 2.4 กรัม ในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ลงไปคนให้เข้ากันใส่ขวดสีชานำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 °C, 24-48 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำมาใช้

- สารละลายน้ำตาลกลูโคส (glucose stock solution) เตรียมโดยการละลายกลูโคส 0.0100 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้เป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีการ

1. เจือจางน้ำสับปะรดที่กรองได้จากสับปะรดกระป๋องตีปั่น 1.0 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 10^4 มิลลิลิตร แล้วปิเปตมา 2.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาเกลียวขนาด 1.0 เซนติเมตร X 15.0 เซนติเมตร

2. เติมสารละลายผสมของสารละลาย Somogyi 1 และ Somogyi 2 2.0 มิลลิลิตร ปิดฝาจุกหลอดทดลองนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

3. เติมสารละลาย Nelson 2.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองในข้อ 2 จากนั้นเติมน้ำกลั่น 4.0 มิลลิลิตร ผสมสารละลายในหลอดทดลองให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixer นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่น 2.0 มิลลิลิตร แทนน้ำสับปะรดในข้อ 1

4. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (Standard Curve) เตรียมสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1.0, 5.0, 10.0, 15.0 และ 20.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยเจือจางจาก stock solution ที่เตรียมไว้แล้ว จากนั้น develop สีตามวิธีในข้อ 2 และ 3

5. นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่วัดได้เทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้คำนวณออกมาในรูปของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด

6. คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดโดยนำค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดที่ได้คูณกับ dilution factor ที่ใช้ในการเจือจางน้ำสับปะรดในข้อ 1 ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของน้ำสับปะรด จากนั้นนำค่าที่ได้หารด้วยความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องตีป่น จะได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมสับปะรดกระป๋อง

ก.7 การวิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกซีเมทธิลเฟอร์ฟิวรอล (44)

สารเคมี

- สารละลายเลดอะซีเตทอิ่มตัว (saturated lead acetate solution) เตรียมโดยการค่อย ๆ เติมผลึกเลดอะซีเตทลงในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดแล้วคนจนกระทั่งผลึกเลดอะซีเตทไม่ละลาย ตั้งบีกเกอร์ที่ใส่สารทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง แล้วจึงนำมากรองผลึกเลดอะซีเตทที่ไม่ละลายออกโดยใช้กระดาษกรอง Whatman No.1 เก็บสารละลายส่วนใสที่กรองได้ไว้ในขวดสีชา
- ผลึกของโซเดียมออกซาเลต (sodium oxalate crystals)
- สารละลายไตรคลอโรแอซีติค แอซิค (trichloroacetic acid solution) 40% เตรียมโดยละลายไตรคลอโรแอซีติค แอซิค 40 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
- สารละลายไทโอบาร์บิทูริก แอซิค (thiobarbituric acid solution) 0.05 นอร์มัล เตรียมโดยละลายไทโอบาร์บิทูริก แอซิค 0.7208 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 50-60 °C เขย่าแรง ๆ จนกระทั่งไทโอบาร์บิทูริก แอซิค ละลายหมดแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิกรัมด้วยน้ำกลั่น
- สารละลายไฮดรอกซีเมทธิลเฟอร์ฟิวรอล (hydroxymethylfurtural stock solution) เตรียมโดยละลายไฮดรอกซีเมทธิลเฟอร์ฟิวรอล 0.01 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นปิเปตสารละลายมา 10.0 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจะได้ stock solution เข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ppm)

วิธีการ

1. ปิเปตน้ำสับปะรดที่กรองได้จากสับปะรดกระป๋องตีป่น 25.0 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายเลดอะซีเตทอิ่มตัว 4.0 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2. กรองสารละลายในข้อ 1 ด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เก็บสารละลายส่วนใสไว้

3. เติมผลึกของโซเดียมออกซาเลตลงไปในสารละลายส่วนใส กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อกำจัดผลึกของโซเดียมออกซาเลตออก เก็บสารละลายส่วนใสไว้

4. ปิเปตสารละลายใสในข้อ 3 2.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองจุกเกลียวขนาด 1.0 มิลลิลิตร X 15.0 เซนติเมตร เติมสารละลายไตรคลอโรแอซีติค แอซิค 40% 2.0 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายไทโอบาร์บิทูริก แอซิค 0.05 นอร์มัล 1.0 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดทดลองผสมสารในหลอดทดลองให้เข้ากันโดยใช้ vortex mixer

5. นำหลอดทดลองไปใส่ในอ่างต้มน้ำ (water bath) ที่มีอุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 40 นาที แล้วทำให้เย็นทันที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 443 นาโนเมตร สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่น 1.0 มิลลิลิตร แทนสารละลายไทโอบาร์บิทูริก แอซิค

6. เตรียมกราฟมาตรฐาน (Standard Curve) เตรียมสารละลายไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอลเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมโดยเจือจางจาก stock solution ที่เตรียมไว้แล้ว จากนั้น develop สี ตามวิธีในข้อ 4 และ 5 โดยใช้สารละลายไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอลที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันแทนสารละลายใส

7. นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่วัดได้เทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้ คำนวณออกมาในรูปของปริมาณไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอล

8. คำนวณหาปริมาณไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอลโดยนำค่าปริมาณไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอลที่ได้คูณกับ dilution factor ที่ใช้ในการเจือจางน้ำสับปะรดในข้อ 1 ซึ่งมีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ของน้ำสับปะรดจากนั้นนำค่าที่ได้หารด้วยความหนาแน่นของสับปะรดกระป๋องตีป่น จะได้ปริมาณไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟิวรอลซึ่งมีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม สับปะรดกระป๋อง

ก.8 การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด (40)

สารเคมี

- Celite analytical filter aid (Hyflo Super Cel)
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide solution) 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยการละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.00 กรัม ในน้ำกลั่นจนโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายหมดแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต (potassium hydrogen phthalate) เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอน
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
- สารละลายฟอร์มาดีไฮด์ (formaldehyde solution) 37% ซึ่งมี pH 8.4 ปรับ pH pH 8.4 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ซึ่งสารละลายนี้จะต้องปรับ pH ให้มี pH คงที่ที่ 8.4 ก่อนใช้

วิธีการ

1. เติม celite analytical filter aid 2.0 กรัม ลงในน้ำสับปะรดที่กรองได้จากสับปะรดกระป๋องตีปั่น 80 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อกำจัด celite ออก เก็บน้ำสับปะรดส่วนใสไว้
2. ปิเปตน้ำสับปะรดที่กรองได้จากข้อ 1 มา 25.0 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30% ทีละหยดจนกระทั่งมี pH ประมาณ 6-7 จากนั้นไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งมี pH 8.4
3. เติมสารละลายฟอร์มาดีไฮด์ 37% ซึ่งมี pH 8.4 ลงไป 10.0 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัลอีกครั้งหนึ่งบันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

ก.9 วิธีวิเคราะห์ปริมาณดีบุก (45)

สารเคมี

- กรดไนตริกเข้มข้น (concentrated nitric acid)
- กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (concentrated hydrochloric acid)
- สารละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride solution) ความเข้มข้น 1.91 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เตรียมโดยละลายโซเดียมคลอไรด์ 1.91 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งสับปะรดกระป๋องตีปั่น 30 กรัม (โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในขวด Kjeldahl flask ขนาด 300 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริก 30 มิลลิลิตร

2. นำ Kjeldahl flask ไปให้ความร้อนโดยใช้ hot plate ย่อยจนกระทั่งมีสารเหลืออยู่ประมาณ 3-6 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตรลงไปแล้วนำไปย่อยต่ออีกจนมีปริมาตรเหลือ 10-15 มิลลิลิตรนำ Kjeldahl flask ออกจาก hot plate เติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเทสารที่ได้ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร rinse ภายใน Kjelhahl flask ด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ 1.91 กรัม/100 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask แล้วตั้งทิ้งไว้จนสารใน volumetrie flask เย็นจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

4. กรองสารใน volumetric flask ด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ใส่ในขวดที่แห้งและสะอาดนำไปวิเคราะห์ปริมาณดีบุกด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer (ICP)

$$\text{ปริมาณดีบุก (ไมโครกรัมต่อกรัมสับปะรดกระป๋อง)} = \frac{\text{ปริมาณดีบุกที่วิเคราะห์ได้จากเครื่อง ICP X 100}}{\text{น้ำหนักของสับปะรดกระป๋องตีปั่น}}$$

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แผนการทดลอง 2 แบบ คือ

1. แผนการทดลองแบบ Factorial Design ประเภท Asymmetric Three Factor Experiment ขนาด 3 X 2 X 2 สำหรับศึกษาผลของชนิดของกระป๋อง pH ของสับปะรดกระป๋อง เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณดีบุกของสับปะรดกระป๋องและ Asymmetric Two Factor Experiment ขนาด 2 X 7 สำหรับศึกษาผลของอุณหภูมิที่เก็บและอายุการเก็บสับปะรดกระป๋อง

2. แผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block Design ขนาด 3 X 2 X 2 สำหรับศึกษาผลของชนิดของกระป๋อง pH ของสับปะรดกระป๋อง เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพสับปะรดกระป๋อง

เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH ของสับปะรดกระป๋อง เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณดีบุกคุณภาพของสับปะรดกระป๋องแต่ละช่วงของอายุการเก็บมีรูปแบบเหมือนกัน ดังนั้นในที่นี้จึงยกตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH ของ สับปะรด เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อองค์ประกอบทางเคมีและการประเมินผลทางประสาทสัมผัสเฉพาะสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

ข.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของการวางแผนแบบ factorial completely randomized design ประเภท Asymmetric Three Factor Experiment

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ factorial completely randomized design ประเภท Asymmetric Three Factor Experiment

SOV	df	SS	MS	F calculated	F table
Factor A	a-1	$\sum_{i=1}^{a} Y^2_{i...}/bcr - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_A/df_A	MS_A/MS_E	f(% sig., df_A, df_E)
B	b-1	$\sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_B/df_B	MS_B/MS_E	f(% sig., df_B, df_E)
C	b(c-1)	$\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{.jk.}/ar - \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr$	SS_C/df_C	MS_C/MS_E	f(% sig., df_C, df_E)
AB	(a-1)(b-1)	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y^2_{ij..}/cr - \sum_{i=1}^{a} Y^2_{i...}/bcr - \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr + (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_{AB}/df_{AB}	MS_{AB}/MS_E	f(% sig., df_{AB}, df_E)
AC	(a-1)b(c-1)	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{ijk.}/r - \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y^2_{ij..}/cr - \sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{.jk}/ar + \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr$	SS_{ac}/df_{AC}	MS_{AC}/MS_E	f(% sig., df_{AC}, df_E)
BC	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ABC	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
Error	abc(r-1)	by subtraction	SS_E/df_E		

หมายเหตุ ไม่มี BC interaction และ ABC interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อปริมาณกรดแอสคอร์บิกในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	2209.20	1104.60	4.48*	3.89
B : pH	1	547.89	547.89	2.22	4.75
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	1054.30	527.15	2.14	3.89
A X B interaction	2	48.09	24.05	0.10	3.89
A X C interaction	4	522.14	130.54	0.53	3.26
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Error	12	2959.50	246.63		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	99.30	49.56	0.26	3.89
B : pH	1	20096.51	20096.51	113.04*	4.75
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	5988.81	2994.41	16.84*	3.89
A X B interaction	2	172.95	86.48	0.49	3.89
A X C interaction	4	397.05	99.26	0.56	3.26
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Error	12	2133.33	177.78		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อปริมาณไฮดรอกซีเมทธิวเฟอร์ฟิวรอลในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	0.41	0.21	1.85	3.89
B : pH	1	36.36	36.36	327.56*	4.75
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	43.22	21.61	194.68*	3.89
A X B interaction	2	0.34	0.17	1.54	3.89
A X C interaction	4	1.68	0.42	3.78*	3.26
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Error	12	1.33	0.11		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	0.19	0.09	0.49	3.89
B : pH	1	0.85	0.85	4.51	4.75
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	1.51	0.76	4.00*	3.89
A X B interaction	2	1.08	0.54	2.87	3.89
A X C interaction	4	1.17	0.29	1.55	3.26
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Error	12	2.26	0.19		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อปริมาณดีบุกในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	32048.71	16024.36	279.46*	3.89
B : pH	1	53.55	53.55	0.93	4.75
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	43.51	21.76	0.38	3.89
A X B interaction	2	204.46	102.23	1.78	3.89
A X C interaction	4	543.55	135.89	2.37	3.26
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Error	12	688.07	57.34		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของการวางแผนแบบ factorial randomized complete block design

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ factorial randomized complete block design

SOV	df	SS	MS	F calculated	F table
Factor A	a-1	$\sum_{i=1}^{a} Y^2_{i...}/bcr - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_A/df_A	MS_A/MS_E	f(% sig.,df_A,df_E)
B	b-1	$\sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_B/df_B	MS_B/MS_E	f(% sig.,df_B,df_E)
C	b(c-1)	$\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{.jk.}/ar - \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr$	SS_C/df_C	MS_C/MS_E	f(% sig.,df_C,df_E)
AB	(a-1)(b-1)	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y^2_{ij..}/cr - \sum_{i=1}^{a} Y^2_{i...}/bcr - \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr + (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_{AB}/df_{AB}	MS_{AB}/MS_E	f(% sig.,df_{AB},df_E)
AC	(a-1)b(c-1)	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{ijk.}/r - \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y^2_{ij..}/cr - \sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c} Y^2_{.jk.}/ar + \sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j..}/acr$	SS_{ac}/df_{AC}	MS_{AC}/MS_E	f(% sig.,df_{AC},df_E)
BC	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ABC	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
Block	(blk-1)	$\sum_{blk=1}^{blk} Y^2_{...blk}/abc - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{c}\sum_{l=1}^{r} Y_{ijkl})^2/abcr$	SS_{blk}/df_{blk}	MS_{blk}/MS_E	f(% sig.,df_{blk},df_E)
Error	(abc-1)(r-1)	by subtraction	SS_E/df_E		

หมายเหตุ ไม่มี BC interaction และ ABC interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อสับปะรดในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	409.27	204.64	14.53*	3.07
B : pH	1	18.78	18.78	1.33	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	69.39	34.70	2.46	3.07
A X B interaction	2	18.59	9.30	0.66	3.07
A X C interaction	4	45.20	11.30	0.80	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	477.89	43.45	3.08*	1.87
Error	121	1704.44	14.09		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	33.51	16.71	15.06*	3.07
B : pH	1	0.69	0.69	0.62	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	2.25	1.13	1.02	3.07
A X B interaction	2	0.94	0.47	0.42	3.07
A X C interaction	4	7.33	1.83	1.65	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	166.89	15.17	13.67*	1.87
Error	121	134.61	1.11		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	540.84	270.42	13.74*	3.07
B : pH	1	14.06	14.06	0.72	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	24.62	12.31	0.63	3.07
A X B interaction	2	8.50	4.03	0.21	3.07
A X C interaction	4	110.67	27.67	1.41	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	2262.57	205.69	10.45*	1.87
Error	121	2380.68	19.68		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อสับปะรด ในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	140.29	70.15	27.15*	3.07
B : pH	1	4.00	4.00	1.55	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	21.61	10.81	4.18*	3.07
A X B interaction	2	2.04	1.02	0.40	3.07
A X C interaction	4	6.23	1.56	0.60	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	146.17	13.29	5.15*	1.87
Error	121	312.66	2.58		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	75.13	37.57	17.52*	3.07
B : pH	1	7.11	7.11	3.32	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	10.14	5.07	2.36	3.07
A X B interaction	2	0.18	0.09	0.04	3.07
A X C interaction	4	0.52	0.13	0.06	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	131.25	11.93	5.58*	1.87
Error	121	259.42	2.14		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดของกระป๋อง pH เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อต่อคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของสับปะรดกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 2 เดือน

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
A : ชนิดของกระป๋อง	2	65.06	32.53	4.58*	3.07
B : pH	1	79.51	79.51	11.18*	3.92
C : เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ	2	23.18	11.59	1.63	3.07
A X B interaction	2	66.89	33.45	4.70*	3.07
A X C interaction	4	73.45	18.36	2.58*	2.44
B X C interaction	-	-	-	-	-
A X B X C interaction	-	-	-	-	-
Panelists (block)	11	317.24	28.84	4.06*	1.87
Error	121	860.33	7.11		

หมายเหตุ ไม่มี B X C interaction และ A X B X C interaction เนื่องจาก C มีอิทธิพลซ้อน ใน B

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข.14 การวิเคราะห์ข้อมูลของการวางแผนแบบ factorial completely randomized design ประเภท Asymmetric Two Factor Experiment

ตารางที่ ข.14 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ factorial completely randomized design ประเภท Asymmetric Two Factor Experiment

SOV	df	SS	MS	F calculated	F table
Factor A	a-1	$\sum_{i=1}^{a} Y^2_{i..}/br - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk})^2/abr$	SS_A/df_A	MS_A/MS_E	f(% sig., df_A, df_E)
B	b-1	$\sum_{j=1}^{b} Y^2_{.j.}/ar - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk})^2/abr$	SS_B/df_B	MS_B/MS_E	f(% sig., df_B, df_E)
AB	(a-1)(b-1)	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y^2_{ij.}/r - (\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk})^2/abr - SS_A - SS_B$	SS_{AB}/df_{AB}	MS_{AB}/MS_E	f(% sig., df_{AB}, df_E)
Error	ab(r-1)	by subtraction	SS_E/df_E		

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่า F_o ที่ 250 °F

ผลไม้กระป๋องที่มี pH มากกว่า 4.1 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ 23.33 นาที 100 °C

$$\text{lethality ที่อุณหภูมิ } T\ ^\circ F = \frac{F^z_{250}}{F^z_T} = \frac{1}{10^{(250-T)/z}}$$

$$\text{lethality ที่ } 212\ ^\circ F = \frac{1}{10^{(250-212)/18}}$$

$$= 7.743 \times 10^{-3}$$

นั่นคือ 1 นาทีที่ 212 °F = 7.743×10^{-3} นาทีที่ 250 °F

23.33 นาทีที่ 212 °F = $(7.743 \times 10^{-3}) \times 23.33$

= 0.1841 นาทีที่ 250 °F

หมายเหตุ

ในการคำนวณค่า F_o ในงานวิจัยนี้มีข้อสมมุติ (assumption) ว่า เวลาที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิเริ่มต้นไปยังอุณหภูมิที่กำหนดไว้มีค่าน้อยมาก เนื่องจาก cooker ที่ใช้เป็น rotary continuous cooker การกระจายความร้อนจึงเกิดได้ดี และอีกประการหนึ่งคือน้ำเชื่อมที่เติมลงไปในสับปะรดกระป๋องเป็นน้ำเชื่อมซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 °C เป็นผลให้การเพิ่มอุณหภูมิเกิดได้เร็ว

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสับปะรดกระป๋อง

ชื่อ...เพศ.......วันที่.........................

โปรดพิจารณาลักษณะและรับประทานผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้ และให้คะแนนตามรายละเอียดที่กำหนดให้ ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

คุณลักษณะ	รายละเอียด				
สี	**เนื้อสับปะรด**				
	สีเหลืองออกน้ำตาลเห็นได้ชัดเจน	(1-5)			
	สีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย	(6-10)			
	สีเหลืองเหมือนสับปะรดกระป๋องปกติ	(11-20)			
	น้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋อง				
	สีเหลืองเข้ม	(1-5)			
	สีเหลืองใสเหมือนน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋องปกติ	(6-10)			
กลิ่น	มีกลิ่นแปลกปลอม				
	- มีกลิ่นแปลกปลอมรุนแรง	(1-10)			
	- มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย	(11-20)			
	มีกลิ่นเหมือนสับปะรดกระป๋องปกติ	(21-30)			
รสชาติ	**เนื้อสับปะรด**				
	รสแปลกปลอมต่างจากรสชาติของสับปะรด เช่น รสขม				
	- มีรสแปลกปลอมมาก	(1-4)			
	- มีรสแปลกปลอมบ้างแต่ยังเป็นที่ยอมรับ	(5-7)			
	รสชาติของสับปะรดกระป๋องปกติ	(8-10)			
	น้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋อง				
	รสแปลกปลอมต่างจากรสชาติของน้ำเชื่อม เช่น รสขม				
	- มีรสแปลกปลอมมาก	(1-4)			
	- มีรสแปลกปลอมบ้างแต่ยังเป็นที่ยอมรับ	(5-7)			
	รสชาติเหมือนน้ำเชื่อมในสับปะรดกระป๋องปกติ	(8-10)			
เนื้อสัมผัส	แข็งกระด้าง	(1-6)			
	นิ่มและเละ	(7-13)			
	เนื้อสัมผัสเหมือนสับปะรดกระป๋องปกติ คือ นิ่มแต่ไม่เละ	(14-20)			

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกนกทิพย์ สันตะบุตร เกิดเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2508 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2529