บรรณานุกรม

1. เศรษฐกิจการพาณิชย์, กรม. ข้อมูลการนำเข้าตามรหัสสินค้าขาเข้า (ม.ป.ท.). (ม.ป.ป.).

2. ส่งเสริมการเกษตร, กรม. คำแนะนำที่ 70 เรื่องการปลูกมันเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. 2531.

3. มันเทศ. เอกสารแนวทางการส่งเสริมการปลูกและการใช้ประโยชน์จากมันเทศในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร.

4. ไสว พงษ์เก่า. มันเทศ. ใน วัชรินทร์ บุญวัฒน์ (บรรณาธิการ), พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1, 120-140. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

5. Onwuene, I.C. The Tropical Tuber Crops. Chichester. Wiley. 1978.

6. Bradbury, G.H., and Hollyway, W.D. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Research. Canberra. 1988.

7. สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, สมจิต นิยมไทย, มัณฑนา ร่วมรักษ์ และ สมยศ จรรยาวิลาส. การใช้มันเทศทำผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2526-2528. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

8. Taylor, J.M.: Commercial production of sweet potato for flours and feeds. In R.L. Villareal and T.D. Griggs (eds.), Sweet Potato: Proceeding of the First International Symposium, 393-404. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1982.

9. Collins, J.L., and Abdul Aziz, N.A. Sweet potato as an ingredint of yeast-raised doughnuts. Journal of Food Science 47 (1982): 1133-1139.

10. Hamed, M.G.E., Hussein, M.F., Refai, F.Y., and El-Samahy, S.K. Preparation and chemical composition of sweet potato flour. Cereal Chemistry 50 (March-April 1973): 133-139.

11. Tapang, N.P., and del Rosario, R.R. Composite Flours. I. The use of sweet potato, Irish potato and wheat flour mixtures in breadmaking. Philippine Agriculturist 61 (August-September 1977): 124-133.

12. ศิริพร โอวาทฟ้ารพร. การผลิตอาหารว่างจากมันเทศโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2532.

13. Madamba, L.S.P., and San Pedro, E.L. Chemical composition of sweet potato flour. Philippine Agriculturist 59 (February-March 1976): 350-355.

14. _____, Bustrillors, A.R., and San Pedro, E.L. Sweet Potato Starch: Physicochemical properties of the whole starch. Philippine Agriculturist 58 (September-October 1975): 338-350.

15. อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาลี:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: กราฟิคแอนด์ปริ้นติ้งเซ็นเตอร์, 2532.

16. Hamed, M.G.E., Refai, F.Y., Hussein,M.F., and El-Samahy, S.K. Effect of adding sweet potato flour to wheat flour on physical dough properties and baking. Cereal Chemistry 50 (March-April 1973): 140-146.

17. เวชยันต์ ธนบดีภัทร. ผลของตัวแปรในการผลิต และสมบัติทางกายภาพเคมีของแป้งจากมันเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2532.

18. สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, สมจิต นิยมไทย, น้อย สาริกภูติ และ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงษ์. รายงานผลงานวิจัยเสนอสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มกราคม 2531). รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2526-2528: บทคัดย่อ หน้า 245.

19. Smith, W.H. Biscuits, crackers and cookies. Vol 1. London: Applied Science Publishers LTD., 1972.

20. Tsen, C.C. Regular and protein fortified cookies from composite flours. Cereal Foods World 21 (December 1976): 633-640.

21. Tanilli, V.H. Characteristics of wheat and flour for cookie and cracker production. Cereal Foods World 21 (December 1976): 624-628, 644.

22. Matz, S.A. Cookie and Cracker Technology. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1968.

23. จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

24. Mansour, K.H. Quality control in soft wheat flour. Cereal Foods World 27 (July 1982): 315-316.

25. Friberg, S. Food Emulsions. New York: Marcel Dekker, 1976.

26. Whiteley, P.R. Biscuit Manufacture. London: Applied Science Publishers LTD., 1970.

27. Gore, H.C. The value of sweet potato flour in breadmaking. Ind. Engng. Chem. Ind. End. 15 (1923): 1238. quoted in

Edmond, J.B. Sweet Potatoes: Production, Processing, Marketing. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1971.

28. Dendy, D.A.V., Kasasian, R., Bent, A., Clarke, P.A., and James, A.W. Composite Flour Technology Bibliography. (2 nd ed.), G 89. London: Tropical Products Institute, 1975.

29. El-Samahy, S.K., Morad, M.M., Seleha, H., and Abdul-Baki, M.M. Cake-mix supplementation with soybean, sweet potato and peanut flours II. Effect on cake quality. Bakers' Digest 54 (1980): 32-33, 36. Food Science and Technology Abstracts 15 (1983): Abstract No. 1M 47.

30. Polomar, L.S., Lauzon, R.D., Ranches, C.V., and Dalion, A.P. Sweet potato as an ingredint in bakery products. Paper presented during the Food Ingredient Asia'90. Singapore: World Trade Center, February 19-21, 1990. (Mimeographed)

31. Research produces a breadwinner. Agriculture Information Development Bulletin 12 (March 1990): 32.

32. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. (14th ed.), Virginia: Association of Official Analytical Chemists, 1984.

33. Juliano, B.O. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16 (october 1971): 334-340.

34. American Association of Cereal Chemist. Approved Methods of American Association of Cereal Chemist. St. Paul, Minesota., 1976.

35. จรัล จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2527 .

36. Tressler, D.K., and Saltan, W.J. Food Products Formulary. Vol.2, Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1975.

37. Smith, W.H. Biscuits, crackers and cookies. Vol 2. London: Applied Science Publishers LTD., 1972.

38. Olewnik, M.C., and Kulp, K. The effect of mixing time and ingredient variation on farinograms of cookie doughs. Cereal Chemistry 61 (1984): 532-537.

39. ณรงค์ นิยมวิทย์. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

40. Satin, M. Bread without wheat. In Maneepun, S., Varangoon, P., and Phithakpol, B. (eds.), Food Science and Technology in Industrial Development. Vol. 1, pp. 42-47. Bangkok: Design & Prints, 1988.

41. ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533.

42. มยุรี ภาคลำเจียก และ อมรรัตน์ สวัสดิทัต. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2533.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ก.1 ปริมาณความชื้น (32)

วิธีการ

1. อบ aluminium dish และฝาที่อุณหภูมิ 130±3 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 2 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ลงใน aluminium dish ที่อบแห้งแล้ว

3. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 130±3 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ขณะอบเปิดฝาไว้

4. หลังจากอบ ปิดฝาให้สนิทและนำไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ เพื่อให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักที่เหลือ

การคำนวณ

ความชื้น (ร้อยละ) = $(m_1-m_2)/m \times 100$

เมื่อ m = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

m_1 = น้ำหนักตัวอย่างและภาชนะก่อนอบ (กรัม)

m_2 = น้ำหนักตัวอย่างและภาชนะหลังอบ (กรัม)

ก.2 ปริมาณแป้ง(starch)ในมันเทศสด (32)

สารเคมี

1. สารละลาย iodine-potassium iodine

บดผสม iodine 7.5 กรัม และ potassium iodine 7.5 กรัม เข้าด้วยกัน ละลายด้วยน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร เจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปกรอง

2. สารละลาย alcohol sodium chloride

ผสม alcohol 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร และสารละลาย NaCl เข้มข้น 20% 50 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

3. สารละลาย alcohol sodium hydroxide เข้มข้น 0.25 N

ผสม alcohol 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลาย NaOH เข้มข้น 5 N 25 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

4. สารละลาย HCl acid เข้มข้น 0.7 N

เจือจาง HCl acid 60 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร

5. somogyi phosphate sugar reagent

- ละลาย anhydrous Na_2HPO_4 56 กรัม และ Rochelle salt 80 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

- เติมสารละลาย NaOH เข้มข้น 1 N 200 มิลลิลิตร

- เติมสารละลาย $CuSO_4.5H_2O$ เข้มข้น 10% 160 มิลลิลิตร โดยเติมอย่างช้าๆ และคนอย่างสม่ำเสมอ

- ละลาย anhydrous Na_2SO_4 360 กรัม ด้วยสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น

- เติมสารละลาย KIO_3 เข้มข้น 0.1 N 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน นำมากรอง โดยทิ้งสารละลายที่กรองได้ครั้งแรก 50 มิลลิลิตร แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 20-25 °C

6. สารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate เข้มข้น 0.005 N

ละลาย sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$) 2.73 กรัม ในน้ำกลั่น เจือจางจนมีปริมาตรเป็น 2 ลิตร

standardize โดยผสมสารละลาย KI ที่มีความเข้มข้น 2.5% 1 มิลลิลิตร สารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1.5 N 3 มิลลิลิตร และ somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator

7. สารละลาย potassium iodine (KI) เข้มข้น 2.5%

เตรียมสารละลาย KI ให้มีความเข้มข้น 2.5% และเติม Na_2CO_3 เล็กน้อย เพื่อช่วยเพิ่มเสถียรภาพ

8. สารละลายน้ำแป้ง

ชั่งแป้ง 1.5 กรัม ทำให้เป็น paste โดยละลายแป้งในน้ำเล็กน้อย แล้วค่อยๆ เติมน้ำเดือดจนมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร

9. phenol red indicator

ชั่ง indicator 0.1 กรัม ละลายใน NaOH 0.01 N 28.2 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. นำตัวอย่างมาล้าง ผึ่งให้แห้ง นำมาบด แล้วร่อนผ่านตะแกรง No. 80

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1.0 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน

3. เติมทรายละเอียด 20 มิลลิกรัม และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในอ่างน้ำเดือด 15 นาที เพื่อ gelatinize แป้ง ทิ้งให้เย็น

4. เติม $HClO_4$ เข้มข้น 60% 5 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็ว และคนอย่างสม่ำเสมอ พร้อมกับบดเนื้อเยื่อกับผนังหลอดทดลองด้วยแท่งแก้ว

5. เติม uranyl acetate เข้มข้น 5% 3 มิลลิลิตร เพื่อตกตะกอนโปรตีน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไป centrifuge

6. ปิเปตสารละลายส่วนใส 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม celite 100 มิลลิกรัม สารละลาย NaCl เข้มข้น 20% 5 มิลลิลิตร และสารละลาย iodine-potassium iodine 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง แล้วนำไป centrifuge เทสารละลายส่วนใสทิ้งไป

7. ล้างตะกอนของ starch-iodine ด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร นำไป centrifuge แล้วเทสารละลายส่วนใสทิ้งไป

8. เติมสารละลาย alcohol sodium hydroxide 2 มิลลิลิตร เพื่อ pack ตะกอน เขย่าและเคาะเบาๆ จนตะกอนไม่มีสีน้ำเงิน

9. ล้างผนังหลอดทดลองด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร นำไป centrifuge และล้างด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร อีกครั้ง

10. เติมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.7 N 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีตะกอน ปิดจุกหลวมๆ นำไปต้มในอ่างน้ำเดือด เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ทำให้เย็น แล้วถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร

11. หยด phenol red 1-2 หยด ทำให้เป็นกลางด้วย NaOH 1 N แล้วปรับปริมาตรด้วย oxalic acid 0.1 N

12. ปิเปตสารละลายในข้อ 11 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร ปิดจุก นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็น เติมสารละลาย KI เข้มข้น 2.5% 1 มิลลิลิตร และสารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1.5 N 3 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator

<u>วิธีหาปริมาณกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005 N 1 มิลลิลิตร</u>

1. ชั่งสารละลายมาตรฐานกลูโคสให้รู้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 150 มิลลิกรัม

2. ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3. ปิเปตสารละลายกลูโคสมา 5 มิลลิลิตร เติม somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร ปิดจุก นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็น แล้วเติมสารละลาย KI เข้มข้น 2.5% 1 มิลลิลิตร และสารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1.5 N 3 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator แล้วคำนวณปริมาณกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005N 1 มิลลิลิตร

<u>การคำนวณ</u>

ปริมาณแป้ง (ร้อยละ) = 50 x (มิลลิลิตร blank - มิลลิลิตร sample) x

(0.9/มิลลิกรัม sample) x (N/0.005) x G x 100

เมื่อ 50 = dilution factor

0.9 = factor ในการเปลี่ยนแป้งไปเป็นกลูโคส

N = Normality ที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต

G = มิลลิกรัมของกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005N 1 มิลลิลิตร

ก.3 ปริมาณโปรตีน (32)

สารเคมี

1. potassium sulfate (K_2SO_4)
2. anhydrous copper sulfate ($CuSO_4$)
3. conc. H_2SO_4
4. boric acid เข้มข้น 4 % (w/v)
5. สารละลาย NaOH เข้มข้น 50 % (w/v)
6. สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 เข้มข้น 0.1 N
7. methyl red indicator เตรียมโดยละลาย methyl red 1 กรัมใน EtOH 95 % 200 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัมให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ใน Kjeldahl flask
2. เติม K_2SO_4 1.5 กรัม และ $CuSO_4$ 0.6 กรัม
3. เติม conc. H_2SO_4 25 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตาไฟจนได้ของเหลวใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เจือจางโดยใช้น้ำกลั่น จนได้ปริมาตร 250 มิลลิลิตร
4. เติม boric acid 4% จำนวน 50 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นตัวจับแอมโมเนียที่จะกลั่นได้จากตัวอย่าง ใส่ใน flask ขนาด 500 มิลลิตร หยด methyl red 2-3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator
5. เติมสารละลาย NaOH 50 % จำนวน 50 มิลลิลิตร แล้วนำมากลั่นด้วยไอน้ำกลั่นจนกระทั่ง flask ที่ใส่ boric acid มีปริมาตรเพิ่มขึ้นเป็น 200 มิลลิลิตร

6. นำสารละลายที่กลั่นได้มาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.1 N แล้วคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณโปรตีน

การคำนวณ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด = (X x N x 14 x 100)/(W x 1000)

เมื่อ X = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรท (มล.)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 (N)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) = ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด x 5.7

ก.4 ปริมาณไขมัน (32)

สารเคมี

petroleum ether

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ในกระดาษกรอง

2. ล้างด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร 5 ครั้ง นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. อบ extraction flask ที่อุณหภูมิ 110 °C นาน 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ นำมาชั่งน้ำหนัก

4. นำห่อตัวอย่างใส่ใน paper extraction thimble และใส่ลง soxhlet ประกอบชุดกลั่นไขมัน

5. ให้ความร้อนเพื่อให้ petroleum ether ระเหยขึ้นไปเป็นเวลา 16 ชั่วโมง โดยให้ petroleum ether กลั่นตัวลงมาในอัตราเร็ว 2-3 หยดต่อวินาที

6. ระเหย petroleum ether ออก จนเหลือประมาณ 5 มิลลิลิตร นำไปอบแห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 1 ชั่วโมง

7. ปล่อยให้ extraction flask เย็นในเดสซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) = $(m_2-m_1)/m \times 100$

เมื่อ m = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

m_1 = น้ำหนัก extraction flask (กรัม)

m_2 = น้ำหนัก extraction flask และไขมัน (กรัม)

ก.5 ปริมาณเถ้า (32)

วิธีการ

1. เผา crucible ที่อุณหภูมิ 550 °C จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ใน crucible อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 1 ชั่วโมง

3. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C จนได้น้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) = $(m_2-m_1)/m \times 100$

เมื่อ m = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

m_1 = น้ำหนัก crucible (กรัม)

m_2 = น้ำหนัก crucible และเถ้า (กรัม)

ก.6 ปริมาณเส้นใย (32)

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1.25 %(v/v)

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25 %(v/v)

3. ethanol 95 % (EtOH)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์แล้ว ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดซัลฟุริก 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเพื่อย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านผ้าขาวบางและล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด

2. นำกากที่ได้มาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้าที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ด่าง แล้วล้างด้วย EtOH นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 °C จนได้น้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

3. นำกากไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C จนได้น้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ) = $(m_1 - m_2) / m \times 100$

เมื่อ m = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

m_1 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

m_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

ก.7 ปริมาณอะไมโลส (33)

สารเคมี

1. อะไมโลสบริสุทธิ์จาก potato type III,Sigma
2. ethanol 95% (EtOH)
3. สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 1 N
4. สารละลาย acetic acid (AcOH) เข้มข้น 1 N
5. สารละลายไอโอดีน (iodine 0.2 กรัม และ potassium iodine 2.0 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างแป้งให้รู้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 100 มิลลิกรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม EtOH 1 มิลลิลิตร และ NaOH 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ต้มในน้ำเดือด 10 นาที ทำให้เย็น ถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

2. ปิเปตน้ำแป้งในข้อ 1 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มี AcOH 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

3. คำนวณปริมาณอะไมโลสจากกราฟมาตรฐาน

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอะไมโลสบริสุทธิ์ให้รู้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 40 มิลลิกรัม เติม EtOH 1 มิลลิลิตร และ NaOH 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที ทำให้เย็น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2. ปิเปตสารละลายในข้อ 1 มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม AcOH 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

3. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง กับปริมาณอะไมโลส

ก.8 ค่าเปอร์ออกไซด์ (32) [P.O.V.]

สารเคมี

1. diethyl ether

2. acetic acid chloroform solvent mixture ($HOAC-CHCl_3$) ในอัตราส่วน 3:2 (โดยปริมาตร)

3. saturated KI solution ละลาย KI ในน้ำต้มจนกระทั่งอิ่มตัว เก็บไว้ในที่มืด ทดสอบโดยการเติม HOAC-$CHCl_3$ 0.5 มิลลิลิตร และ starch solution 1% 2 หยด ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และต้องเติม $Na_2S_2O_3$ มากกว่า 1 หยด ที่จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ต้องเตรียม solution ใหม่

4. sodium thiosulfate standard solution ($Na_2S_2O_3$) 0.1 N และ 0.01N โดยละลาย $Na_2S_2O_3.5\ H_2O$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาที ถ่ายใส่ลงในขวดที่ล้างสะอาด เก็บไว้ในที่มืด solution ที่ได้มีความเข้มข้น 0.1 N เมื่อต้องการ solution ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า ให้ dilute ด้วยน้ำกลั่นต้ม และควรเตรียมใหม่ๆ ก่อนใช้

standardize โดยชั่ง $K_2Cr_2O_7$ 0.2-0.23 กรัม ใส่ลงในขวดแก้ว เติมน้ำกลั่นต้ม 80 มิลลิลิตร และ KI 2 กรัมลงไปเขย่าให้เข้ากัน เติม HCl 1N 20 มิลลิลิตร ลงไปเขย่าให้เข้ากัน เก็บในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมา titrate กับ $Na_2S_2O_3$ โดยใช้ starch solution เป็น indicator

$$\text{Normality ของ } Na_2S_2O_3 = \frac{\text{กรัมของ } K_2Cr_2O_7 \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของ } Na_2S_2O_3 \times 49.032}$$

วิธีการ

1. สกัดไขมันออกจากตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่างคุกกี้ที่บดแล้ว 60 กรัม ใส่ใน flask เติม diethyl ether 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่าโดยใช้เครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 30 นาที นำมากรองแยกเอากากคุกกี้ออก นำสารละลายของไขมันที่สกัดได้ไประเหย solvent ออก โดยใช้ vacuum evaporator ซึ่งตั้งอุณหภูมิ bath ที่ 40 °C

2. ชั่งไขมันที่สกัดได้ 5±0.05 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

3. เติม HOAC-$CHCl_3$ 30 มิลลิลิตร และเติม saturated KI solution

0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที เขย่าเป็นระยะๆ แล้วเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

4. นำมา titrate กับ $Na_2S_2O_3$ 0.01 N จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเข้มเป็นสีเหลืองอ่อน เติม starch solution 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน titrate ต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินของ I ในชั้นของ $CHCl_3$ จางหายไป

5. ทำการทดลองกับ blank ที่ไม่มีการเติมตัวอย่างไขมัน เช่นเดียวกับข้อ 3-4

<u>การคำนวณ</u>

Peroxide value = (S x N x 1000)/gm. sample

(milliequivalent peroxide/kg. of sample)

เมื่อ S = มิลลิลิตรของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้เมื่อหัก blank ออกแล้ว

N = Normality ของ $Na_2S_2O_3$

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของแป้ง

ข.1 การหาการดูดซึมน้ำ เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัว (mixing tolerance index) ของแป้งโดยใช้เครื่อง Brabender Farinograph (34)

วิธีการ

1. เปิด circulating pump และ thermostat ให้เครื่องทำงานก่อนใช้ประมาณ 1 ชั่วโมง

2. เติมน้ำใส่บิวเรตให้ขีดสูงสุดอ่านที่ระดับศูนย์พอดี

3. ชั่งแป้งหนัก 300 กรัม ใส่ลงในอ่างผสม

4. เปิดเครื่องให้ใบพัดในอ่างผสมทำงาน เปิดน้ำจากบิวเรตลงสู่อ่างผสม โดยเติมน้ำลงไปในปริมาณที่ใกล้เคียงกับความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งตามที่คาดการณ์ไว้ ใช้ scraper ปาดเศษแป้งข้างอ่างผสมลงไป

5. ใช้แผ่นแก้ว (glass plate) ปิดอ่างผสมไว้ เมื่อการผสมดำเนินต่อไป กราฟที่ได้จะถูกบันทึกไว้

6. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปเป็นค่าการดูดซึมน้ำที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 B.U. จะเป็นเส้นแบ่งกึ่งกลางความกว้างของกราฟ

7. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าการดูดซึมน้ำที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 B.U. จะไม่อยู่กึ่งกลางความกว้างของกราฟ ถ้ากราฟอยู่สูงกว่าเส้น 500 B.U. แสดงว่า ปริมาณน้ำที่เติมลงไปมากกว่าความเป็นจริง ถ้ากราฟอยู่ต่ำกว่าเส้น 500 B.U. แสดงว่า ปริมาณน้ำที่เติมลงไปน้อยกว่าความเป็นจริง ต้องปรับปริมาณน้ำที่เติมลงไปให้ถูกต้อง โดยความแตกต่างระหว่างจุดสูงสุดและต่ำสุดของกราฟ 20 B.U. จะเท่ากับค่าการดูดซึมน้ำของแป้งร้อยละ 0.6-0.8

8. นำกราฟที่มีการเติมน้ำในปริมาณที่ถูกต้องมาประเมินค่าการดูดซึมน้ำที่เหมาะสม เวลาที่ใช้ในการผสม และดัชนีความอ่อนตัวของแป้ง

ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) = (x + y -300)/3

เมื่อ x = ปริมาตรของน้ำที่เติมเพื่อให้ได้ curve ที่มี maximum consistency อยู่ตรงกลางเส้น 500 B.U.

y = น้ำหนักของตัวอย่างแป้ง

เวลาที่ใช้ในการผสม (dough development time หรือ peak time) วัดจากจุดเริ่มต้นที่เติมน้ำจนถึงจุดที่มี maximum consistency

ดัชนีความอ่อนตัว (mixing tolerance index) เป็นค่าความแตกต่างในหน่วย B.U. ของจุดสูงสุดของ curve กับจุดที่ผ่านการผสมไปแล้ว 5 นาที

ข.2 การหาความข้นหนืด และอุณหภูมิการเกิดเจลของแป้งโดยใช้เครื่อง Brabender Amylograph (34)

วิธีการ

1. เตรียมน้ำแป้งเข้มข้น 10 % 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2. ใส่น้ำแป้งลงใน amylograph bowl

3. ใส่ standard pin type stirrer ลงใน amylograph bowl และใส่หัวเข็มให้เข้าล็อค

4. ปรับเข็มของ amylograph ให้อ่านที่ตำแหน่ง 0 บนกระดาษกราฟ

5. เปิดเครื่องให้ทำงาน เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิของระบบเป็น 50 °C ระหว่างเดินเครื่อง bowl จะหมุนอยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็ว 75 รอบต่อนาที น้ำแป้งจะได้รับความร้อนโดยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.5 °C ต่อนาที จนถึง 95 °C และคงที่ที่อุณหภูมินี้ไว้ 30 นาที แล้วค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงในอัตราเดียวกันจนถึง 50 °C เครื่องจะบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของน้ำแป้งกับเวลาที่ใช้เป็นเส้นกราฟอย่างต่อเนื่อง

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพแป้งโดยวิธีทดสอบทำผลิตภัณฑ์

(Baking Performance Test)

สูตรมาตรฐาน

Ingredients	% (flour basis)
Shortening	28.4
Sugar	57.8
Salt	0.9
Bicarbonate of soda	1.1
Dextrose soln.(8.9 g. dextrose hydrous. in 150 ml. H_2O)	14.7
Distd. water	7.1
Flour	100.0

วิธีการ

1. ตีเนย น้ำตาล เกลือ และโซดา ด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 3 นาที หยุดเครื่องปาดข้างอ่างผสมและก้นอ่างผสมทุกๆ 1 นาที

2. เติม dextrose soln. และน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที หยุดเครื่องปาดข้างอ่างผสม ผสมต่ออีก 1 นาที ด้วยความเร็วปานกลาง

3. เติมแป้งและผสมต่ออีก 2 นาทีด้วยความเร็วต่ำ หยุดเครื่องปาดข้างอ่างผสมทุก 1/2 นาที

4. นำก้อนแป้งที่ได้มารีดออกเป็นแผ่น บนแผ่นเหล็กปลอดสนิมให้มีความหนา 7 มิลลิเมตร (0.275 นิ้ว) แล้วใช้พิมพ์กดคุกกี้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ตัดแผ่นแป้งออกขนาดตามพิมพ์จำนวน 6 ชิ้น

5. นำคุกกี้เข้าอบที่อุณหภูมิ 400 °F เป็นเวลา 10 นาที เมื่อนำออกจากเตาอบแล้ววางทิ้งไว้บนตะแกรงเป็นเวลา 30 นาที

<u>การคำนวณ</u>

วัดความกว้าง (W) และความหนา (T) ของคุกกี้จำนวน 6 ชิ้น นำมาคำนวณค่า spread factor

W/T = W/T ratio

W/T x C.F. = Adjusted W/T

Adj W/T x 10 = Spread Factor

เมื่อ C.F. = Correction factor ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสูงของพื้นที่และ barometric pressure ในการทดลองนี้ C.F. มีค่าเท่ากับ 1

ในการทดลองนี้ ค่า spread factor จะแสดงในรูปของ W/T ratio

ภาคผนวก ง

ง.1 แบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์คุกกี้ต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ในกรณีที่ต้องปรับปรุง โปรดระบุว่าลักษณะต่างๆ ที่ทดสอบเป็นอย่างไรในช่องหมายเหตุ เช่น สี อาจระบุว่า เข้มเกินไป หรือ อ่อนเกินไป เป็นต้น

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเต็ม	ตัวอย่างหมายเลข			
1. สี - ต้องปรับปรุง เช่น เข้มหรือ (1-10) อ่อนจนเกินไป - สีสวยดีแล้ว (11-20) * หมายเหตุ	20				
2. กลิ่น - มีกลิ่นแปลกปลอมมาก เช่น (1-10) มีกลิ่นไหม้ กลิ่นหืน หรือกลิ่นมันเทศแรงเกินไป - มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย (11-20) แต่ยังยอมรับได้ เช่น มีกลิ่นมันเทศอ่อนๆ - มีกลิ่นรสปกติ (21-30) * หมายเหตุ	30				

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนเต็ม	ตัวอย่างหมายเลข			
3. รสชาติ - ต้องปรับปรุง เช่น หวานมาก (1-10) หรือน้อยเกินไป เค็มมากหรือน้อยเกินไป ไม่หวานหรือไม่มัน - รสชาติหวานมันพอดี (11-20) * หมายเหตุ	20				
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส - ต้องปรับปรุง เช่น ร่วนหรือ (1-10) แข็งเกินไป เนื้อแน่นเกินไป หรือไม่กรอบเลย - ร่วนหรือแข็งไปเล็กน้อย (11-20) แต่ยังยอมรับได้ - กรอบดีแล้ว (21-30) * หมายเหตุ	30				
คะแนนรวม	100				

ข้อเสนอแนะ : _____

ง.2 แบบสอบถามที่ใช้ประเมินผลทางประสาทสัมผัสในช่วงการศึกษาหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ชื่อ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์คุกกี้ต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนด้านกลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัสตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ และทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องการยอมรับผลิตภัณฑ์

ลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างหมายเลข			
กลิ่น				
- กลิ่นหอมปกติของตัวอย่าง (9-10)				
- กลิ่นหอมหายไปแต่ยังไม่มีกลิ่นหืน (7-8)				
- เริ่มมีกลิ่นหืนเล็กน้อย (5-6)				
- มีกลิ่นหืนปานกลาง (3-4)				
- มีกลิ่นหืนมาก (1-2)				
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
- กรอบร่วนพอดี (8-10)				
- กรอบเล็กน้อยหรือมีบางส่วนเริ่มนิ่ม (5-7)				
- ไม่กรอบเลยหรือนิ่มมาก (1-4)				
การยอมรับผลิตภัณฑ์				
- ยอมรับ				
- ไม่ยอมรับ				

ข้อเสนอแนะ : _____

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ spread factor ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ และแป้งสาลี

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
treatment	4	0.324	8.09×10^{-2}	30.046*	5.19
error	5	1.346	2.69×10^{-3}		
total	9	0.337			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ spread factor ของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณ shortening ที่ระดับต่างๆ

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
treatment	2	2.62×10^{-3}	1.31×10^{-2}	0.58ns	9.55
error	3	6.70×10^{-3}	2.23×10^{-3}		
total	5	9.32×10^{-3}			

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ spread factor ของคุกกี้ เมื่อแปรปริมาณแป้งที่ใช้ในการทำเป็น paste ที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับ spread factor ของคุกกี้จากแป้งสาลี

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
treatment	3	0.158	5.28×10^{-2}	3.23^{ns}	6.59
error	4	6.54×10^{-2}	1.63×10^{-3}		
total	7	0.224			

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ spread factor ของคุกกี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณน้ำที่เติมเพิ่มในสูตรระดับต่างๆ

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
treatment	2	1.37×10^{-2}	6.38×10^{-3}	0.86	9.55
error	3	2.38×10^{-2}	7.95×10^{-2}		
total	5	3.75×10^{-2}			

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ spread factor ของคุกกี้ที่ทำโดยใช้ขั้นตอนการนำแป้งมันเทศบางส่วนไปทำเป็น paste เมื่อแปรปริมาณ shortening ระดับต่างๆ

SOV	df	SS	MS	F จากการคำนวณ	F จากตาราง
treatment	2	0.272	0.136	9.34^{ns}	9.55
error	3	4.37×10^{-2}	1.45×10^{-2}		
total	5	0.316			

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ฉ

สมบัติของภาชนะบรรจุที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สมบัติของภาชนะบรรจุ	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	ถุงพลาสติก PE	ถุง aluminium foil	ถุง metallized film
อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ(gm/m^2/day at 38 °C)	0.5	0.3	0.3
อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (ml/m^2/day at 38 °C)	500	3.2	-

ที่มา : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ เกิดวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ.2510 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2532 โดยได้รับทุน UDC (ทุนโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์) ตามความต้องการของภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน เดิม)