

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติ เจริญชัย. 2530. รายชื่อถั่วชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร. กรุงเทพมหานคร:กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกะมี้กึ่งสำเร็จรูป (มอก.271-2533). กรุงเทพมหานคร:กระทรวงอุตสาหกรรม
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เทคโนโลยีของแป้ง. เอกสารคำสอนวิชาเทคโนโลยีของแป้ง (051424). ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 220 หน้า
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพมหานคร. ฟอรัมเพรินดิ้ง จำกัด. 237 หน้า.
- อรพิน ภูมิภมร. 2533. เทคโนโลยีของแป้ง : เคมีของแป้งและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากแป้งบางชนิดที่ผลิตในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาต่างประเทศ

- AACC. 1995. Method 54-21 approved 1994. Cereal Laboratory Method. 9th ed. St. Paul. American Association of Cereal Chemists.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Amarteifio, J., and Moholo, D., 1998. The Chemical Composition of Four Legumes Consumed in Botswana. J. of Food Comp. and Anal. 11(4):329-332.
- Aykroyd, W.R., and Doughty, J., 1970. Wheat in Human Nutrition. In FAO (ed). Nutritional Studies FAO, Rome.
- Ayres, J.L., Branscomb, L.L., and Roger, G.M., 1974. Processing of Edible Peanut Flour and Grits. J. Am. Oil Chem. 51:133-136.

- Bahnassey,Y., and Khan,K., and Harrold,R., 1986(a). Fortification of Spaghetti with Edible Legumes.I. Physicochemical , Antinutritional , Amino Acid , and Mineral Composition. Cereal Chem. 63(3):210-215.
- Bahnassey,Y., and Khan,K., 1986 (b). Fortification of Spaghetti with Edible Legumes.II. Rheological,Processing, and Quality Evaluation Studies. Cereal Chem. 63(3):216-219.
- Bergman,C.J.,Gualberto,D.G., and Weber,C.W. 1994. Development of High-Temperature - Dried Soft Wheat Pasta Supplemented with Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Cooking Quality , Color , and Sensory Evaluation. Cereal Chem. 71(6) : 523-527.
- Bushuk,W. 1963. A Farinograph technique for studying gluten. Cereal Chem. 40 : 430-435.
- Bushuk,W., and Wrigley,C.W., 1973. Protein : Composition,Structure, and Function. 119-332 pp. In George.E.I.,(ed). Wheat : Production and Utilization. The AVI Publishing Company Inc., Westport,Connecticut.
- Campbell,M., 1972. Flour. 613-648 p. In Paul,C., and Palmer,H.,(ed). Food Theory and Applications. John Wiley & Sons.,New York.
- Cater,C.m., and Rhu,K.C., 1975. Protein Concentrates and Isolates Peanut Production in Texas. The Texas Agricultural Experiment Station . U.S.A. 150 p.
- Chompreeda,P.,Resurreccion,A.V.A.,Hung,Y.C., and Beuchat,L.R. 1987. Quality Evaluation of Peanut - Supplement Chinese Type Noodles. J. of Food Sci. 52(6) : 1740-1741.
- Chompreeda,P.,Resurreccion,A.V.A.,Hung,Y.C., and Beuchat,L.R. 1988. Modelling the Effect of Peanut and Cowpea Flour Supplementation on quality of Chinese - Type Noodles. International J. of Food Sci and Tech. 23(6) : 555-563.
- D'Appolonia,B.L. 1978. Use of Untreated and Roasted Navy Beans in Bread Making. Cereal Chem. 55 : 898.
- Deshpande,S.S.,Rangnekar,P.D.,Sathe,S.K., and Salunkhe,D.K. 1983. Fuctional Properties of Wheat-Bean Composite Flours. J. of Food Sci. 48(6) : 1659-1662.

- Duszkiewicz-Reinhard,W.,Khan,K.,Dick,J.W., and Holm,Y., 1988. Shelf Life Stability of Spaghetti Fortified with Legume Flours and Protein Concentrates. Cereal Chem. 65(4):278-281.
- Frost,G.M., 1992. Application of Enzymes in Food. 307-362 p. In Hudson,B.J.F., (ed). Biochemistry of Food Proteins. Elsevier Applied Science., London.
- Fu,J., Mulvaney.S.J., and Cohen,C. 1997. Effect of Added Fat on the Rheological Properties of Wheat Flour Doughs. Cereal Chem. 74(3) : 304-311.
- Haber,T.A., Seyam,A.A., and Banasik,O.J., 1978. Functional Properties of Some High Protein Products in Pasta. J. of Agri Food Chem. 26:1191.
- Huang,S., 1996. A Look at Noodles in China. Cereal Food World. 41(4):199-204.
- Jeffers,H.C., Noguchi,G., and Rubenthaler,G.L., 1990. Effects of Legume Fortifiers on The Quality of Udon Noodles. Cereal Chem. 56(6):573-576.
- Kinsella,J.E. 1976. Functional Properties of Protein in Food : A Survey Crit. Rev. Food Sci Nutr. 7 : 219-280.
- Kruger,J.E., Matsuo,R.B., and Dick,J.W., 1996. Pasta and Noodle Technology. American Association of Cereal Chemists,Inc., St.Paul,Minnesota,U.S.A. 356 p.
- Lee,L.,Bail,B.K., and Czuchajowska,Z. 1998. Garbanzo Bean Flour Usage in Cantonese Noodles. J. of Food Sci. 63(3) : 552-558.
- Mariani-Constantini,A., 1988. Image and Nutritional Role of Pasta in Changing Food Patterns. In: Durum Chemistry and Technology. Fabriani ,G.,and Lintas,C.,(eds) American Association of Cereal Chemists.Inc.,St. Paul,Minnesota,U.S.A
- Milner,M., 1979. Guidelines for Preparing Food Grade Groundnut (peanut) Flour. Food Nutrition Bulletin. 1:38-39.
- Mitchell,J.R. 1986. Foaming and Emulsifying Properties of Protein. In : Development in Food Protein-4. Hudson,B.J.F. (eds.) Elsevier Applied Science. :London.
- Miskelly,D.M., and Moss,H.J. 1985. Flour Quality Requirements for Chinese Noodle Manufacture. J. of Cereal Sci. 3 : 379-387.
- Pagini,A., 1986. Pasta Products from non-conventional raw materials. In : Pasta and Extrusion Cook Foods. Mercier,C., and Cantarelli,C., (eds.) Elsevier Applied Science.:London.

- Phillips,R.D. 1997. Nutritional Quality of Cereal and Legume Storage Proteins. Food Technology. 51(3) : 62-66.
- Pomeranz,Y., 1971. Wheat : Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists.Inc.,St.Paul,Minnesota.U.S.A. 821 p.
- Pomeranz,Y., 1991. Functional Properties of Food Components. Academic Press, San Diego . 560 p.
- Riley,A.M., 1987. Breads and Pasta in The United States Diet. Cereal Foods World. 32:460.
- Rho,K.L., Chung,O.K., and Seib,P.A. 1989. Noodle VIII.The Effect of Wheat Flour Lipids, Gluten , and Several Starches and Surfactants on the Quality of Oriental Dry Noodles. Cereal Chem. 66(4) : 276-282.
- Sathe,S.K., and Salunkhe,D.K.1981. Fuctional Properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Protein : Emulsion , Foaming , Viscosity , and Gelation Properties. J. of Food Sci. 46(1) : 71-74.
- Seguro,K., Nio,N., and Motoki,M. 1996. Some Characteristics of a Microbial Protein Cross-Linking Enzyme : Transglutaminase. In : Macromolecular Interactions in Food Technology. Nicholas,P., Akio,K., Lawrence,K.C., and John,P. (eds). American Chemical Society, Washington,DC. 304 p.
- Shelke,A., Dick,J.W.,Holm,Y.F., and Loo,K.S. 1990. Chinese Wet Noodle Formulation : A Response Surface Methodology Study. Cereal Chem. 67(4) : 338-342.
- Siegel,A., Bhumiratana,A., and Lineback,D.R., 1975. Development Acceptability and Nutritional Evaluation of High-Protein Soy-Supplemented Rice Noodles For Thai Children. Cereal Chem. 52(6) : 801-812.
- Slade,L.,Levine,H., and Finley,J.W. 1989. Protein-Water interactions : Water as a Plasticizer of Gluten and Other Protein Polymers. In Protein Quality and the Effects of Processing. Phillips,R.D., and Finley,J.W., (eds.) Marcel Dekker.New York. 9-124.
- Steele,B., 1979. Solvent Extraction of Peanuts. Oil mill Gaz. 83(12):26-30.
- Ohr,L.D., 2000. Enzyme Builds Links to Creative Products. Prepared Foods. 169(6) : 75.

Olatunji,O. and Akinrele,J.A. 1978. Comparative Rheological Properties and Bread Quality of Wheat Flour Diluted with Tropical-Tuber and Breadfruit Flours. Cereal Chem. 55 : 1.

US. Food and Drug Administration. 1990. Recommended Daily Dietary Allowances for women

Wall,J.S., and Beckwith,A.C. 1969. Relationship Between Structure and Rheological Properties of Gluten Proteins. Cereal Sci. Today. 14 : 16.

www.ajinomoto-usa.com

www.nal.usda.gov

www.peanut-institute.org

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ A.O.A.C, 1995.

อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนของ WTE Binder รุ่น E – 53

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-5 กรัม ใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมซึ่งอบแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว
2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ โดยเปิดฝาไว้เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
3. ปิดฝาภาชนะในขณะที่ยังอยู่ในตู้อบ แล้วทำให้เย็นใน desicator และชั่งน้ำหนัก

คำนวณ ความชื้นจากสมการ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

ก. 2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ตามวิธีของ A.O.A.C, 1995.

อุปกรณ์

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit และ Gerhardt Vapodest

1. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 N ที่ Standardized ด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมพาทาเลท 0.1 N
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50%
4. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้น 4%
5. สารเร่งปฏิกิริยา (ผสมคอปเปอร์ซัลเฟต 7 กรัม กับ โปตัสเซียมซัลเฟต 100 กรัม)
6. อินดิเคเตอร์ (เตรียมโดยละลายเมทิลเรดจำนวน 0.125 กรัม และ เมทิลลีนบลูจำนวน 0.0825 กรัมในเอทานอล 90% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักที่ทราบแน่นอนประมาณ 1.5 กรัม ใส่ใน Kjeldahl tube แล้วใส่ antibumping beads ไป 2-3 เม็ด
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 3 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldahtherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น
 - ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 15-20 นาที
 - ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 1.5 - 2.0 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างใสเป็นสีเขียวอ่อนหรือไม่มีสี แล้วย่อยต่อไปอีก นาน 30 นาที
4. ทิ้งให้เย็นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ต่อ Kjeldahl tube ต่อเข้ากับเครื่อง Vapodest I เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50% จนตัวอย่างกลายเป็นสีดำน
5. รองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด
6. กลั่นตัวอย่างจนในขวดรองรับมีสารละลายปริมาตร 200 มิลลิลิตร
7. หยดกลั่นแล้วนำสารละลายในขวดรองรับมาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง
8. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน(\%)} = \frac{\text{ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรท(ml)} \times \text{ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก(N)} \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 10}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน(\%)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน(\%)} \times \text{Factor}$$

หมายเหตุ 1. Factor สำหรับแป้งสาลี คือ 5.27

2. Factor สำหรับแป้งถั่ว และ แป้งสาลีผสมแป้งถั่ว คือ 6.25

ก. 3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

อุปกรณ์

Soxtherm Automatic รุ่น S-226

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งไล่ความชื้นออกแล้ว 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman NO.1 ใส่ลงใน thimble

2. ใส่ thimble ซึ่งมีตัวอย่างของผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. เติมน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 80 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมงโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 150 °C ของ silicon coil ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับอุปกรณ์ที่ใช้สกัด
5. ระเหยส่วนของ petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นใน desicator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด

การคำนวณ ไขมัน (%) = $\frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$

ก. 4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

ตามวิธีของ A.O.A.C, 1995

สารเคมี

สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25 %

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25 %

เอทิลแอลกอฮอล์

น้ำร้อน

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์แล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25 % ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ต้มย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที โดยให้สารละลายเดือดตลอดเวลา ปรับปริมาตรให้คงที่ด้วยน้ำกลั่น
3. กรองผ่านกระดาษ Whatman No. 41 ซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
4. ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด
5. นำส่วนที่ติดบนกระดาษกรอง มาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25 % ที่ต้มเดือดปริมาตร 200 มิลลิลิตร นาน 30 นาที ปรับปริมาตรให้คงที่ด้วยน้ำกลั่น

6. กรองผ่านกระดาษกรองอันเดิม และล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ต่าง
7. ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองอีกครั้งด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 2 ครั้ง
8. อบที่ $130 \pm 2^{\circ} \text{C}$ 2 ชั่วโมง
9. ทิ้งให้เย็นใน desicator
10. ชั่งน้ำหนัก
11. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ใน crucible แล้วเผาที่อุณหภูมิ $600 \pm 15^{\circ} \text{C}$ 2 ชั่วโมง
12. ทิ้งให้เย็นใน desicator
13. ชั่งน้ำหนักหลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber แล้วคำนวณหาปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ก. 5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ A.O.A.C,1995

อุปกรณ์

Muffle Furnace Carbolite รุ่น Mel 11-2

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างทราบน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ในครุชีเบลที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างไปเผาจนหมดควัน
3. นำไปเผาต่อใน muffle furnace ที่ 600°C 2 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีขาว
4. ทิ้งให้เย็นใน desicator
5. ชั่งน้ำหนักหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักหลังเผา (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ก.6 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คำนวณโดยหาคงประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใย รวมกันในรูปร้อยละ แล้วหักออกจาก 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

ก.7 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer เครื่องมือ

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i)

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. Calibrate force ก่อนการวัดทุกครั้ง
3. ประกอบชุดเครื่องมือสำหรับวัดแรงดึง ใช้หัว(A/SPR) กับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
4. Calibrate probe ก่อนการวัด โดยตั้งระยะ probe
5. เลือกรูปแบบการวัดเป็น

Mode : Measure Force in Tension

Option : Return to start

Pre - Test Speed : 3.0 mm/s

Test Speed : 3.0 mm/s

Post - Test Speed : 5.0 mm/s

Distance : 50 mm.

Trigger Type : Auto – 5 g.

Data Acquisition Rate : 200 pps.

6. นำเส้นมะพร้าวมา 1 เส้น พันเข้ากับ probe ที่อยู่ด้านล่าง 3 รอบ แล้วพาดขึ้นไป probe ด้านบน แล้วพันอีก 3 รอบ แล้วจึงสั่งให้เครื่องทำการทดสอบ จาก peak ของแรงที่สูงที่สุดจากการวัด คือ ค่าแรงดึงสูงสุด ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ชิ้น

ก.8 การวัดสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Colorimeter

โดยใช้เครื่อง Minolta Chroma Meter, CR 300 series.

วิธีการทดลอง

วัดสีของบะหมี่ โดยนำแผ่นโดที่รีดจนเรียบเนียนดีแล้วแต่ยังไม่ตัดเป็นเส้น มาจากตำแหน่งบน กลาง ท้ายของแผ่นโด ตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 2×2 นิ้ว² นำไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ชั้น

ค่า L แทนค่าความสว่าง

ค่า a แทนค่าสีแดง แทนค่าสีแดง (-) แทนค่าสีเขียว

ค่า b แทนค่าสีเหลือง(+) แทนค่าสีเหลือง (-) แทนค่าสีน้ำเงิน

ก.9 การวิเคราะห์การดูดซับน้ำ

ดัดแปลงจากวิธีของ Sathe และ Salunkhe (1981.)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักหลอดทดลองที่แห้งและสะอาดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ลงในหลอดที่ทราบน้ำหนักแล้ว
3. จากนั้นบีบน้ำกลั่น ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง
4. นำไปผสมให้เข้ากันนาน 30 วินาที ด้วย vertex
5. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที
6. จำไปปั่นเหยียงด้วยความเร็ว 4500 รอบต่อนาที นาน 20 นาที
7. ดูดส่วนที่เป็นน้ำออก แล้วจึงคว่ำหลอดให้แห้งนาน 30 นาที
8. ชั่งน้ำหนักหลอดทดลอง
9. คำนวณปริมาณการดูดซับน้ำ

$$\text{ปริมาณการดูดซับน้ำ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเหยียง (g)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเหยียง (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \times 100$$

ก.10 ปริมาณของแข็งที่เหลือในภาชนะหลังต้มสุก (Cooking loss)

ตามวิธีของ Lee และคณะ (1998)

วิธีทดลอง

1. ตัวอย่างบะหมี่ 30 กรัม นำมาต้มในน้ำ 1 ลิตร นาน 6 นาที
2. นำบะหมี่ขึ้นสะเด็ดน้ำ

3. น้ำที่เหลือหลังจากการต้ม นำไประเหยน้ำออก
4. นำไปอบให้แห้งที่ 90 °C จนได้น้ำหนักคงที่
5. นำมาชั่งหาน้ำหนักที่เหลือในบีกเกอร์

$$\text{Cooking loss} = \frac{\text{น้ำหนักที่เหลืออยู่จากการระเหยน้ำ}}{\text{น้ำหนักบะหมี่ก่อนต้ม}} \times 100$$

ก.11 Farinograph Method

ตามวิธีของ A.A.C.C. 54-21

อุปกรณ์

- เครื่อง Brabender Farinograph ของบริษัท บางกอกฟลาวมิลล์ จำกัด
- อ่างผสม (mixing bowl) ขนาดความจุแบ่ง 300 กรัม

วิธีการทดลอง

1. เปิด circulation pump และ thermostat ให้เครื่องทำงานก่อนใช้ประมาณ 1 ชั่วโมง
2. เติมน้ำใสในบิวเรต ให้ขีดสูงสุดอยู่ที่ระดับ 0พอดี
3. ชั่งแป้ง 300 กรัม ใส่ลงในอ่างผสม
4. เติมน้ำหมึกที่เข็มบนกระดาษกราฟให้เต็ม ตั้งเข็มบนกราฟเดินมาถึงตำแหน่งเลข 9 บนกราฟ
5. เปิดเครื่องให้ใบพัดในอ่างผสมทำงาน เมื่อเข็มบนกราฟเดินมาถึงตำแหน่งเลข 0 เปิดน้ำจากบิวเรตลงสู่อ่างผสม โดยเติมน้ำลงไปในปริมาณที่ใกล้เคียงกับความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งตามที่คาดการณ์ไว้ ใช้ scraper ปาดเศษแป้งข้างอ่างผสมลงในอ่างผสมให้หมด
6. ใช้แผ่นแก้ว (glass plate) ปิดอ่างผสมไว้ เมื่อการผสมดำเนินไปเครื่องจะบันทึกกราฟไว้
7. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปเป็นความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption) ที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 B.U. จะเป็นเส้นแบ่งกึ่งกลางความกว้างของกราฟ
8. ถ้าปริมาณน้ำที่เติมลงไปมากหรือน้อยกว่าความสามารถในการดูดซับน้ำที่แท้จริงของแป้ง เส้น 500 B.U. จะไม่อยู่กึ่งกลางของกราฟ ถ้ากราฟอยู่สูงกว่าเส้น 500 B.U. แสดงว่าน้ำที่เติมลงไปน้อยกว่าค่าที่แท้จริง ต้องปรับปริมาณน้ำที่เติมให้ถูกต้อง โดย

ความแตกต่างของจุดสูงสุดและต่ำสุดของกราฟ 20 B.U. จะเท่ากับความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งร้อยละ 0.6-0.8

9. เมื่อได้กราฟที่มีการเติมน้ำในปริมาณที่ถูกต้องแล้ว นำมาประเมินค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ เวลาในการเกิดโด (dough development time) ความคงตัวของโด (dough stability) ดัชนีความทนทานต่อการผสม (mixing tolerance index)

ภาคผนวก ข.
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

โปรดประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งต่อไปนี้โดยพิจารณาสมบัติด้านสี เนื้อสัมผัส ความเหนียว กลิ่นฉ่ำ และความชอบรวม พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	ตัวอย่างบะหมี่อบแห้ง					
สี						
สีเหลืองสวย ไม่คล้ำ (7-10)						
สีเหลืองอ่อน คล้ำเล็กน้อย (4-6)						
สีชาคล้ำ (1-3)						
เนื้อสัมผัส						
เส้นนิ่มพอเหมาะ (7-10)						
เส้นนิ่มหรือขาดง่ายแต่ยอมรับได้ (4-6)						
เส้นนิ่มหรือเปื่อย (1-3)						
ความเหนียว						
เส้นเหนียวพอเหมาะ(7-10)						
เส้นเหนียวเล็กน้อยหรือขาดง่ายแต่ยอมรับได้ (4-6)						
เส้นไม่เหนียวหรือเส้นเปื่อย (1-3)						
กลิ่น						
มีกลิ่นฉ่ำอ่อน ๆ หรือ ไม่มีกลิ่นฉ่ำ (7-10)						
มีกลิ่นฉ่ำ แต่ยอมรับได้ (4-6)						
มีกลิ่นฉ่ำแรง (1-3)						
ความชอบรวม						
ชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด (7-10)						
ไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย (4-6)						
ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบปานกลาง (1-3)						

ข้อเสนอแนะ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

โปรดประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งหลังปรับปรุงคุณภาพต่อไปนี้โดยพิจารณาสมบัติ
ด้านสี เนื้อสัมผัส ความเหนียว กลิ่นตัว และความชอบรวม พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	ตัวอย่างบะหมี่อบแห้ง					
สี						
สีเหลืองสวย ไม่คล้ำ (7-10)						
สีเหลืองอ่อน คล้ำเล็กน้อย (4-6)						
สีชาคล้ำ (1-3)						
เนื้อสัมผัส						
เส้นนิ่มพอเหมาะ (7-10)						
เส้นนิ่มหรือขาดบ้าง (4-6)						
เส้นแข็ง (1-3)						
ความเหนียว						
เส้นเหนียวพอเหมาะ (7-10)						
เส้นเหนียวเล็กน้อยหรือขาดง่าย(4-6)						
เส้นเหนียวเกินไป (1-3)						
กลิ่น						
มีกลิ่นตัวอ่อน ๆ หรือ ไม่มีกลิ่นตัว (7-10)						
มีกลิ่นตัว แต่ยอมรับได้ (4-6)						
มีกลิ่นตัวแรง (1-3)						
ความชอบรวม						
ชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด (7-10)						
ไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย (4-6)						
ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบปานกลาง (1-3)						

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปริมาณการดูดซับน้ำ ค่าสี (L,a,b) และปริมาณโปรตีน ของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วลิสง

SOV	df	MS				
		L	a	b	ปริมาณโปรตีน	การดูดซับน้ำ
ปริมาณการทดแทน	3	0.837*	0.973*	25.459*	73.531*	99.196*
Error	12	0.164	0.0002	0.013	0.013	6.530

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าปริมาณการดูดซับน้ำ ค่าสี (L,a,b) และปริมาณโปรตีน ของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วเขียวซีก

SOV	df	MS				
		L	a	b	ปริมาณโปรตีน	การดูดซับน้ำ
ปริมาณการทดแทน	3	2.800*	0.973*	25.459*	15.090*	99.196*
Error	12	0.152	0.0002	0.013	0.011	6.530

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (L,a,b) ในโคของแป้งสาลีที่ทดแทนด้วยแป้งถั่ว

SOV	df	MS		
		L	a	b
ชนิดของแป้งสาลีผสม	6	43.817*	1.493*	112.254*
Error	14	0.251	0.039	0.314

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และไขมัน ของบะหมี่อบแห้ง จากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่ว

SOV	df	MS			
		ความชื้น *	โปรตีน*	เถ้า*	ไขมัน*
ชนิดของแป้งสาลีผสม	6	1.557	40.685	0.236	3.336
Error	14	0.019	0.0986	0.0004	0.037

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักบะหมี่ที่เพิ่มขึ้นหลังต้มสุก ปริมาณของแข็งที่เหลือในภาชนะหลังต้มสุก ความเหนียวของบะหมี่จากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่ว

SOV	Df	MS		
		น้ำหนักหลังต้มสุก	น้ำหนักสูญเสียหลังต้มสุก	ความเหนียว
ชนิดของแป้งสาลีผสม	6	1608.618*	2.969*	103.88*
Error	14	259.291	0.146	2.015

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบด้านสี ความเหนียว ความนุ่ม กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่ว

SOV	Df	MS				
		สี	ความเหนียว	ความนุ่ม	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	29	7.477	8.247	5.539	11.574	6.797
ชนิดของแป้งสาลีผสม	5	87.719*	51.435*	76.026*	11.377*	47.521*
Error	145	1.932	1.806	2.136	2.585	1.763

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเหนียวเส้นบะหมี่จากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วลิสง 20 % เสริมแป้งมันสำปะหลัง

SOV	df	MS
		ความเหนียว
ปริมาณการเสริม	3	30.997 *
Error	12	2.674

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเหนียวเส้นบะหมี่จากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วเขียวชีก 30 % เสริมแป้งมันสำปะหลัง

SOV	df	MS
		ความเหนียว
ปริมาณการเสริม	3	33.550*
Error	12	1.655

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเหนียวเส้นบะหมี่จากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วลิสง 20 % รวมกับการใช้เอนไซม์ TGase

SOV	df	MS
		ความเหนียว
ปริมาณเอนไซม์	4	96.048*
Error	15	1.235

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเหนียวเส้นบะหมี่จากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วเขียวชีก 30 % รวมกับการใช้เอนไซม์ TGase

SOV	df	MS
		ความเหนียว
ปริมาณเอนไซม์	4	91.140*
Error	15	1.403

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบด้านสี ความเหนียว
ความนุ่ม กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วลิสง 20 % รวมกับการใช้เอนไซม์ TGase

SOV	df	MS				
		สี	ความเหนียว	ความนุ่ม	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	14	0.905	0.539	0.623	0.520	0.299
ปริมาณเอนไซม์	4	0.167	71.020*	61.047*	0.120	17.113*
Error	56	0.488	0.270	0.354	0.527	0.449

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบด้านสี ความเหนียว
ความนุ่ม กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลี
ทดแทนแป้งถั่วเขียวชีก 30 % รวมกับการใช้เอนไซม์ TGase

SOV	df	MS				
		สี	ความเหนียว	ความนุ่ม	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
ผู้ทดสอบ	11	1.617	0.582	0.926	1.071	1.435
ปริมาณเอนไซม์	4	0.625	44.85*	51.458*	0.525	8.442*
Error	44	0.689	1.650	0.786	0.280	0.696

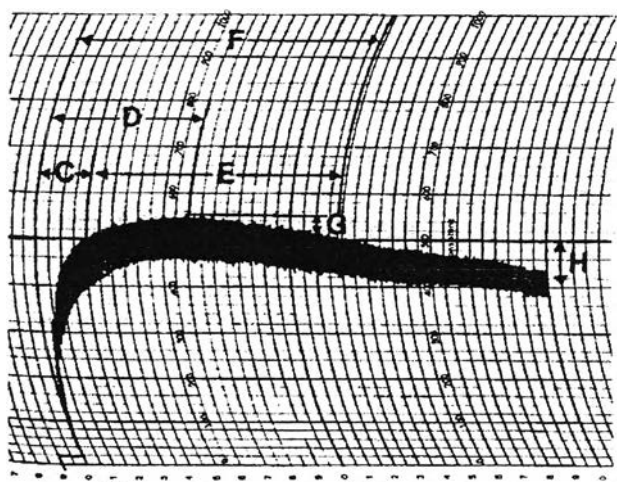
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ง.

ง.1. เครื่องฟาริโนกราฟ (Farinograph)

ใช้วัดค่าการดูดซับน้ำของแป้งได้ดี เนื่องจากการดูดซับน้ำของแป้งที่เหมาะสมจะมีผลต่อลักษณะขนมอบที่ได้ ที่สำคัญคือสามารถวัดลักษณะการรวมตัวของแป้งกับน้ำขณะผสมได้ชัดเจนกว่าเครื่องมิโครกราฟ (Mixograph) หลักการทำงานเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องผสมความเร็วสูงกับแรงที่ใช้หมุนแกนผสมรูปตัว Z 2 อัน ผ่านโดขณะผสมไปยังเครื่องไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งเชื่อมกับเครื่องบันทึกผลการผสมออกเป็นเส้นโค้งบนกราฟ ซึ่งจะมีรูปร่างที่ต่างกันตามชนิดของแป้งที่นำมาตรวจสอบ

ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในแป้งถือเป็นค่าการดูดซับน้ำของแป้งที่เหมาะสม ทำให้เกิดความสูงของเส้นโค้งที่เส้น 500 BU (brabender unit) เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบได้คงที่ ค่าที่อ่านได้จากฟาริโนแกรม (ภาพที่ ง.1.) คือ



ลักษณะฟาริโนแกรม

- C เวลาที่เริ่มต้น
- D เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของเส้นโค้ง
- E เวลาของความคงทนต่อการผสม
- F เวลาจากจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายที่ทนเส้น 500 BU
- G BU ของความทนการผสมจากจุดสูงสุดถึงเส้น 5 นาที
- H BU ของความทนการผสมจากเส้น 500 BU ถึงเส้น 20 นาที

ภาพที่ ง.1 ฟาริโนแกรม

ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล , 2540

- C หมายถึง เวลาเริ่มต้น (arrival time) วัดได้จากเวลา 0 นาที ของการเริ่มเดินเครื่องไปยังจุดแรกที่ส่วนบนของเส้นโค้งสัมผัสกับเส้น 500 BU วัดเป็นนาที
- D หมายถึง เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของเส้นโค้ง (peak time) วัดจากช่วงเริ่มเติมน้ำ 0 นาทีไปยังจุดสูงสุดของความคงตัวของเส้นโค้ง วัดเป็นนาที
- E หมายถึง เวลาของความคงทนต่อการผสม (mixing stability) วัดได้จากผลต่างเวลาของจุดสุดท้ายก่อนพ้นเส้น 500 BU (F) กับเวลาเริ่มต้น (C) วัดเป็นนาที

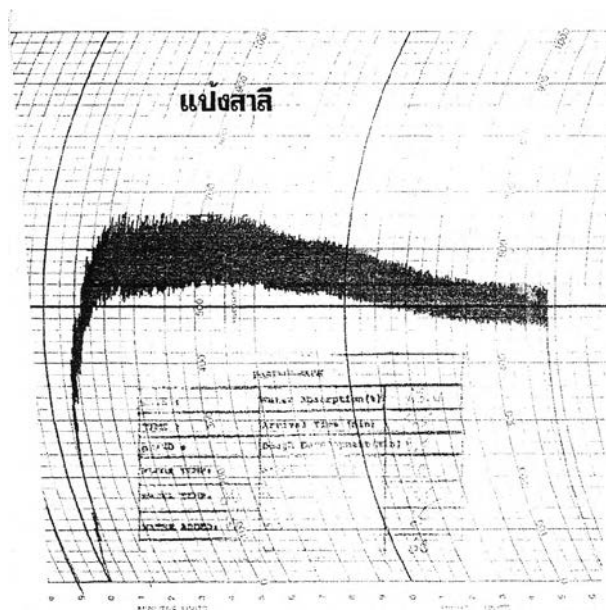
F หมายถึง เวลาจากจุดเริ่มต้น วัดจาก 0 นาที ถึงจุดที่ส่วนบนของเส้นโค้งผ่านเส้น
500 BU วัดเป็นนาที

G หมายถึง BU ของความคงทนต่อการผสม (mechanical tolerance index , M.T.I) ซึ่ง
วัดจากผลต่างของ BU ที่จุดสูงสุดของเส้นโค้งไปยังจุดบนของเส้นโค้งที่ 5 นาที
หลังจากนั้น วัดเป็น BU

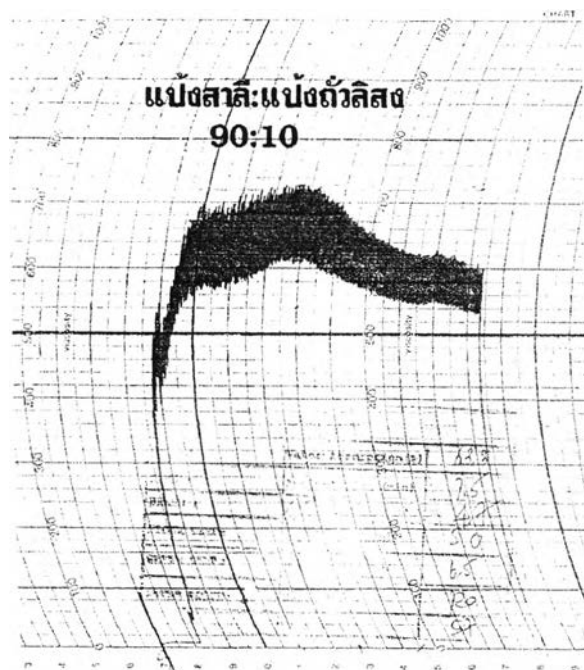
H หมายถึง BU ของความคงทนต่อการผสม วัดระหว่าง 500 BU กับจุดบนส่วนกลางของ
เส้นโค้งที่ 20 นาที หลังจาก 500 BU นั้น

ลักษณะของเส้นโค้งและค่าต่าง ๆ ที่อ่านได้ จะแตกต่างกันตามชนิดของแป้งสาลีและคุณภาพของกลูเตนที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ใช้หากการดูดซับน้ำแล้ว Bushuk (1963) ได้นำฟาริโนกราฟีมาดัดแปลงเพื่อใช้ในการตรวจสอบปริมาณกลูเตน ซึ่งคุณสมบัติของโดที่แตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิดก็เป็นผลจากปริมาณกลูเตนที่มีในแป้งนั้น ๆ ด้วย

ง.2 ฟาริโนแกรมของแป้งและแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่ว 10 , 20 และ 30 %



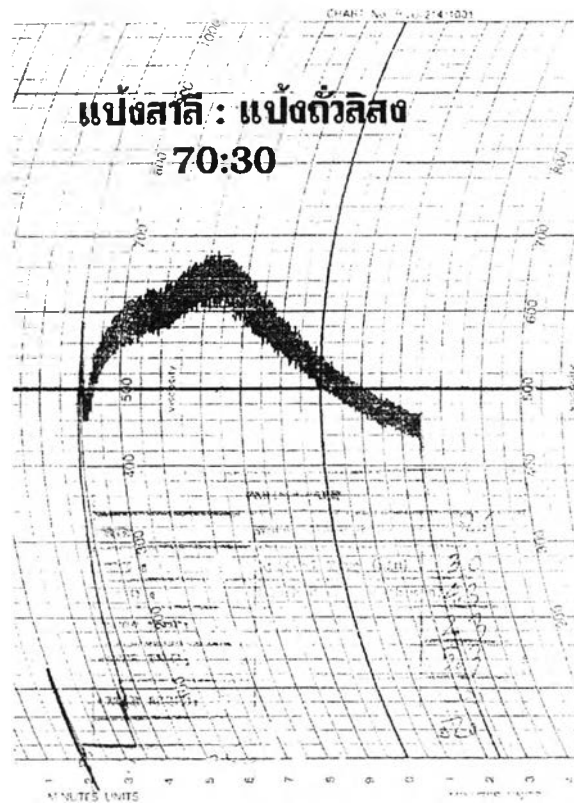
ภาพที่ ง.2 ฟาริโนแกรมของแป้งสาลี



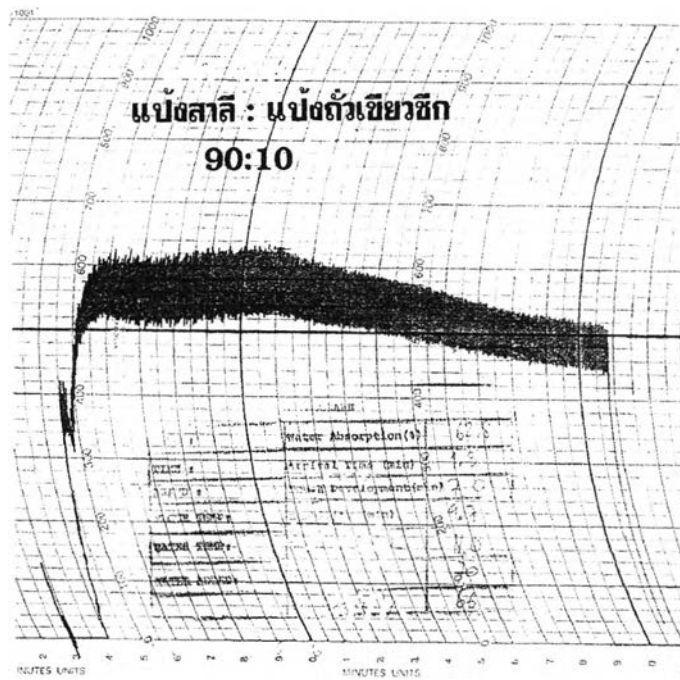
ภาพที่ ง.3 ฟาริโนแกรมของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วลิสง 10 %



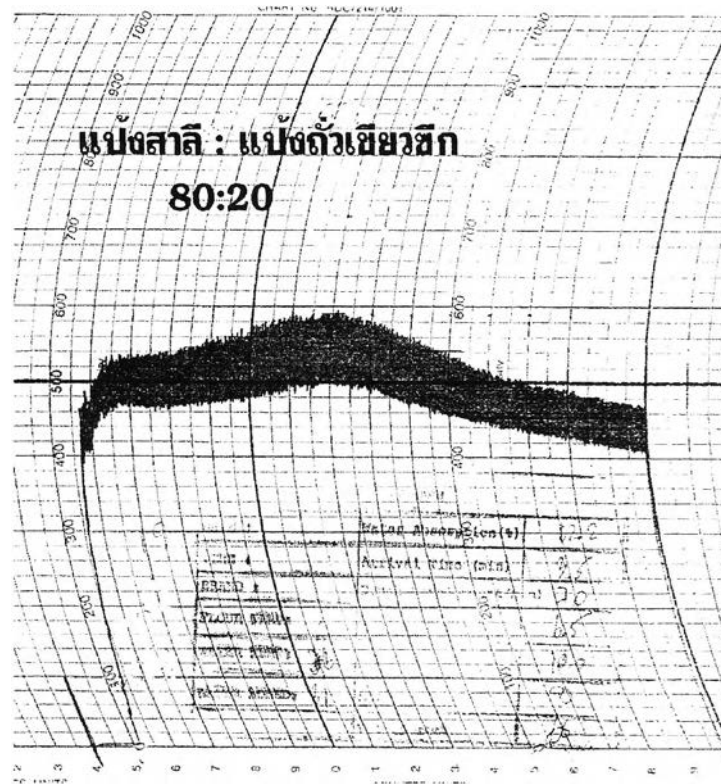
ภาพที่ ง.4 ฟาริโนแกรมของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วลิสง 20 %



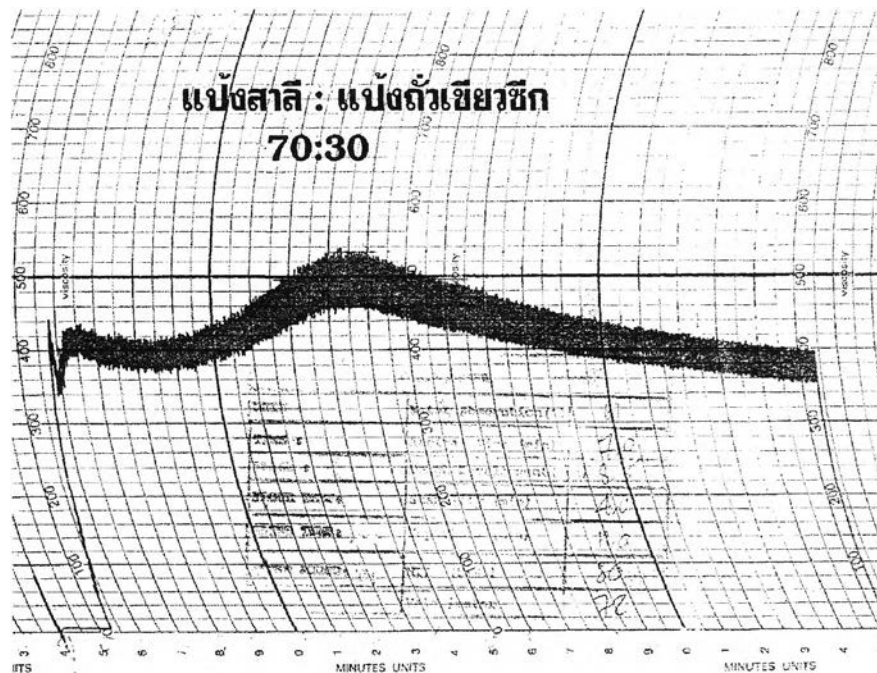
ภาพที่ ง.5 ฟาร์โนแกรมของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วลิสง 30 %



ภาพที่ ง.6 ฟาร์โนแกรมของแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งถั่วเขียวชีก 10 %



ภาพที่ ง.7 ฟาริโนแกรมของแบ่งสารลิทดแทนด้วยแบ่งถั่วเขียวชีก 20 %



ภาพที่ ง.8 ฟาริโนแกรมของแบ่งสารลิทดแทนด้วยแบ่งถั่วเขียวชีก 30 %

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเปรมวดี ฉายาปัญญา เกิดวันที่ 25 ตุลาคม 2515 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2537 จากนั้นเข้าทำงานในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร บริษัทไทยควิพี จำกัด เป็นเวลา 2 ปี และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540

