เอกสารอ้างอิง

1. ไกรสิทธิ์ ตันติสิรินทร์ "สภาวะโภชนาการของประเทศไทยในปัจจุบัน" โภชนาการสาร 15(1), (2524) : 55-69

2. Alfa-laval Co.,Ltd. Soyfoods Old Traditions with New Potential

3. Bader, K.L, 1978 World Soybean Supply. Production Distribution Utilization. Proceeding of Soya Protein Food Conference. January 24-25, Republic of Singapore

4. เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2534/35 ฉบับที่ 34 (พ.ศ. 2535).

5. Alfa-laval Co.,Ltd. Soymilk - Product and Process. 1992

6. Leiner, I.E. "Nutritional Value of Food Protein Products" In Soybean : Chemistry and Technology. Volume 1 "Proteins." Revised 2d ed., p. 238-240. Edited by Smith. A.K. and Circle. S.J. Connecticut: AVI Publishing Co., Ins., 1978

7. ไกรสิทธิ์ ตันติสิรินทร์ "การเลี้ยงทารกด้วยน้ำนมผสม" วารสารอาหารและยา 3(3), (2524) : 35-36

8. Heldman, D.R., Food Process Engineering, AVI Publishing Co.,Inc., Connecticut, 1975

9. Mustakes, G.C., et al "New Process for Low Cost, High Protein Beverage Base" Food Technol. 25(1971) : 534

10. Vagn Westergaard., Milk Powder Technology Evaporation & Spray Drying, A/S NIRO ATOMIZER, Cophenhagen Denmark, Third and Revised edition, 1983

11. Milk Industry Foundation, "Manual for Milk Plant Operators" Industry Foundation, Washington, D.C., 1987

12. Lampert, L.M. Modern Dairy Products. New York : Chemical Publishing Co., Inc,. 1970

13. Webb, B.H. et al. Fundamental of Dairy Chemistry. 2d ed. Connecticut : AVI Publishing Co.,Inc., 1974

14. สากล อุไรกุล, "อุตสาหกรรมนม," เกษตรธุรกิจอุตสาหกรรม, 29-38, 2528.

15. Bhumiratana, A., and Anusornpanich, V. "Kaset Soymilk" Food. 8 (4), (1976) : 56.

16. Fomon, S.J. Infant Nutrition Philadelphia : W.B. Saunders Co., 1967.

17. U.S.D.A. Home Economics Research Report # 4. Amino Acid Content in Foods. 1957.

18. สิชิต แดดภู่ "อุตสาหกรรมนมถั่วเหลือง." กรุงเทพ : กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2530.

19. Fritz Winkelmann. Imitaiton Milk and Imitation Milk Products. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nationa, 1974

20. สมชาย ประภาวัต "นมเทียมจากพืช" อาหาร 12 (4), (2523) : 296.

21. Mattick, L.R., and Hand, D.B. "Identification of a Volatile Components in Soybeans that Contributes to the Raw Bean Flavor. "J. Arg. Food Chem." 17 (1969): 15-17.

22. Badenhop, A.F., and wilkens, W.F. "The Formationd of 1-octen-3-ol in Soybean during Soaking." J. of Amer.Oil Chem. Soc. 46, (March 1969) : 179-182.

23. Wilkens, W.F.,Mattick, L.R., and Hand, D.B. "Effect of Processing Method on Oxidative Off-Flavors of

Soybean Milk" Food Technol. 21 (1967) : 1630-1633.

24. Baker, E.C., and Mustakas, G.C. "Heat Inactivation of Trypsin Inhibitor, Lipoxygenase and Urease in Soybeans ; Effect of Acid and Base Additives." J.of Amer. Oil Chem. Scc. 50 (May 1973) : 137-141.

25. Badenhop, A.F., and Hackler, L.R. "Effect of Soaking Soybeans in Sodium Hydroxide Solution as Pretreatment for Soy Milk Production." Cereal Science Today. 15 (3), (1970) : 84-88.

26. Bourne, M.C., Escueta, E.E., and Banzon, J. "Effect of Sodium Alkalies and Salt on pH and Flavor of Soy Milk." J.Food Sci. 41 (1976) : 62-66.

27. Nelson, A.I., Steinberg, N.P., and Wei, L.S. "Illinois Process for Preparation of Soymilk." J. Food Sci. 41 (1976) : 57-61.

28. Steinkraus, K.H. Method for Defatted Soybean Meal. U.S.Patent 3, 721, 569. March 20, 1973.

29. Borhan, M., and Snyder, H.E. "lipoxygenase Destruction in Whole Soybeans by Combinations of Heating and Soaking in Ethanol." J. Food Sci. 44 (1979) : 586-590.

30. Koaze, Y., et al. Improvement of Soybean Product by Microbial Means. Proceeding I.S.F.M., p. 41-51. 1972.

31. Takahashi, N.,et al. "Enzymetic Improvement of Food Flavor. II. Removal of Beany Flavor from Soybean Products by Aldehyde Dehdrogenase." Agric. Bicl. Chem. 43 (1979) : 1883-1889

32. Okumara, G.K., and Wilkinson, J.E. U.S. Patent 3. 399, 997 Sept 3, 1968.

33. Heldman, D.R., Food Process Engineering, AVI Publishing Co., Inc., Connecticut, 1975

34. Travalgini, D.A., et al. "Manufacture of Dried Soy Milk." Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 11 (1980) : 139-152

35. And, H.G., et al. "Development of Traditional and New Soy Products Using Defatted Meal." Proceeding in International Soya Protein Food Conference. Jan. 25, 1978. Singapore.

36. Fukushima, D., and Van Buren J.P. "Effect of Physical and Chemical Processing Factors on the Redispersibility of Dried Soy Milk Proteins." Cereal Chem. 47 (1970) : 571-578.

37. Aminali, M., Ferrier, L.K. and Nelson, A.I. "Protein Dispersibility of Spray-Dried Whole Soybean Milk Base : Effect of Processing Variables." J. Food Sci. 42 (1977) : 985-988.

38. Graham, H.D., ed. Food Colloids. Connecticut : The AVI Publishing Company Inc., 1977.

39. Masanori, I., et al. "Powdered Natural Fruit Juice." Chem. Abs. 93 (1980) : 571.No. 93 : 24805n.

40. Noznick, P.P., and Bundus, R.H. Reconstitutable Dry Coconut Powder. New Zealand patent 155-169, 1970.

41. Narkprasit, C. Spray Drying Process of Coconut Milk. M.S. Thesis. Bangkok : Asian Institute of Technology, 1981.

42. Sumitomo Chemical Co.,Ltd. "Fast Dissolving Biotin in Water." Chem. Abs. 93 (1980) : 387. No. 93 : 245454 Z

43. Merritt, C.G. Encapsulation of Materials. U.S. Patent 4, 276, 312. June 30, 1981.

44. Furia, T.E. ed. Handbook of Food Additives. 2d ed. Chio : CRC Press, 1972.

45. สาธารณสุข, กระทรวง. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง วัตถุเจือปนในอาหาร (food additives) ฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2522).

46. กระทรวงอุตสาหกรรม, "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมผง," มอก. 391-2524, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2524

47. American Dry Milk Institute, "Standard for Grade of Dry Milks Including Method of Analysis, "American Dry Milk Institute, Chicago, 1971.

48. กระทรวงอุตสาหกรรม, "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำนมถั่วเหลือง," มอก.1018-2533, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2533

49. Master, K., ed. Spray Drying Handbook. Gorge Godwin Ltd., London, 5 th ed., 1991

50. เรียวโซ โทเอ (รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล แปลและเรียบเรียง), อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม. 109-123, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 2529.

51. Farrall, A.W. 1983 Engineering for Dairy and Food Products. New York : John Wiley and Sons

52. Warren, L. McCabe, and J.C. Smith. 1976. Unit Operations of Chemical Engineering. Nogakusha : 3 rd Edition. McGraw-Hill Book

53. Horwitz, Willium, ed., Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, The Association in Food Analysis Chemists Washington D.C., 12th ed., 1980.

54. Tamsma, A., Kontson, A., and Pallansch, M. J., "Influence of Drying Techniques on Some Properties of Non-Fat Dried Milk, "J. Dairy Sci., 50 (1967).

55. Munsell Color Company, Munsell Book of Color. Munsell color Company, Inc., Maryland, Cabinet ed., 1963

56. Smith, A.K., and Circle, S.J., ed. Soybeans : Chemistry and Technology. Volume 1. Proteins. Revised 2d ed. Connecticut : AVI Publishing Company, Inc., 1978

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีการวิเคราะห์

การตรวจคุณภาพนมถั่วเหลืองผง

1. ความชื้น (moisture content)

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC ข้อ 16.032 (53)

1. ชั่งตัวอย่างนมผงประมาณ 5 กรัม ในถาดอะลูมิเนียม
2. นำไปอบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. นำออกจากเตาอบทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วชั่ง
4. คำนวณหาปริมาณความชื้น

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

2. ดัชนีการละลาย (solubility index)

solubility index คือความสามารถของตัวอย่างนมผงที่จะละลายได้ในน้ำ โดยแสดงออกมาในรูปปริมาตร มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรของการนอนก้น ตามวิธีของ American Dry Milk Institute (47)

1. ชั่งตัวอย่างของนมผง 13 กรัม เติมน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียสปริมาตร 100 มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในเครื่องผสม และใส่สาร

ก้นฟอง 3 หยด ผสมกันเป็นเวลา 90 วินาที

2. ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที คนด้วยแท่งแก้ว และเทใส่ลงในหลอดสำหรับเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร เหวี่ยงเป็นเวลา 5 นาที

3. ดูดของเหลวด้านบนอย่างระมัดระวังจนเหลือของเหลวอยู่เหนือตะกอนประมาณ 5 มิลลิลิตร

4. เติมน้ำกลั่น 24 องศาเซลเซียสลงในหลอด ใช้เส้นลวดกวนตะกอนให้กระจายเข้ากับน้ำ

5. เหวี่ยงอีกครั้งนาน 5 นาที และอ่านปริมาตรของตะกอนเป็นมิลลิลิตร

solubility index = ปริมาณของตะกอนในหลอดเหวี่ยง

3. <u>ความหนาแน่น</u> (bulk density)

วิเคราะห์ตามวิธีของ Tamsma (54) โดยชั่งตัวอย่างนมผง 10 กรัม เทลงในกระบอกตวงแบบแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร จดปริมาตรของตัวอย่างนมผง 10 กรัมนี้

$$\text{bulk density} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างนมผง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

4. <u>การวัดสี</u> (color)

วัดสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของเครื่อง Munsell Colorimeter (55)

การตรวจคุณภาพน้ำนมถั่วเหลือง (เมื่อละลายกลับสู่รูปเดิมในอัตราส่วนที่กำหนด)

1. ปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (total solid)

วิเคราะห์ตาม AOAC (53)

1. นำนมถั่วเหลืองผง 5 กรัม ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด อบในตู้อบที่ 105 C จนน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 2 ชั่วโมง)

2. นำนมถั่วเหลืองผงที่ได้ใส่ใน Desiccator รอจนอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

T.S (%) = (น้ำหนักใหม่/น้ำหนักเดิม) x100

2. โปรตีน (protein)

วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ตามวิธีใน AOAC (53) และคำนวณหาปริมาณโปรตีนโดยคูณปริมาณไนโตรเจนด้วย 6.25

1. ชั่งตัวอย่างนมผง 2-3 กรัม

2. ชั่ง catalyst ($CuSO_4.5H_2O$ 0.5 กรัม + K_2SO_4 5 กรัม)

3. ผสม 1. และ 2. ลงใน macro-Kjeldahl digestion flask เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ย่อยจนได้สารละลายใส (ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง)

4. เจือสารละลายที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร และจัดเครื่องมือในการกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มลงในสารละลายกรดบอริคความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 50 มิลลิลิตรลงในเครื่องกลั่น ทำการกลั่นจนได้สารละลายปริมาตร

200 มิลลิลิตร

6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับ 0.1 N HCl โดยใช้ methyl red เป็น indicator

7. ทำ blank titration

8. คำนวณปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(X-Y) \times 1.40 \times N}{W} \times 6.25$$

X = ปริมาณกรดที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง, มิลลิลิตร

Y = ปริมาณกรดที่ใช้ในการทำ blank, มิลลิลิตร

N = Normality ของกรดไฮโดรคลอริค

W = น้ำหนักของตัวอย่าง, กรัม

3. ไขมัน (fat)

วิเคราะห์ตามวิธี Roese-Gottieb ใน AOAC (53)

1. ชั่งตัวอย่างนมผง 1.0 กรัม ใส่ใน extraction flask

2. เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1.25 มิลลิลิตร เขย่า

3. เติมแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี

4. เติมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าอย่างแรง 1 นาที ถ้าจำเป็นทำให้เย็นเสียก่อน

5. เติมปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงอีก 1 ครั้ง

6. เหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที หรือตั้งทิ้งไว้จนสารละลายชั้นบนใส

7. รินส่วนสารละลายของอีเทอร์ใส่ในฟลาส ล้างจุก ปิดด้วย

สารทำละลายของอีเทอร์ต่อปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ 1:1 รินสารละลายที่ใช้ล้างนี้ใส่ในฟลาสที่ใส่อีเทอร์สำหรับไขมันด้วย

8. ทำการสกัดไขมันในตัวอย่างอีก 2 ครั้ง โดยใช้ปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ครั้งละ 15 มิลลิลิตร อาจเติมน้ำได้ถ้าจำเป็น แต่ไม่ต้องทำการ rinse

9. นำฟลาสที่ใส่ไขมันมาระเหยเอาสารทำละลายออก โดยระเหยใน steam bath หรือ hot plate

10. อบไขมันที่ได้ในตู้อบอุณหภูมิ 102 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ให้แห้งและน้ำหนักคงที่

11. ชั่งฟลาสเมื่อเย็นแล้ว ขณะที่ยังไม่ได้เอาไขมันออก

12. ชั่งฟลาสเมื่อเอาไขมันออกแล้ว (ล้างเอาไขมันออกโดยใช้ปิโตรเลี่ยมอีเทอร์อุ่น ๆ ประมาณ 15 มิลลิลิตร)

13. คำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักฟลาส + ไขมัน}) - (\text{น้ำหนักฟลาส})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

4. <u>คาร์โบไฮเดรท</u> (carbohydrate)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรทหาได้โดยการลบออกจากกัน (by difference)

คาร์โบไฮเดรท (ร้อยละ) = 1-(โปรตีน+ไขมัน+ความชื้น+เถ้า+เส้นใย)x100

5. <u>ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้</u> (total soluble solid)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้ hand refractometer ชนิด 0-32 องศาบริกซ์

6. ความคงตัวของคอลลอยด์ (colloidal stability)

เป็นการวัดคุณสมบัติความคงตัวของคอลลอยด์ของนมถั่วเหลืองคืนรูป โดยดูว่าเมื่อนำนมถั่วเหลืองผงมาละลายคืนสู่สภาพเดิม จะมีการแยกชั้นหรือไม่ และถ้ามีการแยกชั้นจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยตั้งทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง วัดการแยกชั้นจากระดับผิวหน้าของของเหลวไปจนถึงเส้นแบ่งเขตการแยกชั้น โดยมีหน่วยวัดเป็นนิ้ว ถ้าตัวเลขมากแสดงว่าความคงตัวของคอลลอยด์ต่ำ

ตามวิธีของ Nelson (29) ได้ดัดแปลงมาใช้กับนมถั่วเหลืองผง โดยชั่งตัวอย่างผง 10.0 กรัม ใส่ลงในน้ำอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส คนเป็นเวลานาน 90 วินาที จึงเทน้ำนมถั่วเหลืองลงในกระบอกตวงแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้โดยไม่ให้มีการสั่นสะเทือนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สังเกตดูว่ามีการแยกชั้นหรือไม่ วัดการแยกชั้นจากระดับผิวหน้าของของเหลวไปจนถึงเส้นแบ่งเขตการแยกชั้น ความสูงเป็นจำนวนนิ้วจะชี้ให้เห็นถึงความคงตัวของคอลลอยด์ว่ามากน้อยเพียงใด

7. ค่าการกระจายตัวของโปรตีน (protein dispersibility index , PDI)

ตามวิธีของ Smith (57) โดยมีวิธีดังนี้

1. ชั่งตัวอย่าง 20 $\pm$ 0.1 กรัม

2. เติมน้ำให้เต็ม volumetric flask ขนาด 300 มิลลิลิตร แล้วเทน้ำลงในเครื่องผสมประมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างที่ชั่งแล้วลงในเครื่องผสม ใช้แท่งแก้วคนและค่อย ๆ เทน้ำลงไปจนครบ ล้างแท่งแก้ว ปิดฝาเครื่อง ปั่นเป็นเวลา 10 นาที

3. เทของเหลวจากเครื่องผสมลงในปีกเกอร์ขนาด 600

มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น จึงเทหรือใช้ปิเปตดูดของเหลวส่วนบนใส่ลงไปในหลอด centrifuge เหวี่ยงเป็นเวลา 10 นาที

4. ใช้ปิเปตดูดของเหลวด้านบนมา 15 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาโปรตีนโดยวิธีในภาคผนวก ก. เป็นปริมาณโปรตีนที่กระจายตัวในน้ำ คำนวณหาค่า PDI

$$\% \text{ water dispersible protein} = \frac{(a-b) \times N \times 1.40 \times 6.25}{\text{weight of sample}}$$

$$= \frac{\% \text{ water dispersible protein}}{\% \text{ total protein}} \times 100$$

เมื่อ a = sample titration, ml

b = blank titration, ml

N = Normality of HCl, 0.1 N

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง, นมถั่วเหลืองผง และในการวิเคราะห์

1. การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

1.1 เครื่องบด

1.2 หม้อเหล็กไร้สนิม (stainless steel)

1.3 ชุดหม้อต้มเตือดด้วยไอน้ำและเครื่องกำเนิดไอน้ำ

1.4 เครื่องแยกกาก (decanter)

1.5 เครื่องกระจายไขมัน (homogenizer)

1.6 ถังเก็บน้ำนม

2. การเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้น

2.1 ถังใส่น้ำนมสำหรับระเหย

2.2 เครื่องระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ (rotary vacuum evaporator, รุ่น Centritherm ชนิด falling lilm)

2.3 Hand refractometer, 0-32 °Brix

3. การผลิตนมถั่วเหลืองผง

3.1 ชุดเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยแบบ centrifugal atomizer ของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

4. การวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพนมถั่วเหลืองผง

4.1.1 ความชื้น (moisture content)

- เครื่องชั่งละเอียด
- ตู้อบ
- คีมคีบ
- Aluminium disc
- Desiccator

4.1.2 ดัชนีการละลาย (solubility index)

- เครื่องชั่งละเอียด
- เครื่องผสม (mixer)
- Centrifuge
- Centrifugal tube (0-10 ml in 0.1 ml divisions)

4.1.3 ความหนาแน่นปรากฏ (bulk density)

- เครื่องชั่งละเอียด
- กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร

4.1.4 การวัดสี (color)

- เครื่องวัดสีของ Munsell

- แผ่นสีมาตรฐานนมผงของ Munsell

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมถั่วเหลือง (เมื่อละลายกลับสู่รูปเดิมในอัตราส่วนที่กำหนด)

4.2.1 โปรตีน (protein)

- เครื่องชั่งละเอียด
- กระบอกตวง 25 และ 50 มิลลิลิตร
- Macro-Kjeldahl digestion flask
- Heating mantle
- เครื่องมือกลั่น
- ตู้ควัน
- บิวเร็ต
- ขาตั้งและที่ยึด

4.2.2 ไขมัน (fat)

- ขวดสกัดไขมัน
- เครื่องหมุนเหวี่ยง
- Desiccator
- ตู้อบ
- เครื่องชั่งละเอียด
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

4.2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids)

- Hand refractometer, 0-32 °Brix

4.2.4 ความคงตัวของคอลลอยด์ (colloidal stability)

- เครื่องชั่งละเอียด
- กระบอกตวงแบบแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร
- ปีกเกอร์
- แท่งแก้วสำหรับกวน
- ไม้บรรทัด

4.2.5 ค่าการกระจายตัวของโปรตีน (protein dispersibility index ,PDI)

- เครื่องผสม (mixer)
- แท่งแก้วสำหรับกวน
- Volumetric flask ขนาด 300 มิลลิลิตร
- Centrifuge
- Centrifugal tube

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ ค-1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้นซึ่งระเหยน้ำออกภายใต้สุญญากาศ

ตัวอย่างที่	จำนวนครั้งของการผ่านเครื่องระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (ร้อยละ)
1	-	20.2	19.56
2	1	21.4	20.50
3	3	23.0	22.20
4	5	27.4	26.67

ตารางที่ ค-2 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีระดับความเข้มข้นต่างกัน

	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย			
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	19.56	22.20	26.67
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	185	185	185
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	90	90
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	15,000	15,000	15,000
คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง			
ความชื้น (ร้อยละ)	1.05	1.89	1.53
ดัชนีการละลาย (มิลลิลิตร)	2.0	1.75	1.75
ความหนาแน่นปรากฏ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.53	0.51	0.53
การวัดสี	8.54	8.52	9.16

ตารางที่ ค-3 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายน้ำกลับสู่รูปเดิม เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีระดับความเข้มข้นต่างกัน

	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย			
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	19.56	22.20	26.67
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	185	185	185
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	90	90
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	15,000	15,000	15,000
คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลือง			
โปรตีน (ร้อยละ)	2.14	2.11	2.19
ไขมัน (ร้อยละ)	2.16	2.06	2.06
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	8.86	8.78	8.70
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	10.4	10.2	11.6
ค่าความคงตัวของคอลลอยด์ (นิ้ว)	1/16	1/16	1/32
ค่าการกระจายตัวของโปรตีน (ร้อยละ)	92.80	92.80	96.90

ตารางที่ ค-4 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของผงถั่วเหลืองผง เมื่อเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน

	ตัวอย่างที่				
	1	2	3	4	5
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย					
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	26.47	26.47	26.47	26.47	26.47
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	190	180	170	160	150
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	85	85	80	75
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
คุณภาพของผงถั่วเหลืองผง					
ความชื้น (ร้อยละ)	2.44	1.80	1.86	3.01	4.61
ดัชนีการละลาย (มิลลิลิตร)	2.5	3.0	3.0	3.0	2.5
ความหนาแน่นปรากฏ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.5	0.5	0.51	0.53	0.53
การวัดสี	9.05	9.04	9.04	8.96	8.93

ตารางที่ ค-5 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายกลับสู่รูปเดิม เมื่อเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีอุณหภูมิอากาศร้อนเข้าต่างกัน

	ตัวอย่างที่				
	1	2	3	4	5
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย					
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	26.47	26.47	26.47	26.47	26.47
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	190	180	170	160	150
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	85	85	80	75
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง					
โปรตีน (ร้อยละ)	1.76	1.75	1.70	1.71	1.71
ไขมัน (ร้อยละ)	2.16	2.15	2.20	2.17	2.15
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	8.93	9.13	9.03	8.94	8.68
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	11.0	10.0	10.2	10.0	9.6
ค่าความคงตัวของคอลลอยด์ (นิ้ว)	1/32	1/32	1/16	1/16	1/8
ค่าการกระจายตัวของโปรตีน (ร้อยละ)	92.20	88.30	92.10	91.40	92.10

ตารางที่ ค-6 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง เมื่อค่าความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอยต่างกัน

	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย			
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	26.08	26.08	26.08
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	190	190	190
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	90	90
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	10,000	15,000	20,000
คุณภาพของนมถั่วเหลืองผง			
ความชื้น (ร้อยละ)	1.11	1.02	0.88
ดัชนีการละลาย (มิลลิลิตร)	1.5	2.0	3.0
ความหนาแน่นปรากฏ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.50	0.53	0.53
การวัดสี	9.00	9.12	9.08

ตารางที่ ค-7 ภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายน้ำกลับสู่รูปเดิม เมื่อค่าความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอยต่างกัน

	ตัวอย่างที่		
	1	2	3
ภาวะของการอบแห้งแบบพ่นฝอย			
ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละของแข็งทั้งหมด)	26.08	26.08	26.08
อัตราการป้อนตัวอย่าง (ลิตร/ชั่วโมง)	55	55	55
อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้า (± 5 องศาเซลเซียส)	190	190	190
อุณหภูมิของอากาศร้อนออก (± 5 องศาเซลเซียส)	90	90	90
ความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องทำละอองฝอย (รอบต่อนาที)	10,000	15,000	20,000
คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลือง			
โปรตีน (ร้อยละ)	2.06	2.12	2.05
ไขมัน (ร้อยละ)	2.35	2.16	2.34
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	8.76	7.89	8.77
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	10.8	10.9	11.2
ค่าความคงตัวของคอลลอยด์ (นิ้ว)	1/32	1/32	1/16
ค่าการกระจายตัวของโปรตีน (ร้อยละ)	94.20	92.80	94.70

ประวัติผู้วิจัย

นายสุพจน์ พินิตเกียรติสกุล เกิดวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2512 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาอนุปริญญา (วิทยาศาสตร์การแพทย์) คณะแพทยศาสตรศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2530 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร ในปีการศึกษา 2533 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2533 ปัจจุบันทำงานตำแหน่งผู้จัดการทั่วไป บริษัท ไทยพัฒนานคร จำกัด เลขที่ 599/1-2 ถนนรามอินทรา กม.5 แขวงจรเข้บัว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร