เอกสารอ้างอิง

1. A.S.P.E.N. Board of Directors. 1993. Sec. II:Rationale for Adult Nutrition Support Guidelines. Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients. JPEN. 17 (Suppl. 4) : 5SA-6SA.
2. _____. 1987. Guidelines for the Use of Enteral Nutrition in the Adult Patient. JPEN. 11 (5) : 435-439.
3. Starker, P. M. 1990. Nutritional Assessment of the Hospitalized Patient. Advances in Nutritional Research. 8 : 109-118.
4. Talbot, J. M. 1990. Guidelines for the Scientific Review of Enteral Food Products for Special Medical Purposes. JPEN. 15 (Suppl. 3) : 99S-174S, A1-E2.
5. วิชัย ตันไพจิตร และปรียา ลีฬหกุล. 2528. การให้อาหารทางสายให้อาหาร. อายุรศาสตร์. 1 (2) : 97-103.
6. Greene, H.L. 1984. A Pathological Approach to Enteral Nutrition in Infants and Children. Enteral Nutrition. Mead Johnson Symposium Series No.2 : 69-71.
7. สมชาย จอมดวง. 2528. การผลิตและการทดสอบลักษณะผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเขียวและถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. วุฒิชัย นาครักษา. 2526. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของพันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

9. Bhumiratana, A. 1977. Mung Bean and It's Utilization in Thailand. Food. 9 (4) : 51-58.

10. Hymowiiz, T., Collins, F.I., and Pochlmen, J.M. 1975. Relationship Between the Content of Oil, Protein and Sugar in Mungbean Seed. Tropical Agriculture. 52 (1) : 47-51.

11. Thompson, L.U. 1977. Preparation and Evaluation of Mung Bean Protein Isolates. J. Food Sci. 42 : 202-206.

12. Hang, Y.D., Steinkraus, K.H., and Hackler, L.R. 1980. Amino Acid Composition of High Protein Fractions Prepared from Mung Beans, Pea Beans, and Red Kidney Beans. J. Food Sci. 45 : 388-389.

13. Coffmann, C.W., and Garcia, V.V. 1977. Functional Properties and Amino Acid content of a Protein Isolate from Mung Bean Flour. J. Fd. Technol. 12 : 473-484.

14. Baikova, D., and Parlapanova M. 1985. Effect of the Quality of Dietary Protein on the Degree of Its Metabolization in the Body. Vopr. Pitan. 3 : 26-28.

15. Hurrell, R. F. 1989. Food Manufacturing Processes and Their Influence on the Nutritional Quality of Foods. In Somogyi, J.C., and Muller, H.R.

(eds.) : Nutritional Impact of Food Processing. Bibl. Nutr. Dieta. 43 : 125-139. Basel, Karger.

16. Mauron, Jean. 1985. Influence of Processing on Protein Quality. Bibl. Nutr. Dieta. 34 : 56-81. Basel, Karger.

17. Erbersdobler, H.F. 1989. Protein Reactions during Food Processing and Storage-Their Relevance to Human Nutrition. In Somogyi, J.C., and Muller H.R. (eds.) : Nutritional Impact of Food Processing. Bibl. Nutr. Dieta. 43 : 140-155. Basel, Karger.

18. Erbersdobler, H.F., and Hupe, A. 1991. Determination of Lysine Damage and Calculation of Lysine Bioavailability in Several Processed Foods. Z. Ernahrungswiss. 30 : 46-49.

19. Adsule, R.N., Kadam, S.S., and Salunkhe D.K. 1986. Chemistry and Technology of Green Gram *(Vigna radiata* [L.] Wilczek). Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 25 (1) : 73-105.

20. สมชาย ประภาวัต. 2523. การใช้ประโยชน์จากถั่วเขียว. เอกสารประกอบการอบรมวิชาชีพประชาชนภาคฤดูร้อน. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

21. Soni, G.L., Narang, A.S., and Singh, R. 1977. Characterization of the Proteins from Green Gram. Indian J. Agr. Sci. 45 : 249.

22. Wolf, W.J. 1977. Legumes : Seed Composition and Structure, Processing into Protein Products

and Protein Properties. In Whitaker, J.K., and Tannenbaun, S.R. (eds.), Food Proteins, pp. 142-146. Westport, Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.

23. Sgarbieri, V.C., and Whitaker, J.R. 1982. Physical, Chemical and Nutritional Properties of Common Bean *(Phaseolus)* Proteins. Adv. Food Res. 25 : 93.

24. Liener, I.E. 1962. Toxic Factors in Edible Legumes and Their Elimination. Am. J. Clin. Nutr. 11 : 281-297.

25. Hang, Y.D., Steinkraus, K.H., and Hackler, L.R. 1970. Comparative Studies on the Nitrogen Solubility of Mung Beans, Pea Beans and Red Kidney Beans. J. Food Sci. 35 : 318-320.

26. Shehata, A.A.Y., and Thannoun M.M. 1981. Extractability of Nitrogenous Constituents from Iraqi Mung Bean As Affected by pH, Salt Type, and Other Factors. J. Agric. Food Chem. 29 : 53-57.

27. Krishnamurthy, K.S., and Rama Rao, G. 1976. Studies on Proteins of Green Gram. Indian Food Packer. 30 : 28. quoted in Adsule, R.N., Kadam, S.S, and Salunkhe, D.K. 1986. Chemistry and Technology of Green Gram *(Vigna radiata* [L.] Wilczek). Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 25 (1) : 95.

28. Tandon, O.B., Bressani, R., Schrimshaw, N.S., and Beau., F.L. 1957. Nutritive Value of Beans. Nutrients in Central American Beans. J. Agr. Food Chem. 5 : 137.

29. Evans, R.J., and Bandemer, S.L. 1967. Nutritive Value of Legume Seed Proteins. J. Agr. Food Chem. 15 : 439.

30. Noor, M.I., Brenes, R.G., Bressani, R., and Elias, L. G. 1984. The Complementation Effects on Dietary Protein of Ungerminated and Germinated Mung Bean *(Phaseolus aureus)* with Rice. Arch. Latinoam. Nutr. 34 (2) : 366-375.

31. Shils, M.E., and Young, V.R. 1988. Modern Nutrition in Health and Disease. 7 th. ed. Lea and Febiger.

32. Bistrian, B.R., and Jaksie, T. 1989. Advances in Hospital Nutrition. J. Am. Coll. Nutr. 8 (S) : 3S-12S.

33. A.S.P.E.N. Board of Directors. 1993. Sec. III : Routes to Deliver Nutrition Support in Adults. Guidelines for the Use of Parenteral and Enteral Nutrition in Adult and Pediatric Patients. JPEN. 17 (Suppl. 4) : 7SA-11SA.

34. Rombeau, J.L., and Cald well, M.D. 1984. Enteral and Tube Feeding. Vol.1 of Clinical Nutrition, WB Saunders Company.

35. Silk, D.B.A. 1986. Diet Formulation and Choice of Enteral Diet. Gut. 27 (S1) : 40-46.

36. Bernard, M.A., Jacobs, D.O., and Rombeau, J.L. 1986. Nutritional and Metabolic Support of Hospitalized Patients. Saunders Blue Book Series, W.B. Saunders Company.

37. Eriksson, L.S., and Wharen, J. 1982. Branched Chain Amino Acid-What are They Good for? Clin. Nutr. 1 : 127-135.

38. วีรวิชญ์ พลายงาม. 2536. การเตรียมอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

39. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 th ed., Washington, D.C.

40. Kirk, R.S., and Sawyer, R. 1991. Pearson's Composition and Analysis of Foods. 9 th. ed. Singapore : Longman Singapore Publisher.

41. Osborne, D.R., and Voogt, P. 1972. The Analysis of Nutrients in Food. Academic Press, Inc. (London) Ltd.

42. Meason, V.C., Bech, A.S., and Rudemo, M. 1980. Hydrolysate Preparation for Amino Acid Determination in Feed Constituents. Proceeding of the 3rd E.A.A.P. Symposium. Braunshweig, F.R., Germany.

43. Matheson, N.A. 1974. The Determination of Tryptophan in Purified Proteins and in Feeding-stuffs.

Br. J. Nutr. 31 : 393-400.

44. Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. 1973. Energy and Protein Requirements, WHO Tech. Rep. No. 522, Geneva, Switzerland.

45. National Academy of Sciences-National Research Council. 1963. Evaluation of Protein Quality. Washington, D.C.

46. Pellett, P.L., and Young V.R. 1980. Nutritional Evaluation of Protein Foods. The United Nations University, Tokyo.

47. เติมศรี ชำนิจารกิจ. 2531. สถิติประยุกต์ทางการแพทย์, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

48. วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. 2529. สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

49. Sarwar, G. 1990. Evaluation of Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score Method for Assessing Protein Quality of Foods. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 73 (3) : 347-356.

50. Neshein, R.O. 1977. Food Industry Requirements for Rapid Methods of Protein Quality Assessment. Nutr. Rept. Int. 16 : 157.

51. Sarwar, G., Peace, R.W., Botting, H.G., and Brule, D. 1987. Relationship Between Amino Acid Scores and Protein Quality Indices Based on Rat Growth. Plant Foods Hum. Nutr. 39 : 33-44.

52. Mitchell, V.G., Jenkins, M.Y., and Grundel, E. 1989. Protein Efficiency Ratios and Net Protein

Ratios of Selected Protein Foods. Plant Foods Hum. Nutr. 39 : 53-5Ks

53. นลิน นิลอุบล, สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์, ไพเราะ ปิ่นพานิชการ และสุริยัน ไทยถาวร. 2531. การสกัดโปรตีนและแป้งจากถั่วเขียวสำหรับอุตสาหกรรม. รายงานฉบับสมบูรณ์ งานวิจัยเงินทุนบริษัทไทยวา เพื่อพัฒนาเทคโนโลยี ประจำปีการศึกษา 2529.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. <u>การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น</u> วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1990) โดยการอบในตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven method) (39,40,41)

1.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1 กรัม ใส่ในภาชนะอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน

1.2 นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

1.3 นำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง (Desiccator) และชั่งน้ำหนัก

1.4 นำไปอบอีกให้ได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม)

1.5 คำนวณปริมาณความชื้นในตัวอย่างเป็นร้อยละของน้ำหนักที่สูญหายไป

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

2. <u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u> โดยวิธี Macro Kjeldahl (39,40,41)

2.1 ชั่งตัวอย่าง1 กรัม ใส่กระดาษกรองปราศจากเถ้า หรือให้มีปริมาณโปรตีนประมาณ 0.5 กรัม แล้วนำไปใส่หลอดสำหรับย่อย (Kjeldahl tube)

2.2 เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยา (Kjeltabs C 3,5 มี $CuSO_4$ 0.4 กรัม และ K_2So_4 3.5 กรัม ใน 1 เม็ด, บริษัท Tecator) จำนวน 2 เม็ด

2.3 เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น (Sulfuric acid, A.R. Grade, บริษัท E. Merck) 25 มิลลิลิตร

2.4 ย่อยสลายตัวอย่างโดยใช้เครื่องย่อยสลาย (Buchi 430 Digestor) ในตู้ควัน ที่อุณหภูมิ 435 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใส ย่อยสลายต่อไปอีก 30 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

2.5 นำสารละลายใสมากลั่นในเครื่องกลั่นไนโตรเจน (Buchi 322 Distillation Unit) โดยใช้น้ำ 100 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, G.R., บริษัท E. Merck) ความเข้มข้นร้อยละ 40 120 มิลลิลิตร

2.6 รองรับของเหลวจากการกลั่นที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายกรดบอริก (Boric acid, A.R. Grade, บริษัท E. Merck) ความเข้มข้นร้อยละ 4 100 มิลลิลิตร ซึ่งเติมโมดิฟายด์เมธิลเรดอินดิเคเตอร์ (Modified methyl red indicator) (เตรียมโดยละลายเมทิลเรด (Methyl red) 0.125 กรัม และเมธิลลีน บลู (Methylene blue) 0.0825 กรัม ใน เอทธานอล ความเข้มข้นร้อยละ 90 100 มิลลิลิตร) ลงไป 3 หยด

2.7 นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรทด้วยสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟุริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล

2.8 ทำสารละลายสิ่งไร้ตัวอย่าง (Blank) เช่นเดียวกับตัวอย่าง

2.9 คำนวณปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(V_2-V_1)\ N \times 1.4}{W}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(V_2-V_1)\ N \times 1.4 \times \text{Factor}}{W}$$

V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไทเทรทกับสารละลายสิ่งไร้ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไทเทรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟุริก (นอร์แมล)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

Factor = 6.25 (สำหรับอาหารทั่วไป)

Factor = 6.38 (สำหรับนมและผลิตภัณฑ์นม)

3. <u>การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน</u> ด้วยวิธี Rose-Gottlieb ใน AOAC 1990 (39)

3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ให้ได้น้ำหนักแน่นอนใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำอุ่น 1 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.2 เติมน้ำอุ่น 9 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

3.3 เติมสารละลายแอมโมเนีย (บริษัท M&B, ความเข้มข้นร้อยละ 27) 1.25 มิลลิลิตร นำสารละลายไปอุ่นให้มีอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 15 นาที

3.4 นำสารละลายใส่ในหลอด Rohrig ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมเอทานอล (บริษัท E. Merck) ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่ากลับไปมาให้ผสมกันทั่ว

3.5 เติมไดเอทิลอีเทอร์ (Diethyl ether, A.R.Grade, บริษัท J.T.Baker) 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่ากลับไปมาประมาณ 1 นาที

3.6 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether, A.R.Grade, ของบริษัท J.T.Baker) 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่ากลับไปมา ประมาณ 1 นาที

3.7 ตั้งทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง เพื่อให้แยกชั้นอย่างชัดเจน

3.8 ไขส่วนของอีเทอร์ลงในฟลาสค์

3.9 ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมเอทานอล 2-3 หยด เติมน้ำเพื่อปรับปริมาตรของชั้นน้ำให้พอดีกับขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เติมไดเอทิล-อีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์ อย่างละ 15 มิลลิลิตร เก็บส่วนของอีเทอร์ไว้ในฟลาสค์เดิม

3.10 นำฟลาสค์ไประเหยไล่อีเทอร์ออกด้วยเครื่องอังไอน้ำ (Water Bath) และอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100$\pm$2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง (Desiccator) ชั่งน้ำหนักและอบอีกทำซ้ำเดิมจนกระทั่งชั่งน้ำหนักได้คงที่

3.11 ล้างไขมันออกจากฟลาสค์ โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ที่อุ่น ครั้งละ 5 มิลลิลิตร จนไขมันออกหมด

3.12 นำฟลาสค์มาอบที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถทำแห้ง นำมาชั่ง และอบอีก ทำซ้ำเดิมจนกระทั่งชั่งน้ำหนักได้คงที่

3.13 คำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash)

โดยการเผาในเตาเผาเถ้า (Muffle furnance) (39,40,41)

4.1 อบภาชนะสำหรับหาเถ้า (Porcelain crucible) ในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้งเป็นเวลา 20 นาที ชั่งน้ำหนัก และทำซ้ำให้ได้น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม

4.2 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะสำหรับหาเถ้านำไปเผาจนหมดควัน

4.3 นำไปเข้าเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เป็นเถ้าสีขาว นำตัวอย่างออกจากเตาเผาเถ้า ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

4.3 ทำซ้ำข้อ 4.3 จนกระทั่งน้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้าได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

5. การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 - (ปริมาณความชื้น + ปริมาณโปรตีน + ปริมาณไขมัน + ปริมาณเถ้า)

6. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน (42,43) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์กรดอะมิโน (Amino acid analyzer, Beckman System 6300 series)

6.1 การวิเคราะห์กรดอะมิโน (ยกเว้น ซีสตีน (Cystine) และทริปโตแฟน (Tryptophan))

6.1.1 ชั่งตัวอย่างให้มีโปรตีน 5-10 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดสำหรับย่อยสลาย (Hydrolysate tube)

6.1.2 แยกสลายโปรตีนด้วยน้ำ (Protein hydrolyzed) โดยการเติมสารละลายกรดเกลือ (Hydrochloric acid) ความเข้มข้น 6 นอร์แมล ปริมาตรที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีน (ใช้สารละลายกรดเกลือ 1 มิลลิลิตร ต่อปริมาณโปรตีน 1.5 มิลลิกรัม)

6.1.3 ไล่อากาศออกให้หมด (Vaccuum) แล้วปิดจุกให้แน่น

6.1.4 วางในช่องให้ความร้อน (Heating block) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6.1.5 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วทำให้แห้งโดยระเหยกรดเกลือออกโดยใช้เครื่องระเหยชนิดหมุน (Rotary Vaccuum Evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

6.1.6 ละลายตะกอนที่เหลือด้วยบัฟเฟอร์ พีเอช 2.2 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

6.1.7 แยกตะกอนโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

6.1.8 บรรจุสารละลายใสลงใน sample coil วางใน auto injector ของเครื่องวิเคราะห์กรดอะมิโน (Amino acid analyzer, Beckman system 6300 series)

6.2 <u>การวิเคราะห์ซีสตีน (Cystine)</u>

6.2.1 ชั่งตัวอย่าง 0.0200-0.0300 กรัม (ให้มีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 10 มิลลิกรัม) ใส่ในหลอดทดลอง

6.2.2 เติมกรดเพอร์ฟอร์มิก (Performic acid) ที่เย็นจัด (เตรียมโดยผสม 9 ส่วนของกรดฟอร์มิก (Formic acid) และ 1 ส่วนของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) ที่อุณหภูมิห้อง ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วเก็บไว้ที่เย็นจัด)

6.2.3 ผสมตัวอย่างให้เข้ากันกับกรด ปิดฝาแล้วเก็บในที่เย็นจัด 16 ชั่วโมง

6.2.4 เติมสารละลายกรดเกลือ (Hydrochloric acid) ความเข้มข้น 6 นอร์แมล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร พ่นก๊าซไนโตรเจน แล้วปิดฝา

6.2.5 ทำเช่นเดียวกับ ข้อ 6.1.2-6.1.8

6.3 การวิเคราะห์ทริปโตแฟน (Tryptophan)

วิเคราะห์ตามวิธีของ Matheson (43) โดยการวัดการดูดสีของสารละลายตัวอย่าง หลังจากแยกสลายโปรตีนด้วยน้ำ (Protein hydrolyzed) โดยใช้สารละลายแบเรียม ไฮดรอกไซด์ (Barium hydroxide) กับ ไดเมทิลอะมิโนเบนซาลดีไฮด์ (Dimethylaminobenzaldehyde)

6.4 สารเคมีที่ใช้และสภาวะการทำงานของเครื่องวิเคราะห์กรดอะมิโน

6.4.1 สารเคมีที่ใช้

- โซเดียมคอลัมน์ (Sodium column) 12 ซม. (Beckman No.338052)
- บัฟเฟอร์ พีเอช 2.2, 3.0, 4.0 และ 6.0
- สารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin reagent)
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล

6.4.2 สภาวะการทำงานของเครื่องวิเคราะห์กรดอะมิโน

- อุณหภูมิของคอลัมน์ : 48, 75 และ 77 องศาเซลเซียส
- อัตราการไหลของบัฟเฟอร์ : 14 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง
- อัตราการไหลของนินไฮดริน (Ninhydrin) : 7 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง
- เครื่องตรวจวัด (Detector) วัดที่ 570 นาโนเมตร

ภาคผนวก ข.

สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงหนูทดลอง

ภาคผนวก ข.

สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงหนูทดลอง (39)

1. การคำนวณสูตรอาหาร ตามที่กำหนดใน AOAC 1990

$$\text{ตัวอย่าง X กรัม} = \frac{1.6 \times 100}{\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (ร้อยละ)}} \text{ กรัม}$$

$$\text{น้ำมันเมล็ดฝ้าย (Cottonseed oil)} = 8-\left[\frac{X \times \text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)}}{100}\right] \text{ กรัม}$$

$$\text{เกลือแร่ (Salt mixture USP)} = 5-\left[\frac{X \times \text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)}}{100}\right] \text{ กรัม}$$

วิตามิน (Vitamin mixture) = 1 กรัม

$$\text{ใยอาหาร} = 1-\left[\frac{X \times \text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)}}{100}\right] \text{ กรัม}$$

$$\text{น้ำ} = 5-\left[\frac{X \times \text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)}}{100}\right] \text{ กรัม}$$

น้ำตาลซูโครสหรือแป้งข้าวโพด เติมจนครบ 100 กรัม
(ในการทดลองใช้น้ำมันข้าวโพดแทนน้ำมันเมล็ดฝ้าย และใช้แป้งข้าวโพดเติมลงในส่วนผสมจนครบ 100 กรัม)

2. <u>ส่วนประกอบของเกลือแร่</u> (Salt mixture USP.)

Sodium chloride	139.3	กรัม
Potassium biphosphate	389.0	กรัม
Magnesium sulfate, anhydrous	57.3	กรัม
Calcium carbonate	381.4	กรัม
Ferrous sulfate	27.0	กรัม
Manganese sulfate	4.01	กรัม
Potassium iodide	0.79	กรัม
Zinc sulfate	0.548	กรัม
Cupric sulfate	0.477	กรัม
Cobaltous chloride	0.023	กรัม

3. <u>ส่วนประกอบของวิตามิน</u> (Vitamin mixture)

Vitamin A (dry, stabilized)	2,000	หน่วยสากล (IU)
Vitamin D (dry, stabilized)	200	หน่วยสากล (IU)
Vitamin E (dry, stabilized)	10	หน่วยสากล (IU)
Menadione	0.5	มิลลิกรัม
Choline	200	มิลลิกรัม
p-Aminobenzoic acid	10	มิลลิกรัม
Inositol	10	มิลลิกรัม
Niacin	4	มิลลิกรัม
Ca-D-pantothenate	4	มิลลิกรัม
Riboflavin	0.8	มิลลิกรัม
Thiamine. HCl	0.5	มิลลิกรัม
Pyridoxine. HCl	0.5	มิลลิกรัม
Folic acid	0.2	มิลลิกรัม
Biotin	0.04	มิลลิกรัม
Vitamin B_{12}	0.003	มิลลิกรัม
Glucose เติมจนครบ	1,000	กรัม

ภาคผนวก ค.

รายละเอียดการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์

สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวโดยการวิเคราะห์ทางชีวภาพ

ตารางที่ 17 แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน และค่า PER ของกลุ่มมาตรฐาน (เคซีน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	PER
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น			
1	41.3	137.2	95.9	259.7	27.37	3.50
2	44.7	178.4	133.7	359.2	37.86	3.53
3	51.6	150.3	98.7	317.6	33.48	2.95
4	58.5	122.1	63.6	224.0	23.61	2.69
5	62.1	140.7	78.6	281.8	29.70	2.65
6	65.7	167.5	101.8	345.4	36.41	2.80
7	68.1	135.7	67.6	316.9	33.41	2.02
8	69.8	188.5	118.6	343.0	36.14	3.28
9	72.0	196.0	124.0	381.0	40.17	3.09
10	75.1	154.3	79.2	284.2	29.97	2.64
ค่าเฉลี่ย	60.9	157.1	96.2	311.3	32.81	2.92
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.0	23.4	22.8	46.1	4.86	0.44

ตารางที่ 18 แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER, CPER และ RPER ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 1 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	PER	CPER	RPER
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น					
1	42.3	78.3	36.0	157.3	17.55	2.05	1.76	70.21
2	44.9	102.7	57.8	162.3	18.11	3.19	2.73	109.25
3	53.2	88.4	35.2	181.5	20.26	1.74	1.49	59.59
4	58.9	108.0	49.1	289.9	32.36	1.52	1.30	52.05
5	63.2	102.8	39.6	250.2	27.92	1.42	1.21	48.63
6	65.7	89.2	23.5	161.4	18.00	1.31	1.12	44.86
7	68.2	90.8	22.6	167.4	18.69	1.21	1.04	41.44
8	69.8	106.5	36.7	286.0	31.92	1.15	0.98	39.38
9	72.8	91.0	18.2	184.3	20.58	0.88	0.76	30.14
10	75.6	90.6	15.0	187.6	20.94	0.72	0.61	24.66
ค่าเฉลี่ย	61.5	94.8	33.4	202.8	22.63	1.52	1.30	52.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.9	9.1	13.0	49.5	5.52	0.67	0.57	22.86

ตารางที่ 19 แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER, CPER และ RPER ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 2 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	PER	CPER	RPER
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น					
1	42.3	142.9	100.6	261.6	28.62	3.52	3.01	120.55
2	44.9	167.0	122.1	303.6	33.21	3.68	3.15	126.03
3	53.2	165.6	112.4	329.5	36.05	3.12	2.67	106.85
4	58.9	155.5	96.6	274.2	30.00	3.22	2.76	110.27
5	63.2	168.4	105.2	318.1	34.81	3.02	2.59	103.42
6	65.7	182.9	117.2	377.1	41.27	2.84	2.43	97.26
7	68.2	163.4	95.2	295.5	32.34	2.94	2.52	100.68
8	69.8	188.3	118.5	345.1	37.75	3.14	2.69	107.53
9	72.8	180.4	107.6	378.8	41.44	2.60	2.22	89.04
10	75.6	168.1	92.5	251.0	27.46	3.37	2.88	115.41
ค่าเฉลี่ย	61.5	168.3	106.8	313.5	34.30	3.14	2.69	107.70
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.9	12.7	10.0	42.6	4.66	0.30	0.26	10.45

ตารางที่ 20 แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER, CPER และ RPER ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 3 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	PER	CPER	RPER
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น					
1	44.1	170.5	126.4	332.7	35.90	3.52	3.01	120.55
2	48.8	151.0	102.2	288.1	31.09	3.29	2.81	112.67
3	55.0	147.1	92.1	259.5	28.00	3.29	2.82	112.67
4	60.7	165.3	104.6	307.5	33.19	3.15	2.70	107.88
5	64.0	138.2	74.2	247.8	26.74	2.77	2.38	94.86
6	65.9	178.4	112.5	346.3	37.37	3.01	2.58	103.08
7	68.9	169.5	100.6	291.9	31.50	3.19	2.73	109.25
8	71.1	168.5	97.4	306.4	33.06	2.95	2.52	101.03
9	74.5	168.9	94.4	323.4	34.89	2.71	2.32	92.81
10	77.9	184.8	106.9	333.6	36.00	2.97	2.54	101.71
ค่าเฉลี่ย	63.1	164.2	101.1	303.7	32.77	3.08	2.64	105.65
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.5	13.7	13.0	30.7	3.31	0.24	0.20	8.14

ตารางที่ 21 แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER, CPER และ RPER ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 4 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	PER	CPER	RPER
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น					
1	44.5	110.0	65.5	220.4	24.22	2.70	2.32	92.46
2	50.8	162.8	112.0	336.9	37.04	3.02	2.59	103.42
3	56.3	186.4	130.1	374.2	41.12	3.16	2.71	108.22
4	61.7	173.8	112.1	351.6	38.64	2.90	2.48	99.32
5	64.2	175.8	111.6	352.0	38.68	2.89	2.47	98.97
6	66.6	159.7	93.1	327.1	35.95	2.59	2.22	88.70
7	69.1	156.2	87.1	259.8	28.54	3.05	2.61	104.45
8	71.7	177.9	106.2	328.3	36.09	2.94	2.52	100.68
9	74.7	153.8	79.1	276.7	30.41	2.60	2.23	89.04
10	80.4	164.2	83.8	297.2	32.66	2.57	2.20	88.01
ค่าเฉลี่ย	64.0	162.1	93.1	312.4	34.34	2.84	2.43	97.33
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.5	20.0	18.5	45.5	5.01	0.20	0.17	6.91

ตารางที่ 22 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีโปรตีน (กลุ่ม Z) ขณะเริ่มต้นและเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น		
1	37.8	37.7	0.1	52.0	0.44
2	44.6	39.1	5.5	50.3	0.43
3	51.2	41.6	9.6	45.7	0.39
4	57.4	53.4	4.0	75.6	0.64
5	61.9	49.5	12.4	54.6	0.46
6	64.3	52.7	11.6	69.4	0.59
7	66.7	53.0	13.7	62.0	0.53
8	69.5	56.1	13.4	77.7	0.66
9	71.9	56.4	15.5	75.9	0.65
10	75.1	57.0	18.1	85.7	0.73
ค่าเฉลี่ย	60.0	49.7	10.4	64.9	0.55
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.6	7.0	5.3	13.1	0.11

ตารางที่ 23 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR ของกลุ่มมาตรฐาน (เคซีน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	NPR
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น			
1	41.3	95.3	54.0	118.0	12.44	5.42
2	44.7	126.6	81.9	171.6	18.09	5.26
3	51.6	93.5	41.9	131.5	13.86	3.93
4	58.5	69.0	10.5	84.1	8.86	2.51
5	62.1	89.6	27.5	114.5	12.07	3.29
6	65.7	110.7	45.0	136.9	14.44	3.99
7	68.1	106.7	38.6	156.1	16.45	3.08
8	69.8	126.1	56.3	164.5	17.34	3.97
9	72.0	131.3	59.3	176.2	18.57	3.87
10	75.1	106.2	31.1	120.9	12.74	3.40
ค่าเฉลี่ย	60.9	105.5	44.6	137.4	14.49	3.87
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.0	18.4	18.7	27.9	2.95	0.86

ตารางที่ 24 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 1 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	NPR	RNPR
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น				
1	42.3	65.0	22.7	82.7	9.23	3.81	98.51
2	44.9	66.2	21.3	79.0	8.82	3.83	99.02
3	53.2	78.8	25.6	94.2	10.51	3.61	93.37
4	58.9	91.1	32.2	146.8	16.38	2.69	69.52
5	63.2	86.2	23.0	129.9	14.50	2.39	61.85
6	65.7	73.4	7.7	84.4	9.42	2.04	52.70
7	68.2	78.4	10.2	91.2	10.18	2.14	55.25
8	69.8	82.7	12.9	110.9	12.38	1.97	50.87
9	72.8	76.6	3.8	87.9	9.81	1.53	39.60
10	75.6	81.5	5.9	73.4	8.19	2.13	55.10
ค่าเฉลี่ย	61.5	78.0	16.5	98.0	10.94	2.62	67.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.9	7.8	9.2	22.6	2.52	0.80	20.59

ตารางที่ 25 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 2 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	NPR	RNPR
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น				
1	42.3	89.6	47.3	92.0	10.06	6.07	156.75
2	44.9	115.8	70.9	137.4	15.03	5.61	145.06
3	53.2	119.6	66.4	160.7	17.58	4.51	116.51
4	58.9	89.8	30.9	91.2	9.98	4.38	113.14
5	63.2	109.5	46.3	147.1	16.09	3.65	94.26
6	65.7	123.6	57.9	167.2	18.29	3.85	99.47
7	68.2	106.8	38.6	149.7	16.38	3.09	79.97
8	69.8	123.0	53.2	141.2	15.45	4.27	110.28
9	72.8	131.7	58.9	204.5	22.37	3.18	82.05
10	75.6	101.9	26.3	135.1	14.78	2.58	66.62
ค่าเฉลี่ย	61.5	111.13	49.7	142.6	15.60	4.12	106.41
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.9	13.6	13.9	31.8	3.48	1.04	26.95

ตารางที่ 26 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 3 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	NPR	RNPR
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น				
1	44.1	119.5	75.4	159.7	17.23	5.14	132.90
2	48.8	110.6	61.8	138.5	14.94	5.02	129.63
3	55.0	105.7	50.7	115.7	12.48	5.12	132.32
4	60.7	119.6	58.9	149.0	16.08	4.46	115.29
5	64.0	98.0	34.0	116.4	12.56	3.70	95.51
6	65.9	124.5	58.6	163.4	17.63	4.04	104.37
7	68.9	104.0	35.1	116.4	12.56	3.79	97.87
8	71.1	122.7	51.6	138.8	14.98	4.30	111.01
9	74.5	111.4	36.9	154.8	16.70	2.93	75.66
10	77.9	117.7	39.8	140.3	15.14	3.44	88.89
ค่าเฉลี่ย	63.1	113.4	50.3	139.3	15.03	4.19	108.34
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.5	8.4	13.0	17.1	1.85	0.72	18.50

ตารางที่ 27 น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 4 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	น้ำหนักตัว (กรัม)			อาหารที่กิน (กรัม)	โปรตีนที่กิน (กรัม)	NPR	RNPR
	เริ่มต้น	สุดท้าย	เพิ่มขึ้น				
1	44.5	79.5	35.0	97.4	10.70	4.47	115.55
2	50.8	117.4	66.6	160.9	17.68	4.49	116.14
3	56.3	123.4	67.1	181.5	19.95	3.99	103.21
4	61.7	110.7	49.0	158.7	17.44	3.52	90.86
5	64.2	117.1	52.9	166.2	18.27	3.57	92.29
6	66.6	109.6	43.0	149.4	16.42	3.36	86.93
7	69.1	101.8	32.7	113.4	12.46	3.62	93.49
8	71.7	129.6	57.9	163.2	17.94	3.93	101.47
9	74.7	109.4	34.7	118.2	12.99	3.62	93.66
10	80.4	118.4	38.0	145.3	15.97	3.14	81.09
ค่าเฉลี่ย	64.0	111.7	47.7	145.4	15.98	3.77	97.47
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.5	13.1	12.4	25.6	2.82	0.42	10.98

ตารางที่ 28 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีโปรตีน (กลุ่ม Z) ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	70.40	0.70	59.95
2	68.80	24.94	64.38
3	62.40	45.24	41.27
4	102.40	77.00	76.38
5	73.60	64.75	60.83
6	94.40	35.70	71.14
7	84.80	32.03	56.10
8	105.60	45.50	60.89
9	104.00	45.15	70.33
10	116.80	62.30	62.12
ค่าเฉลี่ย	88.32	42.33	62.34
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	17.87	20.75	9.14

ตารางที่ 29 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนมาตรฐาน (เคซีน) ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	19990.40	139.48	133.48
2	2894.40	343.00	181.23
3	2217.60	198.98	188.76
4	1417.60	61.25	161.16
5	1931.20	199.15	163.01
6	2310.40	154.18	197.05
7	2632.00	343.70	284.58
8	2774.40	331.67	270.73
9	2971.20	365.40	249.94
10	2038.40	181.65	184.16
ค่าเฉลี่ย	2317.76	231.85	201.41
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	471.36	100.50	47.61

ตารางที่ 30 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 1 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	1476.80	178.85	171.67
2	1411.20	214.46	149.80
3	1681.60	280.70	156.52
4	2620.80	524.30	315.67
5	2320.00	471.80	229.98
6	1507.20	333.55	129.80
7	1628.80	234.75	161.32
8	1980.80	397.60	217.35
9	1569.60	325.27	221.74
10	1310.40	143.27	139.88
ค่าเฉลี่ย	1750.72	310.46	189.37
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	403.73	118.83	54.01

ตารางที่ 31 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตร 2 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	1609.60	254.28	175.82
2	2404.80	288.40	260.71
3	2812.80	362.60	244.81
4	1596.80	170.28	166.52
5	2574.40	424.67	298.39
6	2926.40	538.65	267.56
7	2620.80	275.80	227.50
8	2472.00	380.80	241.94
9	3579.20	620.38	264.62
10	2364.80	274.58	227.76
ค่าเฉลี่ย	2496.16	359.04	237.56
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	556.87	130.77	38.72

ตารางที่ 32 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตร 3 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	2756.80	336.88	321.22
2	2390.40	272.13	231.13
3	1996.80	201.60	202.94
4	2572.80	245.00	219.56
5	2009.60	245.35	217.14
6	2820.80	268.35	288.20
7	2009.60	287.35	205.10
8	2396.80	340.08	308.14
9	2672.00	509.94	295.55
10	2422.40	373.10	269.97
ค่าเฉลี่ย	2404.80	317.98	255.90
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	295.97	83.94	43.16

ตารางที่ 33 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตร 4 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัม)		
	ที่ได้รับ	ในปัสสาวะ	ในอุจจาระ
1	1712.00	156.80	281.00
2	2828.80	298.55	270.94
3	3192.00	352.80	345.11
4	2790.40	387.19	188.86
5	2923.20	260.75	274.55
6	2627.20	308.88	229.60
7	1993.60	177.63	200.60
8	2870.40	384.13	261.06
9	2078.43	375.53	283.24
10	2555.20	370.05	224.09
ค่าเฉลี่ย	2557.12	307.03	255.91
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	450.48	80.41	43.81

ตารางที่ 34 ค่า Biological value, True digestibility และ Net protein utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยโปรตีนมาตรฐาน (เคซีน) ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	BV	TD	NPU
1	94.99	96.43	91.60
2	89.20	95.89	85.54
3	92.56	94.30	87.28
4	98.64	93.03	91.76
5	91.49	94.79	86.72
6	94.91	94.17	89.37
7	87.54	91.56	80.14
8	88.76	92.49	82.10
9	88.43	93.69	82.85
10	92.78	94.02	87.24
ค่าเฉลี่ย	91.93	94.04	86.46
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.37	1.40	3.70

ตารางที่ 35 ค่า Biological value, True digestibility และ Net protein utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว สูตรที่ 1 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	BV	TD	NPU
1	90.09	92.60	83.42
2	87.07	93.80	81.68
3	85.05	94.40	80.28
4	79.68	90.33	71.98
5	80.09	92.77	74.31
6	79.84	95.52	76.27
7	87.49	93.92	82.17
8	80.60	92.17	74.29
9	80.01	89.84	71.88
10	91.89	94.08	86.46
ค่าเฉลี่ย	84.18	92.95	78.27
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.48	1.70	4.90

ตารางที่ 36 ค่า Biological value, True digestibility และ Net protein utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว สูตรที่ 2 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	BV	TD	NPU
1	85.90	92.95	79.84
2	88.89	91.75	81.56
3	87.86	93.51	82.16
4	91.49	93.48	85.53
5	83.69	90.83	76.02
6	81.80	92.99	76.06
7	90.53	93.70	84.83
8	85.28	92.73	79.08
9	82.91	94.35	78.23
10	89.49	93.00	83.23
ค่าเฉลี่ย	86.78	92.93	80.65
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.19	0.95	3.20

ตารางที่ 37 ค่า Biological value, True digestibility และ Net protein utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว สูตรที่ 3 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	BV	TD	NPU
1	88.25	90.61	79.96
2	89.70	92.94	83.37
3	91.47	92.96	85.03
4	91.65	93.89	86.05
5	89.11	92.30	82.24
6	87.47	91.99	80.47
7	86.93	92.90	80.75
8	86.20	89.74	77.36
9	80.87	91.27	73.81
10	85.11	91.43	77.82
ค่าเฉลี่ย	87.68	92.00	80.69
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.04	1.19	3.53

ตารางที่ 38 ค่า Biological value, True digestibility และ Net protein utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว สูตรที่ 4 ระยะเวลา 14 วัน

ตัวที่	BV	TD	NPU
1	92.40	87.23	80.60
2	90.26	92.63	83.60
3	89.36	91.14	81.45
4	87.09	95.47	83.14
5	91.98	92.74	85.30
6	89.21	93.63	83.53
7	92.76	93.06	86.33
8	87.24	93.08	81.20
9	82.12	89.37	73.39
10	86.35	93.67	80.88
ค่าเฉลี่ย	88.88	92.20	81.94
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.12	2.25	3.38

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ทางสถิติ (47,48)

1. <u>ค่าเฉลี่ย</u> (Mean, $\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X}{n}$$

2. <u>ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน</u> (Standard Deviation, S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

3. <u>การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว</u> (One-Way Analysis of Variance)

แหล่งของความแปรปรวน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (DF)	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F
Treatment	k-1	$SS_{Treatment}$	$\frac{SS_{Treatment}}{k-1}$	$\frac{MS_{Treatment}}{MS_{Error}}$
Error	N-k	SS_{Error}	$\frac{SS_{Error}}{N-k}$	
รวม	N-1	SS_{Total}		

$SS_{Treatment}$ = $\frac{\text{ผลรวมของแต่ละ Treatment ยกกำลังสอง}}{n_j} - \frac{T^2}{N}$

SS_{Error} = ผลรวมของทุกค่ายกกำลังสอง $- \frac{\Sigma(T_j)^2}{n_j}$

SS_{Total} = $\Sigma(X_{ij})^2 - \frac{T^2}{N}$

T_j = ผลรวมของแต่ละทรีตเมนต์

n_j = จำนวนตัวอย่างที่ศึกษาในแต่ละทรีตเมนต์

T = ผลรวมของทุกค่า = ΣX_{ij}

N = จำนวนตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมด

k = จำนวนทรีตเมนต์ทั้งหมด

การตั้งสมมติฐาน : H_0 = ไม่มีความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์

H_A = อย่างน้อยที่สุดที่ 1 ทรีตเมนต์ที่ต่างไปจากทรีตเมนต์อื่น

เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความแปรปรวนที่คำนวณได้กับค่า F ที่ได้จากตารางที่ระดับความสำคัญ α ที่ความเป็นอิสระเท่ากับ $k-1$ และ $N-k$ ถ้า F คำนวน > F ตาราง จะปฏิเสธ H_0 แสดงว่ามีอย่างน้อยที่สุด 1 ทรีตเมนต์แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น

4. Honestly Significant Difference Test (HSD Test)

$$HSD = q\alpha, k, N-k \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

α = ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ

k = จำนวนทรีตเมนต์

n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละทรีตเมนต์

N = จำนวนตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมด

MSE = ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของ Error จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

ค่า q ได้จากตาราง Percentage Points of the Studentised Range ที่ DF, k และ N-k

นำค่าความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์แต่ละคู่มาเปรียบเทียบกับค่า HSD ที่ได้จากการคำนวณ ถ้าค่าความแตกต่างระหว่างคู่มากกว่าค่า HSD แสดงว่าทรีตเมนต์คู่นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า PER

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	18.0904	4.5226	24.6125
ERROR	45	8.2677	0.1837	
TOTAL	49	26.3581		

$F_{.95\ (4,45)} = 2.59$

P (F > 24.6195) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 0.5419

($q_{.05.5.45}$ = 4.025)

ตารางที่ 40 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า PER ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มมาตรฐาน	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มมาตรฐาน	-	1.40*	0.22	0.16	0.08
กลุ่มทดลอง 1		-	1.62*	1.56*	1.32*
กลุ่มทดลอง 2			-	0.06	0.30
กลุ่มทดลอง 3				-	0.24
กลุ่มทดลอง 4					-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า CPER

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	12.8388	4.2796	32.9961
ERROR	36	4.6688	0.1297	
TOTAL	39	17.5076		

$F_{.95\ (3,36)} = 2.872$

P (F > 32.9961) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 0.4343

($q_{.05,4,36}$ = 3.814)

ตารางที่ 42 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า CPER ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มทดลอง 1	-	1.39#	1.34#	1.13#
กลุ่มทดลอง 2		-	0.05	0.26
กลุ่มทดลอง 3			-	0.21
กลุ่มทดลอง 4				-

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RPER

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	20526.4824	6842.1608	33.0219
ERROR	36	7459.2154	207.2004	
TOTAL	39	27985.6978		

$F_{.95\ (3,36)} = 2.872$

P (F > 32.9961) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 17.3610

($q_{.05.4.36}$ = 3.814)

ตารางที่ 44 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า RPER ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มทดลอง 1	-	55.68#	53.63#	45.31#
กลุ่มทดลอง 2		-	2.05	10.37
กลุ่มทดลอง 3			-	8.32
กลุ่มทดลอง 4				-

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า NPR

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	16.2836	4.0709	5.8114
ERROR	45	31.5232	0.7005	
TOTAL	49			

$F_{.95\ (4,45)} = 2.59$

P (F > 5.8114) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 1.0653

($q_{.05,5,45}$ = 4.025)

ตารางที่ 46 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า NPR ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มมาตรฐาน	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มมาตรฐาน	-	1.25*	0.25	0.32	0.10
กลุ่มทดลอง 1		-	1.50*	1.57*	1.15*
กลุ่มทดลอง 2			-	0.07	0.35
กลุ่มทดลอง 3				-	0.42
กลุ่มทดลอง 4					-

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RNPR

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	10664.2018	3554.7339	7.9350
ERROR	36	16127.3717	447.9825	
TOTAL	39	26791.5735		

$F_{.95\ (3,36)} = 2.872$

P (F > 7.9350) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 25.5276

($q_{.05,4,36}$ = 3.814)

ตารางที่ 48 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า RNPR ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มทดลอง 1	-	38.83*	40.72*	29.89*
กลุ่มทดลอง 2		-	1.93	8.94
กลุ่มทดลอง 3			-	10.87
กลุ่มทดลอง 4				-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า TD

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	25.5620	6.3905	2.3504
ERROR	45	122.3514	2.7189	
TOTAL	49	147.9134		

$F_{.95\ (4,45)} = 2.59$

P (F = 2.3504) > .05 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า BV

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	323.1353	80.7838	6.0042
ERROR	45	605.4534	13.4545	
TOTAL	49			

$F_{.95\ (4,45)} = 2.59$

P (F > 6.0042) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 4.6688

($q_{.05,5,45}$ = 4.025)

ตารางที่ 51 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า BV ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

	กลุ่มมาตรฐาน	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มมาตรฐาน	-	7.75*	5.15*	4.25	3.05
กลุ่มทดลอง 1		-	2.60	3.50	4.70*
กลุ่มทดลอง 2			-	0.90	2.10
กลุ่มทดลอง 3				-	1.20
กลุ่มทดลอง 4					-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า NPU

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	365.2712	91.3178	5.7191
ERROR	45	718.5243	15.9672	
TOTAL	49	1083.7955		

$F_{.95\ (4,45)} = 2.59$

P (F > 5.7191) < .05 : มีอย่างน้อย 1 ทรีตเมนต์ ที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ HSD

$HSD_{.05}$ = 5.0860

($q_{.05,5,45}$ = 4.025)

ตารางที่ 53 ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า NPU ของหนูทดลองกลุ่มต่าง ๆ

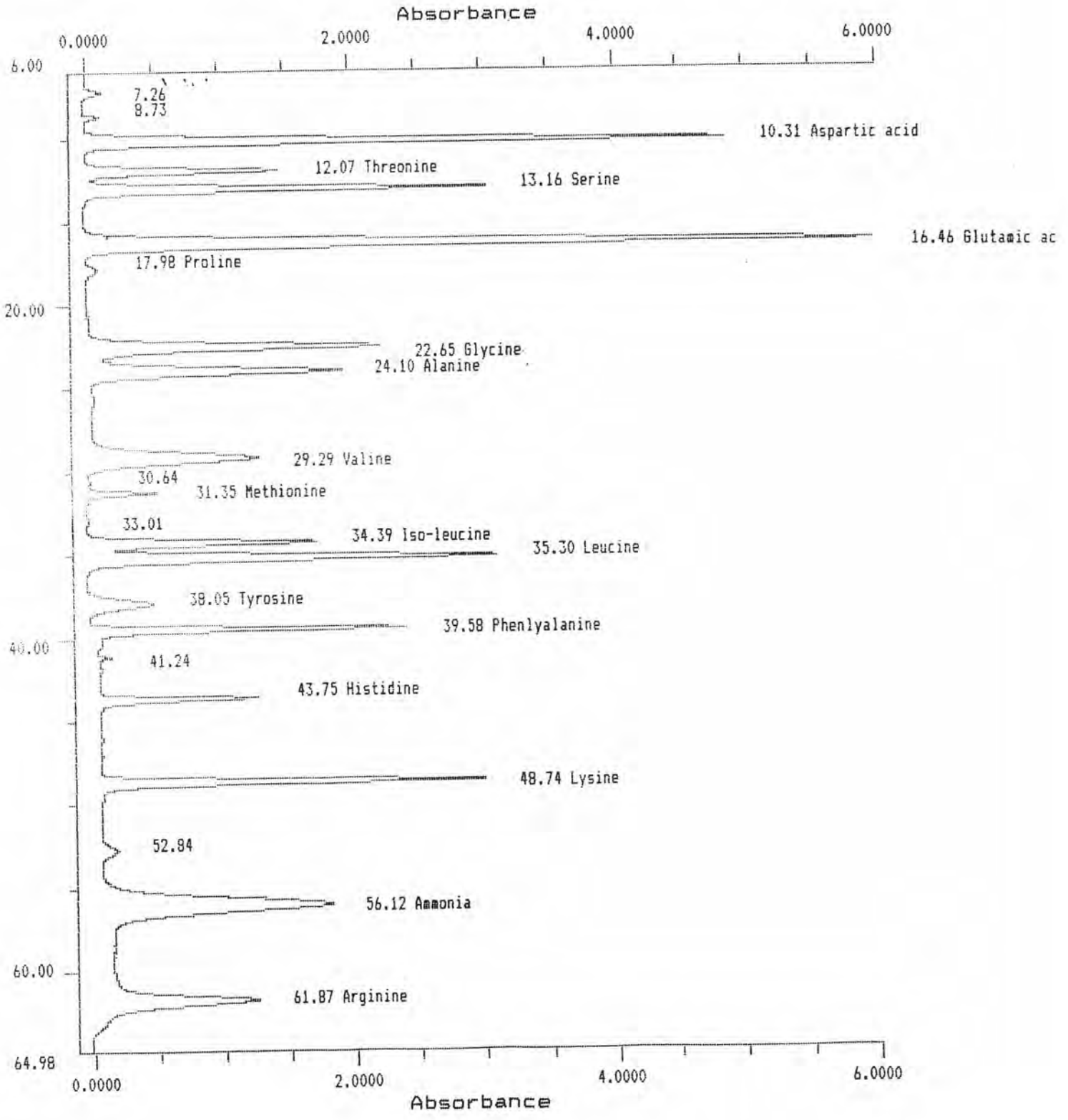
	กลุ่มมาตรฐาน	กลุ่มทดลอง 1	กลุ่มทดลอง 2	กลุ่มทดลอง 3	กลุ่มทดลอง 4
กลุ่มมาตรฐาน	-	8.19*	5.81*	5.77*	4.52
กลุ่มทดลอง 1		-	2.38	2.42	3.67
กลุ่มทดลอง 2			-	0.04	1.29
กลุ่มทดลอง 3				-	1.25
กลุ่มทดลอง 4					-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

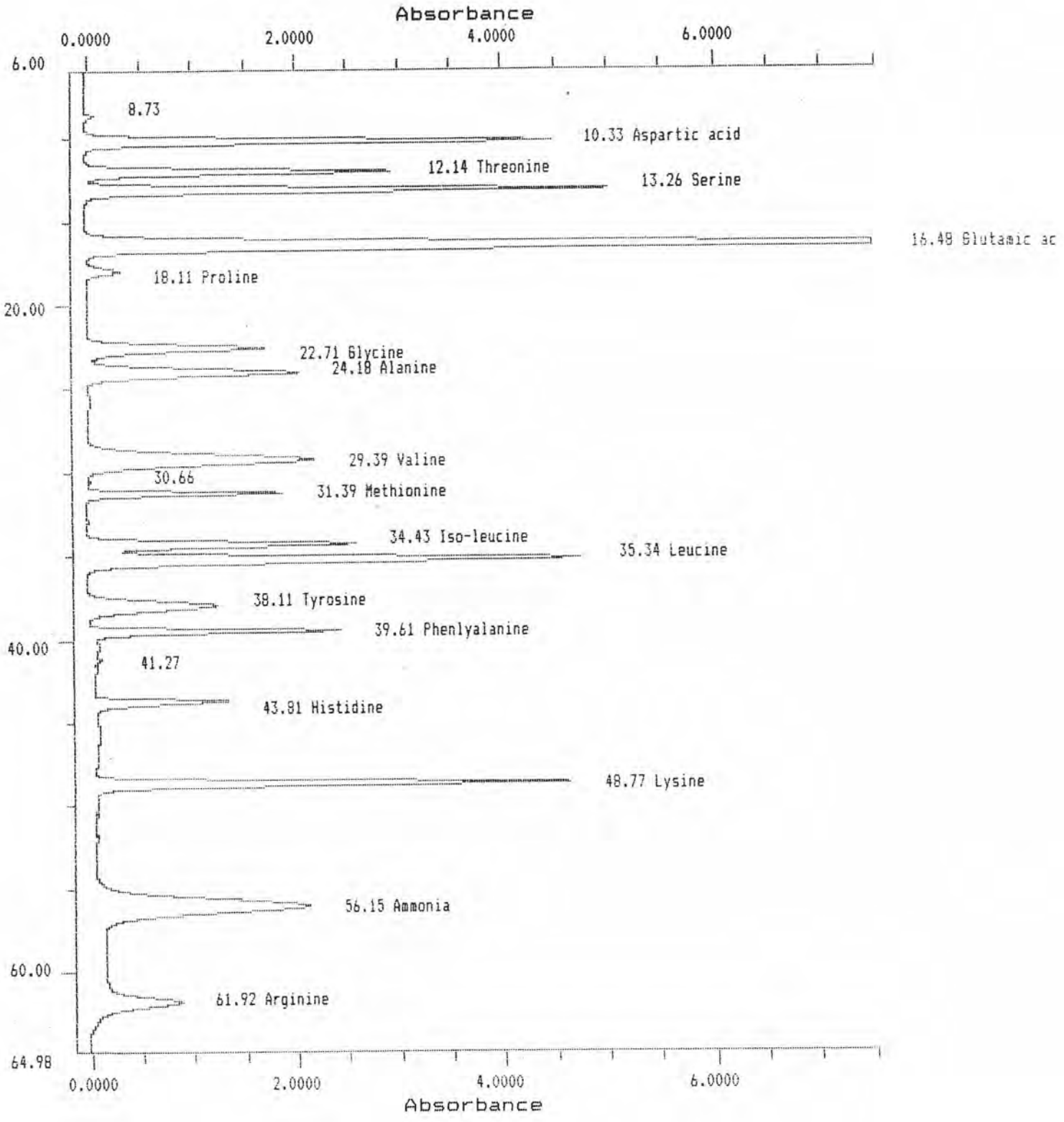
ภาคผนวก จ.

โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโน

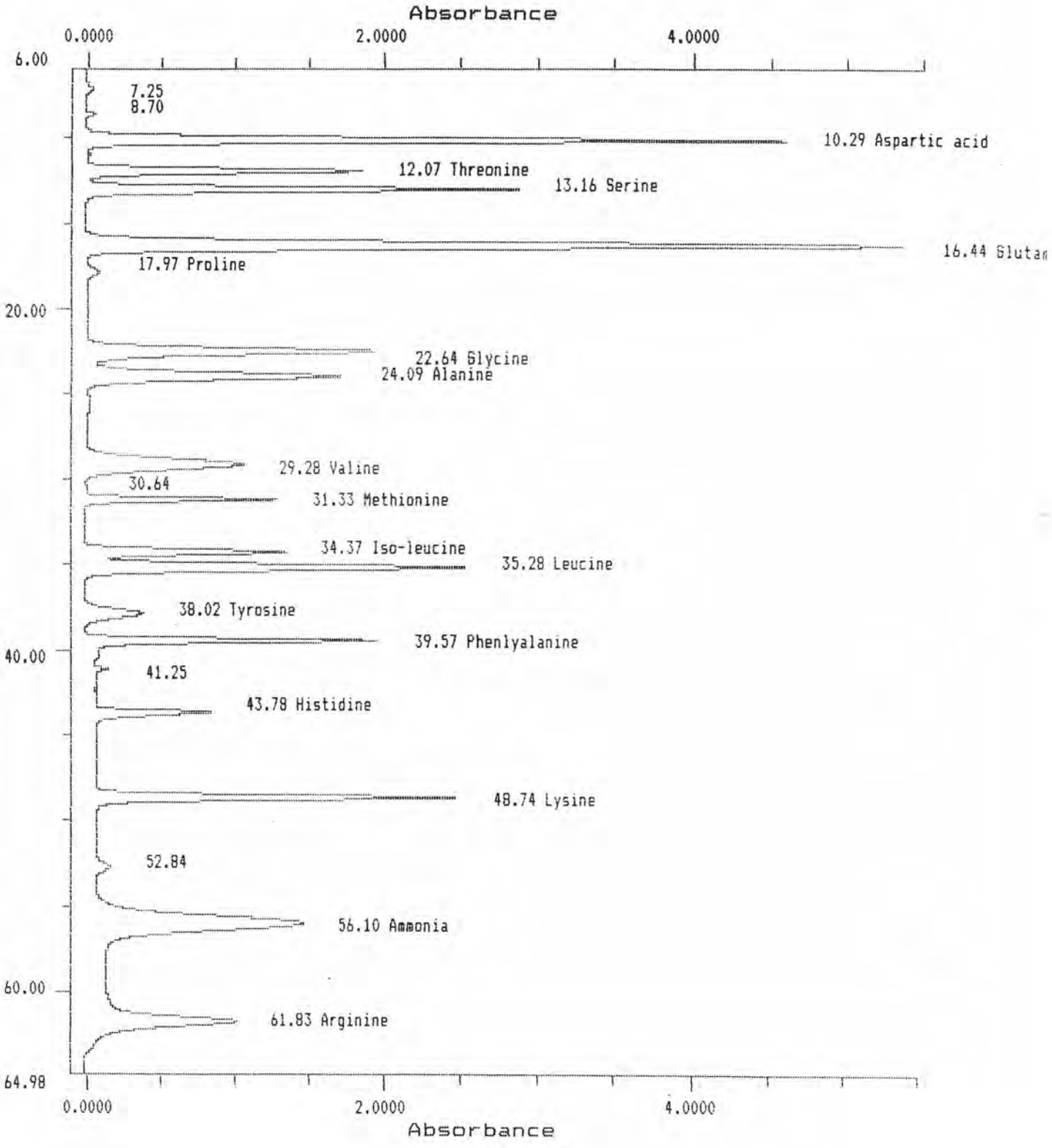
ภาพที่ 17 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 1



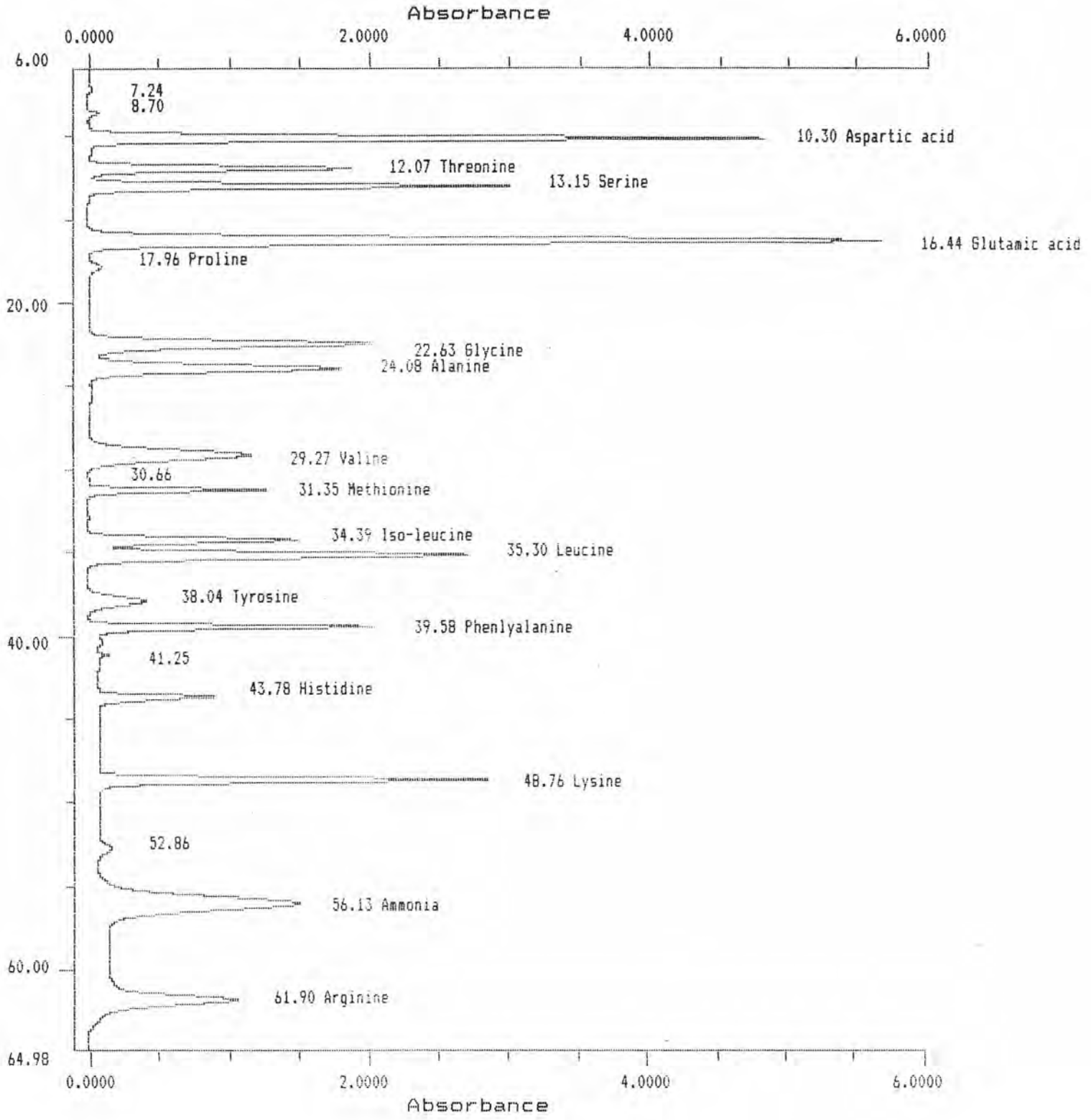
ภาพที่ 18 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของเคซีน



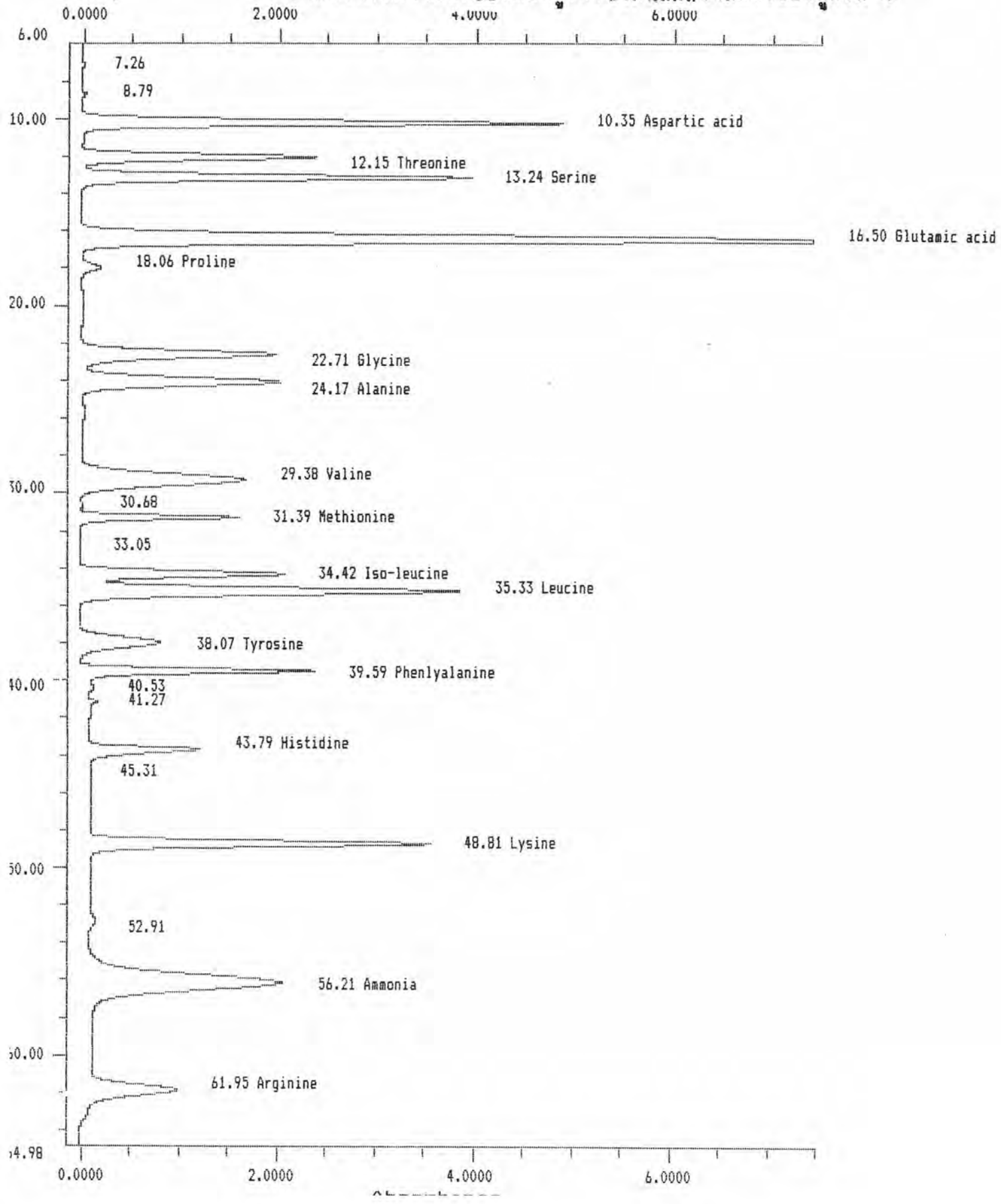
ภาพที่ 19 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 2



ภาพที่ 20 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 3



ภาพที่ 21 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวสูตรที่ 4



ภาคผนวก ฉ.

ภาคผนวก ฉ.

ตารางที่ 54 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นตามมาตรฐานของ FAO/WHO 1973 (44)

กรดอะมิโน	มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน
Isoleucine	40
Leucine	70
Lysine	55
Methionine + Cystine	35
Threonine	40
Phenylalanine + Tyrosine	60
Valine	50
Tryptophan	10

ภาคผนวก ช.

ภาคผนวก ช.

ตารางที่ 55 การเปรียบเทียบราคาอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว และผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ในท้องตลาดที่มีอัตราส่วนการกระจายพลังงานใกล้เคียงกัน

อาหารทางการแพทย์	อัตราส่วนการกระจายพลังงาน โปรตีน:ไขมัน:คาร์โบไฮเดรต	ราคาต่ออาหารที่ใช้พลังงาน 2000 กิโลแคลอรี่ (บาท)
สูตรที่ 1	14.90 : 31.70 : 53.40	124.27
สูตรที่ 2	15.40 : 31.36 : 53.24	174.20
สูตรที่ 3	15.70 : 31.34 : 52.96	177.75
สูตรที่ 4	26.64 : 25.47 : 47.89	299.34
ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ชนิดที่ 1	13.00 : 37.00 : 50.00	265 *
ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ชนิดที่ 2	24.20 : 20.60 : 55.20	336.67*

* ราคาขายส่ง, โปรตีนในสูตรอาหารประกอบด้วยเคซีน และโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรรณี วรวัฒนชัย เกิดวันที่ 17 ธันวาคม 2507 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาเภสัชศาสตรบัณฑิต จากคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2534 ปัจจุบันรับราชการที่ กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลสวรรค์ประชารักษ์ จังหวัดนครสวรรค์