

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กุลยา จันทรอรุณ. 2533. เคมีอาหาร. ตำรา-เอกสารวิชาการ, ฉบับที่ 35. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- เครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. 2534. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- งามชื่น คงเสรี. 2538. การปรับปรุงคุณภาพข้าวสารเพื่อการบริโภคและส่งออก. กรุงเทพมหานคร: การฝึกอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร.
- จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จัตระชัย เจนการวณิช. 2542. การศึกษาผลของไอโอดีนที่ระดับต่างๆในอาหารไก่ไข่ต่อปริมาณไอโอดีนในฟองไข่และสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตติย สีร่าย. 2538. สมบัติทางชีวเคมีของข้าวไทย *Oryza sativa* L. ในสภาพการปลูกที่แตกต่างกัน และความสัมพันธ์กับคุณภาพการสีและการหุง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2539. เคมีอาหาร. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญลักษณ์ วงศ์สุทธาชิน. ชอบ คณะฤกษ์. งามชื่น คงเสรี. เครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. และอัมพวัน สิมะกรัย. 2517. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆต่อคุณภาพของเมล็ดข้าว. รายงานผลการทดลองและวิจัยกรมวิชาการเกษตร. ทะเบียนวิจัยเลขที่ กทข-IX-1(5).
- ปราณีต ผ่องแผ้ว, บรรณาธิการ. 2539. โภชนาศาสตร์ชุมชน. กรุงเทพมหานคร: ลิฟวิงทรานส์มีเดีย.
- ปราณีต ผ่องแผ้ว, และคณะ. 2539. ปริมาณสารไอโอดีนในเกลือไอโอดีนที่ผลิตจำหน่ายในพื้นที่ที่อุบัติการณ์ของโรคขาดสารไอโอดีน. อาหาร. 26(2): 108-117.
- พิชิต สุวรรณประกร. 1-7 มีนาคม 2542. ไข่เสริมไอโอดีนได้ฤกษ์วางตลาดรายแรกของโลกหลังเกลือสำเร็จ. ผู้จัดการ: 6.

- ลินดา พงศ์ผาสุก. 2537. การผลิตข้าวเคลือบกลิ่นหอม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- วิชาการเกษตร, กรม. 2541. พันธุ์ข้าวกับสถานการณ์ปัจจุบัน. ในรายงานการประชุมวิชาการ กรม วิชาการเกษตรประจำปี 2541, หน้า 101-110. 25-29 เมษายน 2541 ณ อาคารสารเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- วิชาการเกษตร, กรม. 2542. พันธุ์ข้าว. ในการประชุมวิชาการประจำปี 2542: งานวิจัยข้าวกับ GAP, หน้า 3-11. 29 มีนาคม-2 เมษายน 2542 ณ โรงแรมรอยัล ปริ๊นเซส จังหวัด นครราชสีมา.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2542. โภชนาศาสตร์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โสมสวัสดิ์, พระองค์เจ้า, และคณะ. 2541. ไซโอไอดีน. สธิธิบัตรไทย. 43957.
- อนามัย, กรม. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหาร สำหรับคนไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- อนามัย, กรม. 2535. งานควบคุมโรคขาดสารไอโอดีนในประเทศไทย อดีต-ปัจจุบันและอนาคต. กรุงเทพมหานคร: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- อนามัย, กรม. 2539. รายงานภาวะโรคขาดสารไอโอดีนปี 2539. กรุงเทพมหานคร: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- อัมมาร สยามวาลา, และวิโรจน์ ณ ระนอง. 2533. ประมวลความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.
- อารี องค์วิเศษไพบุลย์. 2534. คุณภาพและการผลิตข้าวเสริมวิตามินและเกลือแร่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- อำพล เสนาณรงค์. 2535. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวของไทย. ในสรุปผลการสัมมนาข้าว ไทยในทศวรรษหน้า, หน้า 23-27. 15-16 พฤษภาคม 2535 ณ ห้องวิภาวดีบอลรูม โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า ลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร.

## ภาษาอังกฤษ

- AACC. 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 9<sup>th</sup> ed. Minnisota: American Association of Cereal Chemists.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Washington: The Association of Official Agricultural Chemists.
- Aumont, G., and Tressol, J. C. 1986. Improved routine method for the determination of total iodine in urine and milk. Analyst. 111: 841-843.
- Bauernfeind, J. C., and Cort, W. M. 1974. Nutrification of food with added vitamin A. Crit.Rev.Food Tech. 4: 337-375.
- Belling, G. B. 1983. Further studies on the recovery of iodine as iodine-125 after alkaline ashing prior to assay. Analyst. 108: 763-765.
- Bramall, L. D. 1986. A novel process for the fortification of rice. Food Technol. 38(7): 281-284.
- Chandhury, M. S. U., and Kunze, O. R. 1972. Moisture adsorption related to the tensile strength of rice. Cereal Chem. 49: 684.
- Chen, J. J., Lu, S., and Lii, C. Y. 1999. Effect of milling methods on the physicochemical Characteristics of waxy rice in Taiwan. Cereal Chemistry. 76(5): 796.
- Chieht, H. S., Ryu, J. H., Jo, J. S., and Kwon, T. W. . 1978. Nutritional losses during washing and cooking of rice. Food and Fer. Tech. Center, Ext. Bull. Taiwan.
- Cochran, W. G., and Cox, G. M. 1957. Experimental Designs. New York: John Wiley and Sons.
- Cort, W. M., Borenstein, B., Harley, J. H., Osadca, M., and Scheiner, Y. 1976. Nutrient stability of fortified cereal products. Food Technol. 30(4): 52-58.
- Craven, G. S., and Reardon, K. 1991. Analysis of trace minerals in food. ASEAN Food J. 6(4): 129-140.
- Dea, Iain C. M. 1993. Conformational origins of polysaccharide solution and gel properties. In R. L. Whistler, and J. N. BeMiller (eds.), Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives. pp. 21-52. New York: Academic Press.

- Delange, F., and Ermans, A. M. 1971. Role of a dietary goitrogen in the etiology of endemic goitre on Idjwi Island. Am. J. Clin. Nutr. 24: 1354-1360.
- Demaeyer, E. M., Lowenstein, F. W., and Thilly, C. H. 1979. The control of endermic goitre. Geneva: WHO, p. 20. อ้างถึงในรำไพพร มฤคทัต. ผลิตภัณฑ์ปลาร้าชนิดเสริมไอโอดีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536.
- Dow Chemical. 1999. Methocel A15. Michigan: Dow Chemical Company.  
(Product Sheet)
- Dow Chemical. 2000. Methocel F50. Michigan: Dow Chemical Company.  
(Product Sheet)
- Eltom, M., Elnagar, B., Sulieman, E. A., Karlsson, F. A., Van Thi, H. V., Bourdoux, P., and Gebre-Medhin, M. 1995. The use of sugar as a vehicle for iodine fortification in endemic iodine deficiency. International J. of Food Sci. and Nutr. 46: 281-289.
- Ensminger, A. H., Ensminger, M. E., James, E. K., and John, R. K. Robson. 1994. Food and Nutrition Encyclopedid. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press.
- Fenwiek, G. R., and Heaney R. K. 1983. Glucosinolates and their breakdown products in cruciferous crops, food and feedingstuffs. Food Chem. 11:249-271.
- Fischer, W. F. Peter, and Mary, R. L'Abbe . 1981. Acid digestion determination of iodine in foods. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64: 71-74.
- Fischer, W. F. Peter, Mary, R. L'Abbe, and Alexandre, G. 1986. Colorimetric determination of total iodine in foods by iodide-catalyzed reduction of  $Ce^{+4}$ . J. Assoc. Off. Anal. Chem. 69(4): 687-689.
- Furtur, M.F., Lauter, W. M., DeRitter, E., and Rubin, S. H. 1946. Enrichment of rice with synthetic vitamins and iron. Ind. Eng. Chem. 38(5): 486-492.
- Gaitan, E. 1990. Goitrogens in food and water. Annu. Rev. Nutr. 10: 21-39.
- Ganz, J. A. 1977. Cellulose hydrocolloids. In H. D. Graham (ed.), Food Colloids, pp. 382-417. New York: The AVI Publishing.
- Gennadios, A., and Weller, C. L. 1990. Edible film and coating from wheat and corn proteins. Food Technol. 44: 63-68.

- George, L. C., and Gessner, G. H. 1966. The Encyclopedia of Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Goindi, G., Karmarkar, M. G., Kapil, U., and Jagannathan, J. 1995. Estimation of loss of iodine during different cooking procedures. Asia Pacific J. of Clin. Nutr. 4: 225-227.
- Grist, D. H. 1975. Rice. 5<sup>th</sup> ed. London: Longman.
- Guthrie, H. A. 1986. Introductory Nutrition. 6<sup>th</sup> ed. Missouri: Times Mirror Mosby College.
- Heckman, E. 1977. Starch and its modifications for the food industry. In H. D. Graham (ed.), Food Colloids, pp. 464-499. New York: The AVI Publishing.
- Hettiarachchy, N. S., Gnanasambandam, R., and Lee, M. H. 1996. Calcium fortification of rice: Distribution and retention. J. Food Sci. 61: 195-197.
- Hoffpauer, D. W. 1992. Rice enrichment for today. Cereal Food World. 37(10): 757-759.
- Hoseney, R. C. 1994. Principles of Cereal Science and Technology. 2<sup>nd</sup> ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Houston, D. F., and Kohler, G. O. 1970. Nutritional Properties of Rice. Washington, D.C.: Nat. Acad. Sci.
- Hurrell, R. F. 1997. Bioavailability of iodine. European J. of Clin. Nutr. 51: 9-12.
- Hurrell, R. F. 1998. Improvement of trace element status through food fortification: Technological, biological and health aspects. Bibl. Nutr. Dieta. 54: 40-57.
- Islam, N., Inanaga, S., Chishaki, N., and Horiguchi, T. 1996. Effect of N top-dressing on protein content in japonica and indica rice grains. Cereal Chem. 73(5): 57.
- Joerin, M. M. 1975. A rapid method of determining total iodine in bovine milk. Analyst. 100: 7-11.
- Jones, G. B., Belling, G. B., and Buckley, R. A. 1979. Recovery of iodine as iodine-125 from biological materials prior to assay. Analyst. 104: 469-471.
- Juliano, B. O. 1972. The rice caryopsis. In D. F. Houston (ed.), Rice Chemistry and Technology, pp. 16-74. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Juliano, B. O., ed. 1985. Rice: Chemistry and Technology. 2<sup>nd</sup> ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

- Juliano, B. O. 1993. Rice in Human Nutrition. Philippines: International Rice Research Institute.
- Juliano, B. O., Perez, C. M., and Kaosa-Ard, M. 1990. Grain quality characteristics of export rices in selected markets. Cereal Chem. 67(2): 192-197.
- Kester, J. J., and Fennema, O. R. 1986. Edible film and coating. Food Tech. 40: 47-59.
- Kik, M. C. 1945. Effect of milling, processing, washing, cooking and storage on thiamine, riboflavin and niacin in rice. Univ. Ark. Bull.
- Kutsky, R. J. 1981. Handbook of Vitamins, Minerals and Hormones. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Lauber, K. 1975. Iodine determination in biological material. Kinetic measurement of the catalytic activity of iodine. Analytical Chemistry. 47(4): 769-771.
- Mahesh, D. L., Deosthale, Y. G., and Narasinga Rao, B. S. 1992. A sensitive kinetic assay for the determining of iodine in foodstuffs. Food Chemistry. 43: 51-56.
- Malakar, M. C., and Bannerjee, S. 1959. Effect of cooking with different volume of water on the loss of nutrient and digestibility of rice in vitro. Res. 24: 751-756.
- Marder, P., Jirina, S., and Eva, C. 1996. Combination of classical dry ashing with stripping voltammetry in trace element analysis of biological materials: review of literature published after 1978. Talanta. 43: 521-534.
- Marshall, W. E., and Wadsworth, J. I. 1994. Rice: Science and Technology. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker.
- Martha, W. ed. 1983. The Merck Index an Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 10<sup>th</sup> ed. New Jersey: Merck and Co., Inc.
- McDowell, L. R. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. San Diego: Academic Press.
- Misaki, M., and Yasumatsu, K. 1985. Rice enrichment and fortification. In B.O. Juliano (ed.), Rice: Chemistry and Technology. pp. 389-401. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

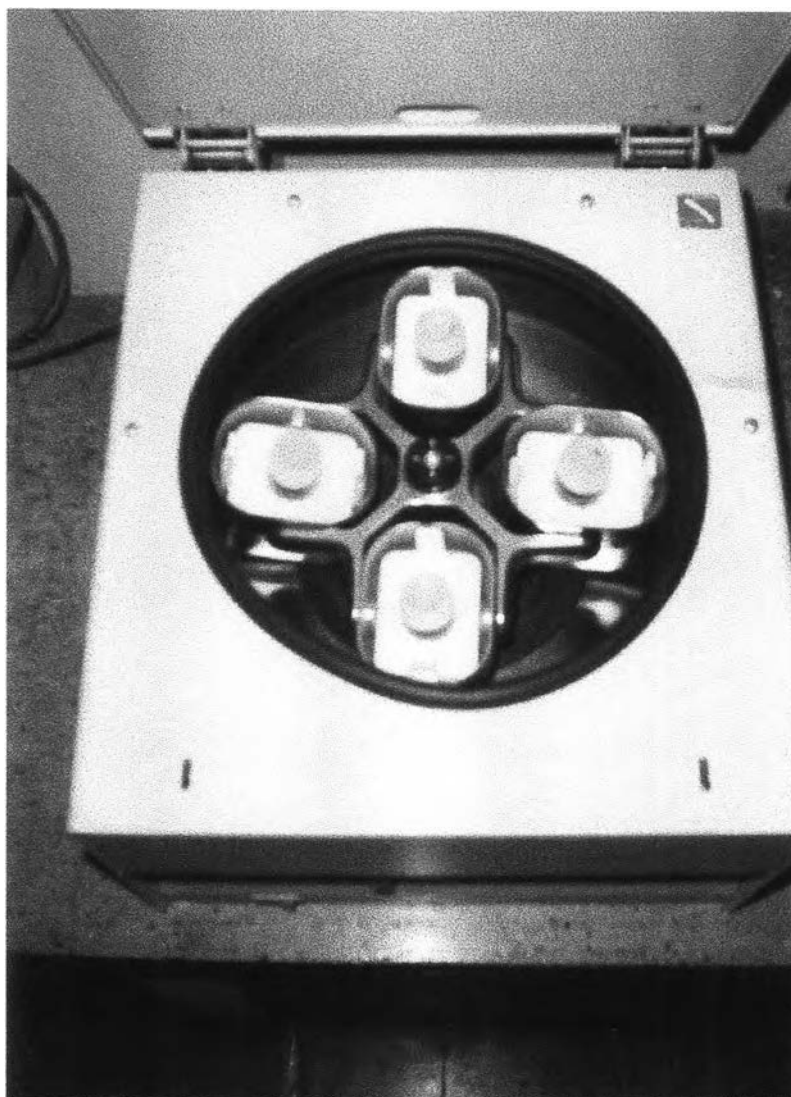
- Mosse, J., Huet, J. C., and Baudet, J. 1988. The amino acid composition of rice grain as a function of nitrogen content as compared with other cereal: A reappraisal of rice chemical scores. J.Cereal Sci. 8(2): 165.
- Moxon, R. E. D., and Dixon, E. J. 1980. Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. Analyst. 105: 344-352.
- Orten, J. M., and Neuhaus, O. W. 1975. Human Biochemistry. 9<sup>th</sup> ed. New York: C.V. Mosby.
- Osman, E. 1972. Starch and other polysaccharides. In C. Pauline (eds.), Food Theory and Applications, pp. 151-512. New York: John Wiley and Sons.
- Ott, D. B. 1988. The effect of packaging on vitamin stability in cereal grain products. J.Food Composition Anal. 1(2): 166-177.
- Peil, A., Fred, B., Chokyun, R., and Robert, L. 1982. Retention of micronutrients by polymer coatings used to fortify rice. J. Food Sci. 47: 260-262.
- Perez, C. M., Juliano, B. O., Liboon, S. P., Alcantara, J. M., and Cassman, K. G. 1996. Effect of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice. Cereal Chem. 73(5): 556.
- Pomeranz, Y. 1987. Modern Cereal Science and Technology. New York: VCH.
- Pratama, F., Wormell, P., and Chesterman, C. F. 1997. Thiamin Fortification of instant fried-rice. ASEAN Food J. 12: 8-14.
- Ranganathan, S., and Reddy, V. 1995. Human requirements of iodine and safe use of iodised salt. Indian J. Med. Res. 102: 227-232.
- Ranganathan, S., Reddy, V., and Ramamoorthy, P. 1996. Large-scale production of salt fortified with iodine and iron. Food and Nutrition Bulletin. 17: 73-78.
- Reddy, K. R., Subramanian, R., Zakiuddin Ali, S., and Bhattacharya, K. R. 1994. Viscoelastic properties of rice-floyr pastes and their relationship to amylose content and rice quality. Cereal Chem. 71(6): 548.
- Robin, J. P., Mercier, C., Charbonniere, R., and Guibot, J. A. 1974. Lintnerized starches, gel filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. Cereal Chem. 51:389.
- Rosenfeld, L. 2000. Discovery and early uses of iodine. J. of Chem. Edu. 77(8): 984-987.

- Sanders, J. P. M. 1996. Starch manufacturing in the world. Advanced Post Academic Course on Tapioca Starch Technology. Jan. 22-26 and Feb. 19-23. AIT center, Bangkok.
- Smith, P. S. 1982. Starch derivatives and their use in food, In D. R. Lineback and G. E. Inglett (eds.). Food Carbohydrates. New York: The AVI Publishing.
- Uvin, P. 1994. The state of world hunger. Nutrition Reviews. 52(5): 151-161.
- Vergara, B. S. 1979. A Farmer's Primer on Growing Rice. International Rice Research Institute.
- White, A., Philip, H., and Smith, L. M. 1973. Principles of Biochemistry. 5<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill.

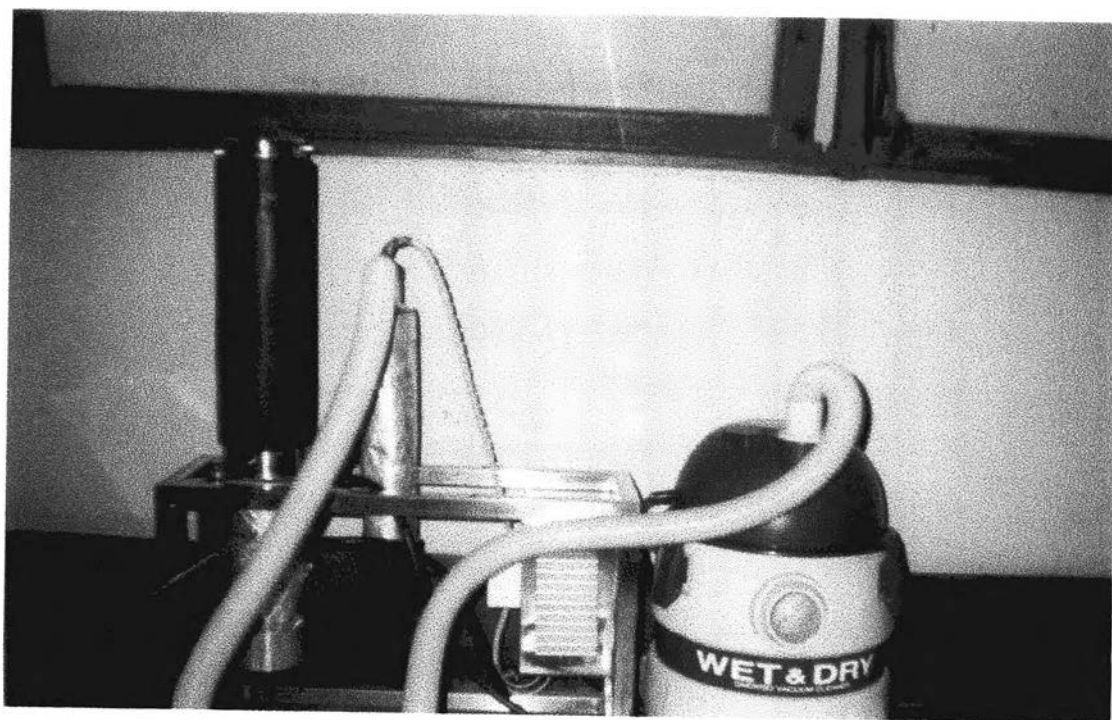


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รูปภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



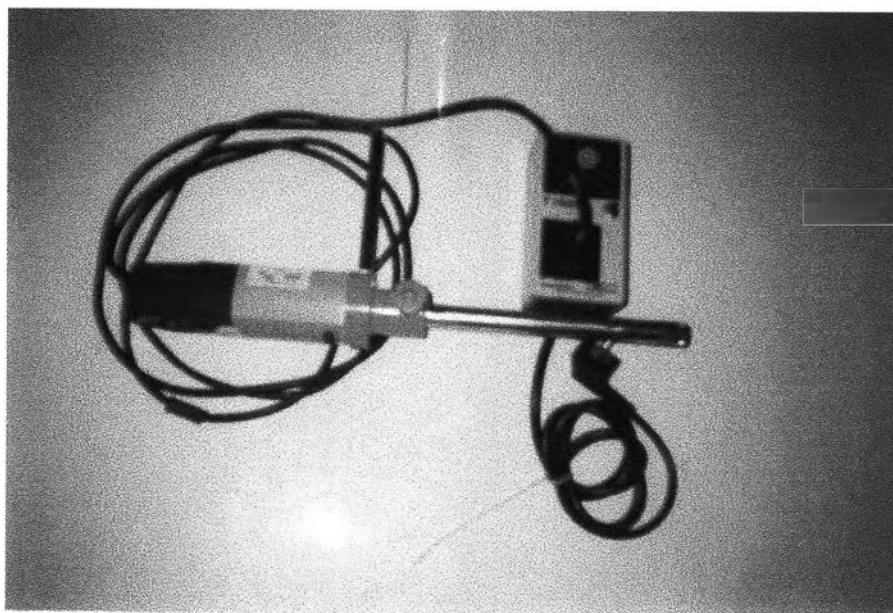
รูปที่ ก.1 เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) KUBOTA 5200



รูปที่ ก.2 เครื่องทำแห้งแบบเป่าด้วยลมร้อน (Fluidized bed dryer)



รูปที่ ก.3 เตาเผา Fisher Scientific Isotemp Muffle furnace



รูปที่ ๓.๔ เครื่องผสม Hand Homogenizer Ystral GmbH-7801

## ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ดัดแปลงจากวิธีของ AACC 44-15A แบบขั้นตอนเดียว (1995) โดยใช้ขนาดของภาชนะอลูมิเนียมต่างจากขนาดที่กำหนดไว้ และเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ออบจาก  $130 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็น  $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส

### อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนของ WTE Binder

### วิธีทดลอง

1. บดเมล็ดข้าว 30-40 กรัม แล้วผสมให้เข้ากัน จากนั้นชั่งมา 2-3 กรัม ให้นำน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียมซึ่งแห้งสนิท โดยนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator จากนั้นชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมเปล่าเก็บไว้
2. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบควบคุมอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที โดยเปิดฝาภาชนะอลูมิเนียม
3. นำตัวอย่างออกจากตู้อบ ปิดฝาภาชนะอลูมิเนียม ทิ้งให้เย็นใน desiccator เป็นเวลา 60 นาที
4. ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง
5. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบต่ออีก 60 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยให้มีค่าความชื้นมีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 0.2
6. ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง แล้วห้กลับด้วยน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมเปล่า จะได้น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ
7. คำนวณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}\} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

## ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน

ดัดแปลงจากวิธีของ Moxon และ Dixon (1980)

### หลักการ

เมื่อนำตัวอย่างข้าวไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) เพื่อย่อยสารอินทรีย์ (Organic matter) ได้ไอโอดีนอยู่ในส่วนเถ้า ทำการสกัดไอโอดีนออกจากเถ้าด้วยน้ำ และนำไปทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนโดยอาศัยหลักการที่ว่า ไอโอดีนจะเร่งปฏิกิริยาการทำลายไทโอไซยาเนตโดยไนไตรท์ ซึ่งเป็นผลให้สีของ Iron (III) thiocyanate ลดลง

### อุปกรณ์

1. เตาเผา (Fisher Scientific Isotemp Muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain crucibles) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร

### พร้อมฝาปิด

3. เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge, KUBOTA 5200)
4. เครื่องผสมสารเคมี (Thermolyne type 37600 Mixer)
5. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย (UV-Visible 240 Shimadzu Spectrophotometer)

### สารเคมีที่ใช้และการเตรียม

1. สารละลายโปตัสเซียมคาร์บอเนต ( $K_2CO_3$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเตรียมโดย ละลายโปตัสเซียมคาร์บอเนต 30 กรัม ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิเมตร
2. สารละลายซิงค์ซัลเฟต ( $ZnSO_4$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเตรียมโดย ละลายซิงค์ซัลเฟต 10 กรัม ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิเมตร
3. สารละลายโปตัสเซียมไทโอไซยาเนต ( $KSCN$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 0.023 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยละลายโปตัสเซียมไทโอไซยาเนต 0.23 กรัม ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. สารละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) ความเข้มข้นร้อยละ 2.07 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยละลายโซเดียมไนไตรท์ 2.07 กรัม ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 วัน

5. สารละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต ( $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) เตรียมโดยละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต 77 กรัม ด้วยน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) เข้มข้น (ความถ่วงจำเพาะ 1.42) ปริมาตร  $167 \pm 1$  มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร คนสารละลายให้เข้ากัน

#### การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน

1. การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร เตรียมโดยใช้สารปฏิกิริยาไอโอดีนที่อบแห้ง ( $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส) และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น จำนวน 0.5232 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน

2. การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมโดยใช้สารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ที่เตรียมไว้มา 10 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน

3. การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยใช้สารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เตรียมไว้มา 5 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ในขวดสีชาเพื่อป้องกันแสงและไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน

#### การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐานเพื่อใช้เป็น Working Standard

เตรียมโดย ปิเปตสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายปฏิกิริยาคาร์บอนเตตระไฮไดรด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าขวดปรับปริมาตรให้สารละลายเข้ากัน จะได้สารละลายไอโอดีนมีความเข้มข้น 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เก็บไว้ในที่ไม่มีแสง และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน



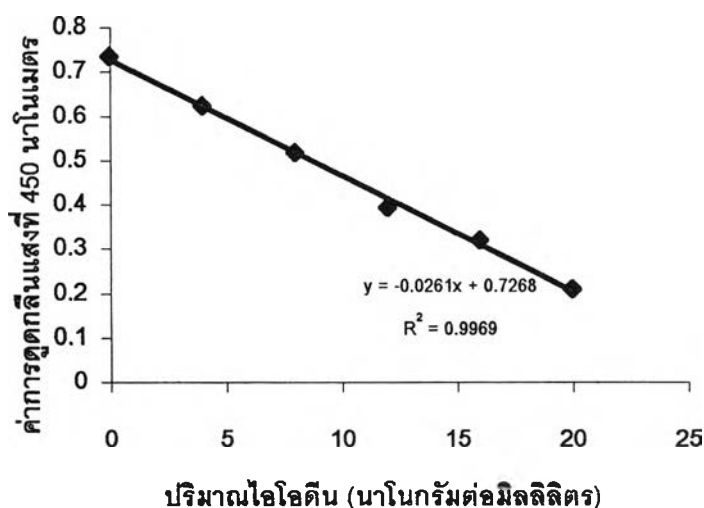
## ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหาร

### ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างอาหาร

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้ว 1 กรัม ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ตัวอย่างอาหารไม่ควรมีไอโอดีนเกิน 1 ไมโครกรัมต่อกรัม) ในถ้วยกระเบื้อง
2. เติมสารละลายโปตัสเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 30 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1 มิลลิลิตร และสารละลายซิงค์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1 มิลลิลิตร ในตัวอย่างอาหาร ใช้แท่งแก้วคนตัวอย่างอาหารให้เข้ากับสารละลาย แล้วใช้น้ำกลั่นปริมาตรน้อยที่สุดล้างสารละลายที่ติดอยู่บนแท่งแก้วลงในถ้วยกระเบื้อง
3. นำตัวอย่างอาหารในถ้วยกระเบื้องเข้าอบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้ง
4. นำตัวอย่างอาหารออกจากตู้อบ แล้วนำไปเผาไล่ควันในตู้ดูดอากาศ จนไม่มีควัน จากนั้นปิดด้วยฝาปิดถ้วยกระเบื้อง นำตัวอย่างอาหารเข้าเตาเผาเริ่มจากอุณหภูมิห้องจนถึง 550 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที เริ่มจับเวลาในการเผาที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที หลังจากนั้น ปิดเตาเผาและปล่อยให้ตัวอย่างไว้ในเตาเผาอีกประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างออกมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
5. เติมซิงค์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1 มิลลิลิตร ในตัวอย่างอาหารที่เผามาแล้ว 1 ครั้ง และใช้แท่งแก้วคนตัวอย่างอาหารให้เข้ากับสารละลาย ล้างสารละลายที่ติดอยู่บนแท่งแก้วลงในถ้วยกระเบื้องด้วยน้ำกลั่นปริมาตรน้อยที่สุด นำตัวอย่างอาหารเข้าอบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส และเผาอีกจนได้เถ้าที่สมบูรณ์
6. นำตัวอย่างเถ้าที่สมบูรณ์ มาล้างด้วยน้ำกลั่นปริมาตร  $50 \pm 0.5$  มิลลิลิตร คนเถ้าให้ละลายในน้ำกลั่นมากที่สุดแล้วเทใส่หลอดสำหรับเหวี่ยงแยกสาร จากนั้นนำสารละลายเถ้าไปเหวี่ยงแยกที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายตัวอย่างไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

## ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำสารละลายส่วนใสด้านบนของสารละลายเก่า สารละลายไอโอดีนมาตรฐาน และสารละลาย Blank มาอย่างละ 4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 1 มิลลิลิตร สารละลายปรัสเซียน้ำไอโซไซยานต 1 มิลลิลิตร และสารละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vertex
2. นำสารละลายแต่ละหลอดมาเติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ หลอดละ 1 มิลลิลิตร โดยเว้นระยะเวลาในการเติมโซเดียมไนไตรท์แต่ละหลอดให้เท่ากันคือ 30 วินาทีต่อการเติมโซเดียมไนไตรท์ในสารละลายแต่ละหลอด เมื่อเติมโซเดียมไนไตรท์แล้วให้ผสมสารละลายและทิ้งไว้ 20 นาที เมื่อครบ 20 นาที ต้องทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละหลอดทันที
3. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร และเว้นระยะเวลาในการอ่านค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแต่ละหลอดให้ห่างกัน 30 วินาที บันทึกค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแต่ละหลอดที่อ่านได้
4. นำค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละครั้งมาทำเป็นกราฟมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ ค.1 และนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายของสารละลายตัวอย่างมาเทียบหาความเข้มข้นของไอโอดีน (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ต่อไป



รูปที่ ค.1 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน (แต่ละจุดในกราฟเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง 2 ครั้ง)

### การคำนวณปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหาร

ปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหาร (ไมโครกรัมต่อ100กรัม) =  $[(C-B) \times 5] / W$

เมื่อ C = ปริมาณไอโอดีนในสารละลายตัวอย่างอาหาร (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร)  
ที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน หรือคำนวณจาก

$$C = [(Y\text{-intercept}) - OD] / \text{slope}$$

Y-intercept = ค่าการดูดกลืนแสงที่จุดตัดแกน Y (ng/ml)

OD = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (ng/ml)

Slope = ผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงในแนวแกน Y

ผลต่างของความเข้มข้นในแนวแกน X

B = ค่าเฉลี่ยปริมาณไอโอดีนในสารละลาย Blank (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร)

5 = ตัวคูณที่ได้จากการใช้น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร (กรัม)

### ข้อแนะนำในการวิเคราะห์ไอโอดีน

1. น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ดังนั้นก่อนจะวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารชนิดใดก็ตาม ควรทราบปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหารนั้นอย่างคร่าวๆก่อน ถ้าไม่ทราบควรลองสูบน้ำหนักตัวอย่างอาหารชนิดนั้นในหลายๆระดับ เพื่อหาน้ำหนักของตัวอย่างที่เหมาะสม และสามารถอ่านค่าการดูดกลืนแสงจากเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงได้

2. น้ำกลั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ ควรเป็นน้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (deionized water) เพื่อลดการรบกวนของประจุต่างๆในสารละลายที่ใช้ และสารละลายตัวอย่างซึ่งมีผลต่อค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างได้

## ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AACC 46-13 (1995) หรือ AOAC 960.25 (1995) และคำนวณปริมาณโปรตีนโดยใช้แฟคเตอร์ 5.95 (Juliano, 1972)

ในการทดลองได้ดัดแปลงการทดลองโดยใช้น้ำหนักตัวอย่างเปลี่ยนจาก 0.01-0.03 กรัม เป็น 1.0 กรัม เปลี่ยนปริมาตรของกรดซัลฟูริก จาก 2 มิลลิลิตรเป็น 25 มิลลิลิตร และใช้สารเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนจาก  $K_2SO_4$   $1.30 \pm 0.05$  กรัม และ  $HgO$   $40 \pm 5$  มิลลิกรัม เป็นสารเร่งปฏิกิริยาสำเร็จรูป คือ Selenium reagent mixture และมีการเติมน้ำกลั่นเปลี่ยนจาก 5 มิลลิลิตรเป็น 30 มิลลิลิตร จากนั้นรองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เปลี่ยนจากปริมาตร 5 มิลลิลิตร เป็น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรที่ใช้ในการกลั่นในการทดลองจะไม่มีการเติม  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  ลงไป และเก็บปริมาตรของสารที่กลั่นออกมาเปลี่ยนจาก 15 มิลลิลิตร เป็น 250 มิลลิลิตร และไม่มีการเจือจางสารที่กลั่นออกมาได้ด้วยน้ำกลั่นอีก 50 มิลลิลิตร

### อุปกรณ์

เครื่องซึ่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit เป็นชุดเครื่องย่อย

Gerhardt Vapodest เป็นชุดเครื่องกลั่น

### สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานกรดเกลือความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร
4. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร
5. สารเร่งปฏิกิริยาสำเร็จรูป (Selenium reagent mixture)
6. เมธิลเรด-โบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ (ประกอบด้วยสารละลายเมธิลเรดร้อยละ 0.2

ในแอลกอฮอล์ และสารละลายโบรโมครีซอลกรีนร้อยละ 0.2 ในแอลกอฮอล์ ผสมกันในอัตราส่วน 5 ต่อ 1)

### วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1.0 กรัม ใส่ใน Kjeldahl tube
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา(Selenium reagent mixture) ประมาณ 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldahltherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อย ดังนี้คือ
  - ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
  - ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างใดเป็นสีฟ้าอ่อน
4. ทิ้งให้ Kjeldahl tube เย็น จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่นลงไป 30 มิลลิลิตร เพื่อละลายตะกอนที่เกิดขึ้น ซึ่งการเติมน้ำกลั่นลงไปเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน จึงต้องทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง
5. รองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด สารละลายที่ได้จะมีสีชมพู
6. ต้อ Kjeldahl tube เข้ากับเครื่อง Vapodest I เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 จนตัวอย่างกลายเป็นสีดำ
7. กลั่นตัวอย่างจนขวดรองรับมีสารละลายปริมาตร 250 มิลลิลิตร
8. หยดกลั่น และนำสารละลายในขวดรองรับมาไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูอ่อน
9. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน(ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาตรกรดเกลือที่ไตเตรท (ml)} \times \text{ความเข้มข้นกรดเกลือ (N)} \times 1.4}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)}}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีนในข้าว (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} \times 5.95$$

ภาคผนวก จ  
วิธีการล้างข้าว

วิธีการล้างข้าว ตามวิธีของ Hettiarachchy และคณะ (1996)

วิธีการ

นำข้าวมาล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน โดยใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เทน้ำทิ้งทันทีที่ล้าง ล้างข้าวซ้ำ 3 ครั้ง นำตัวอย่างข้าวมาทำให้แห้งก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนต่อไป

## ภาคผนวก จ

## แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวเคลือบหุงสุก

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

โปรดพิจารณาคูณลักษณะและประเมินคุณภาพของตัวอย่างข้าวเหนียวหุงสุกแล้วต่อไปนี้ ที่ละตัวอย่าง พร้อมทั้งให้คะแนนคุณลักษณะ และคะแนนการยอมรับรวมของตัวอย่าง ตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	รายละเอียด	รหัสตัวอย่าง _____
สี (5 คะแนน)	สีของข้าวเหนียวสุก - สีเหลืองอ่อน (4-5) - สีเหลืองปานกลาง (2-3) - สีเหลืองเข้ม (1)	
กลิ่น (5 คะแนน)	กลิ่นของข้าวเหนียวสุก - มีกลิ่นปกติตามธรรมชาติของข้าวเหนียวสุก (4-5) - มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย (2-3) - มีกลิ่นแปลกปลอมมาก (1)	
ความเกาะตัว (5 คะแนน)	ความเกาะตัวของข้าวเหนียว - เหนียวเกาะติดกันดี (4-5) - เกาะติดกันปานกลาง (2-3) - ร่วนไม่เกาะติดกัน (1)	
ลักษณะเนื้อสัมผัส (5 คะแนน)	ความนิ่มของข้าวเหนียว - นุ่มพอดี (4-5) - นุ่มจนแฉะ (2-3) - แข็ง (1)	
รสชาติ (5 คะแนน)	รสชาติของข้าวสุก - มีรสชาติปกติของข้าวเหนียวสุก (4-5) - มีรสชาติจืด (2-3) - มีรสชาติผิดปกติ (1)	
ความชอบรวม (7 คะแนน)	- ชอบมาก (7) - ชอบปานกลาง (6) - ชอบเล็กน้อย (5) - บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (4) - ไม่ชอบเล็กน้อย (3) - ไม่ชอบปานกลาง (2) - ไม่ชอบมาก (1)	

ชื่อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

หมายเหตุ \* กรณีที่ท่านรู้สึกว่ามีกลิ่นแปลกปลอมหรือรสชาติผิดปกติ กรุณาระบุกลิ่นและรสชาตินั้นตามความรู้สึกของท่านขอบคุณค่ะ

## แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเจ้าเคลือบหุงสุก

### แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

โปรดพิจารณาคุณลักษณะและประเมินคุณภาพของตัวอย่างข้าวเจ้าหุงสุกแล้วต่อไปนี้ ที่ละตัวอย่าง พร้อมทั้งให้คะแนนคุณลักษณะ และคะแนนการยอมรับรวมของตัวอย่าง ตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	รายละเอียด	รหัสตัวอย่าง _____
สี (5 คะแนน)	สีของข้าวเจ้าสุก - สีขาว (4-5) - สีขาวออกเหลืองปานกลาง (2-3) - สีขาวออกเหลืองเข้ม (1)	
กลิ่น (5 คะแนน)	กลิ่นของข้าวสุก - มีกลิ่นปรกติตามธรรมชาติของข้าวเจ้าสุก (4-5) - มีกลิ่นแปลกปลอม เล็กน้อย (2-3) - มีกลิ่นแปลกปลอม มาก(1)	
ความเกาะตัว (5 คะแนน)	ความเกาะตัวของข้าวสุก - ร่วนไม่เกาะติดกัน (4-5) - เกาะติดกันปานกลาง (2-3) - เหนียวเกาะติดกันมาก (1)	
ลักษณะเนื้อสัมผัส (5 คะแนน)	ความนิ่มของข้าวสุก - นุ่มพอดี (4-5) - นุ่มจนแฉะ (2-3) - แข็ง (1)	
รสชาติ (5 คะแนน)	รสชาติของข้าวสุก - มีรสชาติปรกติของข้าวเจ้าสุก (4-5) - มีรสชาติจืด (2-3) - มีรสชาติผิดปกติ (1)	
ความชอบรวม (7 คะแนน)	- ชอบมาก (7) - ชอบปานกลาง (6) - ชอบเล็กน้อย (5) - บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (4) - ไม่ชอบเล็กน้อย (3) - ไม่ชอบปานกลาง (2) - ไม่ชอบมาก(1)	

ชื่อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

หมายเหตุ \*กรณีที่ท่านรู้สึกว่ามีกลิ่นแปลกปลอมหรือรสชาติผิดปกติ กรุณาระบุกลิ่นและรสชาตินั้นตามความรู้สึกของท่าน



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวชุติมา อัครเสถียร เกิดวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาในปีการศึกษา 2539 และเข้ารับการศึกษต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2540

