

บรรณานุกรม

- กรมการค้าภายใน. (2553). ปริมาณการส่งออกข้าวปี 2553. *วารสารข้าวไทย*, 4(21), 036-037.
- กรมการค้าภายใน. (2545). มาตรฐานข้าวและข้าวหอมมะลิไทย. กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์.
- กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. (1997). ข้าวหอมมะลิไทยและข้าวเจ้า. กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์.
- กรมการค้าต่างประเทศ (2554). ปัญหาข้าวหอมมะลิไทย. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม, 2554, จาก http://www.moc.go.th.ewt_news.php?nid=944&filename_index.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *เทคโนโลยีของแป้ง*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัญญา เชื้อพันธ์. (2545). *คุณภาพข้าวทางกายภาพ*. ใน *คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและอุตสาหกรรม.
- การวิเคราะห์โปรตีน. (2008). *Food Focus Thailand*. หน้า 42-45.
- งามชื่น คงเสรี. (2539). *คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก*. เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรการเก็บรักษาคุณภาพข้าวสารและการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ ฯ. 23 หน้า.
- งามชื่น คงเสรี. (2545). *คุณภาพข้าวสวย*. ใน *คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและอุตสาหกรรม.
- _____. (2547). *คุณภาพข้าวสวย*. ใน *คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและอุตสาหกรรม.
- ธงชัย สุวรรณสิขณณ์ และปิณฑร ฤทธิเรืองเดช. (2552). *การวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพ (Qualitative and quantitative analysis)*. ใน *เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมอาหาร*. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 6-2 ถึง 6-33.
- ผดุงศักดิ์ วานิชขัง. (2535). *การจัดการโรงสีข้าว*. ชลบุรี: ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- _____. (2552). *หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมโรงสีข้าว*. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- มโนวิช เรืองดิษฐ์ และยุทธภูมิ สัมพันธ์รักษ์. (2553). การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในอาหารโดยเทคนิค Dumas combustion. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. หน้า 13-16.
- รณฤทธิ์ ฤทธิธรม. (2552a). *การสร้างระบบ NIR สำหรับการวิเคราะห์ประจำวัน (Establishment of NIR system for Routine Analysis)*. ใน *เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมอาหาร*. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 7-1 ถึง 7-16.

- รณฤทธิ์ ฤทธิธรม. (2552b). การประยุกต์ใช้ NIR ในเมล็ดพืช (*Application of NIR to grains and seed*). ใน เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 8-1 ถึง 8-17.
- สมาคมโรงสีข้าวไทย. (2553). ราคาข้าว. สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน, 2553, จาก <http://www.thairicemiller.com/index.php?option=com>.
- ศุมาพร เกษมสำราญ. (2552). เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2544). การใช้เครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็วในการวัดความหนืดของแป้ง. บริษัท จาร์พาเทคโนโลยี จำกัด.
- _____. (2547). ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. (2552). การปรับแต่งสเปกตรัมก่อนการวิเคราะห์ (*Pretreatment of spectra for analyses*). ใน เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้ในอุตสาหกรรมอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 5-1 ถึง 5-23.
- AACC. (1999). *Amylose content of rice*. Approved Methods of the AACC 61-03. 9ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.
- AACC. (2000a). *Crude protein—Combustion method*. Approved Methods of the AACC 46—30. 10ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.
- AACC. (2000b). *Determination of the pasting properties of rice with Rapid Visco Analyzer*. Approved Methods of the AACC 61—02. 10ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.
- AACC. (2000c). *Moisture content—Air oven method*. Approved Methods of the AACC 44—15A. 10ed. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.
- Aphithanaphong, M. (2004). Rice and its aroma. *Journal of University of the Thai Chamber of Commerce*, 24(2), 36—50.
- Bahmaniar, M.A. & Ranjbar, G.A. (2007). Response of rice (*Oryza sativa* L.) cooking quality properties to nitrogen and potassium application. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(11), 1180—1884.
- Ballabio, D. & Todeschini, R. (2009). *Multivariate classification for qualitative analysis*. In D.A. Sun, *Infrared spectroscopy for food quality analysis and control*. Elsevier Inc.: New York. pp. 83—103.



- Bao, J.S., Cai, Y.Z. & Corke, H. (2001). Prediction of rice starch quality parameters by near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Food Science*, 66(7), 936-939.
- Barker, M. & Rayens, W. (2003). Partial least squares for discrimination. *Journal of Chemometrics*, 17(3), 166-173.
- Barton II, F.E., Windham, W.R., Champagne, E.T. & Lyon, B.G. (1998). Optimal geometrics for the development of rice quality spectroscopic chemometric models. *Cereal Chemistry*, 75, 315-319.
- Barton II, F.E., Himmelsbach, D.S., McClung, A.M. & Champagne, E.T. (2000). Rice quality by spectroscopic analysis: precision of three spectral regions. *Cereal Chemistry*, 77(5), 669-672.
- Bett-Garber, K.L., Champagne, E.T., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S.D. & McKenzie, K.S. (2001). Categorizing rice cultivars based on cluster analysis of amylose content, protein content and sensory attributes. *Cereal Chemistry*, 78(5), 551-558.
- Blakeney, A.B. (1979). *Instron measurement of cooked rice texture*. In Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. IRRI, Los Banos, Laguna Philippines. pp. 343-353.
- Buttery, R.G., Lung, L.C., Juliano, B.O., & Turnbaugh, J.G. (1983). Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 31, 823-826.
- Cagampang, G.B., Perez, C.M., & Juliano, B.O. (1973). A gel consistency test for eating quality of rice. *Journal Science Food and Agricultural*, 24, 1589-1594.
- Champagne, E.T., Bett-Garber, K.L., Grimm, C.C., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S., McKenzie, K.S. & Barton II, F.E. (2001). Near-infrared reflectance analysis for prediction of cooked rice texture. *Cereal Chemistry*, 78(3), 358-362.
- Cheapun, K., S. Wongpiyachon, & N. Kongseree. (2005). *Improving rice grain quality in Thailand*. In K. Toriyama, K.L. Heong and B. Hardy, Rice is life scientific perspectives for the 21st century. Proceeding of the World Rice Research Conference, Tsukuba, Japan.
- Chen, H., Marks, B.P. & Siebenmorgen, T.J. (1997). Quantifying surface lipid content of milled rice via visible/near infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 74(6), 826-831.

- Cho, S.Y., Choi, S.G. & Rhee, C. (1998). Determination of degree of retrogradation of cooked rice by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6, A335–A359.
- Delwiche, S., Bean, M.M., Miller, R.E., Webb, B.D. & Williams, P.C. (1995). Apparent amylose content of milled rice by near-infrared reflectance spectrophotometry. *Cereal Chemistry*, 72(2), 182-187.
- Delwiche, S.R., McKenzie, K.S. & Webb, B.D. (1996). Quality characteristics in rice by near-infrared reflectance analysis of whole-grain milled samples. *Cereal Chemistry*, 73(2), 257-263.
- Gibson, T.S., Solah, V.A. & McCleary, B.V. (1997). A procedure to measure amylose in cereal starch and flours with concanavalin A. *Journal of Cereal Science*, 25: 111-119.
- Gomez, K.A. & Veskosit, P. (1973). Protein content of farm-grown rices in the Philippines and in Thailand. *International Rice Commission Newsletter*. 22(3), 15–20.
- Gravois, K.A. & Webb, B.O. (1997). Inheritance of long grain rice amylograph viscosity characteristics. *Euphytica*, 97(1), 25-29.
- Harushima, Y., Yano, M., Shomura, A., Sato, M., Shimano, T., Kuboki, Y., Yamamoto, T., Lin, S.Y., Antonio, B.A., Parco, A., Kajiya, H., Huang, N., Yamamoto, K., Nagamura, Y., Kurata, N., Khush, G.S. & Sasaki, T. (1998). A high-density rice genetic linkage map with 2275 markers using a single F₂ population. *Genetics*, 148, 479-494.
- Himmelsbach, D.S., Barton-II, F.E., McClung, A.M. & Champagne, E.T. (2001). Protein and apparent amylose content of milled rice by NIR-FT/Raman spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 78(4), 488–492.
- Juliano, B.O., Albano, E.L. & Cagampang, G.B. (1964a). Variability in protein content, amylose content, and alkali digestibility of rice varieties in Asia. *Philippine Agriculturist*, 48, 234-241.
- Juliano, B.O., Cagampang, G.B., Cruz, L.J. & Santiago, R.G. (1964b). Some physicochemical properties of rice in Southeast Asia. *Cereal Chemistry*, 41, 275-286.
- Juliano, B.O., Bautista, G.M., Lugay, J.C. & Reyes, A.C. (1964c). Studies on the physicochemical properties of rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12, 131-138.
- Juliano, B.O. (1971). A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science Today*, 16, 334–338.

- Juliano, B.O. (1972). *Criteria of rice quality*. In Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MM, U.S.A. pp 443-524.
- _____. (1985). *Criteria and tests for rice grain qualities*. In Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MM, U.S.A.
- _____. 1993. **Grain structure, composition and consumer's criteria for quality**. In Rice in human nutrition. Rome, Italy: The international rice research institute and food and agriculture organization of the United Nations.
- _____. (1993). *Grain structure, composition and consumer's criteria for quality*. In Rice in human nutrition. Rome, Italy: The international rice research institute and food and agriculture organization of the United Nations.
- Kawamura, S., Natsuka, M. & Itoh, K. (1997). Determination of undried rough rice constituent content using near-infrared transmission spectroscopy. *Transaction of the ASAE*, 42(3), 813–818.
- Keush, P. (2011). *Test for starch in food: starch-iodine complex*. Retrieved August 3, 2011, from http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/keusch/p29_lbm-e.htm.
- Kim, S.S., Rhyu, M.R., Kim, J.M. & Lee, S.H. (2003). Authentication of rice using near infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 80(3), 346–349.
- Kongseree, N. (2002). *Quality of cooked rice*. In Rice grain quality and identification of mixed rice varieties in Thai Hom Hom Mali rice. Bangkok: The Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Kwon, Y.K. & Cho, R.K. (1998). Identification of rice varieties using near infrared spectroscopy. *Journal Near Infrared Spectroscopy*, 6, A67–A73.
- Leach, H.W., Mc Cowen, L.D. & Schoch, T.J. (1959). Structure of the starch granules. In swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chemistry*, 36, 534–544.
- Li, W.S. & Shaw, J.T. (1997). Determination the fat acidity of rough rice by near infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 74(5), 556–560.
- Lin, L.H., Lu, F.M. & Chang, Y.C. (2006). Development of a near infrared imaging system for determination of rice moisture. *Cereal Chemistry*, 83(5), 498–504.

- Little, R.R., Hilder, G.B. & Dawson, E.H. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chemistry*, 35, 111-126.
- Liu, C.C., Shaw, J.T., Poong, K.Y., Hong, M.C. & Shen, M.L. (2006). Wavelength selection for classifying paddy rice by near-infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 83(4), 335–339.
- Liu, F. & He, Y. (2008). Classification of bands of instant noodles using Vis/NIR spectroscopy and chemometrics. *Food Research International*, 41, 562–567.
- Marshall, W.E. & Wadsworth, J.I. (1993). *Rice science and technology*. Marcel Dekker : New York. pp. 470.
- Meadows, F. & Barton II, F.E. (2002). Determination of rapid visco analyser parameters in rice by near-infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 79(4), 563-566.
- Nakamura, Y., Sakurai, A., Inaba, Y., Kimura, K., Iwasawa, N. & Nagamine, T. (2002). The fine structure of amylopectin in endosperm from Asian cultivated rice can be largely classified into two classes. *Starch/Stärke*, 54, 117-131.
- Natsuga, M. & Kawamura, S. (2006). Visible and near-infrared reflectance spectroscopy for determining physicochemical properties of rice. *Transaction of ASABE*, 49(4), 1069–1070.
- Navasearttavisoot, N. (2004). *Prediction of Thai rice qualities by near infrared spectroscopy*. A thesis in degree of Master of Science in Agro–Industrial Product Development. Department of Product Development, Kasetsart University, Thailand. (in Thai).
- Nicolai, B.M., Beullens, K., Bobelyn, E., Peirs, A., Saeys, W., Theron, K.I. & Lammertyn, J. (2007). Nondestructive measurement of fruit and vegetables quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biology Technology*, 46, 99-108.
- Nishi, A., Nakamura, Y., Tanaka, N. & Satoh, H. (2001). Biochemical and gene analysis of effects of amylose-extender mutation in rice endosperm. *Plant Physiology*, 127, 459-472.
- Ootake, Y. & Kokot, S. (1998a). Discrimination between glutinous and non-glutinous rice by vibrational spectroscopy. I: Comparison of FT–NIR DRIFT, PAS and Raman spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6, 341–249.
- _____. (1998b). Discrimination between glutinous and non-glutinous rice by vibrational spectroscopy. II: Effect of spectral pre-treatment on the

- classification of two types of rice. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6, 251–258.
- Osborne, B.G., Martens, B., Thomson, M. & Fearn, T. (1993). Authentication of Basmati rice using near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 1: 77-83.
- Park, J.K., Kim, S.S. & Kim, O.K. (2001). Effect of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Cereal Chemistry*, 78(2), 151–156.
- Patindol, J., Flowers, A., Kuo, M.-I., Wang, Y.J. & Gealy, D. (2006). Comparison of physicochemical properties and starch structure of red rice and cultivated rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2712–2718.
- Patindol, J., Gu, X. & Wang, Y.J. (2009). Chemometric analysis of the gelatinization and pasting properties of long grain rice starches in relation to fine structure. *Starch/Stärke*, 61, 3–11.
- Patrick, R.M. & Hoskins, F.H. (1974). Protein and amino acid content of rice as affected by application of nitrogen fertilizer. *Cereal Chemistry*, 51, 84–95.
- Perdon, A. A., Siebenmorgen, T.J., Mauromoustakos, A., Griffin, V.K. & Johnson, E.R. (2001). Degree of milling effects on rice pasting properties. *Cereal Chemistry*, 78(2), 205–209.
- Pitiphunpong, S. and Suwannaporn, P. 2009. Physicochemical properties of KDML105 rice cultivar from different cultivated location in Thailand. *Journal of Science and Food Agriculture*, 89(13), 2186–2190.
- Prathepha, P., Daipolmak, V., Samappito, S. & Baimai, V. (2005). An assessment of alkali degradation, waxy protein and their relation to amylose content in Thai rice cultivars. *Science Asia*, 31, 69-75.
- Rinnan, A., NØrgaard, L., Berg, F.V.D., Thygesen, J., Bro, R. & Engelsen, S.B. (2009). *Data pre-processing (pp. 29-48)*. In D.A. Sun, *Infrared spectroscopy for food quality analysis and control*. New York: Elsevier Inc.
- Rittiron, R., Saranwong, S. & Kawano, S. (2004). Useful tips for constructing a near infrared–based quality sorting system for single brown–rice kernels. *Journal Near Infrared Spectroscopy*, 12, 133–139.

- Rittiron, R., Saranwong, S. & Kawano, S. (2005). Detection of variety contamination in milled Japanese rice using a single kernel near infrared technique in transmittance mode. *Journal Near Infrared Spectroscopy*, 13, 19–25.
- Romía, M.B. & Bernàrdez, M.A. (2009). *Multivariate calibration for quantitative analysis*. In D.A. Sun, *Infrared spectroscopy for food quality analysis and control*. Elsevier Inc., New York. pp. 51–79.
- Rossini, K., Verdun, S., Cariou, V., Qannari, E.M. & Fogliatto, F.S. (2011). PLS discriminant analysis applied to conventional sensory profiling data. *Food Quality and Preference*, Paper published In Press.
- Shimizu, N., Katsura, J., Blakeney, A.B., Kimura, T., Yoshizaki, S., Okadome, Hiroshi, Toyoshima, H. & Ohtsubo, K. (1998). Evaluating techniques for rice grain quality using near infrared transmission spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 6, A111–A116.
- Shimizu, N., Yanagisawa, T., Okadome, H., Yoyoshima, H., Andren, H., Kimura, T. & Ohtsubo, K. (2001). Determination of maximum viscosity of milled rice flours using near-infrared transmittance spectroscopy. *Food Science Technology Research*, 7(2), 104–109.
- Shimizu, N., Okadome, H., Yanagisawa, T., Andren, H., Thente, K., Kimura, T. & Ohtsubo, K. (2003). Application of visible/near-infrared transmittance spectroscopy for the improvement of amylose determination accuracy. *Food Science Technology Research*, 9(2), 134–136.
- Sirisoomboon, P., Tanaka, M., Fujita, S. & Kojima, T. (2007). Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 701–707.
- Sohn, M., Barton-Il, F.E, McClung, A.M. & Champagne, E.T. (2004a). Near-infrared spectroscopy for determination of protein and amylose in rice flour through use of derivatives. *Cereal Chemistry*, 81(3), 341–344.
- Sohn, M., Himmelsbach, D.S. & Barton-Il, F.E. (2004b). A comparative study of fourier transform raman and NIR spectroscopic methods for assessment of protein and apparent amylose in rice. *Cereal Chemistry*, 81(4), 429–433.

- Srisawas, W. (2009). *Evaluation of cooked rice texture by near infrared spectroscopy*. Doctoral dissertation No. FB-09-04, Asian Institute of Technology, 2009. Bangkok: Asian Institute of Technology.
- Stermer, R.A., Watson, C.A. & Diseman, E. (1977). Infrared spectra of milled rice. *Transaction ASAE*, 20, 547-549, 557.
- Suwannaporn, P., Pitiphunphong, S. & Champangen, S. (2007). Classification of rice amylose content by discriminant analysis of physicochemical properties. *Starch/Stärke*, 59, 171-177.
- Theanjumol, P., Ripon, S., Karaboon, S., Suwapanit, K., Thanapornpoonpong, S. and Vearasilp, S. 2005. Aromatic Thai rice identification by near infrared reflectance spectroscopy. Conference on International Agricultural Research for Development. Stuttgart-Hohenheim, October 11-13, 2005.
- Tsuchikawa, S. 2007. Sampling techniques. In Ozaki, Y., Fred McClure, W. and Christy, A.A., *Near infrared spectroscopy in food science and technology*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. pp. 145-162.
- Umemoto, T., Yano, M., Satoh, H. & Shomura, A. (2002). Mapping of a gene responsible for the difference in amylopectin structure between japonica-type and indica-type rice varieties. *Theory Apply Genetic*, 104, 1-8.
- Verginia university. (2011). *Chapter 7 carbohydrates*. Retrieved August 3, 2011, from website: <http://www.virginia.edu/Heide/chapter7/chp7.htm>.
- Villareal, C.P., Cruz, N.M.D. & Juliano, B.O. (1994). Rice amylose analysis by near- infrared transmittance spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 71, 292-296.
- Wadsworth, J.K. (1994). *Degree of milling*. In W.E. Marshall and J.I. Wadsworth, *Rice science and technology*. New York: Marcel Dekker. pp. 139-176.
- Wang, H.L., Wan, X.Y., Bi, J.C., Wang, J.K., Jiang, L., Chen, L.M., Zhai, H.Q. & Wan, J.M. (2006). Quantitative analysis of fat content in rice by near-infrared spectroscopy technique. *Cereal Chemistry*, 83(4), 402-406.
- Williams, P., Sobering, D. & Antoniszyn, J. (1998). *Protein testing methods at the Canadian Grain Commission*. pp. 1-14.

- Williams, P. (2007). *Near infrared technology—getting the best out of light: A short course in the practical implementation of near infrared spectroscopy for the user*. PDK Grain, Nanaimo, British Columbia, and Winnipeg, Manitoba.
- Williams, P. & Norris, K. (2001). *Near infrared technology in the agricultural and food industries*. Second ed. American Association of Cereal Chemist, Minnesota, USA.
- Windham, W., Lyon, B.G., Champagne, E.T., Barton, F.E. II., Webb, B.D., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S. & McKenzie, K.S. (1997). Prediction of cooked rice texture quality using near infrared reflectance analysis of whole grain milled samples. *Cereal Chemistry*, 74, 626–632.
- Workmand, J. & Weyer, L. (2008). *Practical guide to interpretive near-infrared spectroscopy*. New York: CRC Press.
- Wu, J.G. & Shi, C.H. (2004). Prediction of grain weight, brown rice weight and amylose content in single rice grains using near infrared reflectance spectroscopy. *Field Crops Research*, 87, 13–21.
- _____. (2007). Calibration model optimization for rice cooking characteristics by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Food Chemistry*, 103, 1054–1061.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส ด้วยวิธี AACC (1999)

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส ด้วยวิธี AACC (1999)

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายไซโตเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มัล
ไซโตเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 80 กรัม ละลายในน้ำกลั่น จำนวน 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร
2. สารละลายกรดกลูเซียมอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล
ละลายกรดกลูเซียมอะซิติก ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น จำนวน 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร
3. สารละลายไอโอดีน
ซังไอโอดีน จำนวน 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ จำนวน 2.000 กรัม ละลายในน้ำกลั่น จำนวน 80 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรสีชาขนาด 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง หรือจนไอโอดีนละลายหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งแป้งข้าวสารที่สกัดไขมันแล้ว จำนวน 150 มิลลิกรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ
2. ปิเปตสารละลายไซโตเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 นอร์มัล จำนวน 9 มิลลิลิตร ปั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก นาน 10 นาที ให้เป็นน้ำแป้ง แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด นาน 10 นาที เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ปิเปตสารละลายแป้ง ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตรชุดใหม่ เติมน้ำกลั่น จำนวน 50 มิลลิลิตร ปิเปตกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร แล้วปิเปตสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ นาน 10 นาที
4. วัดความเข้มของสีของสารละลายด้วยเครื่องสเปกโตรสโคปที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยอ่านค่าเป็นแอบซอร์เบ้นซ์ (Absorbance) หลังปรับเครื่องสเปกโตรสโคปด้วยแบลงค์ (Blank) ให้ได้ค่าแอบซอร์เบ้นซ์เท่ากับ 0 (ศูนย์)
5. สำหรับการทำให้แบลงค์ให้ทำเช่นเดียวกับวิธีดังกล่าวข้างต้น แต่ไม่ใช่ตัวอย่าง โดยเติมสารละลายกรดกลูเซียมอะซิติก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร และนำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เช่นเดียวกัน
6. การทำกราฟมาตรฐาน ในการทดลองนี้จะใช้สารละลายผสมระหว่างโพแทโทแอมิโลสมาตรฐานกับแอมิโลเพคตินในอัตราส่วนแตกต่างกัน (แสดงดังตารางภาคผนวกที่ 1) จากนั้นนำสารละลายผสมมาทำการทดลองเช่นเดียวกับการเตรียมสารละลายตัวอย่างและวัดค่าการดูดกลืนแสง จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายผสมมาสร้างกราฟมาตรฐานกับค่าปริมาณแอมิโลส (0,

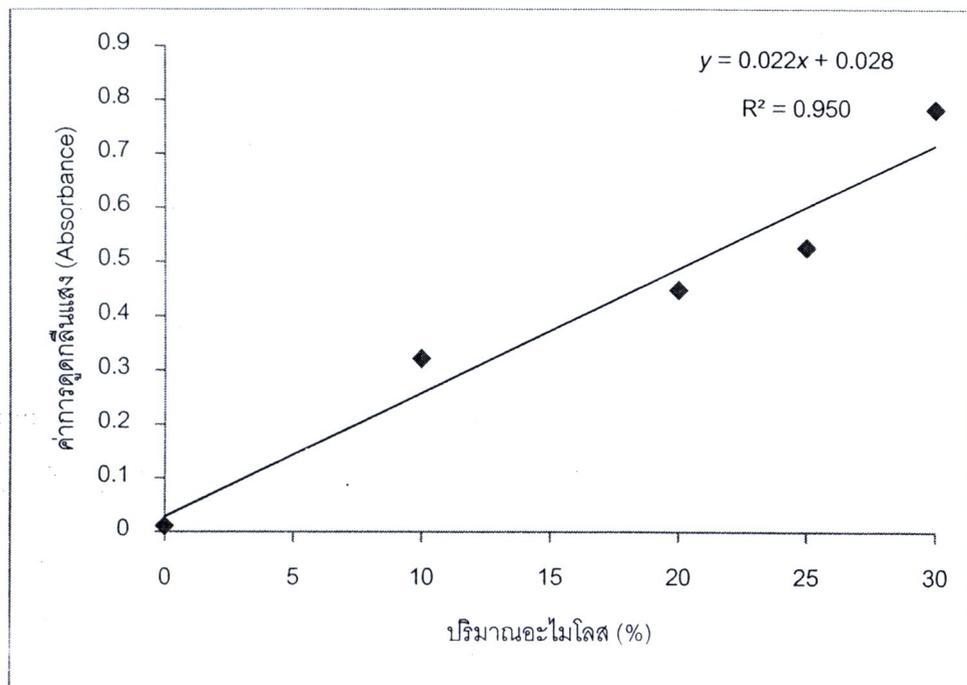
10, 20, 25 และ 30%) แสดงดังภาพภาคผนวกที่ 1 จากนั้นจึงนำค่าแอมซอร์แบนซ์ของแต่ละตัวอย่างมาเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณหาค่าปริมาณแอมิโลสตามสูตรของ Phil Williams (Personal contact)

$$AAC_{WBR} (\%) = \frac{AAC_{FL} \times (100 - MC_{WBR})}{100 - MC_{FL}}$$

เมื่อ	AAC_{WBR}	คือ	ปริมาณแอมิโลสของข้าวสารเต็มเมล็ด (%)
	AAC_{FL}	คือ	ปริมาณแอมิโลสของแป้งข้าว (%)
	MC_{WBR}	คือ	ปริมาณความชื้นของข้าวสารเต็มเมล็ด (%)
	MC_{FL}	คือ	ปริมาณความชื้นของแป้งข้าว (%)

ตารางภาคผนวกที่ 1 อัตราส่วนความเข้มข้นของแอมิโลสและแอมิโลเพกติน

ปริมาณแอมิโลส (%, มาตรฐานแห้ง)	อัตราส่วนของสารละลายผสม		
	แอมิโลส (1 มก./มล.)	แอมิโลเพกติน (1 มก./มล.)	0.09 N NaOH
0	0.0	7.0	3
10	1.0	6.0	3
20	2.0	5.0	3
25	2.5	4.5	3
30	3.0	4.0	3



ภาพผนวกที่ 1 กราฟความเข้มข้นของแอมิโลสมาตรฐาน

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี AACC (2000a)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี AACC (2000a)

1. ชั่งสาร Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) จำนวน 100 มิลลิกรัม นำมาอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C นาน 24 ชั่วโมง และนำมาทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์
2. ทำการแคลิเบรทเครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดด้วยแบลงค์ จำนวน 8 ครั้ง จากนั้นนำ EDTA ซึ่งเป็นสารมาตรฐานที่ทราบปริมาณคาร์บอน (Carbon) และไนโตรเจน (Nitrogen) ที่แน่นอน มาทำการแคลิเบรทเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์ตัวอย่างแบ่งซ้ำวอลุ่ม
3. ชั่งน้ำหนักแบ่งข้าวสาร จำนวน 250 มิลลิกรัม ใส่ในแผ่นดีบุกบาง (Tin foil) ท่อเป็นแคปซูลเล็ก ๆ และนำไปใส่ในเครื่องสุ่มตัวอย่างอัตโนมัติ (Autosampler) จากนั้นแคปซูลของตัวอย่างข้างต้นจะถูกนำไปหย่อนลงในหลอดเผาไหม้ (combustion tube) ที่ทำจากควอทซ์หรือเหล็กกล้าซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 1,020°C ภายใต้บรรยากาศแก๊สฮีเลียมซึ่งไหลผ่านตลอดเวลา จากนั้นจึงนำแก๊สออกซิเจนผ่านเข้ามา ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับดีบุกได้ SnO₂ พร้อมกับคายความร้อนออกมาทำให้อุณหภูมิสูงถึง 1,800°C ซึ่งช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น คาร์บอนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น CO₂ และไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปเป็น N₂ และออกไซด์อื่น ๆ ของไนโตรเจน ซึ่งจะให้ผลผลิตเป็นแก๊สผสม N₂, NO_x, H₂O, O₂ และ CO₂ ซึ่งจะถูกพาโดยแก๊สฮีเลียมไหลผ่านหลอดที่มีหลอดทองแดงตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ บรรจุอยู่ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 650°C จะทำให้ NO_x เปลี่ยนไปเป็น N₂ และเกิด CuO ขึ้น จากนั้นจะผ่านไปยังคอลัมน์ที่บรรจุด้วยใยลวดเงิน (silver wool) ซึ่งใช้จับแก๊สของธาตุซัลเฟอร์และเฮไลด์ต่าง ๆ และแยก CO₂ และ N₂ โดยใช้ chromatographic column (Porapak QS) โดยจะให้ N₂ ถูกพาออกมาก่อน CO₂ ซึ่งจะตรวจวัดได้โดย thermal conductivity detector (TCD)
4. ทำการตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องด้วยสารมาตรฐาน EDTA หลังจากวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของแบ่งข้าวสาร ทุก ๆ 20 ตัวอย่าง
5. การคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด จะทำได้โดยเทียบกับการวิเคราะห์สารมาตรฐานที่ทราบปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนที่แน่นอน
6. การคำนวณหาปริมาณโปรตีนทำได้โดยนำค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์มาคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ 5.95

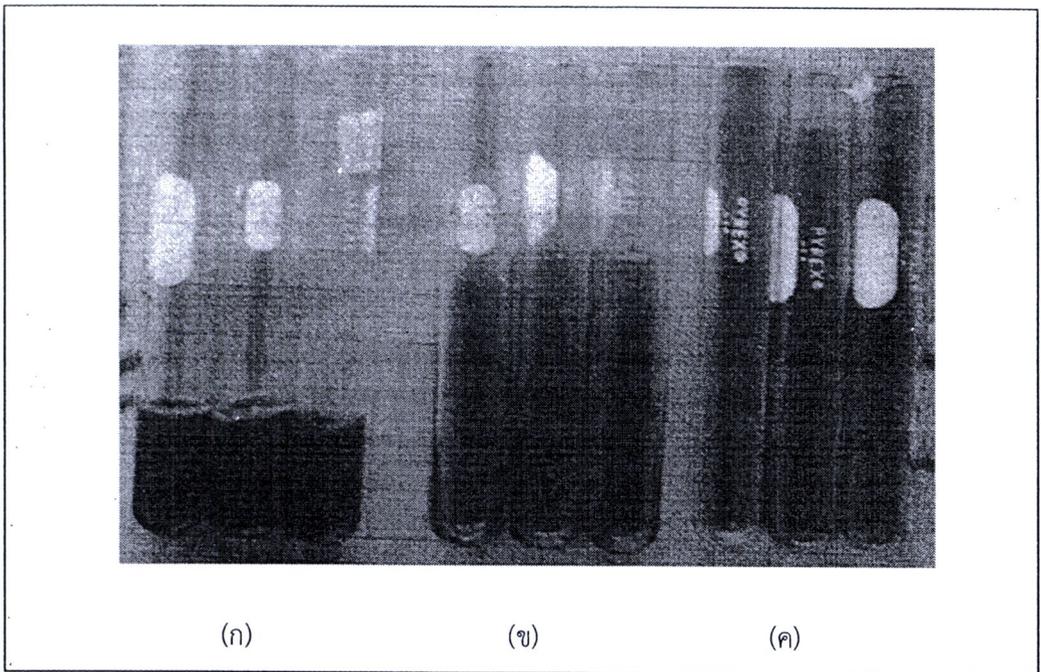
ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่าความคงตัวของเจล ตามวิธีของ Cagampang *et al.* (1973)

การวิเคราะห์ค่าความคงตัวของเจล

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งแป้งข้าวสาร จำนวน 100 ± 1 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ปิเปตเอทานอล 95% ที่มีส่วนผสมของสารบรอมโทมอลบูลู 0.025% จำนวน 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนเขย่า ปิดหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว
3. นำหลอดทดลองดังกล่าวไปต้มในน้ำเดือด นาน 8 นาที และนำไปทำให้เย็นในน้ำแข็ง นาน 20 นาที
4. จากนั้นนำหลอดทดลองไปวางบนกระดาษกราฟ นาน 1 ชั่วโมง เพื่อวัดอัตราการไหลของเจลแบ่งในหลอดทดลอง (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) เปรียบเทียบลักษณะเจลมาตรฐาน 3 แบบ คือ เจลนุ่ม (ความยาวของเจลแบ่ง 61-100 มิลลิเมตร) เจลนุ่มปานกลาง (ความยาวเจลแบ่ง 41-60 มิลลิเมตร) และเจลแข็ง (ความยาวของเจลแบ่ง 26-40 มิลลิเมตร) แสดงดังภาพผนวกที่ 2



ภาพภาคผนวกที่ 2 ความคงตัวของเจลแป้งข้าว (ก) เจลแข็ง (ข) เจลนุ่มปานกลาง และ (ค) เจลนุ่ม

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง ตามวิธีของ Little *et al.* (1958)

การวิเคราะห์ค่าการสลายเมล็ดข้าวในต่าง

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 เตรียม Working solution โดยตรง ชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 19.54 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้เดือดแล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

1.2 เตรียม Working solution จาก Stock solution

1.2.1 ชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 588.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้เดือด แล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้เป็น Stock solution สำหรับเจือจางต่อไป

1.2.2 นำ Stock solution จาก 1.2.1 ปริมาตร 33 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร สำหรับใช้เป็น Working solution

2. การหาความเข้มข้นของสารละลาย Working solution

2.1 ออบสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลทที่อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์

2.2 ชั่งสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท จำนวน 0.5000 กรัม โดยอ่านให้ได้น้ำหนักที่แท้จริง

2.3 ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลทในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟธาลีนเข้มข้น 1% ลงไป 3 หยด ไทเทรตกับสารละลาย Working solution จนสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของ Working solution ที่ใช้ไปเป็นมิลลิลิตร

2.4 ทำแบลงค์ตามวิธีการเดียวกับข้อ 2.3 โดยไม่ใช้สารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท

2.5 คำนวณหาความเข้มข้นของ Working solution ดังนี้

$$\text{โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (\%)} = \frac{P}{204.23} \times \frac{56.109}{V - B} \times 100$$

เมื่อ V = ปริมาตรของ Working solution ที่ใช้ในการไทเทรตกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของ Working solution ที่ใช้ในการไทเทรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

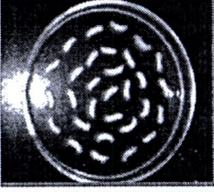
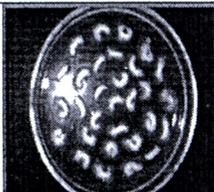
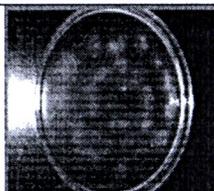
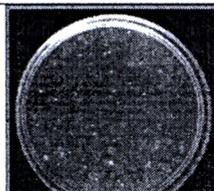
P = น้ำหนักของสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท (กรัม)

วิธีการวิเคราะห์

1. สุ่มเมล็ดข้าวสารเต็มเมล็ด จำนวน 100 เมล็ด แบ่งใส่จานเพาะเชื้อ (Petri dish) จำนวน 4 จาน ๆ ละ 25 เมล็ด แล้ววางบนพื้นราบสีดำ
2. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในจานเพาะเชื้อประมาณจานละ 100 มิลลิลิตร ให้เมล็ดข้าวทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย และให้แต่ละเมล็ดอยู่ห่างกันพอสมควรแล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้อยู่กับที่ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ขยับจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 23 ชั่วโมง
3. ตรวจสอบเมล็ดข้าวโดยพิจารณาการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายต่างแต่ละเมล็ดตามลักษณะการสลาย ดังตารางภาคผนวกที่ 2
4. การวินิจฉัย เมล็ดข้าวที่มีระดับการสลายตั้งแต่ระดับ 1 ถึงระดับ 5 เป็นเมล็ดข้าวที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิไทย

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

1.7%

ระดับ	การสลายของเมล็ดข้าว	ลักษณะการสลายของเมล็ดข้าว	อุณหภูมิการเกิดเจลลิตินเซน
1		ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลง	สูง
2		เมล็ดข้าวพองตัว	สูง
3		เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมา บางส่วนของเมล็ดข้าว	สูง
4		เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมา รอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง	ปานกลาง
5		ผิวของเมล็ดข้าวปริทงขวางหรือทงยาวและ มีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณ กว้าง	ปานกลาง
6		เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด มีลักษณะ เป็นเมือกชุ่มขาว	ต่ำ
7		เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดและมี ลักษณะเป็นเมือกใส	ต่ำ

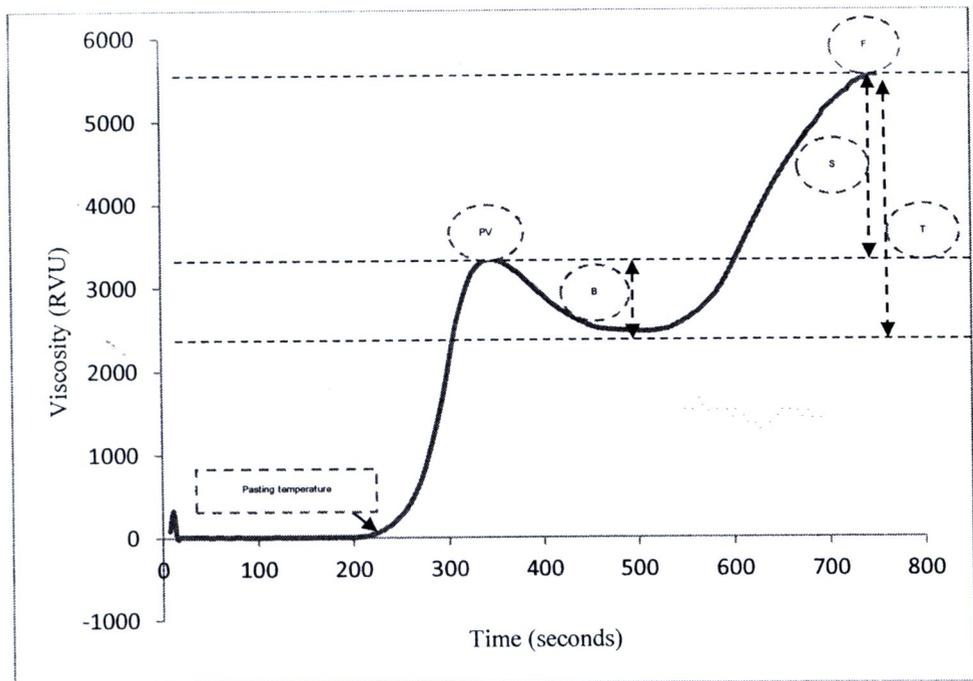
ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวด้วยเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็ว ด้วยวิธี AACC
(2000b)

การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวด้วยเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็ว

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักแป้งข้าวสาร จำนวน 3 ± 0.01 กรัม ที่ความชื้น 14% (น้ำหนักเปียก) จากนั้นเปิดน้ำกลั่น จำนวน 25 ± 0.10 มิลลิลิตร ใส่ลงในกระบอกอลูมิเนียมของเครื่อง
2. นำแป้งตัวอย่างที่ชั่งไว้เทใส่กระบอกอลูมิเนียม กวนแป้งให้ละลายเข้ากับน้ำ เมื่อเตรียมตัวอย่างเสร็จแล้ว นำกระบอกอลูมิเนียมที่มีน้ำแป้งใส่ใบกวนเข้าที่เครื่อง RVA จากนั้นกดกระบอกตัวอย่างน้ำแป้งลงในช่องรับของเครื่อง RVA เครื่องทำงานอัตโนมัติโดยรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 50°C แล้วให้ความร้อนด้วยอัตราประมาณ 12°C ต่อนาที จนได้อุณหภูมิที่ 95°C ทิ้งให้อยู่ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 2 นาที ให้ความเย็นด้วยอัตราประมาณ 12°C ต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิตั้งที่ 50°C หรือต่ำกว่านี้ นาน 2 นาที ลักษณะกราฟ RVA ของน้ำแป้ง แสดงดังภาพภาคผนวกที่ 3



ภาพภาคผนวกที่ 3 กราฟ RVA ที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของน้ำแป้งของข้าวสาร

ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ปรากฏบนกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของน้ำแป้งด้วยเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็ว มีรายละเอียดดังนี้

อุณหภูมิแป้งสุก (Pasting temperature) คือ อุณหภูมิที่ความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ใน 20 วินาที และทำให้แป้งเริ่มพองตัวกลางเป็นเจล มีหน่วยเป็น $^{\circ}\text{C}$

ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) คือ ความสามารถในการพองตัวของผลึกแป้งในระหว่างต้มที่ 95°C มีหน่วยเป็น RVU

ความหนืดต่ำสุด (Holding strength) คือ ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น มีหน่วยเป็น RVU

การแตกตัวของแป้งสุก (Breakdown) คือ ผลต่างของความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU

ความคงตัวของแป้งสุก (Setback or Consistency) คือ ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุดมีหน่วยเป็น RVU ใช้คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงความแข็งของข้าวสุกเมื่อเย็นตัวลง

ความหนืดสุดท้ายของแป้งสุก (Final viscosity) คือ ความสามารถในการพองตัวของผลึกแป้งในระหว่างต้มที่ 50°C มีหน่วยเป็น RVU ใช้คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงความพองตัวของเมล็ดข้าวเมื่อหุงสุก

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี AACC (2000c)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

1. อบถั่วยอลูมิเนียมพร้อมฝานในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130°C นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน
2. จากนั้นชั่งตัวอย่างข่าวสารที่ผ่านการบดอย่างหยาบด้วยเครื่องบดเมล็ดข้าว จำนวน 5 กรัม ในถั่วยอลูมิเนียม นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 130°C นาน 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \left[\frac{(B-C)}{(B-A)} \right] \times 100$$

โดยที่ A คือ น้ำหนักถั่วยอลูมิเนียมพร้อมฝาน

B คือ น้ำหนักถั่วยอลูมิเนียมพร้อมฝานและข้าวบดก่อนอบ

C คือ น้ำหนักถั่วยอลูมิเนียมพร้อมฝานและข้าวบดหลังอบ

ภาคผนวก ช

การสร้างสมการทำนายคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารที่จำนวนคลื่นและวิธีการปรับแต่ง
สเปคตรัมที่แตกต่างกัน

ตารางภาคผนวกที่ 3 สรุปการสร้างสมการทำนายคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารที่
จำนวนคลื่นและวิธีการปรับแต่งสเปกตรัมที่แตกต่างกัน

Spectra pre-processing	Wavenumbers (cm^{-1})	PC	Calibration		Validation		Bias	RPD
			RMSEC	R^2_{cal}	RMSEP	r^2_{val}		
ปริมาณโปรตีน								
Original	10,000–4,000	14	1.06	0.94	1.60	0.87	0.02	2.56
MSC		7	1.01	0.95	1.64	0.87	0.10	2.58
SNV		11	1.36	0.91	1.78	0.85	0.52	2.38
Sav.Gol_2nd deriv		8	1.47	0.89	2.36	0.74	0.17	1.79
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		8	1.31	0.91	2.10	0.79	0.12	1.75
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		8	1.29	0.92	2.07	0.80	0.12	1.73
ปริมาณแอมิโลส								
Original	10,000–4,000	4	1.01	0.89	1.17	0.86	-0.16	2.20
MSC		5	1.17	0.85	1.58	0.74	0.00	1.63
SNV		5	1.17	0.85	1.63	0.71	0.00	1.58
Sav.Gol_2nd deriv		5	0.81	0.93	1.68	0.70	-0.18	1.53
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.96	0.90	1.67	0.73	-0.11	1.54
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.96	0.90	1.70	0.70	-0.11	1.51
Original	8,620–5,128	3	1.02	0.89	1.14	0.88	-0.15	2.26
MSC		3	1.31	0.82	1.59	0.73	-0.00	1.62
SNV		6	1.12	0.87	1.52	0.76	-0.09	1.69
Sav.Gol_2nd deriv		5	0.96	0.90	1.74	0.70	-0.19	1.45
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.88	0.92	1.64	0.73	-0.22	1.57
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.85	0.92	1.70	0.70	-0.22	1.57
Original	7,142–4,012	3	1.03	0.86	1.15	0.85	-0.15	2.24
MSC		5	1.24	0.83	1.65	0.71	-0.04	1.56
SNV		4	1.28	0.82	1.62	0.74	-0.05	0.06
Sav.Gol_2nd deriv		5	1.10	0.87	1.83	0.61	-0.12	1.41
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		3	1.45	0.77	1.81	0.65	-0.16	1.42
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		3	1.45	0.77	1.77	0.67	-0.16	1.42
ค่าความคงตัวของเจล								
Original	10,000–4,000	6	2.79	0.91	3.60	0.84	-0.18	2.14
MSC		6	2.98	0.89	3.83	0.82	-0.30	2.02
SNV		6	2.98	0.89	3.70	0.82	-0.31	2.09
Sav.Gol_2nd deriv		5	2.03	0.95	3.29	0.88	0.11	2.35
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		5	2.00	0.95	3.30	0.88	0.09	2.34
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	2.01	0.95	3.20	0.88	0.08	2.41
ค่าการสลายเมล็ดข้าวในสารละลายต่าง								
Original	10,000–4,000	3	0.56	0.86	0.63	0.82	0.06	2.01
MSC		6	0.44	0.91	0.52	0.86	0.14	2.43
SNV		5	0.46	0.90	0.53	0.88	0.11	2.39
Sav.Gol_2nd deriv		5	0.43	0.92	0.68	0.81	0.14	1.86
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.39	0.93	0.55	0.87	0.14	2.30
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	0.39	0.93	0.56	0.86	0.14	2.26

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

Spectra pre-processing	Wavenumbers (cm^{-1})	PC	Calibration		Validation		Bias	RPD
			RMSEC	R^2_{cal}	RMSEP	r^2_{val}		
ค่าความหนืดสูงสุด								
Original	10,000–4,000	1	190	0.81	201	0.81	6.48	1.86
MSC		7	147	0.89	209	0.78	4.22	1.79
SNV		7	147	0.89	220	0.79	4.04	1.70
Sav.Gol_2nd deriv		6	61	0.98	218	0.76	10.61	1.72
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		6	59	0.98	220	0.75	8.90	1.70
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		6	59	0.98	217	0.76	8.91	1.72
ค่าการแตกตัวของแป้งสุก								
Original	10,000–4,000	5	88	0.85	106	0.79	-15.64	1.83
MSC		5	97	0.82	118	0.74	-8.48	1.64
SNV		5	97	0.82	119	0.76	-8.50	1.63
Sav.Gol_2nd deriv		5	73	0.90	116	0.74	-10.80	1.67
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		5	62	0.92	112	0.76	-15.50	1.73
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	62	0.93	113	0.77	-15.50	1.74
ค่าความคงตัวของแป้งสุก								
Original	10,000–4,000	6	195	0.92	237	0.89	-43.26	2.68
MSC		7	189	0.92	255	0.87	-24.22	2.57
SNV		5	225	0.89	272	0.85	-21.40	2.41
Sav.Gol_2nd deriv		5	210	0.91	342	0.76	-18.44	1.92
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		4	241	0.88	388	0.69	-3.92	1.69
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	184	0.93	309	0.80	-11.30	2.12
ค่าความหนืดสุดท้าย								
Original	10,000–4,000	1	146	0.87	153	0.86	19.00	2.68
MSC		4	157	0.85	183	0.80	10.11	2.24
SNV		5	149	0.86	179	0.81	9.57	2.29
Sav.Gol_2nd deriv		5	104	0.93	167	0.83	2.85	2.46
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		3	151	0.86	181	0.80	17.00	2.68
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		5	108	0.93	179	0.81	2.69	2.29
ค่าความหนืดสุดท้ายหลังการทำเย็น								
Original	10,000–4,000	1	130	0.80	139	0.78	5.24	1.74
MSC		5	112	0.85	143	0.77	0.28	1.69
SNV		5	111	0.85	141	0.77	0.32	1.72
Sav.Gol_2nd deriv		2	135	0.79	154	0.73	-16.90	1.57
MSC + Sav.Gol_2nd deriv		4	111	0.85	144	0.77	-8.67	1.68
SNV + Sav.Gol_2nd deriv		4	111	0.85	144	0.76	-8.67	1.68



