

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กมลทิพย์ มั่นภักดี. 2542. การดัดแปรสตาบิลไนเป้งข้าวเพื่อทำแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอดแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- กมลวรรณ อิศราคาร. 2548. ผลของการเติมสตาบิลไนเป้งและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัลยาณี ดีประเสริฐวงศ์. 2539. แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทก๋วยเตี๋ยว. เอกสารวิชาการกองควบคุมอาหาร. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี.
- งามชื่น คงเสรี. 2541. การพัฒนาและการยกระดับอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด. เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรม. ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ. วันที่ 26-28 มีนาคม 2541.
- ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชัญย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2535. ธัญชาติและพืชหัว. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนกร โรจนกร. 2538. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การถนอมอาหารโดยวิธีแช่เยือกแข็ง. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัชรี เนตรน้อย. 2538. การผลิตแป้งก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- พิมพ์เพ็ญ ธิพร. 2533. ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังผสมแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

- มณีรัตน์ จงสุขกิจพานิช. 2538. ก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- รัชณี ศรีวรรณวิทย์. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกุ้งสำเร็จรูปแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- วรัญญา โชติช่วง. 2542. การผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- วไลลักษณ์ พัฒนमुख. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งสำหรับเด็กวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2541. คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่. กรุงเทพมหานคร: สถาบันคั้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิรินทรา บุญสำเร็จ. 2544. ผลของกระบวนการแช่เยือกแข็งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยวิธีแบบลมพ่นและแบบไครโอจินิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- สมจิต ประภาเลิศศรีศรี. 2539. ผลของการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- ลายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2539. กระบวนการแช่เยือกแข็งอาหาร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 131-163.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. ปริมาณและมูลค่าสินค้าขาออกเกษตรกรรม[ออนไลน์]. แหล่งที่มา:
<http://www.oae.go.th/statistic/export/QVExp.xls>.
- สุภัทรา เขมาสิทธิ์ และอาทิตยา พันธุ์วัฒนา. 2539. ผลของวิธีการแช่เยือกแข็งที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างต่างประเทศ. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

- เสนอ ร่วมจิตร. 2522. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของข้าวเจ้าพันธุ์ต่างๆที่มีผลต่อลักษณะเส้นก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- อรพิน ภูมิภมร. 2532. รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแป้ง. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- อรรวรรณ เคหสุขเจริญ. 2529. คุณสมบัติบางประการในการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

- Alden, L. 2006. Rice Noodles [Online]. Available from:
http://www.foodsubs.com/Photos/rice_ribbon_noodles.jpg
http://www.foodsubs.com/Photos/medium_rice_noodles/chantaboon.jpg
- Aryee, F. N. A., Oduro, I., Ellis, W. O., and Afuakwa, J. J. 2005. The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. Food Control[Online]. Available from:
[http://www.sciencedirect.com/Food Control/Articles in Press](http://www.sciencedirect.com/Food%20Control/Articles%20in%20Press)
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis. 16thed. Virginia: The Association of Official Analytical Chemists.
- Atichokudomchai, N., Varavinit, S., and Chinachoti, P. 2003. A study of annealing and freeze-thaw stability of acid-modified tapioca starches by Differential Scanning Calorimetry (DSC). Starch/Stärke 54: 343-349.
- Atwell, W. A., Hood, I. F., Lineback, D. R., Varriano-Marston, E., and Zobel, H. F. 1988. The terminology and methodology associated with basic starch phenomena. Cereal Food World 33: 306-311.
- Baker, L. A. and Duarte, P. R. 1995. Retrogradation of amaranth starch at different storage temperatures and the effects of salt and sugars. Cereal Chemistry 72(3): 308-314.
- Bárcenas, M. E., Haros, M., Benedito, C., and Rosell, C. M. 2003. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. Food Research International 36(6): 863-869.

- Batey, I. L., Curtin, B. M., and Moore, S. A. 1997. Optimization of rapid-visco analyser test conditions for predicting Asian noodle quality. Cereal Chemistry 74(4): 497-501.
- Bhattacharya, M., Zee, S. Y., and Corke, H. 1999. Physicochemical properties related to quality of rice noodle. Cereal Chemistry 76(6): 861-867.
- Boast, M. F. G. 1985. The Technology of Freezing. In R. K. Robinson (ed.), Microbiology of Frozen Foods, pp. 6–7. New York: Elsevier Applied Science Publishers.
- Boegh-Soerensen, L. and Jul, M. 1985. Effect of Freezing/Thawing on Foods. In R. K. Robinson (ed.), Microbiology of Frozen Foods, pp. 48-50. New York: Elsevier Applied Science Publishers.
- Carroll, L. E. 1989. Hydrocolloid functions to improve stability of microwavable foods. Food Technology 43(6): 96, 98-100.
- Cauvain, S. P. 1998. Improving the control of staling in bakery products. Trends in Food Science & Technology 9: 56-61.
- Chan, W. S. and Toledo, R. T. 1976. Dynamics of freezing and their effects on the water-holding capacity of a gelatinized starch gel. Journal of Food Science 41(2): 301-303.
- Cleland, A. C. 1990. Food Refrigeration Process-Analysis. Design and Simulation. London: Elsevier Science Publishers.
- Collison, R. 1968. Starch retrogradation. In Radly, J. A. (ed.), Starch and Its Derivatives, pp.194-202. London: Chapman and Hall.
- Fennema, O. R., Powrie, W. D., and Marth, E. H. 1973. Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Fredriksson, H., Silverio, J., Anderson, R., Eliasson, A. C., and Aman, P. 1997. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. Carbohydrate Polymers 35: 119-134.
- Fruton, J. S. and Simmonds, S. 1958. General Biochemistry. 2nd (ed.), New York: John Wiley & Sons.

- Fujita, S., Yamamoto, H., Sugimoto, Y., Morita, N., and Yamamori, M. 1998. Thermal and crystalline properties of waxy wheat (*Triticum aestivum* L.) starch. Journal of Cereal Science 26: 1-5.
- Gacula, M. C. and Singh, J. 1984. Statistical Methods in Food and Consumer Research. London: Academic Press.
- Gudmundsson, M. and Eliasson, A. C. 1992. Some physical properties of barley starches from cultivars differing in amylase content. Journal of Cereal Science 20: 95-105.
- Gujral, H. S., Haros, M., and Rosell, C. M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour Chapati with hydrocolloids and α -amylase. Journal of Food Engineering 65: 89-94.
- Haasse, N. U., Mintus, T., and Weipert, D. 1995. Viscosity measurement of potato starch paste with the Rapid Visco Analyzer. Starch/Stärke 47: 123-126.
- Hahn, E. 1973. The Cooking of China. New York: Time-Life Books, Inc.
- Hamaker, B. R. and Griffin, V. K. 1993. Effect of disulfide bond-containing protein on rice starch gelatinization and pasting. Cereal Chemistry 70(4): 377-380.
- Hamaker, B. R., Griffin, V. K., and Moldenhauer, K. A. K. 1991. Potential influence of a starch granule-associated protein on cooked rice stickiness. Journal of Food Science 56(5): 1327-1329, 1346.
- Henika, R. G. 1982. Use of response surface methodology in sensory evaluation. Food Technology 36(11): 96-100.
- Hoover, R. and Manuel, H. 1995. A comparative study of physicochemical properties of starches from two lentil cultivars. Food Chemistry 53: 273-284.
- I. I. R. (International Institute of Refrigeration). 1972. Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods. Paris: International Institute of Refrigeration.
- Jacobson, M. R. and BeMiller, J. N. 1998. Method for determination the rate and extent of accelerated starch retrogradation. Cereal Chemistry 75(1): 22-29.
- Jane, J. L., Chen, Y. Y., Lee, L. F., McPherson, A. E., Wong, K. S., Radosavljevic, M., and Kasemsuwan, T. 1999. Effect of amylopectin branch chain length and

- amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. Cereal Chemistry 76(5): 629-637.
- Jul, M. 1984. The Quality of Frozen Foods. New York: Academic Press.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Science Today 16(10): 334-360.
- Juliano, B. O, Onate, L. U., and del Mundo, A. M. 1965. Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating quality of mill rice. Food Technology 19: 1006.
- Karel, M., Fennema, O. R., and Lund, D. B. 1975. Principles of Food Science Part II Physical Principles of Food Preservation. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Kohyama, K. and Sasaki, T. 2006. Differential scanning calorimetry and a model calculation of starches annealed at 20 and 50°C. Carbohydrate Polymers 63(1): 82-88.
- Kongseree, N. and Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of rice grain and starch from line differing in amylose content and gelatinization temperature. Journal of Agriculture and Food Chemistry 20(3): 713-718.
- Leach, H. W. 1965. Gelatinization of starch. In Whistler, R. L. and Paschall, E. F. (eds.), Starch: Chemistry and Technology. Vol.1, pp.159-173. New York: Academic Press.
- Lee, J. H. and Singh, R. P. 1991. Influence of parboiling and freezing conditions on textural properties of California cooked rice. Journal of Food Quality 14: 407-423.
- Light, J. M. 1990. Modified starches: Why, what, where and how. Cereal Foods World 35(11): 1081-1092.
- Lim, S. T., Lee, J. H., Shin, D. H., and Lim, H. S. 1999. Comparison of protein extraction solutions for rice starch isolation and effects of residual protein content on starch pasting properties. Starch/Stärke 51(4): 120-125.
- Lima, I. and Singh, R. P. 1993. Objective measurement of retrogradation in cooked rice during storage. Journal of Food Quality 16: 321-337.
- Miles, M. J., Morris, V. J., and Ring, S. G. 1985. Gelation of amylose. Carbohydrate Research 135: 271-278.

- Montgomery, D. C. 1997. Design and Analysis of Experiments. 5th (ed). New York: John Wiley & Sons.
- Obanni, M. and BeMiller, J. N. 1997. Properties of some starch blends. Cereal Chemistry 74(4): 431-436.
- Olalquiag, R., Guinard, J. X., and Singh, R. P. 1986. Effect of parboiling and freezing on quality of three Spanish rice varieties. Journal of Food Processing and Preservation 10: 189-202.
- Ortega-Ojeda, F. E. and Eliasson, A. C. 2001. Gelatinization and retrogradation behaviour of some starch mixtures. Starch/Stärke 53: 520-529.
- Osman, E. M. 1967. Starch in the food industry. In Whistler, R. L. and Paschall, E. F. (eds.), Starch: Chemistry and Technology. Vol. 2, pp.163-215. New York: Academic Press.
- Pan, B. S. and Yeh, W. T. 1993. Biochemical and morphological changes in grass shrimp (*Penaeus monodon*) muscle following freezing by air blast and liquid nitrogen methods. Journal of Food Biochemistry 17: 147-160.
- Perdon, A. A., Seibenmorgen, T. J., Buescher, R. W., and Gbur, E. E. 1999. Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. Journal of Food Science 64(5): 828-832.
- Peterson, A. C., Fanelli, M. J., and Gunderson, M. F. 1968. Microbiological problems. In Tressler, D. K., Van Arsdell, W. B., and Copley, M. J. (eds), The Freezing Preservation of Foods. Vol. 4, pp. 57-94. London: The AVI publishing company, Inc.
- Publitek. 2006. Rice Noodles [Online]. Available from: <http://www.fotosearch.com/comp/corbis/DGT385/TOA0035.jpg>
- Redmond, G. A., Gormley, T. R., and Butler, F. 2003. The effect of short- and long-term freeze-chilling on the quality of mashed potato. Innovative Food Science and Emerging Technologies 4: 85-97.
- Richardson, S. J. 1988. Molecular mobilities of instant starch gel determined by oxygen-17 and carbon-13 nuclear magnetic resonance. Journal of Food Science 53: 1175-1180.

- Sanders, J. P. M. 1996. Starch manufacturing in the world. In Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology. January 22-26, and February 19-23, 1996. Bangkok: AIT Center.
- Sasaki, T., Yasui, T., and Matsuki, J. 2000. Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation, and pasting properties of starches from waxy and nonwaxy wheat and their F1 seeds. Cereal Chemistry 77(1): 58-63.
- Schoch, T. J. 1968. Effects of freezing and cold storage on paste starches. In Tressler, D. K., Van Arsdel, W. B., and Copley, M. J. (eds), The Freezing Preservation of Foods. Vol. 4, pp. 44-56. London: The AVI publishing company, Inc.
- Schoch, T. J. and Maywald, E. C. 1967. Industrial microscopy of starch. In Whistler, R. L. and Paschall, E. F. (eds.). Starch Chemistry and Technology. pp. 637-647. New York: Academic Press.
- Shelke, K., Dick, J. W., Holm, Y. F., and Loo, K. S. 1990. Chinese wet noodle formulation: a response surface methodology study. Cereal Chemistry 67(4): 338-342.
- Siegel, A., Bhumiratana, A., and Lineback, D. R. 1975. Development acceptability and Nutritional Evaluation of High-Protein Soy-supplement Rice Noodles for Thai Children. Journal of Food Science 7(1): 15-32.
- Smewing, J. 1997. Analyzing the texture of pasta for quality control. Cereal Foods World 42: 8-12.
- Szymońska, J. and Wodnicka, K. 2005. Effect of multiple freezing and thawing on surface and functional properties of granular potato starch. Food Hydrocolloids 19: 753-760.
- Thomas, J. S. 1968. Effect of freezing and cold storage on pasted starches. In Tressler, D. K., Van Arsdel, W. B., and Copley, M. J. (eds), The Freezing Preservation of Foods. Vol. 4, pp. 44-56. London: The AVI publishing company, Inc.
- Varavinit, S., Anuntavuttikul, S., and Shobsngob, S. 2000. Influence of freezing and thawing techniques on stability of Sago and Tapioca starch pastes. Starch/Stärke 52: 214-217.
- Varavinit, S., Shobsngob, S., Varayanond, W., Chinachoti, P., and Naivikul, O. 2002. Freezing and thawing conditions affect the gel stability of different varieties of rice flour. Starch/Stärke 54: 31-36.

- Visser, R. G. F., Suurs, L. C. J. M., Steeneken, P. A. M., and Jacobsen, E. 1997. Some Physicochemical Properties of Amylose-Free Potato Starch. New York: Academic Press.
- White, P. J. and Abbas, I. R. 1989. Effect of protein on gelatinization of corn starch as measured by differential scanning calorimetry. Cereal Foods World 34: 778.
- Yan, M. T. 1977. Effect of processing variable on quality and nutrition retention in frozen precooked Calrose rice. Master Thesis. University of California. Cited in Lee, J. H. and Singh, R. P. 1991. Influence of parboiling and freezing conditions on textural properties of California cooked rice. Journal of Food Quality 14: 407-423.
- Yasui, T., Matsuki, J., Sasaki, T., and Yamamori, M. 1996. Amylose and lipid contents, amylopectin structure, and gelatinization properties of waxy wheat (*Triticum aestivum* L.) starch. Journal of Cereal Science 24: 131-137.
- Yuan, R. C. and Thompson, D. B. 1998. Freeze-thaw stability of three waxy maize starch pastes measured by centrifugation and calorimetry. Cereal Chemistry 75(4): 571-573.
- Yuan, R. C., Thompson, D. B., and Boyer, C. D. 1993. Fine structure of amylopectin in relation to gelatinization and retrogradation behavior of maize starches. Cereal Chemistry 70: 309-314.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

ก. 1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC 925.10 (1995)

อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อน WTE Binder รุ่น E – 53

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมที่อบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่
3. ปิดฝาภาชนะในขณะที่ยังอยู่ในตู้อบ
4. ทิ้งให้เย็นใน desiccator
5. ชั่งน้ำหนักและคำนวณหาความชื้น

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

ก. 2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC 920.87 (1995)

อุปกรณ์

1. Gerhardt kjeldatherm Digestion Unit
2. Gerhardt Vapodest

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ใน kjeldahl tube
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 – 25 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldahtherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อย
 - ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 – 20 นาที
 - ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 – 2.0 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายมีสีเขียวใส

4. ทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปกลั่นโดยต่อ Kjeldahl tube เข้ากับเครื่องกลั่น Vapodest I ซึ่งจะมีการเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 35 ปริมาตร 50 – 70 มิลลิลิตร หรือจนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นสีดำ
5. รongรับสารที่กลั่นด้วย flask ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์ 2 – 3 หยด (เมธิลเรด 0.125 กรัม และเมธิลสีนบลู 0.0825 กรัม ละลายในเอทานอลร้อยละ 90 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร) และเติมกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใช้เวลากลั่น 5 – 6 นาที
6. นำสารละลายใน flask ที่ได้จากการกลั่นมาทำการไตเตรตด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งสารละลายที่ได้เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอ่อน
7. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)} \times \text{ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก} \times 1.4}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} \times 6.25$$

ก. 3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC 920.85 (1995)

อุปกรณ์

Soxtherm Automatic รุ่น S – 226

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ใส่ลงใน thimble
2. ใส่ thimble ที่มีตัวอย่างบรรจุอยู่ลงในชุดสกัดที่แห้งสนิท และนำขวดสกัดที่แห้งสนิท และทราบน้ำหนักที่แน่นอนต่อเข้ากับชุดสกัดที่มี thimble ซึ่งบรรจุตัวอย่างอยู่
3. เติม petroleum ether ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 250 มิลลิลิตรลงในชุดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมงโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส ของ silicon coil ซึ่งเป็นตัวให้ความร้อนแก่อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัด
5. ระเหยส่วนของ petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator
7. ชั่งน้ำหนักขวดสกัดและคำนวณหาปริมาณไขมัน

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

ก. 4 ปริมาณอะมิโลส ตามวิธีของ Juliano (1971)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Spectronic รุ่น Genesys 5)
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการทดลอง

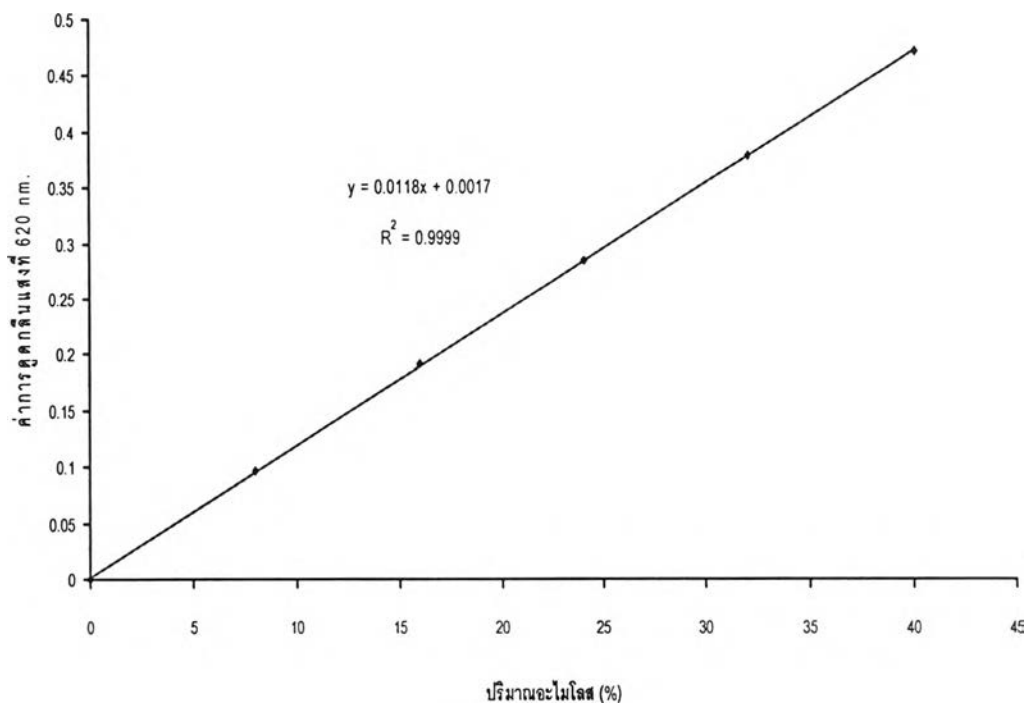
1. การเตรียมสารรีเอเจนต์
 - 1.1 สารละลายไอโอดีน

ชั่งไอโอดีน 0.2000 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 2.0000 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายในขวดสีชา
 - 1.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
 - 1.3 สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์

นำสารละลายกรดอะซิติกจำนวน 5.72 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
2. เตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลส
 - 2.1 ชั่งอะมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง 0.0400 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร
 - 2.2 เติมเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 1 มิลลิลิตร และเขย่าให้ตัวอย่างละลายโดยไม่ให้ตัวอย่างติดผนังขวด
 - 2.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 9 มิลลิลิตร และเขย่าให้ตัวอย่างละลายโดยไม่ให้ตัวอย่างติดผนังขวด
 - 2.4 ต้มในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 5 – 10 นาที
 - 2.5 ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
 - 2.6 เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
3. เตรียมสารละลายสตาร์ช
 - 3.1 ชั่งสตาร์ช 0.1000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร

- 3.2 เติมเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 จำนวน 1 มิลลิลิตร และเขย่าให้ตัวอย่างละลาย โดยไม่ให้ตัวอย่างติดผนังขวด
 - 3.3 เติมสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 9 มิลลิลิตร และเขย่าให้ตัวอย่างละลายโดยไม่ให้ตัวอย่างติดผนังขวด
 - 3.4 ต้มในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 5 – 10 นาที
 - 3.5 ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
 - 3.6 เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
4. เตรียมกราฟมาตรฐาน
 - 4.1 ปิเปตสารละลายจาก 2.6 จำนวน 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
 - 4.2 เติมน้ำกลั่นจำนวน 70 มิลลิลิตร และเติมสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ
 - 4.3 เติมสารละลายไอโอดีนจำนวน 2 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 - 4.4 เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
 - 4.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร
 5. การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลสในสตาร์ช
 - 5.1 ปิเปตสารละลายจาก 3.6 จำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
 - 5.2 เติมน้ำกลั่นจำนวน 70 มิลลิลิตร และเติมสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร
 - 5.3 เติมสารละลายไอโอดีนจำนวน 2 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 - 5.4 เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
 - 5.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และคำนวณหาปริมาณอะมิโลสในสตาร์ชจากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานอะไมโลสที่ใช้ในการทดลอง

ก. 5 ศึกษาการเกิดเจลลิตโนเซนซ์ และสมบัติด้านความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ดัดแปลงจากวิธีของ Batey, *et al.* (1997)

อุปกรณ์

1. เครื่อง RVA (รุ่น 4D) พร้อมด้วย can อลูมิเนียมที่มีใบกวน
2. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมเครื่อง RVA

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง RVA ทิ้งไว้ นาน 30 นาที เพื่ออุ่นเครื่อง RVA
2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และรันซอฟต์แวร์ควบคุม RVA โดยเลือกเงื่อนไขใน profile ป้อนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งชื่อไฟล์แล้วบันทึกไว้ โดยเลือกเงื่อนไขดังนี้

Standard 1 : Temperature profile

- ให้ความร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.25 นาที
- ให้ความร้อนที่ 50 – 95 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 12 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 3.75 นาที
- ให้ความร้อนที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.50 นาที
- ให้ความร้อนที่ 50 – 95 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 12 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 3.75 นาที

- ให้ความร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.25 นาที
ความเร็วในการกวนมอเตอร์ 0 – 10 วินาทีแรก 960 รอบต่อวินาที หลังจากนั้นจะ
ลดลงมาอยู่ที่ 160 รอบต่อวินาที จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง
- 3. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 25.00 + 0.1 มิลลิลิตร (สำหรับตัวอย่างที่มีความชื้นร้อยละ 14)
ใส่ลงใน can ของ RVA
- 4. ชั่งตัวอย่าง 3.00 + 0.01 กรัม ใส่ลงใน can ที่มีน้ำอยู่แล้ว น้ำหนักตัวอย่างขึ้นอยู่กับ
ชนิดของตัวอย่าง โดยทั่วไปแนะนำตามตารางที่ ก.1
- 5. ใส่ใบกวน (paddle) ลงใน can หมุนใบกวนไปมาแรงๆ และดึงขึ้นเพื่อกวนตัวอย่าง
แรงๆ ประมาณ 10 ครั้ง ถ้ามีตัวอย่างจับกันเป็นก้อนที่ผิวน้ำ หรือติดที่ใบกวนให้
ทำซ้ำอีก
- 6. นำ can ที่ใส่ใบกวนไว้แล้วสอดเข้าไปในเครื่อง RVA กดมอเตอร์เพื่อให้ RVA ทำงาน
เสร็จแล้วนำ can ออกมา เครื่อง RVA จะรายงานการวิเคราะห์เป็นค่าต่างๆ (หน่วย
RVU) ดังนี้
 - 1.1 เวลาที่เกิด peak ของความหนืด (peak time) มีหน่วยเป็นนาที
 - 1.2 อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนค่าความหนืดหรือมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ใน
เวลา 20 วินาที (pasting temperature) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
 - 1.3 อุณหภูมิที่เกิด peak (peak temperature) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
 - 1.4 ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown) มีหน่วย
เป็น RVU
 - 1.5 ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง (final viscosity) มีหน่วยเป็น RVU
 - 1.6 ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุด peak (setback from peak) มี
หน่วยเป็น RVU
 - 1.7 ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (trough) มีหน่วยเป็น RVU

ตารางที่ ก.1 ปริมาณตัวอย่างแนะนำในการวัดสมบัติด้านความหนืดด้วยเครื่อง RVA

ชนิดตัวอย่าง	จำนวน (กรัม)
เม็ดพืชทั้งหมด (บดรวมเปลือก)	4.00
แป้ง (flour)	3.50
สตาร์ชปกติ (native starch)	
จากธัญชาติชนิดไม่มียาง (non-waxy cereal)	3.00
จากธัญชาติชนิดมียาง (waxy cereal)	3.00
มันฝรั่ง	2.00 ¹
มันสำปะหลัง	2.50
สตาร์ชดัดแปลง (modified starch)	
Acid modified	4.00-2.00 ²
Oxidised	4.00-2.00 ²
Substituted	2.50
Cross-linked	2.50

¹ใช้ 1.2 กรัม ถ้าเป็นสตาร์ชที่ไม่ได้ผลิตมาเพื่อวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์

²จำนวนที่ใช้ขึ้นอยู่กับ degree of modification

ก. 6 ศึกษาสมบัติทางด้านความร้อนของสตาร์ช ดัดแปลงจากวิธีของ Baker และ Duarte (1995)

อุปกรณ์

เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC-7 Perkin-Elmer)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งสตาร์ชที่ค่าความชื้น โดยคิดเป็นอัตราส่วนสตาร์ชต่อน้ำเท่ากับร้อยละ 35 : 65 โดยน้ำหนัก
2. นำมาใส่ลงใน volatile pan และปิดฉนวนให้สนิทด้วยเครื่องมือปิดฉนวน บ่ม pan ไว้ที่อุณหภูมิห้องข้ามคืนเพื่อให้ความชื้นภายในเข้าสู่ภาวะสมดุล
3. เปิดเครื่อง DSC เพื่อเป็นการ warm เครื่องก่อนการใช้งานประมาณ 2 ชั่วโมง
4. นำ pan ใส่ลงในช่อง sample (ด้านซ้าย) และวาง pan เปล่าชนิดเดียวกันกับที่ใส่ sample และปิดฉนวนเรียบร้อยแล้วลงในช่อง reference (ด้านขวา) ของเครื่อง DSC

- และตั้งค่าของเครื่องในช่วงอุณหภูมิ 30 – 120 องศาเซลเซียส อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และใช้ Indium ในการ calibrate เครื่อง
5. คำนวณค่าเทอร์โมไดนามิกส์โดยใช้ระบบ autocalculation และบันทึกค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเจลลาติโนเซชัน ได้แก่ อุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจลลาติโนเซชัน (onset temperature, T_o , °C) อุณหภูมิที่ ΔH สูงสุด (peak temperature, T_p , °C) อุณหภูมิสิ้นสุดในการเกิดเจลลาติโนเซชัน (conclusion temperature, T_c , °C) และพลังงานที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเกิดเจลลาติโนเซชัน (ΔH_{gel} หน่วยจูลต่อกรัม)
 6. นำ pan ที่ผ่านการทดสอบการเกิดเจลลาติโนเซชันแล้วตามวิธีในข้อที่ 1 – 5 มาห่อด้วยฟอยล์และเก็บในถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้สนิท
 7. นำมาเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 และเมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำถุงที่บรรจุ pan มาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 8. นำ pan เข้าเครื่อง DSC และทำตามข้อ 4 – 5 ค่าต่างๆ ที่ได้จะเป็นค่าของสตาร์ชที่เกิดรีโทรเกรเดชันแล้ว
 9. นำค่าที่ได้คำนวณร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ช

$$\text{ร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชัน} = \frac{\Delta H_{\text{retrograde}}}{\Delta H_{\text{gelatinize}}} \times 100$$

ก. 7 ศึกษาเสถียรภาพต่อกระบวนการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็ง ดัดแปลงจากวิธีของ Hoover และ Manuel (1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge Thermo IEC รุ่น IEC Mult RF)
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
3. ตู้อบลมร้อน (WTE Binder รุ่น E 53)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมเจลสตาร์ชเข้มข้นร้อยละ 6 โดยน้ำหนักแห้ง โดยชั่งสตาร์ชใส่ในหลอดสำหรับปั่นเหวี่ยงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 มิลลิเมตร และเติมน้ำกลั่น จากนั้นจึงนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
2. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
3. นำไปแช่เย็นในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 4 – 6 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง

4. นำไปแช่แข็งในตู้ควบคุมอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 22 ชั่วโมง
5. นำไปละลายในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
6. บั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว $1000 \times g$ นาน 20 นาที วัดปริมาณน้ำที่แยกออกจากเจล
7. ทำซ้ำข้อ 3 – 6 จนครบ 5 รอบ และคำนวณหาร้อยละของการเกิด syneresis

$$\text{ร้อยละของ syneresis} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่แยกออกจากเจล} \times 100}{\text{น้ำหนักเจลสดารซ์เริ่มต้น}}$$

ก.8 ความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีของ AOAC 943.02 (1995)

อุปกรณ์

เครื่องวัด pH (EUTECH รุ่น CyberScan pH 1000 Bench)

วิธีการทดลอง

1. ปรับมาตรฐาน (calibrate) เครื่องวัด pH ด้วย standardized pH buffer โดยใช้ pH 7.00 และ pH 4.00 ตามลำดับ
2. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
3. กวนอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 10 นาที
4. วัดค่า pH ของสารละลายส่วนใสโดยใช้เครื่องวัด pH

ก.9 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสในรูปค่า tensile strength และค่า extensibility ดัดแปลงจากวิธีของ Gujrai, Haros และ Rosell (2004)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture analyzer (TA-XT2 รุ่น Stable Micro System, Surrey)
2. หัวดึง (tensile grip)

วิธีการทดลอง

1. Calibrate force ด้วยตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัม
2. Calibrate probe ให้มีระยะความสูงจากฐาน 30 มิลลิเมตร
3. ปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของ load cell ดังนี้

Tensile Deformation Test

Mode : Measure Force in Tension

Option : Return to start

Pre test Speed : 3.0 mm/s

Test speed : 3.0 mm/s

- Post test speed : 5.0 mm/s
- Trigger type : Auto 10 g
- Data Acquisition Rate : 200 pps
- วางตัวอย่างให้อยู่ตรงกลางระหว่างหัวดึงทั้ง 2 ข้าง และค่อยๆ หมุนหัวดึงแต่ละข้างให้หนีบตัวอย่างไว้ (ระวังอย่าแน่นเกินไป ตัวอย่างจะขาด)
 - กดปุ่ม run a test เพื่อให้หัวดึงดึงตัวอย่างจนกระทั่งตัวอย่างขาดออกจากกัน

$$\text{Tensile strength} = \frac{\text{Max Force}}{\text{พื้นที่หน้าตัด}}$$

$$\text{Extensibility} = \text{ระยะที่ผลิตภัณฑ์สามารถยืดออกได้}$$

ก.10 การหาเวลาและอัตราเร็วในการแช่เยือกแข็ง ดัดแปลงจากวิธีของ Pan and Yeh (1993)

การหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง

ทั้งสองผลิตภัณฑ์มีวิธีการหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งเช่นเดียวกัน คือ เลียบเทอร์โมคัปเปิล Type-T เข้าสู่ตรงกลางของผลิตภัณฑ์ บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ (ควบคุมให้อุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 20 องศาเซลเซียส) และเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งจนกระทั่งอุณหภูมิที่กึ่งกลางผลิตภัณฑ์เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส

การหาอัตราเร็วที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง

ทั้งสองผลิตภัณฑ์มีวิธีหาอัตราเร็วที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งเช่นเดียวกัน คือ

- วัดระยะทางจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไปจนถึงกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ หน่วยเป็นเซนติเมตร บันทึกค่าที่ได้ (M_1)
- จับเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ทั้งสองตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มต้นจนกระทั่งอุณหภูมิที่กึ่งกลางผลิตภัณฑ์มีค่าประมาณ -18 องศาเซลเซียส หน่วยเป็นชั่วโมง บันทึกค่าที่ได้ (M_2)

$$\text{อัตราเร็วที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง} = \frac{M_1}{M_2}$$

(เซนติเมตร / ชั่วโมง)

ก.11 การหาค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง (% Freezing loss)
ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 39.1.02 B (1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ก่อนการแช่เยือกแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_3)
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์หลังการแช่เยือกแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_4)

$$\% \text{ Freezing loss} = \frac{M_3 - M_4}{M_3} \times 100$$

ก.12 การหาค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง (% Thawing loss)
ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 39.1.02 B (1995)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ก่อนการละลายน้ำแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_5)
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์หลังการละลายน้ำแข็ง บันทึกค่าที่ได้ (M_6)

$$\% \text{ Thawing loss} = \frac{M_5 - M_6}{M_5} \times 100$$

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดลอง

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแข็งสูตรต่างๆตามตารางที่ 3.1 โดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร National 7[®] National Frigex[®] หรือ Purity 90[®] แสดงดังตารางที่ ข.1 – ข.3 ตามลำดับ

ตารางที่ ข.1 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำแข็ง เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร National 7[®]

สูตร	ความเป็นกรด-ด่าง
1	5.94±0.02
2	5.91±0.03
3	5.86±0.03
4	5.79±0.0 ³
5	5.81±0.02
6	5.80±0.02
7	5.80±0.02
8	5.83±0.01
9	5.79±0.02
10	5.81±0.02
11	5.82±0.01

ตารางที่ ข.2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำแข็ง เมื่อใช้แบริ่งมันสำปะหลังตัดแปรรูป National Frigex®

สูตร	ความเป็นกรด-ด่าง
1	5.95±0.01
2	6.01±0.01
3	6.00±0.01
4	5.97±0.02
5	6.01±0.01
6	6.01±0.01
7	6.01±0.01
8	6.01±0.01
9	5.95±0.01
10	5.98±0.01
11	5.99±0.02

ตารางที่ ข.3 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำแป้ง เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรรูป Purity 90[®]

สูตร	ความเป็นกรด-ด่าง
1	6.22±0.02
2	6.24±0.01
3	6.27±0.01
4	6.19±0.00
5	6.22±0.01
6	6.22±0.01
7	6.22±0.01
8	6.24±0.00
9	6.15±0.01
10	6.19±0.01
11	6.21±0.00

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตาราง ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติขององค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

	SOV	df	MS	F
ความชื้น	Treatment	4	0.272	4.231*
	Error	10	6.433E-02	
	Total	14		
โปรตีน	Treatment	4	26.505	141989.018*
	Error	10	1.867E-04	
	Total	14		
ไขมัน	Treatment	4	4.542E-02	27.697*
	Error	10	1.640E-03	
	Total	14		
อะไมโลส	Treatment	4	35.140	205.448*
	Error	10	0.171	
	Total	14		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติทางด้านความหนืดของแป้ง
ที่ความเข้มข้น 9% ด้วยเครื่อง RVA

	SOV	df	MS	F
Peak Viscosity	Treatment	11	15613.818	6167.210*
	Error	24	2.532	
	Total	35		
Trough Viscosity	Treatment	11	7736.673	2146.399*
	Error	24	3.604	
	Total	35		
Breakdown	Treatment	11	9196.780	2684.830*
	Error	24	3.425	
	Total	35		
Final Viscosity	Treatment	11	28019.383	2398.092*
	Error	24	11.684	
	Total	35		
Setback	Treatment	11	7935.512	617.669*
	Error	24	12.848	
	Total	35		
Setback/ Trough Viscosity	Treatment	11	0.144	162.974*
	Error	24	0.001	
	Total	35		
Pasting Temperature	Treatment	11	153.626	343.044*
	Error	24	0.448	
	Total	35		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติทางด้านความร้อนของแป้งที่
ความเข้มข้น 35%w/w ด้วยเครื่อง DSC

	SOV	df	MS	F
T _o (gelatinization)	Treatment	11	82.148	875.748*
	Error	24	9.380E-02	
	Total	35		
T _p (gelatinization)	Treatment	11	194.629	1542.699*
	Error	24	0.126	
	Total	35		
T _c (gelatinization)	Treatment	11	77.158	85.946*
	Error	24	0.898	
	Total	35		
ΔH_{gel}	Treatment	11	16.314	18.585*
	Error	24	0.878	
	Total	35		
T _o (retrogradation)	Treatment	11	44.954	92.085*
	Error	24	0.488	
	Total	35		
T _p (retrogradation)	Treatment	11	111.793	1308.543*
	Error	24	8.543E-02	
	Total	35		
T _c (retrogradation)	Treatment	11	132.813	531.306*
	Error	24	0.250	
	Total	35		
ΔH_R	Treatment	11	3.167	25.137*
	Error	24	0.126	
	Total	35		
%retrogradation	Treatment	11	369.679	58.138*
	Error	24	6.359	
	Total	35		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า %syneresis ของเจลแบ่งความเข้มข้น 6% ที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ

	SOV	df	MS	F
freeze-thaw cycle 0	Treatment	11	557.837	287.243*
	Error	24	2.012	
	Total	35		
freeze-thaw cycle 1	Treatment	11	130.097	86.060*
	Error	24	1.512	
	Total	35		
freeze-thaw cycle 2	Treatment	11	51.618	529.048*
	Error	24	0.098	
	Total	35		
freeze-thaw cycle 3	Treatment	11	74.648	84.567*
	Error	24	0.883	
	Total	35		
freeze-thaw cycle 4	Treatment	11	19.939	140.016*
	Error	24	0.142	
	Total	35		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการยอมรับของก้วยเดี่ยว

SOV	df	MS	F
Model	5	1.17	10.81*
ปริมาณแป้งดัดแปร National 7 [®] (A)	1	1.37	12.72*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	2.20	20.35*
A ²	1	0.42	3.93
B ²	1	0.68	6.33
A x B	1	0.77	7.09*
Residual	5	0.11	
<i>Lack of Fit</i>	3	0.17	12.53
<i>Pure Error</i>	2	0.014	
Model	4	1.18	8.17*
ปริมาณแป้งดัดแปร National Frigex [®] (A)	1	0.63	4.39
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	1.80	12.49*
A ²	1	0.33	2.28
B ²	1	1.43	9.88*
Residual	6	0.14	
<i>Lack of Fit</i>	4	0.19	3.31
<i>Pure Error</i>	2	0.057	
Model	4	0.30	5.41*
ปริมาณแป้งดัดแปร Purity 90 [®] (A)	1	0.17	3.04
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	0.49	8.82*
A ²	1	0.31	5.49
B ²	1	0.10	1.87
Residual	6	0.056	
<i>Lack of Fit</i>	4	0.066	1.80
<i>Pure Error</i>	2	0.036	

ตาราง ค.5 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการยอมรับของ
ถ้วยเดียว

SOV	df	MS	F
Model	5	2.14	9.98*
ปริมาณแ่งัดดแปร (A)	1	1.89	8.82*
ความเข้มข้นน้ำแ่ง (B)	1	4.15	19.37*
A ²	1	1.06	4.93*
B ²	1	1.83	8.56*
A x B	1	0.74	3.43*
Residual	27	0.21	
<i>Lack of Fit</i>	3	0.29	1.40
<i>Pure Error</i>	24	0.20	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า Tensile strength ของก้วยเดี่ยว

SOV	df	MS	F
Model	2	4.54	27.01*
ปริมาณแบ่งตัดแปรร National 7 [®] (A)	1	5.92	35.24*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	3.15	18.77*
Residual	8	0.17	
<i>Lack of Fit</i>	6	0.22	38.96*
<i>Pure Error</i>	2	5.70E-03	
Model	2	3.94	150.48*
ปริมาณแบ่งตัดแปรร National Frigex [®] (A)	1	2.05	78.48*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	5.82	222.49*
Residual	8	0.026	
<i>Lack of Fit</i>	6	0.034	9.83
<i>Pure Error</i>	2	3.433E-03	
Model	5	2.00	692.23*
ปริมาณแบ่งตัดแปรร Purity 90 [®] (A)	1	3.12	1084.25*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	6.47	2244.54*
A ²	1	0.037	12.82*
B ²	1	0.16	55.29*
A x B	1	0.13	43.73*
Residual	5	2.882E-03	
<i>Lack of Fit</i>	3	3.937E-03	3.03
<i>Pure Error</i>	2	1.300E-03	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า Extensibility ของก้วยเดี่ยว

SOV	df	MS	F
Model	2	37.26	25.03*
ปริมาณแป้งดัดแปร National 7 [®] (A)	1	59.98	40.30*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	14.54	9.77*
Residual	8	1.49	
<i>Lack of Fit</i>	6	1.74	2.39
<i>Pure Error</i>	2	0.73	
Model	3	11.18	17.93*
ปริมาณแป้งดัดแปร National Frigex [®] (A)	1	7.82	12.54*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	21.62	34.67*
A x B	1	4.10	6.57*
Residual	7	0.62	
<i>Lack of Fit</i>	5	0.71	1.80
<i>Pure Error</i>	2	0.40	
Model	2	37.71	15.72*
ปริมาณแป้งดัดแปร Purity 90 [®] (A)	1	40.04	16.69*
ความเข้มข้นน้ำแป้ง (B)	1	35.38	14.74*
Residual	8	2.40	
<i>Lack of Fit</i>	6	2.75	2.02
<i>Pure Error</i>	2	1.36	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง
ผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเดี่ยวและก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งด้วยวิธีแบบลมพ่น

	SOV	df	MS	F
แผ่นก๊วยเดี่ยว	Treatment	2	1.271	0.085
	Error	6	14.910	
	Total	8		
ก๊วยเดี่ยว หลอดไส้กึ่ง	Treatment	2	6.361	1.060
	Error	6	6.000	
	Total	8		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราเร็วที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง
ผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเดี่ยวและก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งด้วยวิธีแบบลมพ่น

	SOV	df	MS	F
แผ่นก๊วยเดี่ยว	Treatment	2	0.000	0.079
	Error	6	0.000	
	Total	8		
ก๊วยเดี่ยว หลอดไส้กึ่ง	Treatment	2	0.000	1.036
	Error	6	0.000	
	Total	8		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก
เนื่องจากการแช่เยือกแข็งของผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเตี้ยวและก๊วยเตี้ยวหลอด
ไส้กึ่งด้วยวิธีแบบลมพ่น

	SOV	df	MS	F
แผ่นก๊วยเตี้ยว	Treatment	2	0.003	0.639
	Error	6	0.004	
	Total	8		
ก๊วยเตี้ยว หลอดไส้กึ่ง	Treatment	2	0.018	4.936
	Error	6	0.004	
	Total	8		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากการละลายน้ำแข็งของผลิตภัณฑ์แผ่นกัวยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและ กัวยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่รอบการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็ง ต่างกัน

	ชนิดแป้งมัน สำหรับหลังตัดแปร	SOV	df	MS	F
แผ่น กัวยเดี่ยว	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.081	114.999*
		Error	15	0.001	
		Total	19		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.200	316.615*
		Error	15	0.001	
		Total	19		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.152	189.003*
		Error	15	0.001	
		Total	19		
กัวยเดี่ยว หลอดไส้กึ่ง	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.022	18.209*
		Error	15	0.001	
		Total	19		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.166	310.631*
		Error	15	0.001	
		Total	19		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	4	0.075	265.279*
		Error	15	0.000	
		Total	19		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากการละลายน้ำแข็งของผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและ ก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็ง เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
แผ่นก๊วยเดี่ยว	0	Modified starches	2	0.068	54.165*
		Error	9	0.001	
		Total	11		
	1	Modified starches	2	0.012	23.918*
		Error	9	0.001	
		Total	11		
	2	Modified starches	2	0.000	0.094
		Error	9	0.001	
		Total	11		
	3	Modified starches	2	0.051	43.031*
		Error	9	0.001	
		Total	11		
4	Modified starches	2	-	-	
	Error	9	-		
	Total	11			
ก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่ง	0	Modified starches	2	0.037	40.651*
		Error	9	0.001	
		Total	11		
	1	Modified starches	2	0.042	127.235*
		Error	9	0.000	
		Total	11		
	2	Modified starches	2	0.017	18.009*
		Error	9	0.001	
		Total	11		

ตาราง ค.12 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็งของผลิตภัณฑ์แผ่นก๋วยเตี๋ยวแช่ เยือกแข็งและก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งเมื่อใช้แป้งมัน สำปะหลังดัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
ก๋วยเตี๋ยวหลอด ไส้กึ่ง	0	Modified starches	2	0.002	5.786*
		Error	9	0.000	
		Total	11		
	1	Modified starches	2	0.110	136.340*
		Error	9	0.001	
		Total	11		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นกัวยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและกัวยเดี่ยวหลอดไส้กัวยแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำที่รอบการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งต่างกัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็ง

	ชนิดแป้งมัน สำหรับหลังตัดแปรร	SOV	df	MS	F
แผ่น กัวยเดี่ยว	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	4.750	4.438*
		Error	102	1.070	
		Total	107		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	2.239	1.788
		Error	102	1.252	
		Total	107		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	2.928	2.258
		Error	102	1.297	
		Total	107		
กัวยเดี่ยว หลอดไส้กัวย	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	17.728	14.788*
		Error	102	1.199	
		Total	107		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	15.570	13.877*
		Error	102	1.122	
		Total	107		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	10.320	7.840*
		Error	102	1.316	
		Total	107		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งและก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
แผ่นก๋วยเตี๋ยว	เส้นสด	Modified starches	2	1.685	1.577
		Error	51	1.069	
		Total	53		
	0	Modified starches	2	2.056	2.673
		Error	51	0.769	
		Total	53		
	1	Modified starches	2	2.074	1.425
		Error	51	1.455	
		Total	53		
	2	Modified starches	2	1.852	1.446
		Error	51	1.281	
		Total	53		
3	Modified starches	2	2.352	1.947	
	Error	51	1.208		
	Total	53			
4	Modified starches	2	1.796	1.233	
	Error	51	1.456		
	Total	53			
ก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่ง	เส้นสด	Modified starches	2	0.056	0.073
		Error	51	0.759	
		Total	53		
	0	Modified starches	2	0.574	0.458
		Error	51	1.253	
		Total	53		

ตาราง ค.14 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเตี่ยวแช่เยือกแข็งและก๊วยเตี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
ก๊วยเตี่ยวหลอดไส้กึ่ง	1	Modified starches	2	2.722	2.484
		Error	51	1.096	
		Total	53		
	2	Modified starches	2	3.389	2.195
		Error	51	1.544	
		Total	53		
	3	Modified starches	2	0.241	0.196
		Error	51	1.231	
		Total	53		
	4	Modified starches	2	0.167	0.120
		Error	51	1.392	
		Total	53		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า tensile strength ของผลิตภัณฑ์แผ่นกัวยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและกัวยเดี่ยวหลอดไส้กัวยแช่เยือกแข็ง ที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำที่รอบการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งต่างกันเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็ง

	ชนิดแป้งมัน สำปะหลังดัดแปร	SOV	df	MS	F
แผ่น กัวยเดี่ยว	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	4.687	194.751*
		Error	54	0.024	
		Total	59		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	5.791	254.020*
		Error	54	0.023	
		Total	59		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	5.117	263.223*
		Error	54	0.019	
		Total	59		
กัวยเดี่ยว หลอดไส้กัวย	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	2.570	145.264*
		Error	54	0.018	
		Total	59		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	4.205	163.127*
		Error	54	0.026	
		Total	59		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	3.714	187.945*
		Error	54	0.020	
		Total	59		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า tensile strength ของผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
แผ่นก๊วยเดี่ยว	เส้นสด	Modified starches	2	0.362	15.490*
		Error	27	0.023	
		Total	29		
	0	Modified starches	2	0.111	2.071
		Error	27	0.053	
		Total	29		
	1	Modified starches	2	0.505	18.807*
		Error	27	0.027	
		Total	29		
	2	Modified starches	2	0.785	41.790*
		Error	27	0.019	
		Total	29		
3	Modified starches	2	0.347	41.319*	
	Error	27	0.008		
	Total	29			
4	Modified starches	2	0.040	19.215*	
	Error	27	0.002		
	Total	29			
ก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่ง	เส้นสด	Modified starches	2	0.767	17.749*
		Error	27	0.043	
		Total	29		
	0	Modified starches	2	0.818	23.574*
		Error	27	0.035	
		Total	29		

ตาราง ค.16 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า tensile strength และของผลิตภัณฑ์แผ่นก๊วยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและก๊วยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
ก๊วยเดี่ยวหลอด ไส้กึ่ง	1	Modified starches	2	0.398	17.447*
		Error	27	0.023	
		Total	29		
	2	Modified starches	2	0.516	51.019*
		Error	27	0.010	
		Total	29		
	3	Modified starches	2	0.256	17.441*
		Error	27	0.015	
		Total	29		
	4	Modified starches	2	0.055	46.416*
		Error	27	0.001	
		Total	29		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า extensibility ของผลิตภัณฑ์แผ่นกัวยเดี่ยวแช่เยือกแข็งและกัวยเดี่ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำที่รอบการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งต่างกัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็ง

	ชนิดแป้งมัน สำหรับหลังตัดแปรร	SOV	df	MS	F
แผ่น กัวยเดี่ยว	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	103.265	32.755*
		Error	54	3.153	
		Total	59		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	77.583	16.844*
		Error	54	4.606	
		Total	59		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	70.162	30.010*
		Error	54	2.338	
		Total	59		
กัวยเดี่ยว หลอดไส้กึ่ง	National 7 [®]	Freeze-thaw cycles	5	79.509	27.594*
		Error	54	2.881	
		Total	59		
	National Frigex [®]	Freeze-thaw cycles	5	211.731	168.592*
		Error	54	1.256	
		Total	59		
	Purity 90 [®]	Freeze-thaw cycles	5	69.957	24.425*
		Error	54	2.864	
		Total	59		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า extensibility ของผลิตภัณฑ์แผ่นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งและก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังตัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
แผ่นก๋วยเตี๋ยว	เส้นสด	Modified starches	2	6.774	1.033
		Error	27	6.529	
		Total	29		
	0	Modified starches	2	19.665	7.112*
		Error	27	2.765	
		Total	29		
	1	Modified starches	2	16.552	3.387*
		Error	27	4.887	
		Total	29		
	2	Modified starches	2	3.571	2.467
		Error	27	1.447	
		Total	29		
3	Modified starches	2	5.851	2.346	
	Error	27	2.494		
	Total	29			
4	Modified starches	2	16.963	7.665*	
	Error	27	2.213		
	Total	29			
ก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่ง	เส้นสด	Modified starches	2	8.320	2.461
		Error	27	3.381	
		Total	29		
	0	Modified starches	2	96.145	44.544*
		Error	27	2.158	
		Total	29		

ตาราง ค.18 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า extensibility ของผลิตภัณฑ์แผ่นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งและก๋วยเตี๋ยวหลอดไส้กึ่งแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง-การละลายน้ำแข็งซ้ำ เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรต่างชนิดกัน

	Freeze-thaw cycle	SOV	df	MS	F
ก๋วยเตี๋ยวหลอด ไส้กึ่ง	1	Modified starches	2	45.124	11.452*
		Error	27	3.940	
		Total	29		
	2	Modified starches	2	60.575	34.798*
		Error	27	1.741	
		Total	29		
	3	Modified starches	2	36.983	22.556*
		Error	27	1.640	
		Total	29		
	4	Modified starches	2	221.763	194.084*
		Error	27	1.143	
		Total	29		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ ชุดที่ทำการทดสอบ

วันที่

คำชี้แจง โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ และเขียนเครื่องหมาย X เพื่อแสดงระดับการยอมรับและไม่ยอมรับต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง กรุณาบันทึกก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

ท่านเป็นผู้ทดสอบท่านหนึ่งที่สามารถบอกว่าคุณยอมรับผลิตภัณฑ์ใด ในระดับใด การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริง พร้อมให้ข้อเสนอแนะของผลิตภัณฑ์จักเป็นพระคุณอย่างสูง และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทดลองครั้งนี้

ระดับการยอมรับ	รหัสตัวอย่าง		
ยอมรับมากที่สุด			
ยอมรับมาก			
ยอมรับปานกลาง			
ยอมรับเล็กน้อย			
เฉยๆ			
ไม่ยอมรับเล็กน้อย			
ไม่ยอมรับปานกลาง			
ไม่ยอมรับมาก			
ไม่ยอมรับมากที่สุด			
ข้อเสนอแนะ			
.....			
.....			
.....			
.....			

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปริญทิพย์ จิรฤทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2523 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร (โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2545