

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. เอกสารแนบท้ายประกาศ: เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร สำหรับอาหารพร้อมบริโภค.
- กันขนา กรณ์เกษม. 2548. ความคงตัวของไลโคปีนที่สกัดได้จากกากมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 หน้า.
- ธีระเดช ศรีวงศ์. 2552. การศึกษาเปรียบเทียบดัชนีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภครับรู้ในผักคะน้าอินทรีย์และผักคะน้าทั่วไป วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิธิยา รัตนาปนนท์และคณะ บุญเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- นิมิตร วรสุตและสนั่น จอกลอย. 2549. อินนูลิน: สารสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน. แก่นเกษตร 34 (2): 85-91.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. เอนไซม์ทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 442 หน้า.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2551. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 360 หน้า.
- เขาวมาลัย คำเจริญ. 2544. เอกสาร เรื่อง ประวัติความเป็นมาของเฮอริชาเลม อาร์ดิโซ็ค (แก่นตะวัน). ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิภาวี ศรีคำภา. 2551. อินนูลินในแก่นตะวัน: การสกัด การวัดและผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กไขมันต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2550. แนวโน้มอาหารเสริมสุขภาพปี'51: ปรับพฤติกรรมรับภาวะค่าครองชีพ (มองเศรษฐกิจ ฉบับที่ 2065). ค้นคว้าได้จาก: http://www.kasikornresearch.com/portal/site/KResearch/rsh_d/?cid=5&id=10100. 9 เมษายน 2552.

- สนั่น จอกลอย รัชนก มีแก้ว และฉวีลย์ เกษมาลา. 2549ก. ค่าความหวานในส่วนต่างๆ ของหัว
 แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.). แก่นเกษตร 34(2): 190-194.
- สนั่น จอกลอย วีรยา ลาดบัวขาว และรัชนก มีแก้ว. 2549ข. แก่นตะวัน(*Helianthus tuberosus* L.):
 พิษชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน. แก่นเกษตร 34(2): 104 -111.
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(สสว.). มปป. ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ.
 ค้นคว้าได้จาก: http://cms.sme.go.th/cms/c/portal/layout?p_1_id=25.720. 9 เมษายน 2552.
- อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วิรุณ และลักดา เหมาะสุวรรณ. 2545. Evidence-based maillard reaction:
 focusing on parenteral nutrition. วารสารโภชนบำบัด 13 (1).
- [Anonymous]. 2000. Enzymes in fruit juice production. In a jam and out of juice: 4-10.
- [Anonymous]. 2005. The role of inulin and oligofructose in a low-glycaemic diet. Active food
 scientific monitor. An Orafiti Newsletter, Nr.12-spring 2005.
- AACC. 2000. Official Methods of Analysis. 20th ed. The American association of cereal
 chemists. Virginia, U.S.A.
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists
 International, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Balasubramaniam S, Lee HC, Lazan H, Othman R and Ali ZM. 2005. Purification and
 properties of a β -galactosidase from carambola fruit with significant activity towards cell
 wall polysaccharides. Phytochemistry :153-163.
- Baldini M, Danuso F, Turi M and Vannozzi. 2004. Evaluation of new clones of Jerusalem
 artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers.
 Industrial Crops and Products 19: 25-40.
- Baysal T and Demirdoven A. 2007. Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review. Enzyme
 and Microbial Technology 40: 491-496.
- Beutler H. 1988. L-Ascorbate and L-Dehydroascorbate; In Methods of Enzymatic Analysis.
 3rd ed. Cambridge UK: VCH Publishers (UK) Ltd. 376-385.
- Boeuf G, Bauw G, Legrand B and Rambour S. 2000. Purification and characterization of a basic
 peroxidase from the medium of cel suspension cultures of chicory. Plant Physiol
 Biochem. 38(3): 217-224.
- Brien CMO, Mueller A, Scannell AGM and Arendt EK. 2003. Evaluation of the effects of fat
 replacers on the quality of wheat bread. J Food Eng 56: 265-267.

- Biocatalysts. nd. The use of enzymes in fruit juice and cider processing. Available from: <http://www.biocatalysts.com>. Accessed May 2, 2009.
- Cabezas MJ, Rabert C and Shene C. 2002. Inulin and Sugar Contents in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium ntybus* Tuber: Effect of Postharvest Storage Temperature. *J Food Sci* 67(8).
- Chassagne-Berces S, Poirier C, Devaux MF, Fonseca F, Lahaye M, Pigorini G, Girault C, Marin M and Guillon F. 2009. Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing. *Food Research International* 42: 788–797.
- Chekroun BM, Amzile J, Mokhtari A, El Haloui NE and Prevost J. 1997. Quantitative Change of Carbohydrate Content of Two Varieties of Jerusalem Artichoke Tuber (*Helianthus tuberosus* L.) During Cold Storage Conditions (4°C). *J Agronomy & Crop Science* 179:129-133.
- Chen HQ, Chen XM, Li Y, Wang J, Jin ZY, Xu XM, Zhao JW, Chen TX and Xie ZJ. 2009. Purification and characterization of exo- and endo-inulinase from *Aspergillus ficuum* JNSP5-06. *Food Chem* 115: 1206-1212.
- Christensen TMIE, Nielsen JE, Kreiberg JD, Rasmussen P and Mikkelsen JD. 1998. Pectin methyl esterase from orange fruit: characterization and localization by in-situ hybridization and immunohistochemistry. Available from: http://d.wanfangdata.com.cn/NSTLQK_NSTL_QK268_2603.aspx. Accessed May 15, 2009.
- Danilcenko H, Jariene E, Aleknaviciene P and Gajewski M. 2008. Quality of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber in relation to storage condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 36 (2): 23-27.
- Devereux HM, Jones GP, McCormack L and Hunter WC. 2003. Consumer Acceptability of Low Fat Foods Containing Inulin and Oligofructose. *J Food Sci* 68 (5): 1850-1854.
- Dong T, Xia R, Wang M, Xiao Z and Liu P. 2008. Changes in dietary fibre, polygalacturonase, cellulase of navel orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck 'Cara Cara') fruits under different storage conditions. *Scientia Horticulturae* 116: 414–420.
- Dris R and Jain SM. 2004. Production Practices and Quality Assessment of Food Crop. *Quality handling and Evaluation* (3): 1-25.

- Elmore JR and Heymann H. 1999. Perceptual maps of photographs of carbonated beverages created by traditional and free-choice profiling. *Food Qual Pref* 10: 219-227.
- Ernst M, Chatterton NJ and Harrison PA. 1995. Carbohydrate changes in chicory (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*) during growth and storage. *Scientia Horticulturae* 63: 251-261.
- Ernst M, Chatterton NJ and Harrison PA. 1996. Purification and characterization of new fructan series from species of Asteracea. *New Phytol.* 132: 63–66.
- Fillion L and Kilcast D. 2002. Consumer perception of crispness and crunchiness in fruits and vegetables. *Food Qual Pref* 13: 23-29.
- Gawlik-Dziki U, Szymanowska U and Baraniak B. 2007. Characterization of polyphenol oxidase from broccoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis italica*) floret. *Food Chem* 105: 1047-1053.
- Gibson GR and Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 125: 1401-1412.
- Gomes MRA and Ledward DA. 1996. Effect of high-pressure treatment on the activity of some polyphenol oxidases. *Food Chem* 56: 1-5.
- Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S and Buerkert A. 2004. Effect of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research* 86: 157-165.
- Guardia MD, Aguiar A, Claret A, Arnau J and Guerrero L. 2010. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Qual Pref* 21: 148-155.
- Hamid M and Rehman K. 2009. Potential applications of peroxidases: Review. *Food chem.* 115: 1177-1186.
- Hao Z, Charles DJ, Yu L and Simon JE. 1996. Purification and characterization of a phenylalanine ammonia-lyase from *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry* 43(4): 735-739.
- Ho K. 1999. Characterization of polyphenol oxidase from aerial roots of an orchid, Aranda “Christine 130”. *Plant Physiology et Biochemistry* 37(11): 841-848.
- IRIS Biotech. nd. Immobilised Enzymes for Biocatalysis Unusual Enzymes & Special Proteins, Covalently Immobilised Inulinase. Available from: <http://www.iris-biotech.de/downloads/biocatalysis-enzymes.pdf> . Accessed May 15, 2009.

- Isamah GK. 2004. ATPase, peroxidase and lipoxygenase activity during post-harvest deterioration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root tubers. *International Biodeterioration & Biodegradation* 54: 319-323.
- Ishimaru M, Kagoroku K, Chachin K, Imahori Y and Ueda Y. 2004. Effect of the storage conditions of burdock (*Arctium lappa* L.) root on the quality of heat-processed burdock sticks. *Scientia Horticulturae* 101: 1-10.
- Kang S, Chang YJ, Oh SJ and Kim S. 1998. Purification and properties of an endo-inulinase from an *Arthrobacter* sp. *Biotechnology Letters* 20 (10).
- Kaur N and Gupta AK. 2002. Applications of inulin and oligofractose in health and nutrition. *J Biosci* 27(7): 703-714.
- Kays SJ and Nottingham SF. 2008. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke Helianthus tuberosus* L.. CRC Press Taylor & Francis Group. 478 p.
- Kocsis L, Liebhard P and Prazink W. 2007. Effect of Seasonal Changes on Content and Profile of Soluble Carbo-hydrates in Tuber of Different Varieties of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *J Agric Food Chem* 55: 9401-9408.
- Lachnit M, Busch-Stockfisch M, Kunert J and Krahl T. 2003. Suitability of Free Choice Profiling for assessment of orange-based carbonated soft-drinks. *Food Qual Pref* 14: 257-263.
- Laratta B, Masi LD, Minasi P and Giovane A. 2008. Pectin methylesterase in *Citrus bergamia* R.: purification, bio-chemical characterisation and sequence of the exon related to the enzyme active site. *Food Chem* 110: 829-837.
- Lee YJ, Kim BY, Lee BH, Jo KI, Lee NK, Chung CH, Lee YC and Lee JW. 2008. Purification and characterization of cellulase produced by *Bacillus amyoliquefaciens* DL-3 utilizing rice hull. *Bioresource Technology* 99: 378-386.
- Leon JC, Alpeeva IS, Chubar TA, Galaev IY, Csoregi E and Sakharov IY. 2002. Purification and substrate specificity of peroxidase from sweet potato tubers. *Plant Science* 163: 1011-1019.
- Lichanporn I, Srilaong V, Wongs-Aree C and kanlayanarat S. 2009. Postharvest physiology and browning of Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) fruit under ambient conditions. *Postharv Biol Technol* 52: 294-299.

- Lim YY, Lim TT and Tee JJ. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chem* 103: 1003-1008.
- Lowry OH, Resebrough NJ, Farr AL and Randall RJ. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
- MacFie HJH, Bratchell NB, Greenhoff K and Vallis LV. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall test. *J Sens Stud* 4: 129-148.
- MacFie HJH and Thomson DMH. 1994. Measurement of food preferences. Glasgow: Blackie academic & professional. 301 p.
- Margareta E, Nyman GL and Svanberg SJM. 2002. Modification of physicochemical properties of dietary fibre in carrots by mono- and divalent cations. *Food Chem* 76: 273–280.
- Martins RC and Silva CLM. 2004. Green beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) quality loss upon thawing. *J Food Eng* 65: 37-48
- Mawadza C, Hatti-Kaul R, Zvauya R and Mattiasson B. 2000. Purification and characterization of cellulases produced by two *Bacillus* strains. *J of Biotechnol* 83: 177-187.
- Mcmillan GP and Perombelon MCM. 1995. Purification and characterization of a high pI pectin methylesterase isozyme and its inhibitor from tubers of *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* cv. Katahdin. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 46: 413-427.
- Meilgaard M, Civille GV and Carr BT. 1991. Sensory evaluation techniques. 2nd ed. United States of America: CRC press. 354 p.
- Mercado-Silva E, Garcia R, Heredia-Zepeda A, Cantwell M. 1998. Development of chilling injury in five jicama cultivars. *Postharv Biol Technol* 13: 37-43.
- Meyers RA. 1995. Molecular Biology and Biotechnology: A Comprehensive Desk Reference. 1072 p.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31: 426–428.
- Modler HW, Jones JD and Mazza G. 1993. Observations on long-term storage and processing of Jerusalem artichoke tuber (*Helianthus tuberosus*). *J Food Chem* 48: 279-284.
- Moscatto JA, Borsato D, Bona E, Sergio de Oliveira A and Oliveira Haully MC. 2005. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *Int J of Food Sci Technol* 41: 181-188.

- Narai-Kanayama A, Tokita N and Aso K. 2007. Dependence of fructooligosaccharide content on activity of fructooligosaccharide-metabolizing enzymes in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuberous roots during storage. *J Food Sci* 72 (6): 381-387.
- Narain C, Paterson A and Reid E. 2003. Free choice and conventional profiling of commercial black filter coffees to explore consumer perceptions of character. *Food Qual Pref* 15: 31-41.
- Oirschot QEA, Rees D and Aked J. 2003. Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. *Food Qual Pref* 14: 673-680.
- Owusu-Apenten R. 2005. Introduction to food chemistry. CRC Press. 249 p.
- Pathak N, Mishra S and Sanwal GG. 2000. Purification and characterization of polygalacturonase from banana fruit. *Phytochemistry* 54: 147-152.
- Pires RTC and Finardi-Filho F. 2005. Extraction and assay of pectic enzymes from Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.). *Food Chem* 89: 85-92.
- Policegoudra RS and Aradhya SM. 2007. Biochemical changes and antioxidant activity of mango ginger (*Curcuma amada* Roxb.) rhizomes during postharvest storage at different temperatures. *Postharv Biol Technol* 46: 189-194.
- Queiroz YS, Ishimoto EY, Bastos DHM, Sampaio GR and Torres EAFS. 2009. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready -to-eat garlic product: *In vitro* antioxidant activity. *Food Chem* 115: 371-374.
- Ren C and Kermode AR. 2000. An Increase in Pectin Methyl Esterase Activity Accompanies Dormancy Breakage and Germination of Yellow Cedar Seeds. *Plant Physiology* 124: 231-242.
- Royo J, Vancanneyt G, Pérez AG, Sanz C, Störmann K, Rosahl S and Sánchez-Serrano JJ. 1996. Characterization of three potato lipoxygenases with distinct enzymatic activities and different organ-specific and wound-regulated expression patterns. *J Biol Chem* 271(35): 21012-21019.
- Rudrappa T, Lakshmanan V, Kaunain R, Singara NM and Neelwarne B. 2007. Purification and characterization of an intracellular peroxidase from genetically transformed roots of red beet (*Beta vulgaris* L.). *Food Chem* 105: 1312-1320.

- Saengthongpinit W and Sajjaanantakul W. 2005. Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber. *Postharv Biol Technol* 37: 93-100.
- Sapers GM, Burgher AM, Phillips JG, Jones SB and Stone EG. 1983. Effects of freezing, thawing and cooking on the appearance of highbush blueberries. U.S. Department of Agriculture, Agricultural research service, Eastern regional research center.
- Sarma AD and Sharma R. 1999. Purification and characterization of UV-B induced phenylalanine ammonia-lyase from rice seedlings. *Phytochemistry* 50: 729-737.
- Sefa-Dedeh S and Afoakwa EO. 2002. Biochemical and textural changes in trifoliolate yam *Dioscorea dumetorum* tubers after harvest. *Food Chem* 79: 27-40.
- Sila DN, Duvetter T, Roeck AD, Verlent I, Smout C, Moates GK, Hills BP, Waldron KK, Hendrickx M and Loey AV. 2008. Texture changes of processed fruits and vegetables: potential use of high-pressure processing. *Trends Food Sci Technol* 19: 309-319.
- Singh P and Dwivedi UN. 2008. Purification and characterization of multiple forms of polygalacturonase from mango (*Mangifera indica* cv. Dashehari) fruit. *Food Chem* 111: 345-349.
- Soh CP, Mohd Ali Z and Lazan H. 2006. Characterisation of an α -galactosidase with potential relevance to ripening related texture changes. *Phytochemistry* 67: 242-254.
- Sudheer KP and Indira V. 2007. Post harvest technology of horticultural crops. New Delhi: New India Publishing Agency. 291 p.
- Suzuki M and Chatterton NJ. 1993. Science and technology of fructans. United State of America: CRC press. 369 p.
- Szymanowska U, Jakubczyk A, Baraniak B and Kur A. 2009. Characterisation of lipoxygenase from pea seeds (*Pisum sativum* var. Telephone L.). *Food Chem*. Forthcoming.
- Tangwongchai R, Ledward DA and Ames JM. 2000. Effect of High-Pressure Treatment on Lipoxygenase Activity. *J Agric Food Chem* 48(7): 2896-2902.
- Tavarini S, Degl'Innocenti E, Remorini D, Massai R and Guidi L. 2009. Polygalacturonase and β -galactosidase activities in Hayward kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. *Scientia Horticulturae* 120: 342-247.

- Tchone M and Barwald G. 2005. Polyphenoloxidases in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Brit Food J* 107(9): 693-701.
- Theerakulkait C and Barrett DM. 2006. Lipoxygenase in Sweet Corn Germ: Isolation and Physicochemical Properties. *J Food Sci* 60(5): 1029 – 1033.
- Toivonen PMA and Brummell DA. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharv Biol Technol* 48: 1-14.
- Unal MU and Bellur E. 2009. Extraction and characterisation of pectin methylesterase from black carrot (*Daucus carota* L.). *Food Chem.* Forthcoming.
- Van Loo J, Coussement P, de Leenheer L, Hoebregs H and Smits G. 1995. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Crit Rev in Food Sci Nutr.* 35(6): 525-552.
- Villavicencio LE, Blankenship SM and Yencho GC. 2004. Skin adhesion in sweet potato and its lack of relationship to polygalacturonase and pectinmethylesterase during storage. *Postharv Biol Technol* 32: 183-192.
- Wang CY, Hsieh YR, Ng CC, Chan H, Lin HT, Tzeng WS and Shyu YT. 2009. Purification and characterization of a novel halostable cellulase from *Salinivibrio* sp. Strain NTU-05. *Enzyme and Microbial Technology* 44: 373-379.
- Wang M, Sun J, Feng W, Cao J and Jiang W. 2008. Identification of a ripening-related lipoxygenase in tomato fruit as blanching indicator enzyme. *Process Biochemistry* 43: 932–936.
- Wennberg M, Engqvist G and Nyman M. 2002. Effect of harvest time and storage on dietary fibre components in various cultivars of white cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*). *J Sci Food Agric* 82: 1405-1411.
- Whitaker JR. 1994. *Principles of enzymology for the food sciences*. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc. 625 p.
- Williams AA and Langron SP. 1984. The use of free choice profiling for the examination of commercial ports. *J Sci Food Agric* 35: 558-568.
- Yadav S, Yadav PK, Yadav D, Yadav KDS. 2009. Pectin lyase: A review. *Process Biochem* 44: 1-10.

Ye XY, Ng TB and Cheng KJ. 2001. Purification and characterization of a cellulase from the ruminal fungus *Orpinomyces joyonii* cloned in *Escherichia coli*. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology 33: 87-94.

Zawistowski J, Biliaderis CG and Murray ED. 1988. Purification and characterization of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) polyphenol oxidase. J Food Biochem 12: 1-22.

Ziyan E and Pekyardimci S. 2003. Characterization of Polyphenol Oxidase from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Turk J Chem 27: 217-225.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

**การศึกษาลักษณะเฉพาะของหัวแค้นตะวันที่ผู้บริโภครับรู้ได้และ
ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพในการบริโภคหัวแค้นตะวันสด**

(แบบสัมภาษณ์เบื้องต้นสำหรับการคัดเลือกผู้ทดสอบ)

(แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวแค้นตะวันสด)

(วิธีการวิเคราะห์ Generalised Procrustes Analysis; GPA)

ภาคผนวก ก1

**แบบสัมภาษณ์เบื้องต้นสำหรับการคัดเลือกผู้ทดสอบ
ในการศึกษาลักษณะคุณภาพของหัวแค้นตะวันตก**

1. ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล อายุ.....ปี เพศ.....
เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ.....อาชีพ.....
ที่อยู่.....

2. ข้อมูลช่วงเวลานัดหมาย

วัน/เวลาที่สะดวกในการร่วมงานวิจัย (26, 28, 29 มิถุนายน 2552)

- วันศุกร์ (26 มิถุนายน 2552)
 วันอาทิตย์ (28 มิถุนายน 2552)
 วันจันทร์ (29 มิถุนายน 2552)

ช่วงเวลา เช้า กลางวัน บ่าย เย็น เวลา.....น.

3. ข้อมูลด้านสุขภาพ

3.1 มีโรคประจำตัวหรือไม่?

มี ไม่มี โรคระบุ.....

3.2 เป็นตาบอดสีหรือไม่? เป็น ไม่เป็น

3.3 เคยได้รับการรักษาเกี่ยวกับช่องปากและฟันหรือไม่?

เคย ไม่เคย ระบุอาการที่รักษา.....

3.4 ท่านเคยเป็นโรคที่ส่งผลต่อการรับรู้และเคยได้รับการรักษาที่ส่งผลต่อการรับรู้ต่อความรู้สึก
สัมผัสด้านรสชาติและกลิ่นหรือไม่?

เคย ไม่เคย

4. ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

4.1 ท่านรับประทานอาหารเช้าหรือมังสวิรัตเป็นประจำหรือไม่?

- รับประทานเป็นประจำ ไม่รับประทานเป็นประจำ

4.2 ท่านอยู่ในโปรแกรมหรือช่วงการควบคุมน้ำหนักหรือไม่? ใช่ ไม่ใช่

4.3 ส่วนใหญ่ท่านรับประทานผักจำพวกใด?

- ผักรับประทานใบ ผักรับประทานหัวหรือลำต้น อื่นๆ ระบุ.....

4.4 จำนวนผัก/ผลไม้ที่รับประทานต่อมื้ออาหาร (โดยประมาณ)?

- 10-50 กรัม 50-500 กรัม 500-1000 กรัม มากกว่า 1000 กรัม

4.5 ท่านรับประทานพืชลำต้นใต้ดินที่ใกล้เคียงกับแก่นตะวัน(ขมิ้นขาว เหหัว มันแกว แครอท) บ่อยเพียงใด?

- ทุกมื้อ ทุกวัน สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง
 เดือนละ 2-3 ครั้ง น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง ไม่เคยรับประทาน

4.6 ท่านรู้จักแก่นตะวันหรือไม่? รู้จัก ไม่รู้จัก

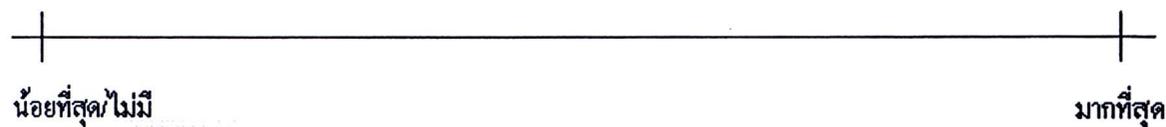
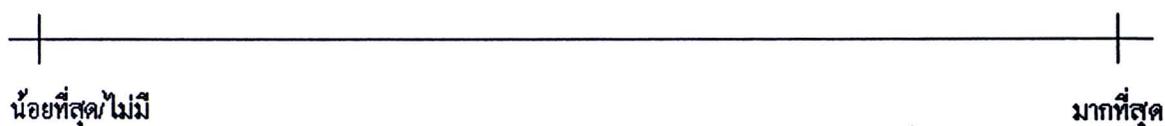
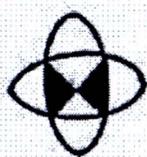
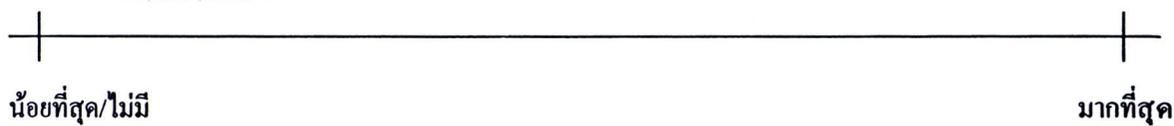
4.7 ท่านรับประทานหัวแก่นตะวันสดหรือผลิตภัณฑ์จากแก่นตะวันหรือไม่?

- เคย (เคยทำข้อ 4.8) ไม่เคย (ข้ามไปทำข้อ 5)

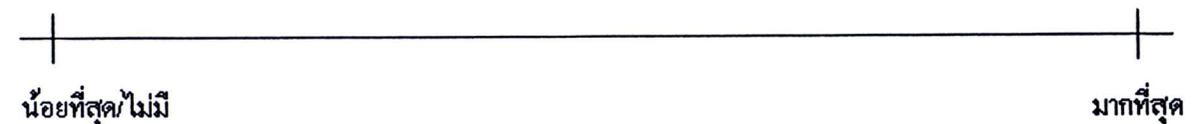
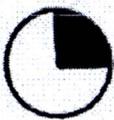
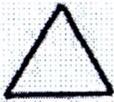
4.8 ท่านรับประทานหัวแก่นตะวันสดหรือผลิตภัณฑ์จากแก่นตะวันบ่อยเพียงใด?

- ทุกมื้อ ทุกวัน สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง
 เดือนละ 2-3 ครั้ง น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง ไม่เคยรับประทาน

5. แบบทดสอบการใช้สเกล (ระบุสัดส่วนของพื้นที่แรเงาในภาพโดยการขีดเส้นลงบนสเกล)
ชุดที่ 1



ชุดที่ 2



ภาคผนวก ก2

แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวแค้นตะวันตก

รหัสผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ: วิธีการ FCP เป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างคำศัพท์เพื่ออธิบายลักษณะของผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค ซึ่งคำศัพท์และค่าคะแนนความเข้มที่ได้มีความเฉพาะสำหรับผู้ทดสอบแต่ละคน อาจแตกต่างกันเนื่องจากความคิดเห็นและประสบการณ์ คำศัพท์ที่ใช้ในการอธิบายลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจไม่เป็นภาษาทางวิทยาศาสตร์ (Williams and Langron 1984) แต่ต้องมีความชัดเจนและสามารถเข้าใจได้

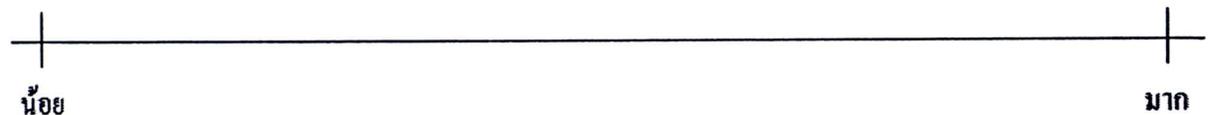
คำชี้แจง: กรุณาพิจารณาตัวอย่าง โดยการมอง คม และชิม แล้วระบุลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ท่านรับรู้ได้ในตัวอย่างหัวแค้นตะวันตก ซึ่งลักษณะทางประสาทสัมผัสแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส จากนั้นระบุระดับความเข้มของแต่ละตัวอย่างในแต่ละลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้น โดยการขีดเส้นลงบนสเกล กรุณารับประทานแครกเกอร์และบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าสะอาดที่จัดเตรียมไว้เมื่อท่านเปลี่ยนตัวอย่างในการชิม

1. ลักษณะปรากฏ

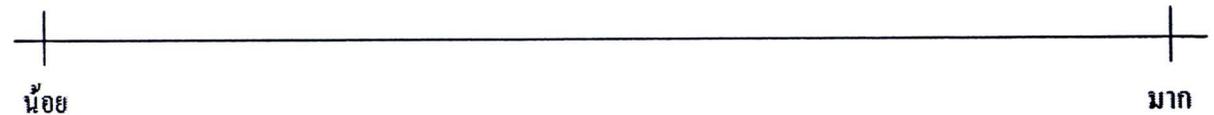
.....



.....

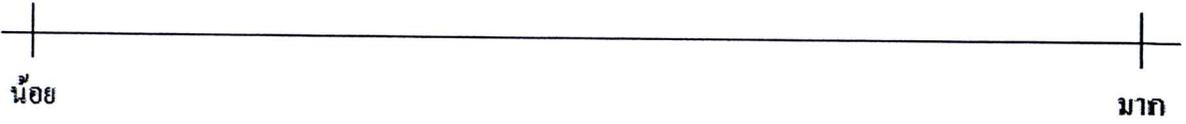


.....

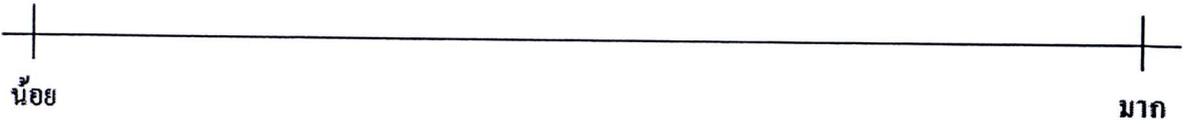


2. ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

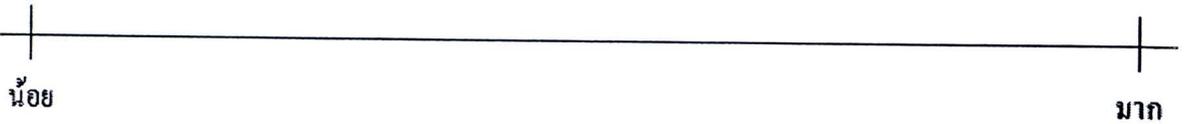
.....



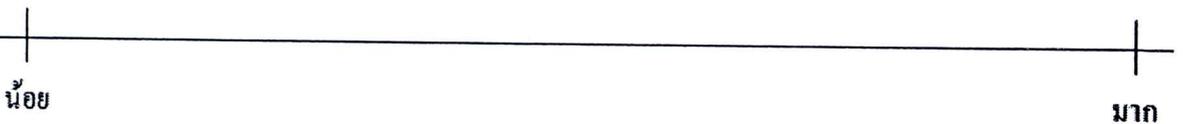
.....



.....



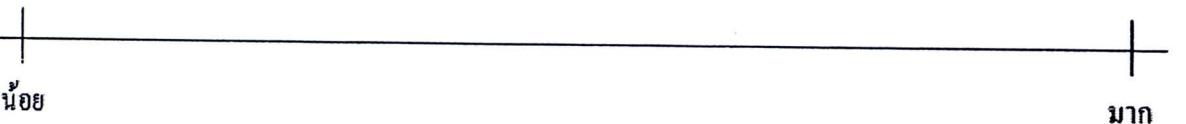
.....



.....



.....

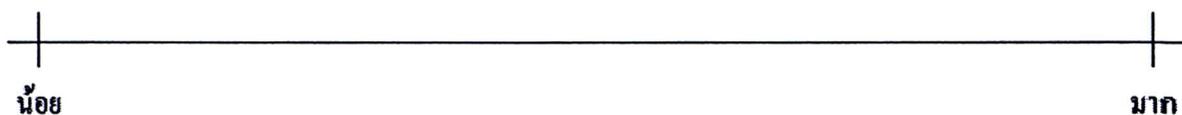


4. ลักษณะเนื้อสัมผัส

.....



.....



.....



.....



.....

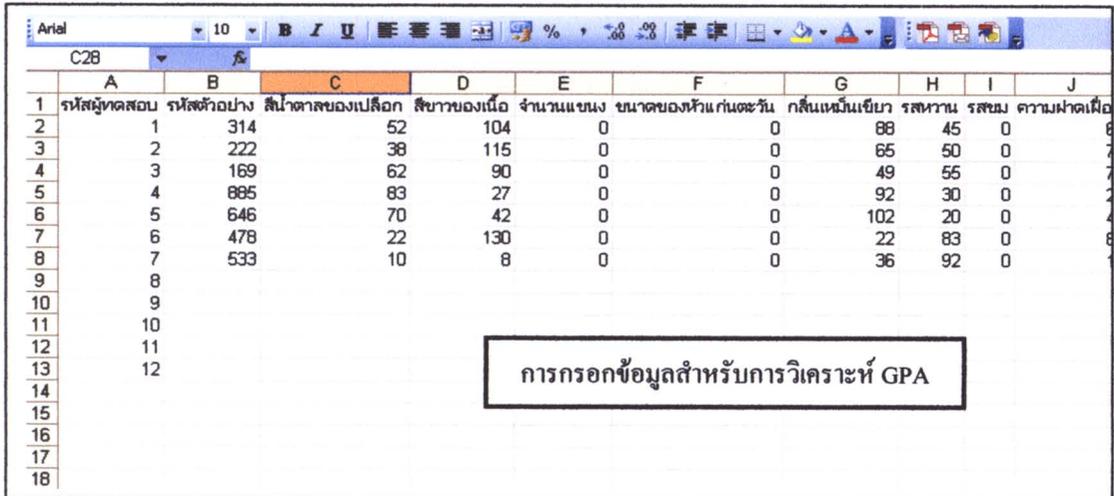


.....



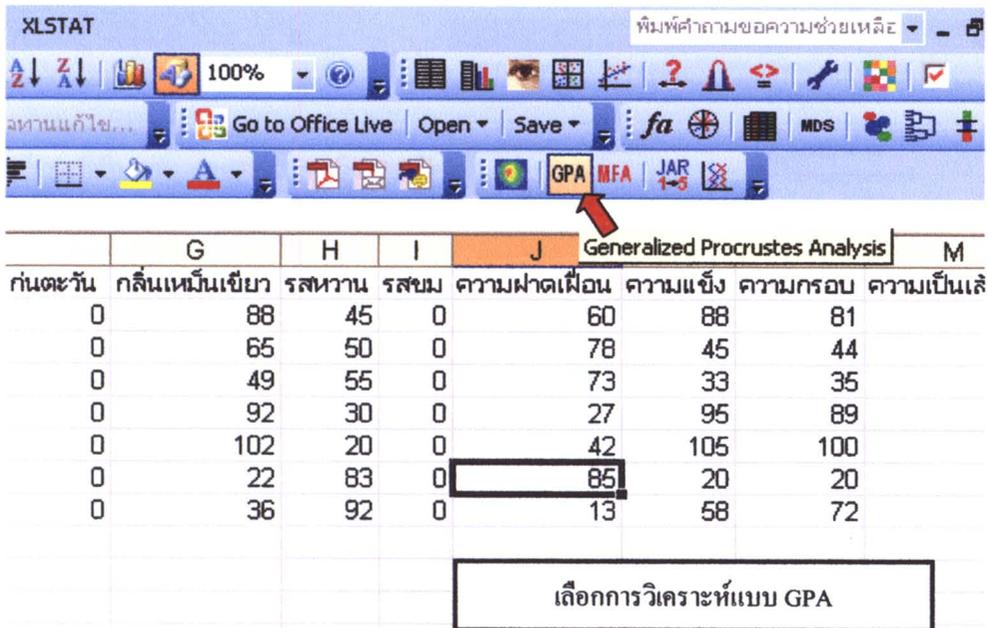
ภาคผนวก ก3

การวิเคราะห์ Generalised Procrustes Analysis (GPA) โดยโปรแกรม XLSTAT version 2007



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	รหัสผู้ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง	สีน้ำตาลของเปลือก	สีขาวของเนื้อ	จำนวนแขนง	ขนาดของหัวก้นตะวัน	กลิ่นเหม็นเขียว	รสหวาน	รสขม	ความฝาดเหนียว
2	1	314	52	104	0	0	88	45	0	
3	2	222	38	115	0	0	65	50	0	
4	3	169	62	90	0	0	49	55	0	
5	4	885	83	27	0	0	92	30	0	
6	5	646	70	42	0	0	102	20	0	
7	6	478	22	130	0	0	22	83	0	
8	7	533	10	8	0	0	36	92	0	
9	8									
10	9									
11	10									
12	11									
13	12									
14										
15										
16										
17										
18										

การกรอกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ GPA



XLSTAT

เพิ่มพื้คำถามขอความช่วยเหลือ

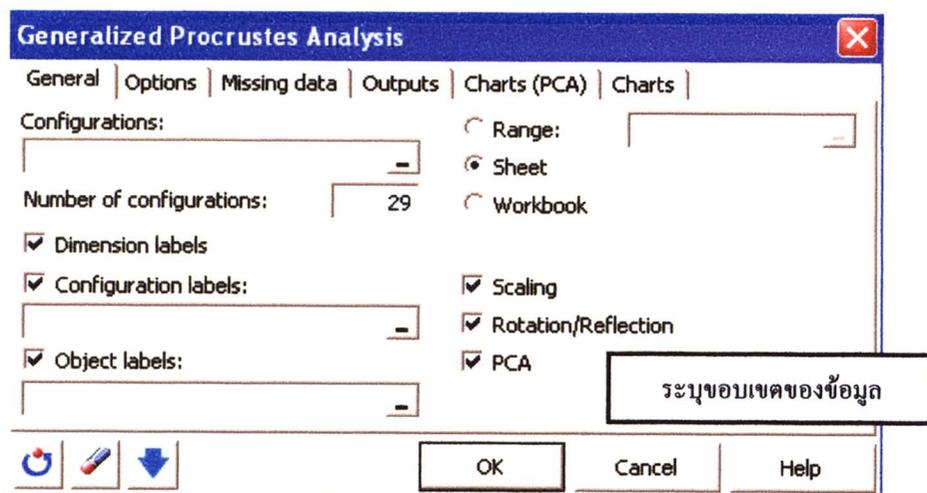
100%

Go to Office Live Open Save fa MDS

GPA MFA JAR

	G	H	I	J	Generalized Procrustes Analysis	M	
ก้นตะวัน	กลิ่นเหม็นเขียว	รสหวาน	รสขม	ความฝาดเหนียว	ความแข็ง	ความกรอบ	ความเป็นเล็
0	88	45	0	60	88	81	
0	65	50	0	78	45	44	
0	49	55	0	73	33	35	
0	92	30	0	27	95	89	
0	102	20	0	42	105	100	
0	22	83	0	85	20	20	
0	36	92	0	13	58	72	

เลือกการวิเคราะห์แบบ GPA



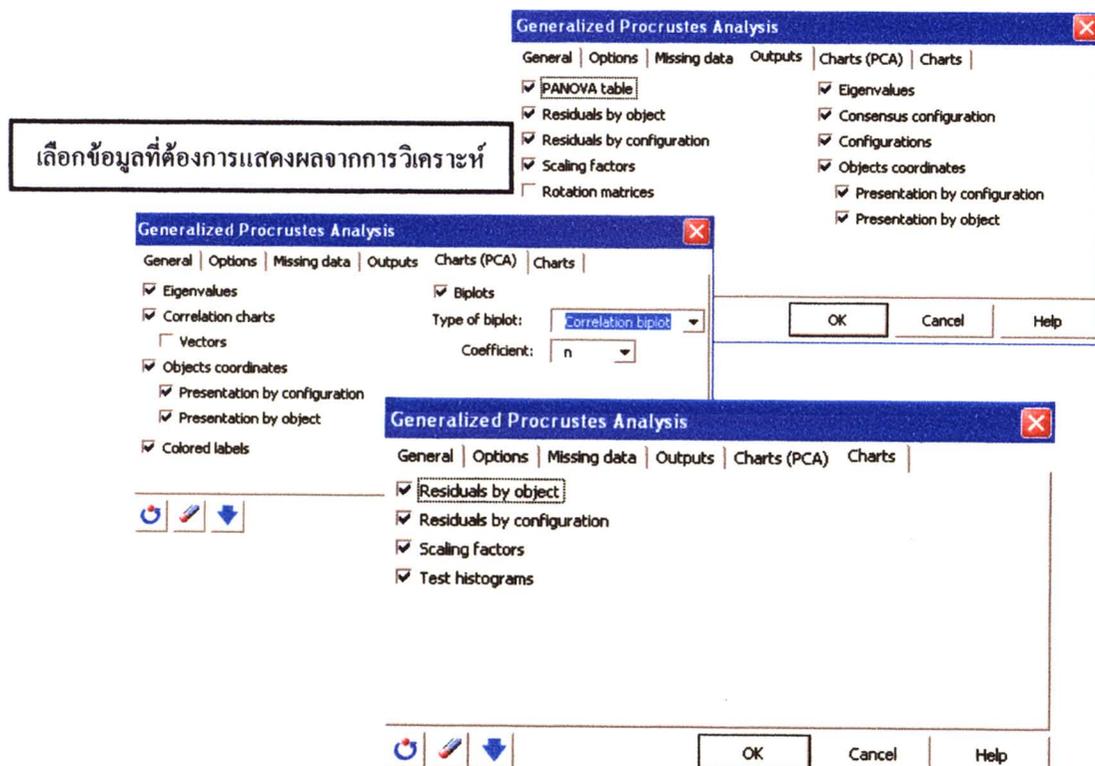
การระบุขอบเขตข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

Configuration ระบุชุดเมตริกซ์ข้อมูลของผู้ทดสอบ

Number of configuration ระบุจำนวนของผู้ทดสอบ

Configuration labels ระบุชื่อผู้ทดสอบ

Object labels ระบุชื่อตัวอย่าง



ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี

ภาคผนวก ข1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

1.1 วัสดุ อุปกรณ์

1.1.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer รุ่น TAXT2 Plus)

1.1.2 หัววัดแบบ puncture test ทรงกระบอก (P/3)

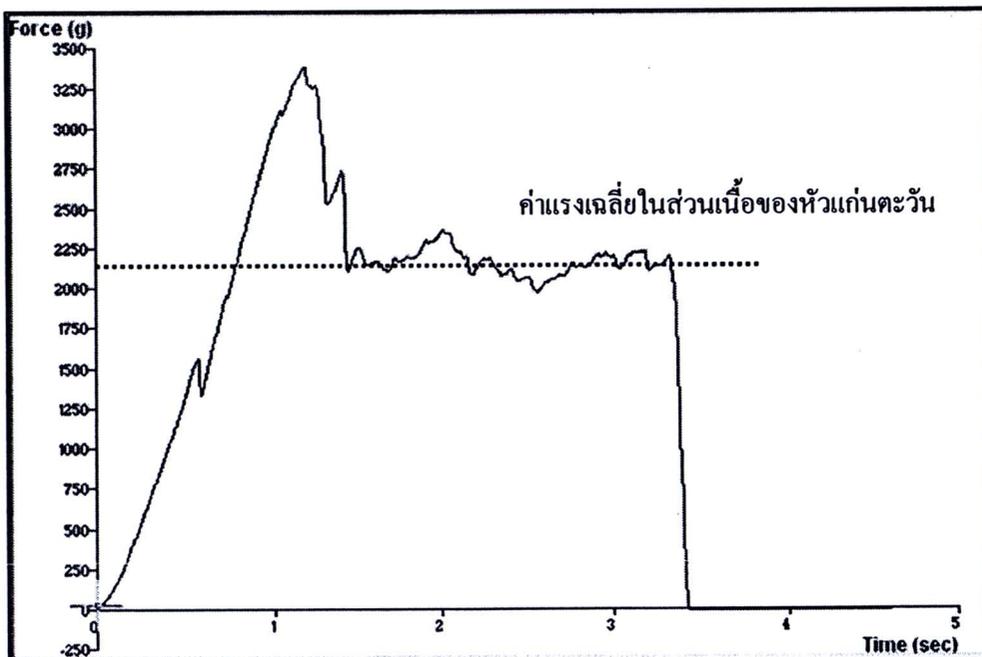
1.2 วิธีการวิเคราะห์

1.2.1 สุ่มตัวอย่างหัวแค้นตะวัน เพื่อวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธีการวัดแบบการเจาะผ่านตัวอย่าง (puncture test) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร (P/3)

1.2.2 วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของหัวแค้นตะวันทั้งที่ยังมีผิวเปลือก โดยวัดหัวแค้นตะวันละ 3 จุด ตามแนวความยาวของหัวแค้นตะวัน

1.2.3 รายงานผลลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้ค่าแรงเฉลี่ยเมื่อหัววัดเจาะผ่านในส่วนเนื้อของตัวอย่างหัวแค้นตะวัน กำหนดระยะเวลาการเคลื่อนที่ของหัววัดทะลุผ่านหัวแค้นตะวัน 5 มิลลิเมตร (มีหน่วยเป็นกรัม_{แรง}) (ภาพภาคผนวก ข ที่ 1)

1.2.4 ตั้งค่าการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสตามตารางภาคผนวก ข ที่ 1



ภาพภาคผนวก ข ที่ 1 ลักษณะกราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

2. การวิเคราะห์ค่าสี

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Ultrascan XE

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 นำหัวแก่นตะวันมาวัดค่าสีในระบบ CIE (L^* , a^* , b^*) แหล่งแสง D65

(Day light 6500 Observe)

ค่า L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (lightness) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100

$L^* = 0$ คือ ไม่มี ความสว่างหรือสีดำ

$L^* = 100$ คือ มีความสว่างสูงสุดหรือสีขาว

ค่า a^* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดงถึงเขียว

a^* เป็น + คือ ค่าความเป็นสีแดง (redness)

a^* เป็น - คือ ค่าความเป็นสีเขียว (greenness)

ค่า b^* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลืองถึงน้ำเงิน

b^* เป็น + คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness)

b^* เป็น - คือ ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (blueness)

2.2.2 หาค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) สำหรับหัวแก่นตะวันเก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 4°ซ และ -18°ซ ในระหว่างการเก็บรักษานาน 10 สัปดาห์ โดย

คำนวณจากสูตร

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

2.2.3 หาค่ามุมสี (hue angle) ซึ่งเป็นตัวเลขที่ระบุว่าสีอยู่ในตำแหน่งใดในแผนภูมิสี

มีหน่วยเป็นองศา (ภาพภาคผนวก ข ที่ 2)

ค่ามุมสี = 0° คือ สีแดง

ค่ามุมสี = 90° คือ สีเหลือง

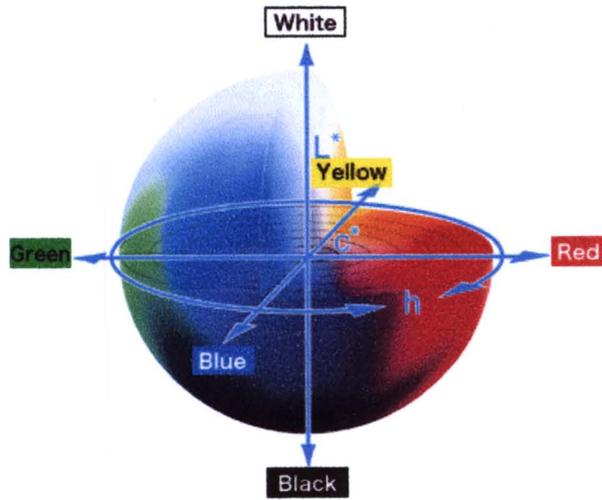
ค่ามุมสี = 180° คือ สีเขียว

ค่ามุมสี = 270° คือ สีน้ำเงิน

โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{Hue angle} = \text{arc tan} (b^*/a^*)$$

2.2.4 ตั้งค่าการวิเคราะห์ค่าสีตามตารางภาคผนวก ข ที่ 1



ภาพภาคผนวก ข ที่ 2 L*C*h colour space

ตารางภาคผนวก ข ที่ 1 ตัวแปรที่กำหนดในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการวัดสี

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส	การวิเคราะห์ค่าสี
Probe P/3	Scale; CIELAB
Adaptor AD/100	Light source; D65
HDP/90	Observer; 10°C
	Display mode; absolute
Test mode; compression	Scale; CIELAB
Pre-test speed; 1.50 mm/sec	Light source; D65
Test-speed; 1.50 mm/sec	Mode; RSEX
Post-test speed; 10.00 mm/sec	Area view; small
Target mode; Distance	Port size; 0.375 inch
Distance; 5.00 mm	UV filter; Norminal
Trigger type; Auto(force)	
Trigger force; 25.0 g	Hunter Lab Diffuse/8° Instrucment standard for
Break mode; off	use with UltraScan XE Spectrocolourimeter
Stop Plot at; start position	Serial Number U3115 Date 12/96 Hunter
Tare mode; Auto	Associates laboratory Inc. Reston, Virginia
Advance options; on	22090 USA
Distance; 5.00 mm	
Trigger type; Auto(force)	Hunter Lab Diffuse/8° Light Trap for use with
Trigger force; 25.0 g	UltraScan XE Spectrocolourimeter
	Serial Number U3115 Date 12/96 Hunter
	Associates laboratory Inc. Reston, Virginia
	22090 USA

ภาคผนวก ข2 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ และเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Megazyme; AOAC 991.43)

1.1 หลักการการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fibre; TDF) ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นตัวอย่างแห้งและขจัดไขมันออก (หากมีปริมาณไขมันมากกว่า 10%) ใช้ตัวอย่าง 2 ชุดในการวิเคราะห์

ขั้นตอนแรกให้ความร้อนแก่ตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 100°C เพื่อให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์เซชัน (gelatinization) และทำปฏิกิริยากับ α -amylase เพื่อย่อยสลายแป้ง จากนั้นเติมเอนไซม์ protease นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60°C เพื่อให้เกิดการละลายและสลายตัวของโปรตีน ตามด้วยการทำปฏิกิริยากับ amyloglucosidase เพื่อย่อยแป้งให้เป็นกลูโคส จากนั้นเติมเอทานอลเพื่อตกตะกอน soluble fibre และขจัดโปรตีนและกลูโคส แล้วนำส่วนที่ได้ไปกรองและล้างตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 78 เอทานอลร้อยละ 95 และอะซีโตน ตามลำดับ จากนั้นนำตะกอนไปอบให้แห้งและชั่งน้ำหนัก ชุดแรกของตัวอย่างที่ได้ถูกวิเคราะห์เพื่อหาโปรตีน และอีกชุดจะถูกเผาที่ 525°C เพื่อวิเคราะห์เถ้า

1.2 TDF Assay Kit

ขวด1: Thermostable α -amylase (20 ml, 3,000 U/ml, ~10,000 U/ml on soluble starch) (Megazyme Cat. No. E-BLAAM)

ขวด2: Purified protease (20 ml, 50 mg/ml, ~350 tryosine units/ml) (Megazyme Cat. No. E-BSPRT)

ขวด3: Purified amyloglucosidase (20 ml, 3,300 U/ml on soluble starch) (Megazyme Cat. No. E-AMGDE)

1.3 วัสดุ อุปกรณ์

1.3.1 บีกเกอร์ 400 และ 600 มล.(ทรงสูง)

1.3.2 การเตรียม filtre crucible เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

- (1) เเผา filtre crucible ที่ 525 °ซ ในเตาเผา (muffle furnace)
- (2) แช่ในสารละลายทำความสะอาดที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง
- (3) ล้าง filtre crucible ด้วยน้ำกลั่นและน้ำขจัดอิมออไนซ์ 15 มล.
- (4) ล้าง filtre crucible ครั้งสุดท้ายด้วยอะซีโตน 15 มล. และทิ้งไว้ให้แห้ง

- (5) เติม Celite ประมาณ 0.1 กรัม ใน filtre crucible ที่แห้งและอบที่ 130°C ทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้ น้ำหนักคงที่
- (6) ทิ้ง filtre crucible ให้เย็นใน โถดูดความชื้น (desiccator) ประมาณ 1 ชั่วโมงและบันทึกน้ำหนัก filtre crucible ที่มี Celite บรรจุก่อน

1.3.3 Filtering flask

1.3.4 Rubber ring adaptors สำหรับใช้กับ filtering flask

1.3.5 vacuum pump

1.3.6 Shaking water-bath พร้อมฝาปิด

1.3.7 เครื่องชั่ง (± 0.1 mg accuracy)

1.3.8 ตู้ป่น 2 ตู้ มี mechanical convection ตั้งอุณหภูมิที่ $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ และ $130\pm 2^{\circ}\text{C}$

1.3.9 นาฬิกาจับเวลา

1.3.10 โถดูดความชื้น

1.3.11 pH meter

1.3.12 Pipettors and tips, 50-200 μl และ 5 ml

1.3.13 Dispenser

- (1) 15 ± 0.5 ml สำหรับเอทานอลร้อยละ 78, เอทานอลร้อยละ 95 และอะซีโตน
- (2) 40 ± 0.5 ml สำหรับบัฟเฟอร์

1.3.14 กระบอกตวง 500 ml

1.3.15 Magnetic stirrers และ stirring bars

1.3.16 Muffle furnace $525\pm 5^{\circ}\text{C}$

1.4 สารเคมี

1.4.1 เอทานอลร้อยละ 95

1.4.2 เอทานอลร้อยละ 78 เตรียมโดยเติมน้ำ 207 มล. ในขวดแก้วปรับปริมาตร (volumetric flask) 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ผสมให้เข้ากัน

1.4.3 อะซีโตน (reagent grade)

1.4.4 เอนไซม์สำหรับ TDF Assay (เก็บที่ $0-5^{\circ}\text{C}$)

- (1) α -amylase, heat stable (E-BLAAM); 3,000 Ceralpha Units/ml
- (2) Protease (E-BSPRT); 50 mg/ml, 350 tryosine units/ml
- (3) Amyloglucosidase (E-AMGDE); 3,300 U/ml on soluble starch

1.4.5 น้ำจืดออสอน

1.4.6 Celite

1.4.7 MES/TRIS buffer, 0.05 M, pH 8.2 ที่ 24 °ซ เตรียมโดยละลาย 2(*N*-morpholino) ethanesulfonic acid (MES) 19.52 กรัม และ Tris (hydroxymethyl) aminomethane (TRIS) 14.2 กรัม ในน้ำขจัดอออนปริมาตร 1.7 ลิตร ปรับ pH เป็น 8.2 ด้วย 6N NaOH ปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตรโดยใช้น้ำกลั่น (ควรปรับ pH ของบัฟเฟอร์ ประมาณ 8.3 ที่ 20°ซ หรือประมาณ 8.1 ที่ 27-28°ซ)

1.4.8 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.561 N เตรียมโดยการเติม 6N HCl ปริมาตร 93.5 มล. ในน้ำกลั่นประมาณ 700 มล. ในขวดปรับปริมาตร 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยใช้น้ำกลั่น

1.5 วิธีการวิเคราะห์

1.5.1 เตรียมตัวอย่างอ้างอิง (blank) 2 ชุด ในแต่ละการทดสอบ สำหรับการวิเคราะห์โปรตีนและเถ้า

1.5.2 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์

- (1) ชั่งตัวอย่าง 2 ชุด จำนวน 1.000 ± 0.005 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 500 มล. บันทึกน้ำหนัก ($m_1 =$ น้ำหนักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โปรตีน, $m_2 =$ น้ำหนักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์เถ้า)
- (2) เติม MES-TRIS blend buffer solution (pH 8.2) 40 มล. ในแต่ละบีกเกอร์ คนจนกระทั่งตัวอย่างกระจายตัวในสารละลายอย่างสมบูรณ์ โดยใช้แท่งแม่เหล็กสำหรับคน (magnetic stirring bars)

1.5.3 การบ่มตัวอย่างด้วย heat-stable α -amylase

- (1) เติม heat-stable α -amylase solution 50 μ l และคนด้วยแท่งแม่เหล็กโดยใช้ความเร็วต่ำ
- (2) ปิดแต่ละบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์
- (3) นำบีกเกอร์ที่ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ไปวางบน water bath อุณหภูมิ 95-100 °ซ เป็นเวลา 30 นาทีพร้อมเขย่าตลอดเวลา (เริ่มจับเวลาพร้อมกัน)

1.5.4 ทำให้เย็น (Cool)

- (1) นำบีกเกอร์ออกจาก water bath และทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 60 °ซ
- (2) นำอะลูมิเนียมฟอยล์ออก
- (3) ใช้ spatula ชูควงแหวนรอบๆ บีกเกอร์ และเจลที่กั้นบีกเกอร์
- (4) ล้างรอบบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น 10 มล.

(5) ปรับอุณหภูมิของ water bath ให้ได้ 60 °ซ

1.5.5 การบ่มกับ protease

- (1) เติม protease 100 μ l ในแต่ละตัวอย่าง
- (2) ปิดแต่ละบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์
- (3) บ่มและเขย่าใน water bath อุณหภูมิ 60 ± 1 °ซ เป็นเวลา 30 นาที เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิ water bath ถึง 60 °ซ

1.5.6 การตรวจสอบ pH

- (1) นำบีกเกอร์ออกจาก water bath
- (2) นำอะลูมิเนียมฟอยล์ออก
- (3) เติมสารละลาย 0.561 N HCl ปริมาตร 5 มล. ในตัวอย่างขณะที่คนตัวอย่าง
- (4) ตรวจสอบ pH ซึ่งควรมีค่าประมาณ 4.1-4.8 ปรับ pH ถ้าจำเป็นโดยใช้ 5M NaOH solution หรือ 5N HCl solution

1.5.7 การบ่มกับ amyloglucosidase

- (1) เติม amyloglucosidase solution 200 μ l ระหว่างที่คน โดยใช้ magnetic stirrer
- (2) ปิดแต่ละบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์
- (3) บ่มและเขย่าใน water bath อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 30 นาที โดยการเขย่าด้วยอัตราคงที่ เริ่มจับเวลาเมื่ออุณหภูมิ water bath ถึง 60 °ซ

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (*Insoluble dietary fibre; IDF*)

1.5.8 เตรียมการกรอง

- (1) เติมน้ำกลั่น 3 มล. ใน filtre crucible เพื่อเกลี่ยผิวหน้า Celite ให้เรียบ
- (2) ทำการ suction ส่วนเหลือ (residues)

1.5.9 กรองสารผสมเอนไซม์ จากข้อ 1.5.7 ผ่าน filtre crucible ไปใน filtration flask

1.5.10 ล้างส่วนเหลือด้วยน้ำกลั่นอุณหภูมิ 70 °ซ ปริมาตร 10 มล. (เก็บส่วนที่กรองได้ไว้สำหรับการประเมินใยอาหารที่ละลายน้ำได้ โดยนำสารละลายไปใส่ในบีกเกอร์ 600 มล.)

1.5.11 ล้างส่วนเหลือ ด้วย 10 มล. ด้วยสารละลายต่อไปนี้ ตามลำดับ

- (1) เอทานอลร้อยละ 95
- (2) อะซีโตน

1.5.12 นำ filtre crucible ซึ่งมีส่วนเหลืออบที่อุณหภูมิ 103 °ซ ทิ้งไว้ข้ามคืน

- 1.5.13 ทำ filtre crucible ให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก filtre crucible ที่มี dietary fibre residue และ Celite บันทึกเป็น residue weight (R1, R2) และ blank residue weight (BR1, BR2)
- 1.5.14 การประเมินโปรตีนและเถ้า
ส่วนเหลือแรกใช้สำหรับการวิเคราะห์โปรตีน ส่วนเหลือที่ 2 ใช้สำหรับการวิเคราะห์เถ้า
- (1) วิเคราะห์โปรตีนโดยใช้ Kjeldahl method โดยใช้แฟกเตอร์ 6.25 ในการคำนวณปริมาณของโปรตีน(กรัม) บันทึกเป็นน้ำหนักโปรตีน (P) และ blank protein (BP)
 - (2) ในการวิเคราะห์เถ้า ทำโดยนำส่วนเหลือที่ 2 ไปเผาที่ 525°ซ นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณเถ้า (กรัม) บันทึกเป็นน้ำหนักเถ้า (A) และ blank ash (BA)

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble dietary fibre; SDF)

1.5.1 - 1.5.10 ทำตามวิธีของ IDF

- 1.5.11. นำส่วนที่กรองได้จากข้อที่ 1.5.11 ของการวิเคราะห์ IDF มาตกตะกอน SDF
- (1) เติมหีทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 60°ซ ปริมาตร 320 มล. ในบีกเกอร์ ปริมาตร 600 มล.
 - (2) ทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที
- 1.5.12 เตรียมการกรองส่วนเหลือ โดยใช้เอทานอลร้อยละ 78 ปริมาตร 15 มล. เกลี่ยผิวหน้า Celite ใน filtre crucible ให้เรียบ
- 1.5.13 ทำการกรองส่วนตกตะกอน SDF โดยกรองผ่าน filtre crucible ที่เกลี่ยผิวหน้า Celite เรียบ
- 1.5.14 ล้างส่วนเหลือด้วยสารละลายต่อไปนี้ ตามลำดับ โดยใช้การกรองแบบสุญญากาศ
- (1) เอทานอลร้อยละ 78 ปริมาตร 15 มล.
 - (2) เอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 15 มล.
 - (3) อะซีโตน ปริมาตร 15 มล.
- 1.5.15 นำ filtre crucible จากขั้นตอนที่ 1.5.14 ออบในตู้อบ 103°ซ ทิ้งไว้ข้ามคืน
- 1.5.16 ทำเหมือนขั้นตอนที่ 1.5.13 และ 1.5.14 ของการวิเคราะห์ IDF

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (*Total dietary fibre; TDF*)

ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดเท่ากับผลรวมของปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้

1.6 การคำนวณ

$$\text{Dietary fibre (\%)} = \frac{(R1+R2)/2 - P - A - B}{(m1+m2)/2} \times 100$$

เมื่อ R1 = residue weight 1 from m1

R2 = residue weight 2 from m2

m1 = sample weight 1

m2 = sample weight 2

P = protein weight from R1

A = ash weight from R2

$$B = \text{Blank} = (BR1+BR2)/2 - BP - BA$$

เมื่อ BR = blank residue

BP = blank protein from BR1

BA = blank ash from BR2

2. การวิเคราะห์ปริมาณฟรุคแทน (*Magazyme; AOAC 999.03, AACC 32.32*)

2.1 หลักการการวิเคราะห์

ซูโครสที่มีในตัวอย่างถูกย่อยเป็น D-fructose และ D-glucose โดยใช้ specific sucrase enzyme จากนั้นทำการสลายน้ำตาลรีดิวิซ์และเกิดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohols) โดย alkaline borohydride สารละลายจะเป็นกลาง และ borohydride ที่มากเกินไปจะถูกกำจัดออกโดยกรดอะซีติกเจือจาง ฟรุคแทนจะถูกย่อยไปเป็น D-fructose และ D-glucose โดย purified fructanase (exo-inulinase) จากนั้นวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวิซ์ (D-fructose และ D-glucose) โดย PAHBAH reducing-sugar method

2.2 Kit content

- ขวด 1: Sucrase (100U) plus β -amylase(*B.cereus*, 500U), pullulanase (*K.pneumoniae*, 100U) และ Maltase (yeast, 1,000U) ในรูปของผงที่ผ่านการ freeze-dried มีความคงตัวเก็บไว้ได้นานมากกว่า 5 ปี ที่อุณหภูมิ -20°ซ
- ขวด 2: Fructanase เป็น exo-inulinase ที่มีความบริสุทธิ์สูง (10,000U) และ endo-inulinase (100U) ในรูปของผงที่ผ่านการ freeze-dried มีความคงตัวเก็บไว้ได้นานมากกว่า 5 ปี ที่อุณหภูมิ -20°ซ
- ขวด 3: Fructan Control Flour เป็นฟรุคแทนที่ผ่านการ freeze-dried และมี α -cellulose เก็บไว้ได้นานมากกว่า 5 ที่อุณหภูมิห้องและแห้ง
- ขวด 4: Sucrose Control Flour เป็นซูโครสที่ผ่านการ freeze-dried และมี α -cellulose เก็บไว้ได้นานมากกว่า 5 ที่อุณหภูมิห้องและแห้ง
- ขวด 5: Fructose Standard Solution (1.5 mg/mL) ใน 0.2% (w/v) benzoic acid เก็บไว้ได้นานมากกว่า 5 ที่อุณหภูมิห้อง

2.3 การเตรียมเอนไซม์

- 2.3.1 ละลายสารที่อยู่ในขวดที่ 1 ในบัฟเฟอร์#1 (sodium maleate; 0.1 M, pH 6.5) จำนวน 22 มิลลิลิตร ได้เป็น Enzyme solution 1 แบ่งสารและเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ
- 2.3.2 ละลายสารขวดที่ 2 ในบัฟเฟอร์#2 (sodium acetate; 0.1 M, pH 4.5) จำนวน 22 มิลลิลิตร แบ่งสารและเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ

2.4 บัฟเฟอร์

- 2.4.1 บัฟเฟอร์#1 Sodium maleate buffer (0.1 M, pH 6.5)
เตรียมโดยละลายกรด maleic (11.6g, Sigma Cat. No. M-0375) ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร และปรับ pH เป็น 6.5 โดยใช้ sodium hydroxide solution (2 M) ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สามารถเก็บไว้ได้มากกว่า 3 เดือนที่อุณหภูมิ 4°ซ
- 2.4.2 บัฟเฟอร์#2 Sodium acetate buffer (0.1 M, pH 4.5)
เตรียมโดยเติม glacial acetic acid (5.8 mL) ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 4.5 โดยใช้ 1 M sodium hydroxide ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สามารถเก็บไว้ได้มากกว่า 3 เดือนที่อุณหภูมิ 4°ซ

2.5 สารเคมี

2.5.1 PAHBAH Reducing Sugar Assay Reagent

Solution A เติม *p*-hydroxybenzoic acid hydrazide (Sigma Cat. No. H-9882) (PAHBAH) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นคนสารและเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เก็บไว้ใช้ได้ประมาณ 2 ปี

Solution B เติม trisodium citrate dehydrate 24.9 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร และคนจนละลาย เติม calcium chloride dihydrate 2.2 กรัมคนจนละลาย จากนั้นเติม sodium hydroxide 40.0 กรัม ทำให้ละลายโดยการคน (สารละลายอาจจะเป็น milky แต่จะใสเมื่อเจือจางให้เป็น 2 ลิตร) ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตรและเก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เก็บไว้ใช้ได้ประมาณ 2 ปี

PAHBAH Working Reagent ก่อนการใช้ทำการเติม Solution A 20 มิลลิลิตรใน Solution B 180 มิลลิลิตรและผสมให้เข้ากัน

2.5.2 Sodium hydroxide(50 mM)

ละลาย sodium hydroxide 2.0 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บที่อุณหภูมิห้อง

2.5.3 Alkaline borohydride (10 mg/mL sodium borohydride in 50 mM sodium hydroxide)

ชั่ง sodium borohydride (Sigma Cat. No. S-9125) ประมาณ 50 มิลลิกรัม ใส่ในภาชนะ polypropylene ปิดฝาขวดและเก็บในโถดูดความชื้นก่อนการนำไปใช้ทำการละลาย sodium borohydride (10 mg/mL) ใน 50 mM sodium hydroxide สารละลายนี้เก็บได้นาน 4-5 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

2.5.4 Acetic acid(0.2 M)

เติม glacial acetic acid ปริมาตร 11.6 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บที่อุณหภูมิห้อง

2.6 วัสดุ อุปกรณ์

2.6.1 หลอดทดลอง ขนาด 16x100mm,18x150mm

2.6.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 และ 200 มิลลิลิตร

2.6.3 Volumetric flasks ปริมาตร 50 และ 100 มิลลิลิตร

2.6.4 Micro-pipette 100 และ 200 ไมโครลิตร



2.6.5 Analytical balance

2.6.6 Spectrophotometer set at 410 nm

2.6.7 Thermostated water bath set at 40°C

2.6.8 Boiling water bath

2.6.9 Hot-plate magnetic stirrer

2.6.10 Bench centrifuge (capable of 1,000g) หรือ filter funnels และกระดาษกรอง
Whatman No.1 (9 cm)

2.6.11 นาฬิกาจับเวลา

2.7 วิธีการวิเคราะห์

2.7.1 การสกัดฟรุกแทน

ทุกตัวอย่างที่นำมาสกัดฟรุกต้องมียุณหภูมิเทียบเท่าอุณหภูมิห้องก่อนการชั่งน้ำหนัก

2.7.1.1 ตัวอย่างที่มีฟรุกแทนร้อยละ 0-12 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

- (1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร
- (2) เติมน้ำกลั่นที่ร้อน (80°C) 80 มิลลิลิตร
- (3) วางบีกเกอร์บน hot plate/magnetic stirrer (ที่ประมาณ 80°C) คนตัวอย่างตลอดเวลาเป็นเวลา 15 นาที หรือจนตัวอย่างเกิดการกระจายอย่างสมบูรณ์
- (4) ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วย้ายมาใส่ใน volumetric flasks ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นและเขย่าให้เข้ากัน

2.7.1.2 ตัวอย่างที่มีฟรุกแทนร้อยละ 12-50 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

- (1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 100 มิลลิกรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
- (2) เติมน้ำกลั่นที่ร้อน (80°C) 40 มิลลิลิตร
- (3) วางบีกเกอร์บน hot plate/magnetic stirrer (ที่ประมาณ 80°C) คนตลอดเวลาเป็นเวลา 15 นาที หรือจนตัวอย่างเกิดการกระจายอย่างสมบูรณ์
- (4) ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วย้ายมาใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นและเขย่าให้เข้ากัน

- (5) กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 สารละลายที่เก็บไว้นานหลายชั่วโมงที่อุณหภูมิต่ำฟรุคแทนอาจตกตะกอน ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์อาจต้องให้ความร้อนอีกครั้งที่ 80°C และทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปวิเคราะห์

2.7.2 การกำจัดซูโครส แป้งและน้ำตาลรีดิวิซ์

- (1) นำสารละลายที่จะวิเคราะห์ 0.2 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง (6x100mm)
- (2) เติมสารละลายเชื้อจาก Sucrase/Maltase (Enzyme A) 0.2 มิลลิลิตรในหลอดทดลองและนำไปบ่มที่ 40°C เป็นเวลา 30 นาที
- (3) เติม Reagent 3 (alkaline borohydride solution) 0.2 มิลลิลิตรในหลอดทดลองคนสารให้เข้ากัน และบ่มที่ 40°C เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้น้ำตาลรีดิวิซ์เกิดน้ำตาลแอลกอฮอล์อย่างสมบูรณ์
- (4) เติม Reagent 4 (0.2 M acetic acid) 0.5 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง และผสมให้เข้ากัน โดยใช้ vortex mixer (ในขั้นตอนนี้ borohydride ที่มากเกินไปจะถูกกำจัดและ pH จะถูกปรับให้มีค่าประมาณ 4.5) ได้สารละลาย S

2.7.3 การย่อยและการวิเคราะห์ฟรุคแทน

- (1) นำสารละลาย S 0.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง (6x100mm) 3 หลอด
- (2) เติมสารละลาย Fructanase (enzyme B) 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง 2 หลอด (samples) และเติม 0.1 มิลลิลิตร Sodium acetate buffer ในหลอดที่ 3 (sample blank)
- (3) บ่มที่ 40°C เป็นเวลา 20 นาที ให้เกิดการย่อยอย่างสมบูรณ์ของฟรุคแทนไปเป็น D-fructose และ D-glucose
- (4) เติม PAHBAH Working Reagent 5 มิลลิลิตรในทุกหลอด (samples, sample blanks, D-fructose standart, reagent blank and fructan/cellulose control sample) และบ่มใน Boiling water bath เป็นเวลา 6 นาที
- (5) นำออกจาก Boiling water bath และแช่ในน้ำเย็นทันที (18-20°C ประมาณ 5 นาที)
- (6) วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ 410 นาโนเมตร การวัดค่าการดูดกลืนแสงควรทำทันทีหลังจากการทำให้เย็น เนื่องจากอาจเกิดการซีดจางของสี

2.7.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{Fructan (\%w/w)} = \Delta_A \times F \times 5 \times \frac{1.1}{0.2} \times V \times \frac{100}{W} \times \frac{1}{1000} \times \frac{162}{180}$$

$$\text{Fructan (\%w/w)} = \Delta_A \times F \times \frac{V}{W} \times 2.48$$

โดย Δ_A = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง- ค่าการดูดกลืนแสงของ sample blank

F = factor to convert absorbance value to μg of D-fructose

= (54.5 μg D-fructose) / (absorbance for 54.5 μg D-fructose)

5 = factor to convert from 0.2 mL as assayed to 1.0 mL

V = volume(mL) of extractant used (i.e. 50 or 100 mL)

$\frac{1.1}{0.2}$ = 0.2 mL was taken from 1.1 mL of enzyme digest for analysis

W = น้ำหนักตัวอย่าง(mg)

$\frac{100}{W}$ = factor to express fructan as a percentage of flour weight

$\frac{1}{1000}$ = factor to convert from mg to μg

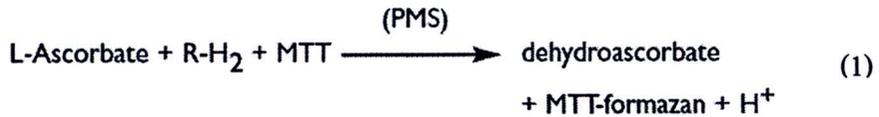
$\frac{162}{180}$ = factor to convert from D-fructose, as determined, to anhydrofructose (and anhydroglucose), as occurs in fructan

3. การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Megazyme; อ้างอิงจาก Beutler 1988)

3.1 หลักการการวิเคราะห์

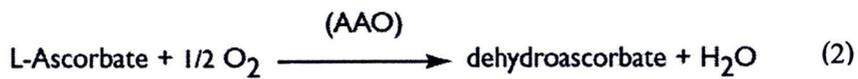
Sample

ในสถานะที่มี PMS เป็นตัวพาอิลีกตรอน (pH 3.5) L-ascorbic acid (L-ascorbate) และรีดิวซิ่งอื่น (RH₂) ที่มีในตัวอย่างจะรีดิวซ์ MTT [3-(4,5-dimethylthiazolyl-2)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] ไปเป็น MTT-formazan (สมการที่ 1) วัดการเพิ่มขึ้นของ MTT-formazan โดยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 578 นาโนเมตร



Blank sample

RH₂ และรีดิวซ์อื่น วิเคราะห์โดย ascorbic acid oxidase (AAO) ได้เป็น sample blank (สมการที่ 2) ค่าความต่างของตัวอย่างและ sample blank นำไปคำนวณเป็นปริมาณวิตามินซี



3.2 Kit content

ขวด 1: บัฟเฟอร์ (พีเอช 5.6) อุณหภูมิ 37°ซ ก่อนใช้ในการวิเคราะห์

ขวด 2: MTT [3-(4,5-dimethylthiazolyl-2)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] (พีเอช 3.5)

ขวด 3: PMS ละลายในน้ำกลั่น 8.8 มิลลิลิตรเก็บในที่มืดอุณหภูมิ 4°ซ

ขวด 4: Ascorbic acid oxidase suspension

ขวด 5: L-ascorbic acid (vitamin C) เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยละลาย L-ascorbic acid จำนวน 150 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วย 100 mM potassium phosphate buffer pH 3.5 และเจือจาง 10 เท่าก่อนใช้ เก็บที่ 4°ซ

3.3 สารเคมี

3.3.1 Metaphosphoric acid

3.3.2 Acetic acid

3.4 วัสดุ อุปกรณ์

3.4.1 Volumetric flasks

3.4.2 ไมโครปิเปต

3.4.3 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.4.4 Vortex mixer

3.4.5 เครื่องชั่ง

3.4.6 นาฬิกาจับเวลา

3.5 วิธีการวิเคราะห์

3.5.1 การสกัดวิตามินซีจากหัวแก่นตะวันสด

- (1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อแก่นตะวัน 50 กรัมบดผสมกับ metaphosphoric-acetic acid mixture (MPA) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
- (2) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น
- (3) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 5,000 x g นาน 10 นาที
- (4) เก็บสารละลายที่ได้จากการปั่นเหวี่ยง และล้างตะกอนด้วย MPA
- (5) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 5,000 x g นาน 10 นาที
- (6) เติสารละลายที่ได้รวมกับส่วนแรก (ข้อ 1.4)
- (7) ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย MPA

3.5.2 วิธีการวิเคราะห์ (ตารางภาคผนวก ข ที่ 2)

วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 578 นาโนเมตร (อุณหภูมิ 37 °ซ)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี

	Blank	ตัวอย่าง
น้ำกลั่น (37 °ซ)	1.50 ml	1.52 ml
ตัวอย่าง	0.10 ml	0.10 ml
Solution I (phosphate/citrate buffer)	0.50 ml	0.50 ml
Suspension 4 (ascorbic acid oxidase)	0.02 ml	-
ผสมให้เข้ากัน และบ่ม 3 นาทีที่ 37 °ซ (เขย่าครั้งละ 5 วินาทีทุก 1 นาที) และเติม		
Solution 2 (MTT/acetate buffer)	0.20 ml	0.20 ml
ผสมให้เข้ากัน และบ่ม 3 นาทีที่ 37 °ซ (เขย่าครั้งละ 5 วินาทีทุก 1 นาที)		
วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและ sample blank (บันทึกเป็น A1) และเริ่มปฏิกิริยาโดยการเติม		
Solution 3 (PMS)	0.20 ml	0.20 ml
ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 8 นาที (37 °ซ) และวัดค่าการดูดกลืนแสงทันที (บันทึกเป็น A2)		

3.5.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{วิตามินซี (L-ascorbic acid; g/L)} = 0.2626 \times \Delta A_{\text{L-ascorbic}}$$

$$\Delta A \text{ คำนวณจาก } A_2 - A_1 = \text{ตัวอย่าง}$$

$$A_2 - A_1 = \text{sample blank}$$

$$\text{ดังนั้น } \Delta A_{\text{L-ascorbic}} = \text{ตัวอย่าง} - \text{sample blank}$$

แปลงหน่วยปริมาณวิตามินซีเป็น g/100g ตามสูตร

$$\frac{C_{\text{L-ascorbic acid [g/L sample solution]} \times 100}{\text{weight}_{\text{sample [g/L sample solution]}}$$

โดย $C_{\text{L-ascorbic acid [g/L sample solution]}}$ = ความเข้มข้นของวิตามินซีในหน่วยกรัมต่อลิตร

$\text{weight}_{\text{sample [g/L sample solution]}}$ = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
ตัวอย่างในหน่วยกรัมต่อลิตร

4. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

4.1 การสกัดสารประกอบฟีนอลิก (ดัดแปลงจาก Queiroz and others 2009)

- (1) สุ่มตัวอย่างหัวแก่่นตะวันและชั่งน้ำหนักตัวอย่างหัวแก่่นตะวันสด 10 กรัม (ใช้มีดตัดลดขนาดก่อน) บดผสมกับเมทานอลปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- (2) คนผสมตัวอย่างด้วย magnetic stirrer ในที่มีด นาน 2 ชั่วโมง
- (3) นำตัวอย่างเข้าเครื่องเขย่าสาร โดยใช้อ่างคลื่นเสียงนาน 20 นาที
- (4) กรองแบบสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1
- (5) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 5,000 x g นาน 10 นาที
- (6) ระเหยตัวทำละลายออกจนแห้ง โดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 45°C นาน 30 นาที
- (7) ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยเมทานอลเป็น 10 มิลลิลิตร และทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

(คัดแปลงจาก Queiroz and others 2009)

- (1) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 (โดยน้ำหนัก) ปริมาตร มิลลิลิตร ผสมกับ Folin ciocalteau reagent ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าและทิ้งไว้นาน 10 นาที
- (2) เติมสารสกัดตัวอย่างที่ได้จากข้อ 7 (ขั้นตอนการสกัดสารประกอบฟีนอลิก) ที่เจือจางแล้ว ปริมาตร 400 ไมโครลิตร เขย่าและเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องนาน 20 นาที
- (3) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร กำหนดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

5. กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน

5.1 การเตรียมสารสกัดหัวแก่นตะวัน (คัดแปลงจาก Lim and others 2007)

- (1) บดผสมตัวอย่างหัวแก่นตะวันสด 15 กรัม กับเมทานอลร้อยละ 50 ปริมาตร 75 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
- (2) นำตัวอย่างเข้าเครื่องเขย่าสาร โดยใช้อ่างคลื่นเสียงนาน 10 นาที
- (3) กรองแบบสุญญากาศด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 หน้า 2 ชั้น
- (4) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 5,000 x g นาน 10 นาที
- (5) ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยเมทานอล และทำการวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH และ ABTS

5.2 วิธีการเตรียมสารละลาย

- (1) สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์
ชั่งสาร DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, MW = 394.33) 0.0024 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ครบ 100 มิลลิลิตร
- (2) สารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์
ชั่งสาร ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), MW = 548.68) จำนวน 0.0960 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ครบ 25 มิลลิลิตร
- (3) สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์
ชั่งสาร โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2O_8S_2$, MW = 270.33) 0.0166 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ครบ 25 มิลลิลิตร
- (4) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลีน (Phosphate buffer saline; PBS pH 7.4) ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

สารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ (stock solution) เตรียมโดยใช้สาร PBS (pH 7.4) สำเร็จรูป 1 ซอง (Sigma-Aldrich, ประเทศเยอรมัน) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ครบ 1000 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ให้มีความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ โดยเปิดสารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ครบ 500 มิลลิลิตร

5.3 วิธี 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) free radical scavenging assay

(ดัดแปลงจาก กัญญา กรณ์เกษม 2548)

(1) เตรียมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ โดยใช้เอทานอลร้อยละ 99

(2) เปิดสารละลาย DPPH 3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วใส เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน (dcionized distilled water; DI) 77 ไมโครลิตร

(3) ทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อทดสอบความเสถียรของสาร DPPH โดยใช้เอทานอลร้อยละ 99 เป็นสารละลายอ้างอิง (blank)

(4) วิเคราะห์คุณสมบัติการต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้ โดยเปิดสารละลาย DPPH 3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วใสขนาดเล็ก เพิ่มสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ 77 ไมโครลิตร เก็บในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

(5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร คำนวณการยับยั้งโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox

5.4 วิธี 2,2'-Azino-bis (3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical cation decolorization assay (ดัดแปลงจาก กัญญา กรณ์เกษม 2548)

(1) เตรียมสารละลาย 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation (ABTS⁺) (working solution) โดยเปิดสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ (Stock solution) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ (stock solution) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง

(2) ทำการเจือจางสารละลาย ABTS⁺ (working solution) ให้สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.70 ± 0.02 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยสารละลาย Phosphate Buffer Saline pH 7.4 (PBS) ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ตั้งสารละลาย ABTS⁺ เจือจาง (working solution) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนใช้ในการวิเคราะห์

(3) ปิเปตสารละลาย ABTS⁺ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรและสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ใส่ในขวดแก้วใสขนาดเล็ก ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที

(4) ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตรทันที โดยใช้ PBS เป็นสารละลายอ้างอิง (blank) และคำนวณการยับยั้งโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox

6. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Lowry (Lowry and others 1951)

6.1 สารเคมี

- (1) สารละลาย A: Copper sulphate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ร้อยละ 1 (น้ำหนัก : ปริมาตร)
- (2) สารละลาย B: Sodium potassium tartrate ร้อยละ 1 (น้ำหนัก : ปริมาตร)
- (3) สารละลาย C: Sodium carbonate ในสารละลาย Sodium hydroxide 0.1M ร้อยละ 2 (น้ำหนัก : ปริมาตร)
- (4) Folin ciocalteu reagent

6.2 วิธีการวิเคราะห์

6.2.1 เตรียมสารละลาย D และ E โดยเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนใช้ ดังนี้

- (1) เตรียมสารละลาย D โดยผสมสารละลาย A : สารละลาย B : สารละลาย C ในอัตราส่วน 1:1:98 (ปริมาตร : ปริมาตร : ปริมาตร)
- (2) เตรียมสารละลาย E : นำสารละลาย Folin ciocalteu reagent มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น (อัตราส่วน 1:1)

6.2.2 ใส่สารละลายตัวอย่างที่ต้องการหาปริมาณโปรตีนปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง

6.2.3 ปิเปตสารละลาย D จำนวน 4.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

6.2.4 ปิเปตสารละลาย E จำนวน 0.4 มิลลิลิตร ลงในสารละลายผสมข้อ 3 ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

6.2.5 นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Bovine serum albumin (BSA) เป็นโปรตีนมาตรฐาน

6.3 การเตรียมกราฟมาตรฐานโปรตีน Bovine serum albumin (BSA)

(1) ละลาย BSA จำนวน 0.1 กรัม ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร ได้ stock solution ที่มีความเข้มข้น 10000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(2) เจือจางสารละลาย BSA ให้ได้ความเข้มข้น 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยนำ stock solution ปริมาตร 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร มาปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

(3) ใช้สารละลาย BSA ความเข้มข้น 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างในการสร้างกราฟมาตรฐาน และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร

7. การวิเคราะห์ห่มวลโมเลกุลของแถบโปรตีนที่แยกได้จากการวิเคราะห์ SDS-PAGE

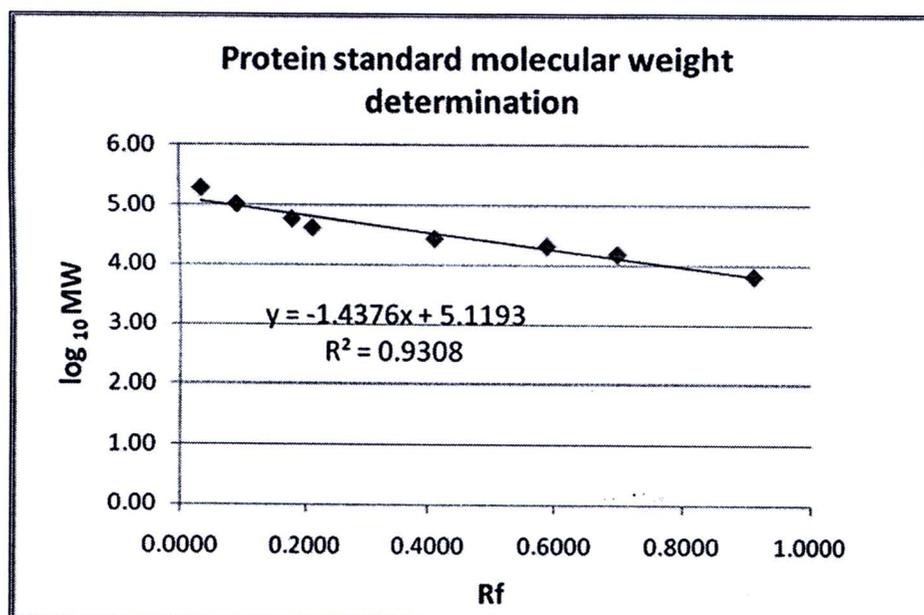
7.1 สร้างสมการของโปรตีนมาตรฐาน โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง (Rf) ในการเคลื่อนที่ของแถบโปรตีนมาตรฐาน (แกน x) และ \log_{10} ของมวลโมเลกุลของแถบโปรตีนมาตรฐาน (แกน y) แสดงในตารางภาคผนวก ข ที่ 3 และภาพภาคผนวก ข ที่ 3

โดย $Rf = \text{ระยะทางที่แถบโปรตีนเคลื่อนที่} / \text{ระยะทางที่แถบสีที่ใช้ย้อมเคลื่อนที่}$

ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 ระยะทาง (Rf) ในการเคลื่อนที่และ \log_{10} ของมวลโมเลกุลของแถบโปรตีนมาตรฐาน

มวลโมเลกุลของแถบโปรตีนมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษา (kDa)	ระยะทางที่แถบโปรตีนมาตรฐานเคลื่อนที่บนแผ่นเจล (เซนติเมตร)	Rf ของแถบโปรตีนมาตรฐาน	\log_{10} ของมวลโมเลกุลแถบโปรตีนมาตรฐาน
195 (Myosin)	0.3	0.0333	5.2897
104 (β -Galactosidase)	0.8	0.0889	5.0182
59 (Bovine serum albumin)	1.6	0.1778	4.7729
42 (Ovalbumin)	1.9	0.2111	4.6225
28 (Carbonic anhydrase)	3.7	0.4111	4.4454
21 (Soybean trypsin inhibitor)	5.3	0.5889	4.3188
15 (Lysozyme)	6.3	0.7000	4.1837
6.5 (Aprutinin)	8.2	0.9111	3.8148

หมายเหตุ ระยะทางที่แถบสีย้อมเคลื่อนที่เท่ากับ 9 เซนติเมตร



ภาพภาคผนวก ข ที่ 3 กราฟมาตรฐานของแถบโปรตีนมาตรฐานในการวิเคราะห์ SDS-PAGE

7.2 การวิเคราะห์มวลโมเลกุลของแถบโปรตีนที่แยกได้

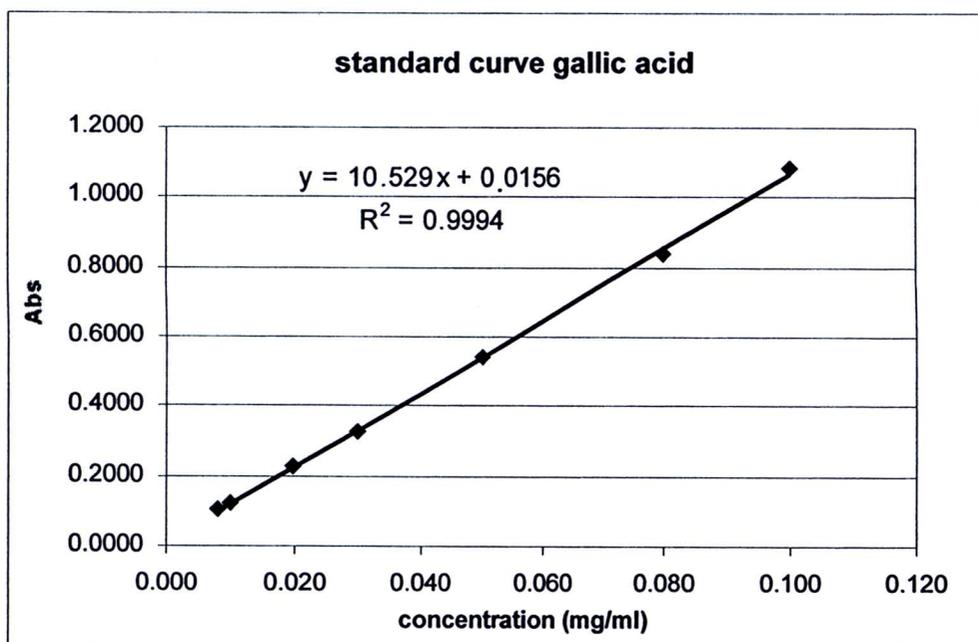
เมื่อนำ Rf ของแถบโปรตีนที่แยกได้แทนค่า x ในสมการของโปรตีนมาตรฐานก็จะทราบมวลโมเลกุลของแถบโปรตีนที่แยกได้ (ตารางภาคผนวก ข ที่ 4)

ตารางภาคผนวก ข ที่ 4 ระยะทาง (Rf) ในการเคลื่อนที่และ log₁₀ ของมวลโมเลกุลของแถบโปรตีนที่แยกได้

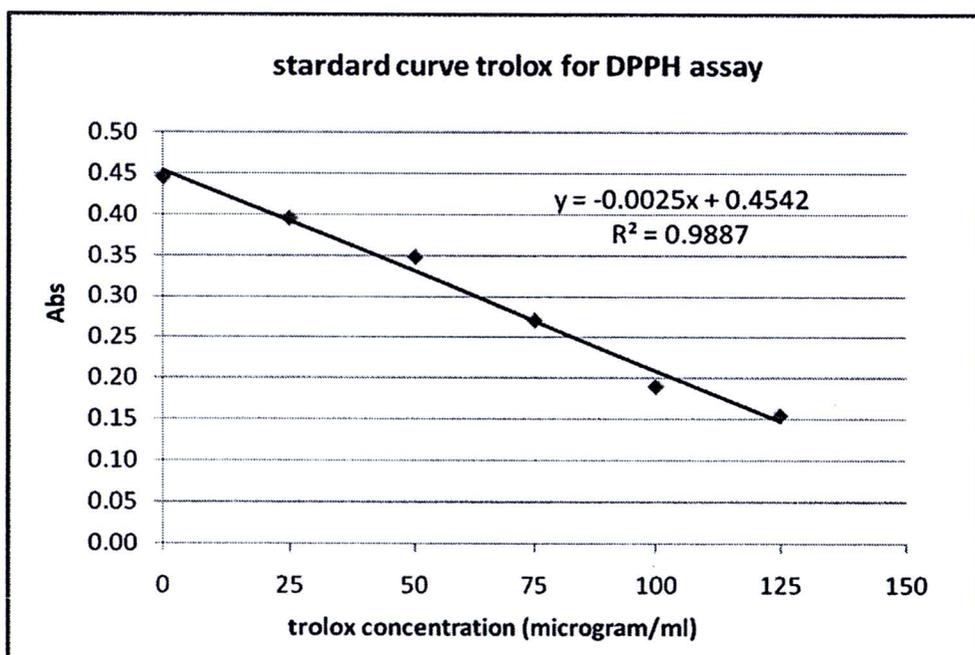
ระยะทางที่แถบโปรตีนเคลื่อนที่บนแผ่นเจล (เซนติเมตร)	Rf ของแถบโปรตีนที่แยกได้	log ₁₀ ของมวลโมเลกุลแถบโปรตีนที่แยกได้	มวลโมเลกุลแถบโปรตีนที่แยกได้ (Da)
2.2	0.2444	4.7679	58599
2.8	0.3111	4.6720	46994
3.6	0.4000	4.5443	35015
8.5	0.9444	3.7616	5775

หมายเหตุ ระยะทางที่แถบสีข้อมเคลื่อนที่เท่ากับ 9 เซนติเมตร

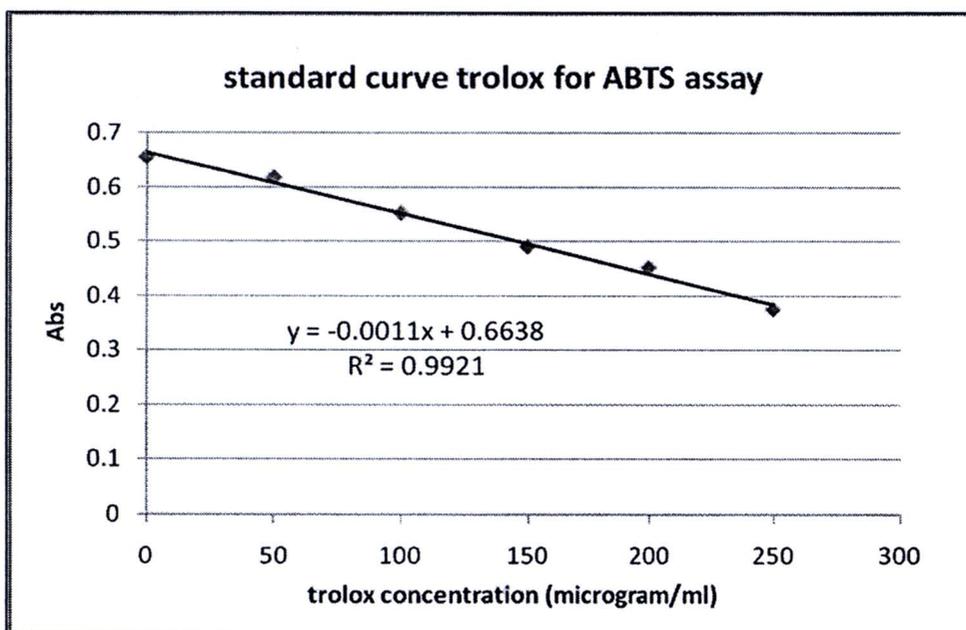
ภาคผนวก ก
กราฟมาตรฐาน



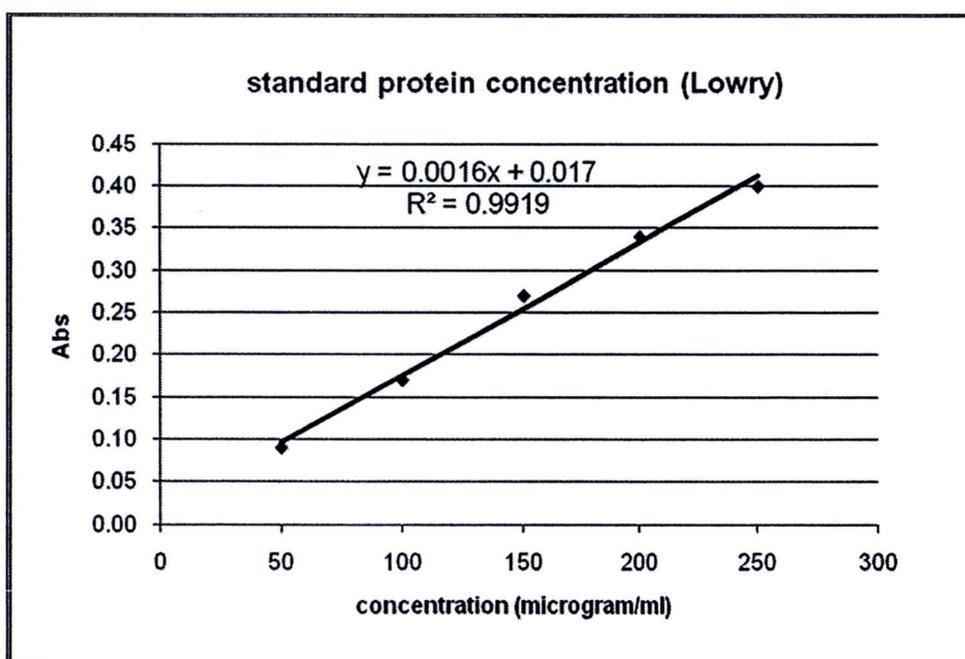
ภาพภาคผนวก ค ที่ 1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด



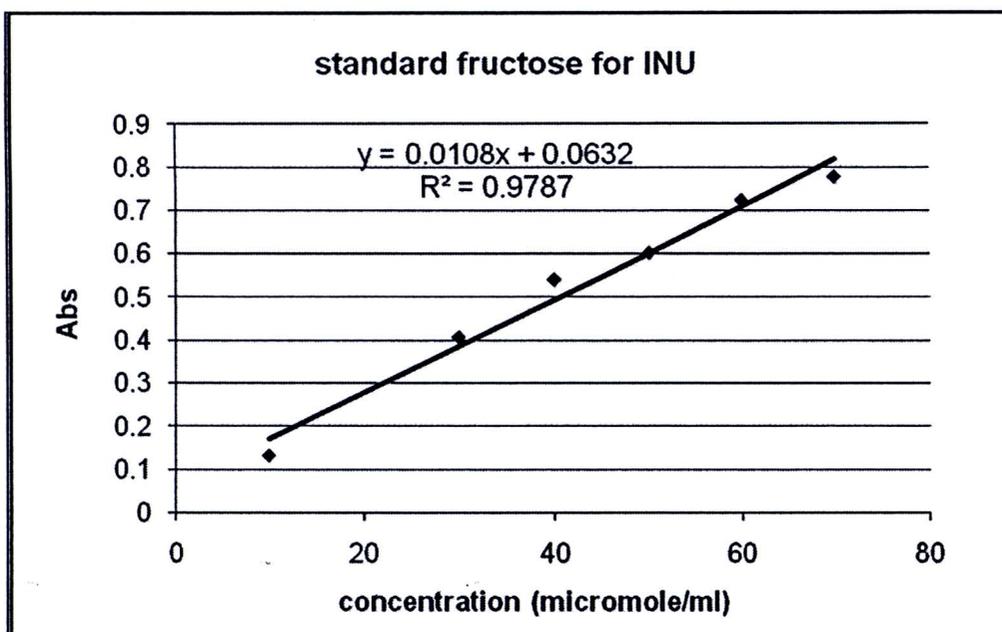
ภาพภาคผนวก ค ที่ 2 กราฟมาตรฐาน trolox สำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH



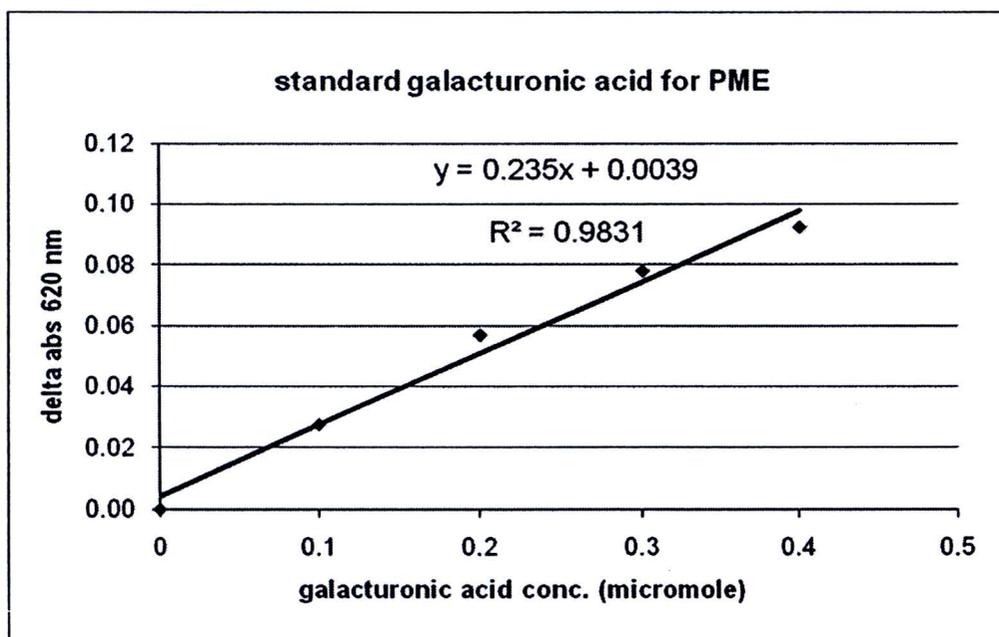
ภาพภาคผนวก ค ที่ 3 กราฟมาตรฐาน trolox สำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS



ภาพภาคผนวก ค ที่ 4 กราฟมาตรฐาน BSA สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน



ภาพภาคผนวก ค ที่ 5 กราฟมาตรฐานฟรุคโตสสำหรับการวัดกิจกรรมของเอนไซม์อินนูลิเนส



ภาพภาคผนวก ค ที่ 6 กราฟมาตรฐานกรดกาแลคทูโรนิกสำหรับการวัดกิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอเรส

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ง ที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะเนื้อสัมผัสในระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	329983.203	9	36664.800	8.665	0.000*
TEMP	30296516.160	1	30296516.200	7160.301	0.000*
WEEK*TEMP	306047.726	9	34005.303	8.037	0.000*
Error	84623.585	20	4231.179		
Total	81970657.535	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่างในระหว่างการเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	154.808	9	17.201	8.386	0.000*
TEMP	3896.281	1	3896.281	1899.499	0.000*
WEEK*TEMP	83.674	9	9.297	4.532	0.002*
Error	41.024	20	2.051		
Total	69284.549	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดงในระหว่างการเก็บ
รักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	8.767	9	0.974	1.283	0.305
TEMP	201.287	1	201.287	265.215	0.000*
WEEK*TEMP	5.286	9	0.587	0.774	0.642
Error	15.179	20	0.759		
Total	2356.428	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลืองในระหว่างการเก็บ
รักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	115.647	9	12.850	9.747	0.000*
TEMP	2212.359	1	2212.359	1678.216	0.000*
WEEK*TEMP	47.022	9	5.225	3.963	0.005*
Error	26.366	20	1.318		
Total	17644.171	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแตกต่างของสีโดยรวม
ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	4.533	9	0.504	10.193	0.000*
TEMP	116.788	1	116.788	2363.336	0.000*
WEEK*TEMP	1.750	9	0.194	3.934	0.005*
Error	0.988	20	0.049		
Total	5372.500	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บ
รักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	68.347	9	7.594	21.237	0.000*
TEMP	51.779	1	51.779	144.802	0.000*
WEEK*TEMP	26.591	9	2.955	8.263	0.000*
Error	7.152	20	0.358		
Total	556.305	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	0.054	9	0.006	1.827	0.126
TEMP	0.005	1	0.005	1.485	0.237
WEEK*TEMP	0.027	9	0.003	0.919	0.529
Error	0.065	20	0.003		
Total	1640.885	40			

ตารางภาคผนวก ง ที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	30.317	9	3.369	1.580	0.188
TEMP	80.656	1	80.656	37.829	0.000*
WEEK*TEMP	8.376	9	0.931	0.437	0.899
Error	42.642	20	2.132		
Total	16120.419	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟรุกแทนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	877.178	9	97.464	2.878	0.023*
TEMP	628.515	1	628.515	18.560	0.000*
WEEK*TEMP	726.413	9	80.713	2.383	0.051
Error	677.279	20	33.864		
Total	106146.599	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไฮอาหารที่ไม่ละลายน้ำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	57.287	9	6.365	17.331	0.000*
TEMP	16.302	1	16.302	44.386	0.000*
WEEK*TEMP	19.038	9	2.115	5.760	0.001*
Error	7.345	20	0.367		
Total	3479.470	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้
ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	178.575	9	19.842	21.448	0.000*
TEMP	437.318	1	437.318	472.730	0.000*
WEEK*TEMP	198.379	9	22.042	23.827	0.000*
Error	18.502	20	0.925		
Total	2001.196	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณใยอาหารทั้งหมดในระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	162.065	9	18.007	16.539	0.000*
TEMP	284.752	1	284.752	261.532	0.000*
WEEK*TEMP	248.486	9	27.610	25.358	0.000*
Error	21.776	20	1.089		
Total	9239.257	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ PPO ในระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	215991.429	9	23999.048	1.844	0.122
TEMP	2480.629	1	2480.629	0.191	0.667
WEEK*TEMP	277802.123	9	30866.903	2.372	0.052
Error	260288.028	20	13014.401		
Total	2410100.033	40			

ตารางภาคผนวก ง ที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ PME ในระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	2.884	9	0.320	22.355	0.000*
TEMP	2.130	1	2.130	148.601	0.000*
WEEK*TEMP	0.254	9	0.028	1.968	0.099
Error	0.287	20	0.014		
Total	30.219	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ INU ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	0.281	9	0.031	1.424	0.243
TEMP	0.578	1	0.578	26.390	0.000*
WEEK*TEMP	0.186	9	0.021	0.945	0.510
Error	0.438	20	0.022		
Total	12.124	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมเอนไซม์ LOX ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	22236676.126	9	2470741.792	34.663	0.000*
TEMP	1357181.916	1	1357181.916	19.041	0.000*
WEEK*TEMP	1528777.758	9	169864.195	2.383	0.051
Error	1425560.529	20	71278.026		
Total	76492557.091	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 4°C และ -18°C (สัปดาห์ที่ 1)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	18.212	2	9.106	4980.754	0.000*
Error	0.005	3	0.002		
Total	125.674	6			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	28.493	9	3.166	12.361	0.000*
TEMP	3.386	1	3.386	13.220	0.002*
WEEK*TEMP	6.888	9	0.765	2.988	0.020*
Error	5.123	20	0.256		
Total	776.152	40			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณยีสต์ และราของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 4°C และ -18°C (สัปดาห์ที่ 1)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	6.395	2	3.198	24422.13	0.000*
Error	0.000	3	0.000		
Total	51.114	6			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ง ที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ -18°C นาน 10 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
WEEK	6.871	9	0.763	5.040	0.001*
TEMP	1.117	1	1.117	7.372	0.013*
WEEK*TEMP	5.763	9	0.640	4.228	0.003*
Error	3.029	20	0.151		
Total	249.157	40			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์



1. การนำเสนอผลงานวิจัยในภาคบรรยาย

- 1.1. เรื่อง ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแก่นตะวันสดภายหลังการเก็บเกี่ยว

การนำเสนอ การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อน และกิ่งร้อน ครั้งที่ 4
วัน-สถานที่ วันที่ 22-23 กรกฎาคม 2553 ณ โรงแรม เอส.ดี. อเวนิว กรุงเทพมหานคร

2. การนำเสนอผลงานในภาคโปสเตอร์

- 2.1. เรื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพและกิจกรรมของเอนไซม์ในหัวแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษา

การนำเสนอ การประชุมสัมมนาวิชาการ วิชาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 8
วัน-สถานที่ วันที่ 1-3 กันยายน 2553 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่
รางวัล ได้รับรางวัลดีเด่น ประเภทการนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวด้านพืชไร่

- 2.2. เรื่อง ลักษณะคุณภาพและองค์ประกอบของหัวแก่นตะวัน

การนำเสนอ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3
วัน-สถานที่ วันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2553 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพมหานคร

