

เอกสารอ้างอิง

- กันยนา วรรณเกษม. 2548. ความคงตัวของไลโคปีนที่สกัดได้จากกากมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. เอกสารแนบท้ายประกาศ : เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของ
อาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร สำหรับอาหารพร้อมบริโภค.
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.
คลังปัญญาไทย. 2552. *Wolffia globosa*. จาก : http://sufficiencyeconomy.panyathai.or.th/wiki/index.php/Wolffia_globosa. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2552.
- ชาลวิทย์ รัตนราศรี. 2547. อิทธิพลของสภาวะการแปรรูปต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนในผัก
โมโรเฮยะอบแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 65 หน้า.
- นิธิยา รัตนานนท์. เถมีอาหาร. 2545. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 504 หน้า.
- นิลุดล ทวีกุล. 2546. โมโรเฮยะปอเพื่อการบริโภค. วารสารนนทรี. 50 (1): 39-44.
- บุษบา โกมลมณี, วิวัฒน์ หวังเจริญ, วิจิตรา แดงปรก, ธเนศ แก้วกำเนิด. 2551. การศึกษาอิทธิพล
ของอุณหภูมิและภาชนะบรรจุต่ออายุการเก็บรักษาและการสูญเสียน้ำหนักของถั่วงอก
ถั่วงอกยวหั่น และใบมะกรูดหั่นฝอย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3) (พิเศษ) กันยายน-
ธันวาคม.
- ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์. 2539. พรรณไม้น้ำที่มีคุณค่าทางอาหาร ผักบุง ผำ. มติชนบท
เทคโนโลยีชาวบ้าน : 138(8).
- ปรีชา บุญจุง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ. ใน โอภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญจุง,
จันทนา บุญยะรัตน์, มาลีรักษ์ อัดส์สินทอง. สารต้านอนุมูลอิสระ. กรุงเทพฯ : พี.
เอส.พรินท์. หน้า 123-144.
- พลกฤษณ์ มณีวระ, คณัย บุญเกียรติ, อุษาวดี ชนสูตร. 2551. กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและ
สารประกอบฟีนอลของผักจำนวน 25 ชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3) กันยายน-
ธันวาคม 2551: 373-382.

- พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล. 2545. ผลของเวลาที่มีต่อการสกัดสารประกอบฟีนอลิกในใบตัว (*Cratoxylum formosum* Dyer.) ใบกระโดน (*Careya sphaerica* Roxb.) และใบผักหวานบ้าน (*Sauropus andrugynus* Merr.). วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 66-77.
- พงศธร ลือสุวรรณ, จิตศิริ ราชตะนนะพันธ์, ศศิธร ตรงจิตภักดี. 2551. ผลของระยะเวลาเจริญเติบโตต่อปริมาณสารพฤกษเคมี คุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน และการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกมะม่วงสายพันธุ์มหาชนก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3) (พิเศษ): 279-282.
- ไพศาล นาคพิพัฒน์. 2547. พลาสติกในชีวิตประจำวัน. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 28. มรดกล้านนา. 2552. คั่วผ้า. จาก: <http://moradoklanna.com>. ค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2552. อ้างถึงใน รัตนา พรหมพิชัย. 2542. คั่วผ้า. สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคเหนือ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์. 649 หน้า
- มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค. 2546. สหราชอาณาจักร คั่วผ้าไหมที่กิน. วารสารฉลาดซื้อ [วารสารออนไลน์] : 54. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. จาก : www.acs3518.com/pages/04knowledge/k00011.html. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2551.
- ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์, ทรงพร จึงมั่นคง. 2549. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวม. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 8 (2) พฤษภาคม-สิงหาคม.
- วินัย คะห์ลัน. 2542. ผลิตภัณฑ์โปรตีน. เนชั่นสุดสัปดาห์ [วารสารออนไลน์] : 8 (389). 18-24 พฤศจิกายน 2542. จาก http://www.elib-online.com/doctors/food_protein01.html. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2552.
- วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น. 477 หน้า.
- วิญญูดี ศรีนุเคราะห์. 2550. การทำแห้งใบมะกรูดโดยเครื่องทำแห้งแบบลมร้อนและเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริธร ศิริอมรพรรณ. 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ การวิเคราะห์กรดไขมัน โอเมก้าสาม และสารแอนตี้ออกซิเดนท์ในผักเบียร์ใหญ่ และการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. สกว.

- ศิริภาวี ศรีเจริญ, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์, วิรัช จิวแหยม, สมสมร แก้วบริสุทธิ์, ธงชัย จำปาศรี, สำเนาวั ช้องสาย. 2544. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลา. รายงานการวิจัยหมวดเงินอุดหนุนทั่วไปประจำปีงบประมาณ 2544 มหาวิทยาลัยขอนแก่น..
- สรวิศ เหล่าทองสุข. 2543. ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประมวลสถานภาพองค์ความรู้เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: 302 หน้า.
- สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้ในน้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 470 หน้า
- สมทรง เลขะกุล. 2542. ชีวเคมีของวิตามิน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศุภวณิชการพิมพ์. 267 หน้า
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. กำหนดคุณลักษณะสำหรับอาหารเยือกแข็ง : มอก. 928. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- โอภา วัชรกระจุกต์. 2549. ภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุลโดยอนุมูลอิสระและคัพซันซีวัด. ใน โอภา วัชรกระจุกต์, ปรีชา บุญจุง, จันทนา บุญยะรัตน์, มาลีรักษ์ อัดดีสินทอง. สารต้านอนุมูลอิสระ. กรุงเทพฯ : พี.เอส.พรินท์. หน้า 44-74.
- อำพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์, ปิยะมาภรณ์ เอ็มเสมอ. 2550. การผลิตโยเกิร์ตเสริมไข่น้ำ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 3 (1) มิถุนายน 2549- พฤษภาคม 2550.
- อำพล พงษ์สุวรรณ, อารีย์ สิทธิมงคล. 2532. คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สยามรัฐ.
- Adedapo AA, Jimoh FO, Koduru S, Masika PJ, Afolayan AJ. 2008. Evaluation of the medicinal potentials of the methanol extracts of the leaves and stems of *Halleria lucida*. *Bioresource Technol* 99: 4158-163.
- Allenda A, Maria VS, Francisco LG, Raquel V, Maria IG. 2008. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharv Biol and Technol* 49: 155–63.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis Association of Official Analysis Chemists. 14th ed. Washington D.C. (cited in Cyanotech Corporation [Online] Jan 23, 2002. Available from: <http://www.cyanotech.com>. Accessed Feb 20, 2008.



- AOAC. 1999. Official methods of analysis Association of Official Analysis Chemists. 16th ed. Washington D.C.
- Armstrong WP. 2009. Wolffia Used For Nutritious Gourmet Dishes. Available from: <http://waynesword.palomar.edu/genimg2.html>. Accessed Nov 25, 2008.
- Basu TK, Dickerson JWT. 1996. Vitamin in human health and disease. CAB International: 313-336.
- Bourn MC. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2nd ed. New York: Academic press. 427 P.
- Bunea A, Andjelkovic M, Socaciu C, Bobis O, Neacsu M, Verhé R, Van Camp J. 2008. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). Food Chem 108 : 649-656.
- Cataldi TRI, Nardiello D, Carrara V, Ciriello R, De Benedetto GE. 2003. Assessment of riboflavin and flavin content in common food samples by capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence detection. Food Chem 82 : 309-314.
- Chantaro P, Devahastin S, Chiewchan N. 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. J Food Sci Technol 1-8.
- Chew YL, Lim YY, Omar M, Khoo KS. 2008. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. Lebensm-Wiss.u.-Technol. Forthcoming.
- Colin-Henrion M, Mehinagic E, Renard CMGC, Richomme P. 2009. From apple to applesauce: Processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides. Food Chem 117: 254-260.
- Conte A, Conversa G, Scrocco C, Brescia I, Laverse J, Elia A, Del Nobile MA. 2008. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. Postharv Biol Technol 50: 190-196.
- Dorpan P. 1999. Parenchyma of wolffia. Competition science vision. Available from: <http://waynesword.palomar.edu/genimg2.html>. Accessed Nov 25, 2008.
- Fennema OR. 1996. Food Chemistry. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Femenia A, Sastre-Serrano G, Simal S, Garau MC, Eim VS, Rossello C. 2008. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. Lebensm-Wiss.u.-Technol. Forthcoming.

- Ferrante A, Incrocci L, Maggini R, Serra G, Tognoni F. 2004. Colour changes of fresh-cut leafy vegetable during storage. *J. Food Agric. Environ* 2 : 40-44.
- Ferrante A, Maggiore T. 2007. Chlorophyll a fluorescence measurements to evaluate storage time and temperature of *Valeriana* leafy vegetables. *Postharv Biol and Technol* 45 : 73-80.
- Francis FJ, Clydesdale FM. 1975. Food colorimetry: Theory and applications. Westport Connecticut: The AVI Publishing. 477 P.
- Garau MC, Simal S, Rossello C, Fermentia A. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by products. *Food Chem* 104: 1014-1024.
- Gross J. 1991. Pigment in vegetables : chlorophylls and carotenoids. New York: The AVI Publishing. 351 P.
- Hashmi M. 1972. Assay of vitamins in pharmaceutical preparations. London: Wiley.
- Hurst I, Jeffrey W. 2002. 2nd Ed. Functional Food. Washington D.C. 400 P.
- Ismail A, Marjan ZM, Foong CW. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chem* 87: 581-86.
- Izaki Y, Yoshida K, Hidaka K, Toda K. 1986. Chlorophylla, carotenes and tocopherols in green vegetables and their relationships. *J Jpn Soc Nutri Food Sci* 39: 485-493.
- Kandlakunta B, Rajendran A, Thingnganing L. 2008. Carotene content of some common (cereals, pulses, vegetables, spices and condiments) and unconventional sources of plant origin. *Food Chem* 106 : 85-89.
- Kate. 2009. *Wolffia arrhiza*. Available from : http://www.cicekansiklopedisi.com/images/cicek_07042009124821.jpg. Accessed August 11, 2009.
- Koksel H, Edney MJ, Ozkaya B. 1999. Barley Bulgur: Effect of processing and cooking on chemical composition. *J cereal Sci* 29: 185-190.
- Kumar KS, Ganesan K, Roa PVS. 2008. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii*(Doty) Doty-An edible seaweed. *Food Chem* 107: 289-295.
- Larrauri JA. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends Food Sci Technol* 10: 38.

- Lemoine ML, Civello P, Chaves A, Martinez G. 2009. Hot air treatment delays senescence and maintains quality of fresh-cut broccoli florets during refrigerated storage. *Food Sci Technol* 42: 1076-1081.
- Li BW, Andrews KW, Pehrsson PR. 2002. Individual Sugars, Soluble and Insoluble Dietary Fiber Contents of 70 High Consumption Foods. *J Food Comp Anal* 15: 715-23.
- Lisiewska Z, Kmiecik W, Slupski J. 2004. Content of chlorophylls and carotenoids in frozen dill: effect of usable part and pre-treatment on the content of chlorophylls and carotenoids in frozen dill (*Anethum graveolens* L.), depending on the time and temperature of storage. *Food Chem* 84: 511-518.
- Macolm CB. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2nd Ed. New York. 427 P.
- Marinho-Soriano E, Fonseca PC, Carneiro MAA, Moreira WSC. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technol* 97: 2402-406.
- Maisuthisakul P, Suttajit M, Pongsawatmanit R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chem* 100: 1409-1418.
- Michael W. 2010. Vitamins and minerals. Available from: <http://themedicalbiochemistrypage.org/images/riboflavin.jpg>. Accessed Jan 8, 2009.
- Murcia MA, Jimenez AM, Martinez-Tome M. 2009. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. *Food Res Int* 42: 1046-1052.
- Negi PS, Roy SK. 2000. Effect of Blanching and Dryig Methods on β - carotene, Ascorbic acid and Chlorophyll Retention of Leafy Vegetables. *Lebensm – Wiss. u. – Technol.* 33(4) : 295 – 298.
- Negi PS, Roy SK. 2001. Effect of Drying Condition on Quality of Green Leaves During Long Term Storage. *Food Res Int.* 34 : 283 – 287.
- Nisha P, Singhal RS, Pandit AB. 2005. A study on degradation kinetics of riboflavin in spinach (*Spinacea oleracea* L.). *J Food Eng* 67: 407-412.
- Norziah MH, Ching CY. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chem* 68: 69-76.

- Ortiz J, Romero N, Robert P, Araya J, Lopez-Hernandez J, Bozzo C, and others. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chem* 99: 98-104 .
- Park YS, Jung ST, Kang SG, Licon ED, Ayala ALM, Tapia MS, Belloso OM, Trakhtenberg S, Gorinstein S. 2006. Drying of persimmons (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. *Lebensm-Wiss.u.-Technol* 39: 748-755.
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. 2001. Antioxidants in food. England: Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.
- Redondo-Cuenca A, Villanueva-Suarez MJ, Mateos-Aparicio. 2008. Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. *Food Chem* 108: 1099-105.
- Robert EP, Nancy JC. 2008. Postharvest handling and storage of the edible red seaweed *Gracilaria*. *Postharv Biol Technol*. 48: 302-308.
- Schreiner M, Huyskens-Keil S, Krumbein A, Prono-Widayat A, Ludders P. 2003. Effect of film packaging and surface coating on primary and secondary plant compounds in fruit and vegetable products. *J Food Eng* 56: 237-240.
- Shih MC, Kuo CC, Chiang W. 2009. Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. *Food Chem* 117: 114-121.
- Simon D, Helliwell S. 1998. Extraction and Quantification of Chlorophyll A from Freshwater Green Algae. *Wat. Res* 32(7) : 2220-2223.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American J. Enology and Viticulture* 16: 144-58.
- Sogi DS, Garg SK, Bawa AS. 2002. Functional properties of seed meals and protein concentrates from tomato processing waste. *J Food Sci* 2002; 67(8): 2997-3001.
- Tang X, Cronin DA, Brunton NP. 2006. A simplified approach to the determination of thiamine and riboflavin in meats using reverse phase HPLC. *J Food Comp Anal* 19: 831-37.
- Tee ES, Lim CL, Mohd Ismail N, Mohd Nasir A, Khatijah I. 1988. Nutrient composition of Malaysian foods. Kuala Lumpur: ASEAN Sub-Committee on Protein, Food Habits Research and Development.

- Tee ES, Lim CL. 1991. Carotenoid composition and content of Malaysian vegetables and fruits by AOAC and HPLC methods. *Food Chem* 41: 303-39.
- Tein ML, Durance D, Christine HS. 1998. Characterization of Vacuum Microwave, Air and Freeze Dried Carrot Slices. *Food Research International* 31(2): 111-17.
- Tulio AZ, Ose K, Chachin K, Ueda Y. 2002. Effects of storage temperatures on the postharvest quality of jute leaves (*Corchorus olitorius* L.). *Postharv Biol Technol* 26: 329-338.
- Von Elbe JH, Schwartz SJ. 1996. Colorants. In *Food Chemistry*. 3rd ed. Marcel Dekker. New York: Marcel Dekker.
- Wang X, Schlobmacher U, Wiens M, Schroder HC, Muller WEG. 2008. Biogenic Origin of Polymetallic Nodules from the Clarion Clipperton Zone in the Eastern Pacific Ocean: Electron Microscopic and EDX Evidence. *Mar Biotechnol*.
- Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem* 105: 940-949.
- Yan P, Yong-quan XU, Dao-fu D, Lin-chun MAO. 2009. Postharvest quality and physiological behavior of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). *Agric Sci in China* 8(2): 244-248.
- Yamauchi N, Harada K, Watada AE. 1997. In vitro chlorophyll degradation in stored broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italic* Plen.) florets. *Postharv Biol Technol* 12: 239-245.
- Zhou K, Yu L. 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grow in Colorado. *Lebensm-Wiss.u.-Technol* 39: 1155-1162.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการเตรียมสารละลาย

และวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide ; NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 40
ละลายสาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

2. สารละลายกรดบอริก (Boric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 4

ละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาณ 600 มิลลิลิตร นำไปตั้งไฟบนเตาให้ความร้อน (Hot plate) ต้มจนละลายหมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ร้อนจนได้ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น เมื่อสารละลายเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ให้เติมสารละลายโบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) 10 มิลลิลิตร (ละลายโบรโมครีซอลกรีน 100 มิลลิกรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร) และเติมสารเมทิลเรด (methyl red) 7 มิลลิลิตร (ละลายเมทิลเรด 100 มิลลิกรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร) เขย่าสารละลายให้เข้ากันดี จากนั้นทดสอบสารละลายกรดบอริกโดยดู สารละลายบอริกปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่และเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ้า สารละลายยังคงเป็นสีแดงให้ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนกระทั่ง เป็นกลาง (สีเทา) แล้วคำนวณปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่จำเป็นต้องเติมลงใน สารละลายกรดบอริก แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid ; HCl) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

เตรียมสารละลายกรดมาตรฐานโดยการเจือจางกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 นอร์มัล ด้วยน้ำ กลั่น ความเข้มข้นของกรดมาตรฐานจะต้องตรวจสอบโดยการ standardizes กับ โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate)

3.1 ชั่ง anhydrous sodium carbonate (Na_2CO_3) 10 กรัม บดให้เป็นผงละเอียดอบไว้ที่ อุณหภูมิ 265 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้ว ถ่ายเทใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท เก็บไว้ในโถดูดความชื้น

3.2 ชั่ง anhydrous sodium carbonate (Na_2CO_3) 0.2 กรัม (W1) ใส่ในขวดรูปชมพู่และเติม น้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ 3 หยด (ละลายเมทิลเรด 0.1 กรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร) ไทเทรตจนเป็นสีชมพู จดปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต (A1) ต้ม สารละลายนี้ให้เดือดเป็นเวลา 2-3 นาที ทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องอย่างรวดเร็ว จากนั้นไทเทรต ต่อจนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นสีชมพูอีกครั้ง บันทึกปริมาณ (A2) คำนวณหาโมลาร์ลิตี

$$\text{Molarity (M)} = \frac{18.868 \times W1}{A1 + A2}$$

$$A1 + A2$$

4. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate ; Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5
ละลายสาร โซเดียมคาร์บอเนต 7.5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร
5. สารละลาย DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์
ชั่งสาร DPPH (MW = 394.33) 0.0024 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ครบ 100
มิลลิลิตร
6. สารละลาย ABTS (2,2-Azinobis (3-ethylbenzthiazoline-sulphonic acid) ความเข้มข้น
7 มิลลิโมลาร์
ชั่งสาร ABTS (MW = 548.68) 0.0960 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากอ็อกซิเจนให้
ครบ 25 มิลลิลิตร
7. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium pemulfate ; $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$) ความเข้มข้น
2.45 มิลลิโมลาร์
ชั่งสาร โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (MW = 270.33) 0.0166 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
ปราศจากอ็อกซิเจนให้ครบ 25 มิลลิลิตร
8. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลีน (Phosphate buffered saline ; PBS pH 7.4)
ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์
เตรียมสารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ (stock solution) โดยใช้สาร PBS
(pH 7.4) สำเร็จรูป 1 ซอง (Sigma-Aldrich, ประเทศเยอรมัน) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจาก
อ็อกซิเจนให้ครบ 1000 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์
ใหม่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ โดยเปิดสารละลาย PBS (pH 7.4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 250
มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากอ็อกซิเจนให้ครบ 500 มิลลิลิตร
9. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer, pH 6.0) ความเข้มข้น 0.08 โมลาร์
ชั่งสาร โซเดียมฟอสเฟตไดเบสิกแอนไฮไดรต์ (Na_2HPO_4) 1.4 กรัม และ โซเดียมฟอสเฟตโม-
โนเบสิกโมโนไฮเดรต ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 9.68 กรัม ละลายในน้ำ 700 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตร
ด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร และปรับค่า pH ให้ได้ pH 6.0 (ด้วยสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์
ความเข้มข้น 0.275 นอร์มัล หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.325 โมลาร์)

ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1.1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC 1999)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน ประกอบด้วย Kjeldahl flask ขนาด 250-600 มิลลิลิตร และ heating mantle

2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีนด้วยไอน้ำ (Steam distillation)

3. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250-500 มิลลิลิตร

4. บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร

5. เม็ดปิด (Glassbead)

6. กระดาษชั่งสาร (Ashless filter paper)

7. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Balance)

- สารเคมี

1. เม็ดเจลแทบ (kjeltab)

2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4)

3. สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 50

4. สารละลายกรดบอริก (Boric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 4

5. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

6. อินดิเคเตอร์ (สารผสมของเมทิลเรด เมทิลินบลู และ โบร โมครีซอลกรีน)

7. สารแอนติโฟม (Antiform)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้น้ำบนกระดาษชั่งสารให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (W) แล้วห่อให้มิดชิด ใส่ในหลอดย่อยโปรตีน สำหรับตัวอย่างอ้างอิง (blank) วิเคราะห์เช่นเดียวกัน แต่ไม่มีตัวอย่างในการวิเคราะห์

2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 8 มิลลิลิตร จากนั้นใส่เม็ดปิด 5-6 ลูก เม็ดเจลแทบ 1 เม็ด และสารแอนติโฟม 1 มิลลิลิตร

3. ย่อยบนเตาจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างขวดย่อยต่ออีกครั้งจนได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็น

4. เตรียมขวดรูปชมพู่บรรจุสารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร แล้วต่อเข้ากับเครื่องกลั่นไอน้ำ (VAPODEST) โดยให้ปลายอุปกรณ์ความแน่นจุ่มในสารละลายกรดบอริก แล้วกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไอน้ำ (สารละลายกรดบอริกเปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเขียว ถ้ามีแอมโมเนีย) จนกระทั่งได้สารละลายปริมาตร 125 มิลลิลิตร และล้างอุปกรณ์ความแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรูปชมพู่

5. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง) (A) จำนวนปริมาณโปรตีนตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A - B) \times 1.4 \times F}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

F = แฟกเตอร์ (6.25)

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)



1.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC 1999)

● วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมันแบบต่อเนื่อง (soxhlet apparatus) ประกอบด้วย round bottom flask สำหรับใส่สารทำละลาย, soxhlet, condenser และ heating mantle

2. Extraction thimble

3. สำลี

4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

6. โถดูดความชื้น (Desiccator)

● สารเคมี

1. ปีโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether)

● ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. อบ round bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ในตู้อบลมร้อน ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกข้อมูล

2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก (ตัวอย่างชนิดที่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ชนิดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 3-5 กรัม) ห่อให้มีดชิดแล้วใส่ลงใน extraction thimble คลุมด้วยสำลี และใส่ thimble ลงใน soxhlet

3. เต็มสารทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ round bottom flask 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตา และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน สักเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง นำ thimble ออกจาก soxhlet แล้วเก็บสารทำละลาย

4. ออบระเหยสารทำละลายในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสจนแห้ง (ประมาณ 30 นาที) ทำให้ดูเย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล

5. ออบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณไขมันตามสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (AOAC 1999)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ซึ่งประกอบด้วย บีกเกอร์ทรงสูง (tall form beaker) ขนาด 600 มิลลิลิตร อุปกรณ์ควบแน่นและอุปกรณ์ให้ความร้อน
2. กระดาษชั่งสาร (Ashless filter paper No. 54)
3. suction flask
4. Buchner funnel
5. Fritted Crucible
6. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
7. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
8. โถดูดความชื้น (Desicator)
9. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
10. กระดาษลิตมัส
11. เตาให้ความร้อน (hot plate)

- สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.25
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25
3. เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95
4. ฟีนอล์ฟธาเลิน (Phenolphthalein)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. วางกระดาษกรองบนกระดาษฟิคา อบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง วางในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล
2. ใส่ตัวอย่าง (ผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว) ลงในบีกเกอร์ สำหรับวิเคราะห์ เยื่อใย ขนาด 600 มิลลิลิตร
3. เติมกรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร วางบีกเกอร์ บนเตาให้ความร้อน ต้มให้เดือดนาน 30 นาที (เดือดเบา ๆ คอยเติมน้ำกลั่นให้ครบ 200 มิลลิลิตร)
4. ชั่งกระดาษกรอง บันทึกข้อมูล แล้วกรองขณะร้อนผ่านกระดาษกรองที่ชั่ง น้ำหนักแล้วล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นกรด (ทดสอบด้วยลิตมัส) (ระวังอย่าให้กระดาษกรองขาด)
5. ถ่ายกากที่ได้ลงในบีกเกอร์ใบเดิม เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร วางบนเตาให้ความร้อน ต้มให้เดือดนาน 30 นาที กรองขณะร้อน ผ่านกระดาษกรองแผ่นเดิม ล้างด้วยน้ำร้อนจนน้ำล้างหมดความเป็นด่าง (ล้าง 4-5 ครั้ง ทดสอบ ความเป็นด่างโดยเอาน้ำล้างมาหยดฟีนอล์ฟธาเลิน) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร
6. ใส่กระดาษกรองพร้อมกากลงใน crucible และอบแห้งในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล
7. อบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม เเผา crucible พร้อมกากที่อบแห้งแล้ว ในเตาเผา 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปิด สวิตช์เตาเผา รอประมาณ 30-45 นาที
8. นำ crucible ออกจากเตาเผา ใส่ในตู้ดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึง อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกและคำนวณปริมาณใยอาหารตามสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC 1999)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Balance)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยกระเบื้อง บันทึกข้อมูล แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 2-3 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง บันทึกข้อมูล
2. เผาตัวอย่างในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง และปิดสวิทช์เตาเผา รอประมาณ 30-45 นาที
3. นำถ้วยกระเบื้อง ออกจากเตาเผา ใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกข้อมูลและคำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

1.5 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC 1999)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. ถ้วยอะลูมิเนียม (Aluminium moisture can)
2. เตาอบลมร้อน (Hot air oven 101-105°C)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Balance)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. อบถ้วยอะลูมิเนียม ในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำถ้วยอะลูมิเนียม ใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยอะลูมิเนียม บันทึกข้อมูล
2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม บันทึกและใส่ตัวอย่างในถ้วยอะลูมิเนียม แล้วอบตัวอย่างในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง

3. นำออกจากตู้อบ ใส่ในตู้ดูดความชื้น รอให้เย็นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกข้อมูล แล้วอบซ้ำอีก ครั้งละประมาณ 30 นาทีและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

1.6 การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Singleton and Rossi 1965)

- วัสดุและอุปกรณ์
 1. โกร่ง (Mortar และ pistle)
 2. เครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator)
 3. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
 4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
 5. เครื่องเขย่า (Vortex)
 6. ปีมสุญญากาศ
 7. ถังไนโตรเจน
 8. ตู้บ่มแบบเขย่า (Shaking incubator)
 9. เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
 10. ออโต้ปิเปต (Plunger-operated pipette)
- สารเคมี
 1. เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95
 2. โฟลีนฟีนอล (Folin-Ciocalteu phenol reagent)
 3. โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5
 4. กรดแกลลิก (Gallic acid)
- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.6.1 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid)

1. เตรียม Standard Stock solution ของกรดแกลลิก โดยชั่งกรดแกลลิก 25 มิลลิกรัม จากนั้นละลายและปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (สารละลายที่ได้จะมีกรดแกลลิก 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

2. เปิดสารละลายจากข้อ 1 มา 17.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตรด้วยเอทานอลร้อยละ 95 (สารละลายที่ได้จะมีกรดแกลลิก 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

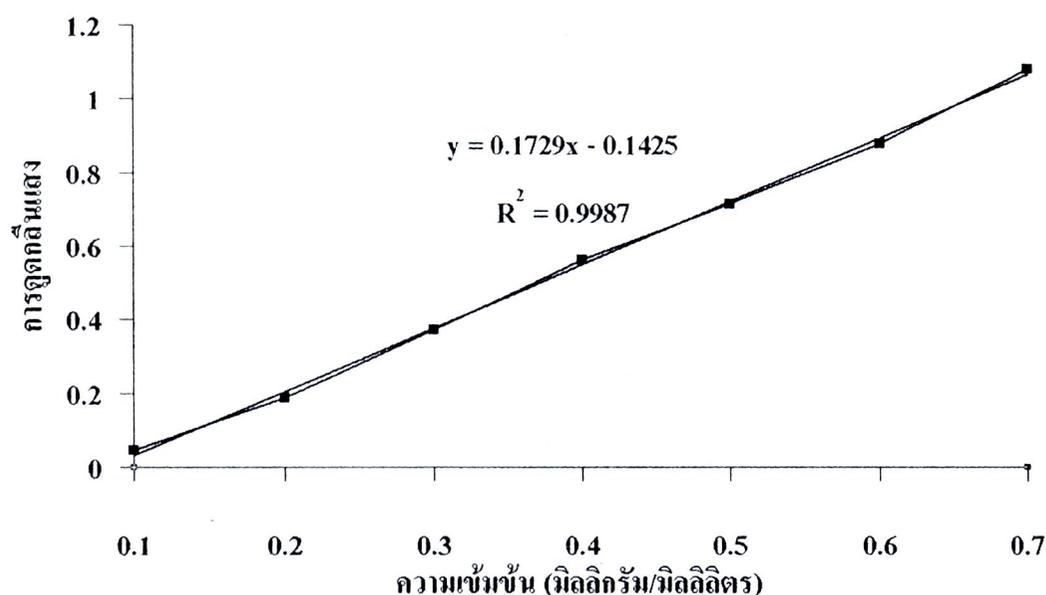
3. เปิดสารละลายที่มีกรดแกลลิก 1, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 และ 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มา 17.5, 21.43, 20.83, 20, 18.75, 16.67, 12.5 และ 0 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ซึ่งจะทำให้ได้สารละลายกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1 และ 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

4. เปิดสารละลายแต่ละความเข้มข้นในข้อ 3 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ Folin ciocalteau reagent ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและในที่มืด เป็นเวลา 5 นาที

5. เติมโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 (w/v) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร เขย่าและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที

6. ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยแรง $3,000 \times g$ เป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

7. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสง และความเข้มข้นของกรดแกลลิก (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ดังภาพผนวก ก ที่ 1



ภาพผนวก ก ที่ 1 ความสัมพันธ์ของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสง

1.6.2 การสกัดสารฟีนอลิก

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างไข่น้ำ 20 กรัม ผสมกับเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บดด้วยโกร่ง
2. เขย่าที่อุณหภูมิห้องและในที่มีดเป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง
3. กรองแบบสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 4 และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยแรง 1,500×g เป็นเวลา 15 นาที
4. ระเหยตัวทำละลายออกจนแห้ง โดยใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C ความดัน 50 มิลลิเมตรปรอท
5. ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยเอทานอลเป็น 10 มิลลิลิตร และทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสกัดฟีนอลิก

1.6.3 วัดปริมาณสารสกัดฟีนอลิกทั้งหมด

1. นำสารสกัดตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1.6.2 ทำการเจือจางแล้ว ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ Folin ciocalteau reagent ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและในที่มีด เป็นเวลา 5 นาที
2. เติมโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 (w/v) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร เขย่าและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในที่มีด เป็นเวลา 30 นาที
3. ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยแรง 3,000×g เป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

1.7 การวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน

● วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องผสม (Vortex mixture)
4. ถังไนโตรเจน
5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
6. ออโต้ปีเปต (Plunger-operated pipette)

● สารเคมี

1. สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์
2. สารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์

3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium persulfate) ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์
 4. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลีน (Phosphate buffer saline; PBS pH 7.4) ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์
 5. เอทานอลร้อยละ 50
- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.7.1 การเตรียมสารสกัดจากไข่น้ำ (ดัดแปลงจากจาก Lim and others 2007)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างไข่น้ำสด 25 กรัม ผสมกับเอทานอลร้อยละ 50 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร บดด้วยโกร่ง
2. นำตัวอย่างเข้าเครื่องเขย่าสารโดยใช้อ่างคลื่นเสียง นาน 15 นาที
3. กรองแบบสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 4 และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยแรง $1,500 \times g$ เป็นเวลา 10 นาที
4. ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยเอทานอลเป็น 50 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดไข่น้ำ และทำการวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันวิธี DPPH และวิธี ABTS

1.7.1.1 วิธี 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) free radical

scavenging assay (กัณยนา กรณเกษม 2548)

1. ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วใส เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 77 ไมโครลิตร ทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อทดสอบความเสถียรของสาร DPPH โดยใช้เอทานอลร้อยละ 99 เป็นสารละลายอ้างอิง (blank) ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงที่คงที่แสดงถึงความเสถียรของสารละลาย DPPH
2. จากนั้นทำการวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดไข่น้ำ (ข้อ 1.7.1) โดยปิเปตสารละลาย DPPH 3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วใสขนาดเล็ก เติมสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ (สารสกัดไข่น้ำ) 77 ไมโครลิตร เก็บในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร คำนวณร้อยละการยับยั้งตามสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = [(A_B - A_A) / A_B] \times 100$$

A_B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายอ้างอิง (Blank ที่เวลา 0 นาที)

A_A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดไข่น้ำที่ต้องการทดสอบ (ที่เวลา 15 นาที)

3. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้ง และความเข้มข้นของสารสกัดไข่น้ำตั้งแต่ 1 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พิจารณาความเข้มข้นของสารสกัดไข่น้ำที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระลงได้ร้อยละ 50 เรียกว่าค่า IC_{50}

1.7.1.2 วิธี 2,2-azinobis (3-ethylbenzthiazoline-sulphonic acid) (ABTS)

free radical decolonization assay

(ดัดแปลงจากจาก กัญญา ทรัพย์เกษม 2548)

1. ปิเปิดสารละลาย 2,2-azinobis (3-ethylbenzthiazoline-sulphonic acid) (ABTS) ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ (stock solution) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง

2. ทำการเจือจางสารละลาย ABTS⁺ (working solution) ให้สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.70 ± 0.02 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลิน pH 7.4 ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ตั้งสารละลาย ABTS⁺ เจือจาง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนใช้ในการวิเคราะห์

3. จากนั้นทำการวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดไข่น้ำ (ข้อ 1.7.1) โดยปิเปิดสารละลาย ABTS⁺ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วใสขนาดเล็ก เติมสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบปริมาตร 10 ไมโครลิตร เก็บในที่มืดเป็นเวลา 6 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลินเป็นสารละลายอ้างอิง (blank) และคำนวณร้อยละการยับยั้งตามสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = [(A_B - A_A) / A_B] \times 100$$

A_B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายอ้างอิง (Blank ที่เวลา 0 นาที)

A_A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดไข่น้ำที่ต้องการทดสอบ

4. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการยับยั้ง และความเข้มข้นของสารสกัดใ้มน้ำตั้งแต่ 1 ถึง 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พิจารณาความเข้มข้นของสารสกัดใ้มน้ำที่สามารถยับยั้งอนุมูลิสรละงใ้ร้อยละ 50 เรียกว่าค่า IC_{50}

1.8 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (ดัดแปลงจาก Simon and Helliwell 1998)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องผสม (Vortex mixture)
4. เครื่องเขย่าสาร โดยใช้เสียงความถี่สูง (Ultrasonic Sonicator)
5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
6. ออโต้ปิเปต (Plunger-operated pipette)

- สารเคมี

1. สารละลายอะซีโตนใ้มน้ำ ความเข้มข้นร้อยละ 85
2. แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างใ้มน้ำผง 50 มิลลิกรัม ใส่ใ้หลอดปั่นเหวี่ยง ขนาด 35 มิลลิลิตร
2. เติมแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) 0.1 กรัม และเม็ดบีด
3. เติมสารละลายอะซีโตนใ้มน้ำ ความเข้มข้นร้อยละ 85 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้ว

เขย่า 30 วินาที

4. นำหลอดปั่นเหวี่ยงใส่ใ้บีกเกอร์น้ำแข็ง ($ca.4^{\circ}C$) ก่อนนำไปใส่เครื่องเขย่าสาร โดยใช้เสียงความถี่สูง (ultrasonic sonicator) นาน 15 นาที
5. ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่ได้ใส่ใ้ขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร
6. สกัดซ้ำ (4 ครั้ง) จนกระทั่งตัวอย่างไม่มีสี นำสารละลายที่ได้มารวมกัน
7. ทำการปั่นเหวี่ยงสารละลายที่ได้ด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
8. ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 25 มิลลิลิตร และทำการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

ทั้งหมด

9. วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 660 และ 642.5 นาโนเมตร คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ลิตร)} = [(7.12 \times \text{Abs}_{660}) - (16.8 \times \text{Abs}_{642.5})]$$

1.9 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (AOAC 1995 อ้างถึงใน

Cyanotech Corporation, 2002)

- วัสดุและอุปกรณ์
 1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
 2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
 3. เครื่องเขย่า (Vortex)
 4. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
 5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
 6. อุปกรณ์ดูดสารละลาย (Plunger-operated pipette)
- สารเคมี
 1. ไดเมทิล ซัลฟอกไซด์ (Dimethylsilfoxide : DMSO)
 2. เมทานอล
 3. เฮปแทน
 4. โฟแทสเซียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัวในเมทานอล
- ขั้นตอนการวิเคราะห์



1.9.1 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

1. เตรียม Standard Stock solution ของเบต้าแคโรทีน โดยชั่งเบต้าแคโรทีน 5 มิลลิกรัม จากนั้นละลายและปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วยเฮปแทน (สารละลายที่ได้จะมีเบต้าแคโรทีน 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

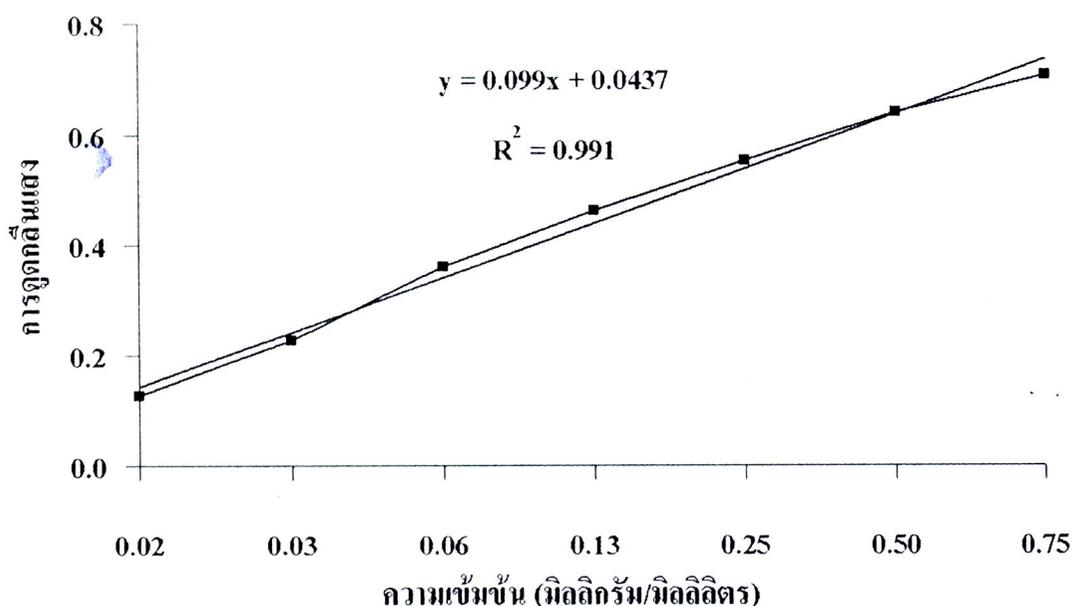
2. ปิเปตสารละลายจากข้อ 1 มา 3.75 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 5 ลิตร ด้วยเฮปแทน (สารละลายที่ได้จะมีเบต้าแคโรทีน 0.75 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

3. ปิเปตสารละลายที่มีเบต้าแคโรทีน 1, 0.75, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125 และ 0.01563 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มา 3.75, 3.33, 2.5, 2.5, 2.5, 2.5 และ 0 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตรด้วยเฮปแทน ซึ่งจะ

ทำให้ได้สารละลายเบต้าแคโรทีนที่มีความเข้มข้น 0.75, 0.5, 0.25, 0.13, 0.06, 0.03, 0.02 และ 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

4. นำไปปั่นเหวี่ยง 4,200 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 436 นาโนเมตร โดยใช้เฮปแทนเป็น blank

5. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง และความเข้มข้นของเบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ดังภาพผนวก ก ที่ 2



ภาพผนวก ก ที่ 2 ความสัมพันธ์ของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีนและค่าการดูดกลืนแสง

1.9.2 การสกัดเบต้าแคโรทีน

1. ชั่งตัวอย่างไข่น้ำฟอง 30 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดปั่นเหวี่ยง
2. เติม 3 กรัม ของเม็ดบีด และ 2.5 มิลลิลิตร ของไดเมทิลซัลฟอกไซด์
3. ปิดฝาหลอดแล้วเขย่า 30 วินาที
4. นำหลอดใส่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50°ซ เป็นเวลา 30 นาที (นำหลอดออกมาเขย่าทุก ๆ 10 วินาที)
5. เติมเมธานอล 5 มิลลิลิตร ลงในหลอด แล้วเขย่า 30 วินาที และนำไปปั่นเหวี่ยง 4,200 รอบต่อนาที นาน 3 นาที
6. ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่อยู่ชั้นบนออก แล้วนำไปใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร

7. สกัดข้างจันตัวอย่างใจน้ำผงไม่มีสี โดยเติมเมธานอล 4 มิลลิลิตร ลงในหลอดแล้วเขย่า 15-30 วินาที และปั่นเหวี่ยง 4,200 รอบต่อนาที นาน 3 นาที

8. นำสารละลายที่ได้มารวมกันในขวดปรับปริมาตร และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 25 มิลลิลิตร แล้วคว่ำกลับไปมาเพื่อให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และถ้าสารสกัดที่ได้ขุ่น ควรปั่นเหวี่ยง ก่อนนำไปวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1.9.3 การวัดปริมาณเบต้าแคโรทีน

1. ดูดสารสกัดจากข้อ 1.9.2 มา 8 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดปั่นเหวี่ยง ขนาด 15 มิลลิลิตร

2. เติมเฮปแทน 5 มิลลิลิตร และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัวในเมธานอล 1.5 มิลลิลิตร โดยไม่ต้องเขย่าหลอด เก็บหลอดไว้ในที่มืด เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิด saponify แล้วจึงเขย่าหลอด

3. หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเขย่าหลอดทุก ๆ 15 วินาที และนำไปปั่นเหวี่ยง 4,200 รอบต่อนาที นาน 3 นาที

4. ใช้ปิเปตดูดสารละลายที่อยู่ชั้นบนออก แล้วนำไปใส่ใน ขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร

5. เติมเฮปแทน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอด เพื่อล้างเอาเบต้าแคโรทีนที่หลงเหลืออยู่ จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายออกมารวมกันในขวดปรับปริมาตร

6. เติมเฮปแทน 3 มิลลิลิตร ลงในหลอด คว่ำหลอดไปมา 8 ครั้ง (ประมาณ 2 นาที) แล้วใช้ปิเปตดูดสารละลายมารวมกันในขวดปรับปริมาตร และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 มิลลิลิตร แล้วคว่ำไปมาเพื่อให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

7. นำไปปั่นเหวี่ยง 4,200 รอบต่อนาที นาน 3 นาที และวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 436 นาโนเมตร โดยใช้เฮปแทนเป็น blank

1.10 การวิเคราะห์หาปริมาณไรโบฟลาวิน (ดัดแปลงจาก Tang and others 2006)

● วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องผสม (Vortex mixture)
4. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
5. เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

6. ออโต้ปีเปต (Plunger-operated pipette)

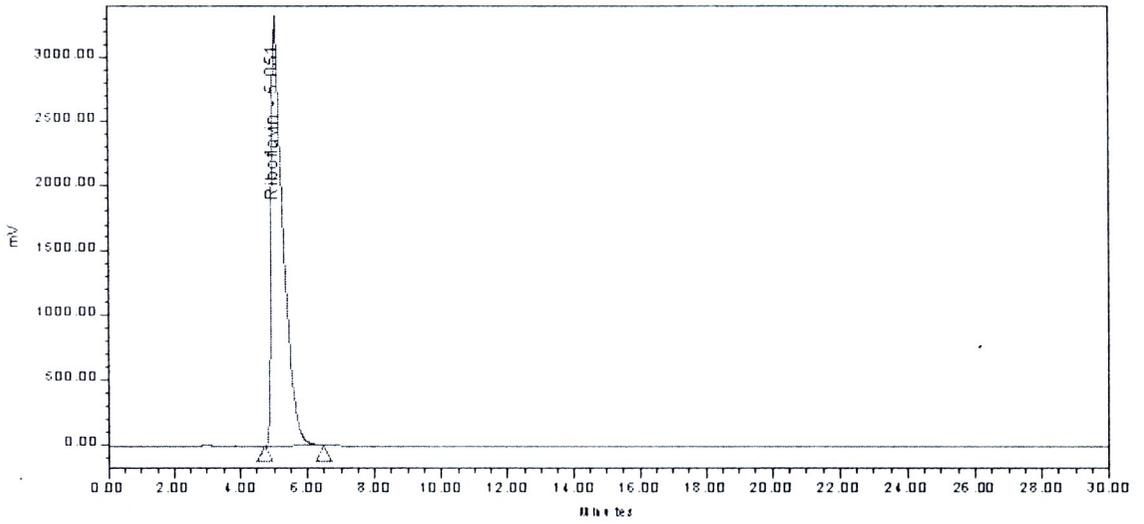
- สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
2. เมธานอล (HPLC grade)
3. โซเดียมอะซิเตต ความเข้มข้น 2.5 โมลาร์
4. เอนไซม์อะไมเลส (Taka-diastase)
5. กรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloroacetic acid) ความเข้มข้นร้อยละ 50
6. สารมาตรฐานไรโบฟลาวิน

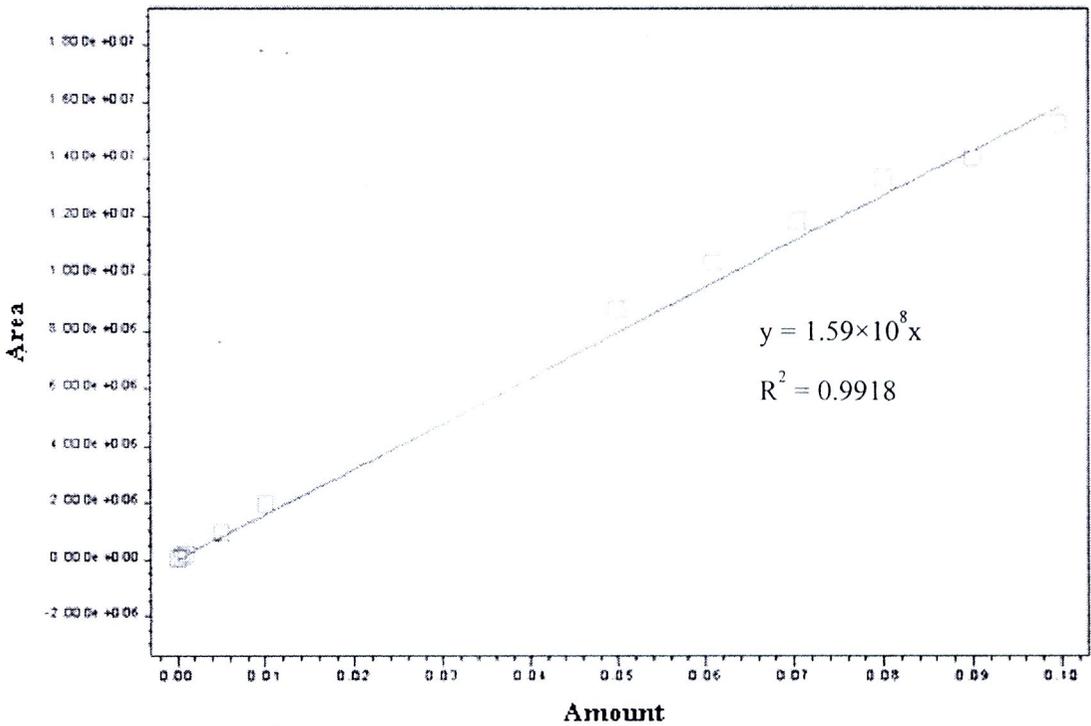
- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.10.1 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานไรโบฟลาวิน

1. เตรียม Standard Stock solution ของไรโบฟลาวิน โดยชั่งไรโบฟลาวิน 0.5 มิลลิกรัม จากนั้นละลายและปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (สารละลายที่ได้จะมีไรโบฟลาวิน 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
2. ปีเปตสารละลายจากข้อ 1 มา 4.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 5 ลิตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (สารละลายที่ได้จะมีไรโบฟลาวิน 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
3. ปีเปตสารละลายที่มีไรโบฟลาวิน 0.1, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.01, 0.005 และ 0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 4.5, 4.44, 4.38, 4.29, 4.17, 1, 2.5, 1 และ 0 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตรด้วยเฮปแทน ซึ่งจะทำได้สารละลายไรโบฟลาวินที่มีความเข้มข้น 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.01, 0.005, 0.001 และ 0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ
4. นำไปปั่นเหวี่ยงความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที และวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง HPLC ที่ความยาวคลื่น Emission 510 nm และ Excitation 450 nm
5. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ดังภาพผนวก ก ที่ 3



ภาพผนวก ก ที่ 3 โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานไรโบฟลาวินความเข้มข้น 0.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



ภาพผนวก ก ที่ 4 ความสัมพันธ์ของสารละลายมาตรฐานไรโบฟลาวิน ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

1.10.2 การสกัด และการวิเคราะห์ปริมาณไรโบฟลาวิน

1. ชั่งตัวอย่างไข่น้ำผง 2 กรัม ใส่ในขวดสีชา ขนาด 250 ml
2. เติมกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 50

มิลลิลิตร

3. นำสารละลายต้มในอ่างน้ำร้อน (95-100°ซ) นาน 5 นาที
4. ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที
5. ต้มในอ่างน้ำร้อน (95-100°ซ) นาน 45 นาที
6. ทำให้เย็น และปรับ pH เป็น 4.5 ด้วยโซเดียมอะซิเตต ความเข้มข้น

2.5 โมลาร์ (ตกตะกอน โปรตีน)

7. เติมเอนไซม์ทะกะไคเอสเทส 1 กรัม และบ่มที่ 37°ซ นาน 18

ชั่วโมง

8. เติมกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 2

มิลลิลิตร

9. นำตัวอย่างไปให้ความร้อนจนถึง 100°ซ นาน 10 นาที เพื่อยับยั้งการ

ทำงานของเอนไซม์

10. ทำการเจือจาง โดยปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ

กลั่นปราศจากอีออน

11. ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 9,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที

12. กรองด้วยกระดาษ whatman เบอร์ 4 และนำไปกรองผ่านตัวกรอง

ในลอนขนาด 0.45 ไมโครเมตร

13. เก็บตัวอย่างในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4°ซ รอทำการวิเคราะห์

14. วัดปริมาณไรโบฟลาวิน ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้คอลัมน์ Nova-

Pak C18 Reverse phase (4.6×150 mm) ใช้ guard column ที่มี packing material ชนิดเดียวกับ

คอลัมน์ และตรวจวัดด้วย Fluorescence detector ที่ความยาวคลื่น Emission 510 nm และ

Excitation 450 nm ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่ใช้ในการทดลองคือ 30 methanol : 70

double deionized water โดยปริมาตร อัตราการไหล 0.5 ml/min และปริมาณที่ใช้ฉีดตัวอย่างเข้าสู่

คอลัมน์ คือ 20 ไมโครลิตร

1.11 การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (Dietary Fiber)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 แห่ง และ 2 ตำแหน่ง
3. อ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Shaking water bath)
4. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
5. ปัมสุญญากาศ (vacuum pump)
6. อุปกรณ์ดูดสารละลาย (Plunger-operated pipette)
7. เครื่องย่อยโปรตีน
8. เครื่องกลั่น โปรตีน
9. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
10. เทอร์โมมิเตอร์
11. โดคูดความชื้น
12. ตู้อบลมร้อน
13. Fritted crucible (Porosity No.2)

- สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริก
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95
4. เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 78
5. อะซีโตน
6. ฟอสเฟต บัฟเฟอร์ (phosphate buffer) pH 6.0
7. โซเดียมฟอสเฟตไดเบสิกแอนไฮเดรต (sodium phosphate dibasic, anhydrous : Na_2HPO_4)
8. โซเดียมฟอสเฟตโมโนเบสิกโมโนไฮเดรต (sodium phosphate monobasic, monohydrate : $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
9. เอนไซม์อัลฟา อะไมเลส (Alpha amylase- Heat stable)
10. เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (Amyloglucosidase)
11. เอนไซม์โปรตีเอส (Protease)

12. ซีไลต์ (acid washed)

● ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.11.1 เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber)

1. ชั่งตัวอย่างไข่น้ำผง 1 กรัม (± 20 มิลลิกรัม) ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร

2. เติมฟอสเฟต บัฟเฟอร์ pH 6.0 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงแต่ละบีกเกอร์ และปรับให้ได้ pH 6.0 ± 0.2

3. เติมเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส 0.1 มิลลิลิตร หุ้มบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ และนำไปต้มในอ่างน้ำเดือด 30 นาที เขย่าทุกๆ 5 นาที

4. ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และปรับให้ได้ pH 7.5 ± 0.2 โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.275 นอร์มัล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

5. เติมเอนไซม์โปรตีเอส 0.1 มิลลิลิตร ลงแต่ละบีกเกอร์ แล้วนำเข้าไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 30 นาที

6. ทำให้เย็น ปรับให้ได้ pH 4.5 ± 0.2 โดยเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.325 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

7. เติมเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส 200 ไมโครลิตร แล้วนำเข้าไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 30 นาที

8. เตรียมอบและชั่งน้ำหนัก crucible ที่มีซีไลต์ 0.1 กรัม และทำให้ชื้นด้วยเอทานอลร้อยละ 78

9. ใส่ตะกอนที่ได้จากข้อ 7 ใน crucible แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำ จำนวน 2 ครั้ง เอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 2 ครั้ง และอะซิโตน จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิลิตร

ตามลำดับ

10. แยกส่วนตะกอนที่ได้ อบแห้งในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล และนำไปวิเคราะห์หาโปรตีนและเถ้า (ส่วนของสารละลายนำไปวิเคราะห์หาเส้นใยที่ละลายน้ำ)

1.11.2 เส้นใยที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber)

1. นำสารละลายที่ได้จากข้อ 1.11.1 มาทำการตกตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ที่ผ่านการให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 60°C โดยเติมแอลกอฮอล์ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร ลงแต่ละบีกเกอร์ ทิ้งให้ตกตะกอน นาน 60 นาที

2. เตรียมอบและชั่งน้ำหนัก crucible ที่มีซีไลต์ 0.1 กรัม และทำให้ชื้นด้วยเอทานอลร้อยละ 78

3. ใส่ตะกอนที่ได้จากข้อ 1 ใน crucible แล้วล้างตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 78 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง จากนั้นล้างตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และสุดท้ายล้างตะกอนด้วยอะซีโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ตามลำดับ

4. นำส่วนตะกอนที่ได้ อบแห้งในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูล และนำไปวิเคราะห์หาโปรตีนและเถ้า คำนวณปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมด ตามสมการดังนี้

$$\text{สารอ้างอิง (blank)} = W_b - [(P_b + A_b)/100] \times W_p \quad \text{-----} \quad 1.11\text{-Blank}$$

$$\text{เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ} = \frac{W_{r1} - [(P_{s1} + A_{s1})/100] \times W_{r1} - \text{blank}_{s1} \times 100}{W_{s1}} \quad \text{-----} \quad 1.11.1$$

$$\text{เส้นใยที่ละลายน้ำ} = \frac{W_{r2} - [(P_{s2} + A_{s2})/100] \times W_{r2} - \text{blank}_{s2} \times 100}{W_{s2}} \quad \text{-----} \quad 1.11.2$$

$$\text{เส้นใยทั้งหมด} = \text{เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ} + \text{เส้นใยที่ละลายน้ำ} \quad \text{-----} \quad 1.11\text{-Total}$$

W_b คือ น้ำหนักเฉลี่ยของสารตะกอนอ้างอิง (มิลลิกรัม)

W_r คือ น้ำหนักเฉลี่ยของสารตะกอนตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

W_s คือ น้ำหนักเฉลี่ยของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

P_b คือ ร้อยละของโปรตีนอ้างอิง (มิลลิกรัม)

A_b คือ ร้อยละของเถ้าอ้างอิง (มิลลิกรัม)

P_s คือ ร้อยละของโปรตีนตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

A_s คือ ร้อยละของเถ้าตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

2. วิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Sogi and others 2002)

ชั่งตัวอย่างไชน้ำ 0.6 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คิดเป็นความเข้มข้นของสารละลายที่สกัดได้เป็นร้อยละ 3 ปั่นผสมแล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2.2 การวัดสี

- วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่อง Hunter LAB รุ่น Ultra Scan XE
2. กิวเวต ขนาด 10 มิลลิเมตร

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำชิ้นนำมาวัดสี ด้วยใช้เครื่อง Hunter LAB รุ่น Ultra Scan XE โดยใช้แหล่งแสง Day light 6500 Observe ที่ 10^๓ ในระบบ CIELAB (L*, a*, b*)

ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100

L* = 0 คือ ไม่มีแสงสว่าง หรือสีดำ

L* = 100 คือ มีความสว่างสูงสุด หรือสีขาว

ค่า a* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดงถึงสีเขียว

a* เป็น + คือ ค่าความเป็นสีแดง (Redness)

a* เป็น - คือ ค่าความเป็นสีเขียว (Greenness)

ค่า b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน

b* เป็น + คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness)

b* เป็น - คือ ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness)

2. หาค่าความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*) คือ ความแตกต่างของสีระหว่างตัวอย่าง ใ้ช้ น้ำทำแห้ง หรือแช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง หรือผ่านการเก็บรักษาแบบแช่เย็น เปรียบเทียบกับ ใ้ช้ น้ำสด โดยคำนวณดังนี้

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

3. หาค่ามุมสี (hue angle) คือ ตัวเลขที่ระบุว่าสีมีตำแหน่งใดในแผนภูมิสี มีหน่วยเป็น องศา (ภาพผนวก ก ที่ 5)

ค่ามุมสี = 0° หรือ 360° คือ สีแดง

ค่ามุมสี = 45° คือ สีเหลืองถึงสีเขียว

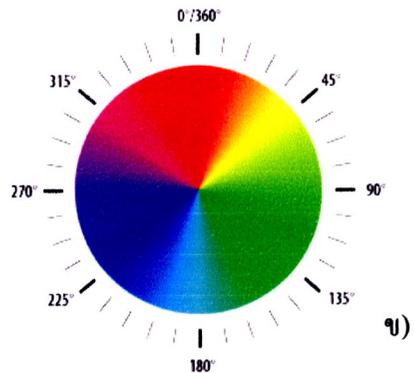
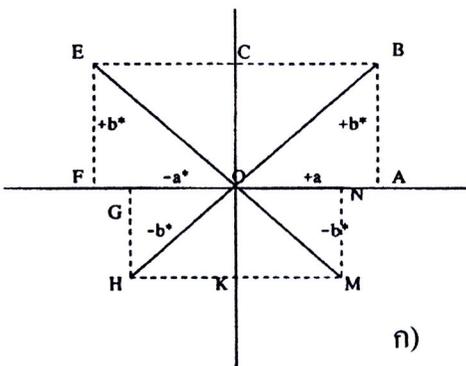
ค่ามุมสี = 90° คือ สีเขียว

ค่ามุมสี = 135° คือ สีเขียวถึงสีฟ้า

ค่ามุมสี = 180° คือ สีฟ้า

โดยคำนวณดังนี้

$$\text{hue angle} = \arctan b^*/a^*$$



ภาพผนวก ก ที่ 5 มุมสี ก) ตำแหน่งของค่า a^* และ b^* ของมุมสี และ ข) มุมสีของลักษณะสีต่างๆ
ที่มา : Francis and Clydesdale (1975)

2.3 การวัดค่าของลักษณะเนื้อสัมผัส (Bourne 2002)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer :TA.XT.Plus)
2. หัววัดแบบ back extrusion
3. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

สุ่มตัวอย่างไข่น้ำ แล้ววัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดแบบ back extrusion ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร (A/BE ; 40 mm) ตั้งค่าดังต่อไปนี้

- เลือกรูปแบบการวัดเป็น Compression (backward)
- กำหนดการเคลื่อนที่หัววัดเป็น Return to start
- น้ำหนักตัวอย่าง 20 กรัม และส่วนสูงตัวอย่าง 4 ซม.
- กำหนดค่า

Pre-test Speed (ความเร็วหัววัดก่อนทดสอบ) 1.0 mm/s

Test Speed (ความเร็วหัววัดระหว่างการทดสอบ) 1.0 mm/s

Post-test Speed (ความเร็วหัววัดหลังการทดสอบ) 10.0 mm/s

ระยะทางหัววัดจากจุด Trigger Force 50 % Strain

- กำหนดจุดเริ่มทดสอบ (Trigger) เป็น Type: Auto, Force: 5 g, Time: 3.0 sec
- รายงานผลลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้ค่าแรงที่มากที่สุดที่ใช้ในการกดครั้งแรก

(หน่วยเป็นกรัม_{แรง})

2.4 การคืนรูปไข่น้ำแข็ง (วิชญวดี ศรีนุเคราะห์ 2550)

- วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. เครื่องให้ความร้อน (hot plate)

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไข่น้ำแข็ง 3 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 50°ซ นาน 30 นาที จากนั้นนำไปผ่านตะแกรงกรองเอาน้ำออก แล้วชั่งน้ำหนักที่ได้ คำนวณอัตราส่วน การคืนน้ำกลับตามสูตร ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนการคืนน้ำกลับ} = \frac{\text{น้ำหนักไข่น้ำแข็งหลังการคืนรูป}}{\text{น้ำหนักไข่น้ำแข็ง}}$$

3. วิธีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (Allenda and others 2008)

3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

- วัสดุอุปกรณ์

- 1.1 เครื่องตีปั่นผสม (Stomacher)
- 1.2 ปิเปต
- 1.3 จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)
- 1.4 ตู้บ่ม

- สารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA)
2. สารละลายเปปโติน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างไข่น้ำมา 25 กรัม ใส่ในสารละลายเปปโติน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเครื่องตีปั่นผสม ด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที
2. เจือจางสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1: 10 โดยปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ในสารละลายเปปโติน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 1.0 มิลลิลิตรและเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar) โดยวิธีเทเพลต (pour plate)
4. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการนับโคโลนี อยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี รายงานผลเป็น log cfu/g

3.2 โคลิฟอร์ม (Coliform)

- วัสดุอุปกรณ์

- 1.1 เครื่องตีปั่นผสม (Stomacher)

- 1.2 อุปกรณ์ดูดสารละลาย

- 1.3 หลอดทดลอง

- 1.4 ตู้บ่ม

- สารเคมี

1. อาหารเหลวลอริลทริฟโตสบรอต (lauryl tryptose broth)

2. อาหารเหลวบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอต (brilliant green lactose bile

broth)

3. สารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

- ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. Presumptive Coliforms

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกเติมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำการปั่นผสมในเครื่อง Stomacher นาน 2 นาที จะได้ สารละลายตัวอย่างความเจือจาง 1:10 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างเจือจาง (1:10) 1 มิลลิลิตร ใส่ ในหลอดทดลอง เติมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าหลอดให้เข้า กันจะได้สารละลายเจือจาง 1:100 และทำการเจือจางต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ 1:10⁵ คุกตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหารเหลว Lauryl sulphate tryptose broth นำหลอดทั้งหมดบ่ม เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบโดยดูการเกิดก๊าซในหลอด ดักก๊าซ ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซให้นำไปทดสอบต่อในขั้น Coliform test ถ้าหลอดใดไม่เกิดก๊าซให้บ่ม ต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จากจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซที่นับได้ นำไปอ่านค่าจำนวน Coliform bacteria ที่น่าจะเป็นไปได้จากตาราง Most Probable Number (ตารางผนวก ก ที่ 1)

2. Confirmation Tests for Coliforms

เลือกหลอดที่เกิดก๊าซจากข้อ 1 มาทำการถ่ายเชื้อ 1-2 หลบ ลงในหลอดอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35^๐ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซ แสดงว่าให้ผลเป็นบวก จากจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซที่นับได้ นำไปอ่านค่าจำนวน Coliform bacteria ที่น่าจะเป็นไปได้จากตาราง Most Probable Number (ตารางผนวก ก ที่ 1)

ตารางผนวก ก ที่ 1 Most Probable Number (MPN) ต่อกรัมของตัวอย่าง ใช้ชุดละ 3 หลอด
 แต่ละระดับความเจือจางมีเนื้ออาหารหลอดละ 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม
 ตามลำดับ

หลอดบวก				หลอดบวก			
0.1 g.	0.01 g.	0.001 g.	MPN	0.1 g.	0.01 g.	0.001 g.	MPN
0	0	0	<3	2	0	0	9.1
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	3.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	>1100

ที่มา : สุมนทนา วัฒนสินธุ์ (2545)

ภาคผนวก ข
ตารางผลการทดลอง

ตารางผนวก ข ที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด
ของใข้ น้ำสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C
ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
ร้อยละ ความชื้น	28	95.01±0.02 ^c	96.43±0.05 ^b	96.98±0.01 ^a
	10	95.01±0.02 ^c	96.32±0.01 ^c	96.44±0.05 ^b
	4	95.01±0.02 ^c	96.23±0.05 ^d	96.26±0.04 ^{cd}
ความเป็น กรด-ด่าง	28	6.13±0.01 ^c	6.98±0.13 ^a	6.55±0.28 ^b
	10	6.13±0.01 ^c	6.99±0.04 ^a	7.00±0.21 ^a
	4	6.13±0.01 ^c	6.43±0.06 ^{bc}	6.60±0.04 ^b
คลอโรฟิลล์ ทั้งหมด (มก./100 ก.)	28	30.17±0.00 ^a	18.64±0.79 ^d	2.55±0.32 ^c
	10	30.17±0.00 ^a	24.00±0.61 ^b	18.74±0.13 ^d
	4	30.17±0.00 ^a	23.48±0.06 ^b	20.65±0.39 ^c

^{a,b} ... ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะ หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test



ตารางผนวก ข ที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบไม้สดระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 °ซ ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)						
		6	8	10	12	14	16	
ร้อยละ	10	96.60±0.05 ^{ef}	96.63±0.01 ^{ef}	96.66±0.07 ^{de}	96.74±0.09 ^{cd}	96.86±0.04 ^b	97.00±0.04 ^a	
ความชื้น	4	96.37±0.02 ^{gh}	96.41±0.03 ^{gh}	96.54±0.01 ^f	96.69±0.06 ^{cde}	96.78±0.06 ^{bc}	96.84±0.02 ^b	
ความเป็นกรด-ด่าง	10	6.53±0.06 ^{dc}	6.26±0.11 ^h	6.72±0.05 ^{bcd}	6.98±0.06 ^a	6.69±0.16 ^{bcde}	6.64±0.21 ^{cde}	
กรด-ด่าง	4	6.71±0.11 ^{bcd}	6.91±0.03 ^{ab}	7.11±0.09 ^a	6.86±0.17 ^{abc}	6.52±0.16 ^{dcd}	6.47±0.16 ^{dcd}	
คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./100 ก.)	10	13.95±0.14 ^c	11.80±.11 ^f	11.66±0.72 ^f	10.25±0.26 ^g	5.84±1.48 ⁱ	3.34±1.08 ^j	
	4	19.13±0.00 ^d	13.50±0.59 ^c	12.80±0.32 ^{ef}	10.45±0.39 ^g	8.25±0.09 ^h	6.82±0.75 ⁱ	

^{a,b} ...ตัวอักษรพิมพ์เล็กและกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน
วิธี ABTS และวิธี DPPH ของใ้ช้ น้ำสดระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ
28, 10 และ 4°ซ ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
สารฟีนอลิก ทั้งหมด (มก./ ก.)	28	21.14±0.54 ^a	14.71±0.20 ^d	15.02±0.37 ^d
	10	21.14±0.54 ^a	20.89±0.11 ^a	19.14±0.16 ^b
	4	21.14±0.54 ^a	20.80±0.04 ^a	17.38±0.11 ^c
กิจกรรมในการต้าน ออกซิเดชัน วิธี ABTS (ร้อยละการยับยั้ง)	28	65.91±0.72 ^a	30.16±0.40 ^c	28.96±0.48 ^c
	10	65.91±0.72 ^a	64.59±0.14 ^a	54.48±2.02 ^c
	4	65.91±0.72 ^a	61.34±1.58 ^b	39.48±1.59 ^d
กิจกรรมในการต้าน ออกซิเดชัน วิธี DPPH (ร้อยละการยับยั้ง)	28	70.12±1.23 ^a	39.95±1.72 ^f	27.27±0.51 ^g
	10	70.12±1.23 ^a	62.63±0.42 ^c	57.11±0.30 ^d
	4	70.12±1.23 ^a	67.64±0.29 ^b	50.15±0.69 ^c

^{a,b} ... ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี DPPH ของใ้มน้ำสกัดระหว่างการศึกษา ที่อุณหภูมิ 10 และ 4 °ซ ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
		6	8	10	12	14	16
สารฟีนอลิกทั้งหมด (มก./ ก.)	10	19.05±0.18 ^{bc}	18.79±0.27 ^{bc}	18.25±0.51 ^c	17.18±0.82 ^{de}	15.69±0.31 ^{fe}	15.27±0.44 ^z
	4	16.96±0.23 ^{de}	17.33±0.09 ^d	17.03±0.09 ^{de}	16.44±0.27 ^{ef}	15.77±0.13 ^{fe}	14.31±0.73 ^h
กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันวิธี ABTS (ร้อยละการยับยั้ง)	10	53.19±0.33 ^c	41.38±0.47 ^d	38.46±0.46 ^{ef}	36.95±1.03 ^f	33.11±2.49 ^z	22.56±1.03 ^h
	4	37.93±0.44 ^{ef}	37.15±0.16 ^{ef}	35.98±0.38 ^f	33.36±0.50 ^z	30.65±0.42 ^h	29.18±1.07 ⁱ
กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันวิธี DPPH (ร้อยละการยับยั้ง)	10	57.81±0.28 ^c	46.31±1.07 ^c	38.46±1.50 ^f	34.60±3.95 ^z	30.78±1.45 ^h	25.55±0.03 ⁱ
	4	50.38±0.20 ^d	49.31±0.31 ^d	50.65±0.01 ^d	44.64±0.20 ^c	30.87±.81 ^h	23.75±0.94 ⁱ

^{a,b} ...ตัวอักษรพิมพ์เล็กในแต่ละกลุ่มลักษณะที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี

Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมดของไข่น้ำสระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
ร้อยละ เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ	28	11.05±0.24	11.47±0.23	11.91±0.09
	10	11.05±0.24	11.37±0.67	11.30±0.41
	4	11.05±0.24	10.91±0.33	11.13±0.62
ร้อยละ เส้นใยที่ละลายน้ำ	28	3.82±0.01 ^A	3.85±0.16 ^A	4.04±0.07 ^A
	10	3.82±0.01 ^B	3.96±0.10 ^{AB}	4.16±0.07 ^A
	4	3.82±0.01 ^A	3.78±0.17 ^A	3.96±0.24 ^A
ร้อยละ เส้นใยทั้งหมด	28	14.87±0.24	15.32±0.39	15.95±0.02
	10	14.87±0.24	15.32±0.59	15.46±0.34
	4	14.87±0.24	14.69±0.16	15.08±0.87

^{A,B} ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่แต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมดของใ้งน้ำตระหว่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 °ซ ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
		6	8	10	12	14	16
ร้อยละ เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ	10	11.70±0.61 ^{Ba}	12.90±0.23 ^{Aa}	13.61±0.97 ^{Aa}	13.58±0.37 ^{Aa}	13.81±0.10 ^{Aa}	14.03±0.12 ^{Aa}
	4	11.04±0.25 ^{Da}	11.58±0.25 ^{CDa}	12.16±0.49 ^{BCa}	12.61±0.49 ^{ABa}	12.42±0.18 ^{BCb}	13.35±0.36 ^{Aa}
ร้อยละ เส้นใยที่ละลายน้ำ	10	4.32±0.06 ^{CDa}	4.13±0.16 ^{DEa}	4.51±0.08 ^{BCa}	4.72±0.09 ^{Ba}	4.70±0.07 ^{Ba}	5.22±0.14 ^{Aa}
	4	4.09±0.07 ^{DEFa}	4.27±0.04 ^{CDa}	4.21±0.14 ^{CDEa}	4.43±0.05 ^{BCa}	4.64±0.06 ^{Ba}	4.97±0.01 ^{Aa}
ร้อยละ เส้นใยทั้งหมด	10	16.02±0.55 ^{Da}	17.04±0.07 ^{Ca}	18.12±0.89 ^{Ba}	18.30±0.28 ^{ABa}	18.51±0.03 ^{ABa}	19.25±0.26 ^{Aa}
	4	15.12±0.32 ^{DEa}	15.85±0.21 ^{CDa}	16.37±0.63 ^{BCa}	17.04±0.44 ^{Ba}	17.06±0.24 ^{Bb}	18.32±0.37 ^{Aa}

^{A,B} ... ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่แต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันในแถวหนึ่ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง

ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

^{a,b} ... ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง

ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 7 การเปลี่ยนแปลงความสว่าง ความเป็นสีเขียว ความเป็นสีเหลือง มุมสี และความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*) ของไข่น้ำสตรระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4 $^{\circ}$ C ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
ความสว่าง (L*)	28	48.07 \pm 0.03 ^a	42.10 \pm 0.09 ^d	34.96 \pm 0.18 ^c
	10	48.07 \pm 0.03 ^a	45.41 \pm 0.09 ^{bc}	44.15 \pm 0.38 ^c
	4	48.07 \pm 0.03 ^a	45.72 \pm 0.80 ^b	44.23 \pm 1.53 ^c
ความเป็น สีเขียว (a*)	28	-7.55 \pm 0.32 ^d	-5.26 \pm 0.28 ^b	-3.28 \pm 0.05 ^a
	10	-7.55 \pm 0.32 ^d	-7.35 \pm 0.25 ^{cd}	-7.25 \pm 0.04 ^{cd}
	4	-7.55 \pm 0.32 ^d	-7.07 \pm 0.06 ^{cd}	-6.87 \pm 0.08 ^c
ความเป็น สีเหลือง (b*)	28	22.81 \pm 0.72 ^a	15.71 \pm 0.44 ^c	12.21 \pm 0.27 ^d
	10	22.81 \pm 0.72 ^a	22.88 \pm 0.45 ^a	21.95 \pm 0.08 ^{ab}
	4	22.81 \pm 0.72 ^a	22.38 \pm 0.08 ^a	20.88 \pm 0.62 ^b
มุมสี (hue angle)	28	71.70 \pm 0.08 ^b	71.50 \pm 0.45 ^b	74.98 \pm 0.10 ^a
	10	71.70 \pm 0.08 ^b	72.20 \pm 0.88 ^b	71.73 \pm 0.14 ^b
	4	71.70 \pm 0.08 ^b	72.47 \pm 0.20 ^b	71.78 \pm 0.72 ^b
ความ แตกต่างของ สีรวม (ΔE^*)	28	0.00 ^c	9.56 \pm 0.45 ^b	17.40 \pm 0.31 ^a
	10	0.00 ^c	2.70 \pm 0.12 ^d	4.09 \pm 0.39 ^c
	4	0.00 ^c	2.45 \pm 0.77 ^d	4.44 \pm 1.06 ^c

^{a,b}...ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความสว่าง ความเป็นสีเขียว ความเป็นสีเหลือง มุมสี และความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*) ของใบไม้สด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 °C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)						
		6	8	10	12	14	16	
ความสว่าง (L*)	10	42.99±0.34 ^d	42.32±0.33 ^d	38.48±0.32 ^c	36.36±0.32 ^f	35.28±0.00 ^g	34.61±0.36 ^g	
	4	44.29±0.19 ^c	42.33±0.35 ^d	42.13±0.12 ^d	38.88±0.52 ^e	36.93±0.37 ^f	35.20±0.17 ^g	
ความเป็นสีเขียว (a*)	10	-6.70±0.35 ^D	-6.39±0.22 ^D	-5.58±0.21 ^C	-4.14±0.06 ^B	-3.78±0.24 ^{AB}	-3.31±0.08 ^A	
	4	-6.57±0.01 ^E	-6.61±0.03 ^E	-5.41±0.13 ^D	-4.36±0.01 ^C	-3.99±0.14 ^B	-3.58±0.08 ^A	
ความเป็นสีเหลือง (b*)	10	21.14±0.40 ^{bc}	20.86±0.71 ^c	15.37±0.40 ^{ef}	12.55±0.18 ^g	12.97±0.59 ^g	12.12±0.08 ^g	
	4	20.84±0.08 ^c	20.54±0.39 ^c	19.13±0.75 ^d	15.90±0.37 ^e	14.60±0.32 ^f	12.32±0.01 ^g	
มุมสี (hue angle)	10	72.44±0.54 ^{cd}	72.98±0.00 ^{bc}	70.06±1.15 ^c	71.77±0.01 ^d	73.76±0.28 ^{ab}	74.73±0.47 ^a	
	4	72.51±0.04 ^{cd}	72.16±0.39 ^{cd}	74.22±0.21 ^a	74.68±0.36 ^a	74.70±0.83 ^a	73.82±0.35 ^{ab}	
ความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*)	10	5.43±0.14 ^g	6.20±0.57 ^g	12.31±0.04 ^c	15.94±0.37 ^c	16.57±0.41 ^{bc}	17.71±0.31 ^a	
	4	3.93±0.16 ^h	5.75±0.37 ^g	7.32±0.51 ^f	11.94±0.61 ^c	14.29±0.43 ^d	17.07±0.14 ^{ab}	

^{a,b} ... ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี

Duncan's Multiple Range Test

^{A,B} ... ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่แต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง

ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 9 การเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
ของไข่น้ำสดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C
ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)		
		0	2	4
เนื้อสัมผัส (กรัมแรง)	28	9,741.19±38.28 ^a	953.93±12.24 ^c	232.39±6.16 ^f
	10	9,741.19±38.28 ^a	5,609.87±373.43 ^c	4,018.62±175.45 ^d
	4	9,741.19±38.28 ^a	6,840.29±478.03 ^b	4,513.78±175.57 ^d
จุลินทรีย์ ทั้งหมด (log cfu/g)	28	5.54±0.09 ^d	6.01±0.08 ^b	7.51±0.04 ^a
	10	5.54±0.09 ^d	5.88±0.34 ^{bc}	5.97±0.02 ^b
	4	5.54±0.09 ^d	5.74±0.06 ^{cA}	5.88±0.04 ^{bc}

^{a,b} ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไข่น้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4 °C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
		6	8	10	12	14	16
เนื้อสัมผัส (กรัม _{แห้ง})	10	2,062.81±24.02 ^{ab}	1,707.65±41.44 ^{ab}	952.00±21.87 ⁱ	897.99±5.12 ^{ij}	535.97±18.07 ^{jk}	212.45±8.40 ^k
	4	2,104.88±263.61 ^f	1,626.65±141.33 ^b	991.62±6.04 ⁱ	571.08±38.60 ^{jk}	400.06±4.52 ^k	259.14±7.88 ^k
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	10	6.27±0.05 ^e	6.58±0.03 ^d	6.82±0.05 ^{bc}	7.46±0.03 ^a	7.50±0.03 ^a	7.51±0.04 ^a
	4	6.05±0.07 ^f	6.54±0.08 ^d	6.74±0.06 ^c	6.92±0.03 ^b	7.45±0.04 ^a	7.47±0.02 ^a

^{a,b}...ตัวอักษรพิมพ์เล็กแต่ละกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี

Duncan's Multiple Range Test

ตารางผนวก ข ที่ 11 องค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และปริมาณจุลินทรีย์ของไข่น้ำแข็งและ
ไข่น้ำแข็งเยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง เปรียบเทียบกับไข่น้ำสด

คุณลักษณะ	ไข่น้ำสด	ไข่น้ำแข็ง	ไข่น้ำแข็งเยือกแข็ง หลังการละลายน้ำแข็ง	
ความสว่าง (L*)	48.07±0.03 ^a	32.52±0.20 ^b	29.69±0.21 ^c	
ความเป็นสีเขียว (a*)	-7.55±0.32 ^c	-4.72±0.01 ^b	-2.85±0.06 ^a	
ความเป็นสีเหลือง (b*)	22.81±0.72 ^a	11.48±0.01 ^b	6.75±0.08 ^c	
มุมสี (hue angle)	71.70±0.18 ^c	67.67±0.06 ^b	67.10±0.18 ^a	
ความแตกต่างของสีรวม (ΔE*)	0 ^c	19.45±0.16 ^b	24.86±0.22 ^a	
เนื้อสัมผัส (กรัมแรง)	9,741.19±38.28 ^a	446.30±18.81 ^b	231.71±4.13 ^c	
ความชื้น (ร้อยละ)	95.01±0.02 ^b	6.15±0.07 ^c	96.75±0.08 ^a	
ความเป็นกรด-ด่าง	6.13±0.01 ^c	6.39±0.01 ^a	6.22±0.03 ^b	
คลอโรฟิลล์ทั้งหมด**	30.17±0.00 ^a	13.96±0.08 ^{bc} (46.27)	13.98±0.71 ^{bc} (46.34)	
เบต้าแคโรทีน**	3.43±0.16 ^a	0.52±0.01 ^c (15.16)	1.73±0.01 ^b (50.44)	
ไรโบฟลาวิน**	0.40±0.00 ^a	0.28±0.02 ^b (70.00)	0.05±0.00 ^c (12.50)	
เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ (ร้อยละ)	11.05±0.24 ^{bc}	13.04±0.03 ^a (118.01)	10.58±0.35 ^{bc} (95.75)	
เส้นใยที่ละลายน้ำ (ร้อยละ)	3.82±0.01 ^a	2.11±0.10 ^{bc} (55.24)	1.97±0.04 ^{bc} (51.57)	
เส้นใยทั้งหมด (ร้อยละ)	14.86±0.25 ^{ab}	15.15±0.07 ^{ab} (101.95)	12.55±0.39 ^c (84.45)	
สารฟีนอลิกทั้งหมด*	21.14±0.54 ^a	13.02±0.18 ^c (61.59)	14.50±0.15 ^b (68.59)	
กิจกรรมในการ ต้านออกซิเดชัน (IC ₅₀ ; มก./มล.)	วิธี ABTS	4.39±0.04 ^c	6.50±0.06 ^a	5.82±0.06 ^b
	วิธี DPPH	13.91±0.10 ^b	14.70±0.11 ^a	14.08±0.08 ^b
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu /g)	5.54±0.09 ^a	5.58±0.03 ^a	5.54±0.15 ^a	
โคลิฟอร์ม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	

* คิดเทียบกับมิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)

** คิดเทียบกับมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย (±SD) ที่ได้จากการวิเคราะห์จำนวน 6 ซ้ำ (2 ซ้ำการทดลอง × 3 ซ้ำการวิเคราะห์)
ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง ร้อยละของปริมาณคงเหลือ (percentage retention) เมื่อเทียบกับไข่น้ำสด

^{a,b}...ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

และวิเคราะห์ความแตกต่างของการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวก ค ที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.301	2	0.150	130.797	0.000*
DAYS	8.400	2	4.200	3652.275	0.000*
TEMP * DAYS	0.309	4	0.077	67.225	0.000*
Error	0.010	9	0.001		
Total	165764.567	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.142	1	0.142	73.597	0.000*
DAYS	10.259	8	1.282	665.233	0.000*
TEMP * DAYS	0.049	8	0.006	3.195	0.019*
Error	0.035	18	0.002		
Total	334611.031	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไข่น้ำ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.304	2	0.152	9.400	0.006*
DAYS	1.597	2	0.798	49.332	0.000*
TEMP * DAYS	0.344	4	0.086	5.318	0.018*
Error	0.146	9	0.016		
Total	774.243	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไข่น้ำ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.004	1	0.004	0.287	0.599
DAYS	1.812	8	0.227	17.087	0.000*
TEMP * DAYS	1.142	8	0.143	10.764	0.000*
Error	0.239	18	0.013		
Total	1594.010	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°ซ ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	220.554	2	110.277	780.650	0.000*
DAYS	786.395	2	393.198	2783.440	0.000*
TEMP * DAYS	210.006	4	52.501	371.657	0.000*
Error	1.271	9	0.141		
Total	9982.096	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°ซ ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	26.709	1	26.709	84.403	0.000*
DAYS	2107.752	8	263.469	832.604	0.000*
TEMP * DAYS	26.277	8	3.285	10.380	0.000*
Error	5.696	18	0.316		
Total	10569.205	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	40.243	2	20.121	166.170	0.000*
DAYS	47.573	2	23.786	196.438	0.000*
TEMP * DAYS	27.121	4	6.780	55.994	0.000*
Error	1.090	9	0.121		
Total	6640.654	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	7.599	1	7.599	51.443	0.000*
DAYS	139.842	8	17.480	118.332	0.000*
TEMP * DAYS	5.041	8	0.630	4.266	0.005*
Error	2.659	18	0.148		
Total	11715.692	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการด้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรกของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	1259.327	2	629.664	509.964	0.000*
DAYS	1872.947	2	936.473	758.449	0.000*
TEMP * DAYS	844.740	4	211.185	171.039	0.000*
Error	11.113	9	1.235		
Total	54490.784	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการด้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	174.592	1	174.592	149.665	0.000*
DAYS	5880.543	8	735.068	630.121	0.000*
TEMP * DAYS	380.629	8	47.579	40.786	0.000*
Error	20.998	18	1.167		
Total	74332.643	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรกของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	1182.106	2	591.053	619.282	0.000*
DAYS	1918.662	2	959.331	1005.149	0.000*
TEMP * DAYS	663.742	4	165.935	173.861	0.000*
Error	8.590	9	0.954		
Total	62740.603	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	22.184	1	22.184	14.894	0.001*
DAYS	7094.885	8	886.861	595.422	0.000*
TEMP * DAYS	368.319	8	46.040	30.910	0.000*
Error	26.810	18	1.489		
Total	89862.066	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°ซ ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.603	2	0.301	2.005	0.190
DAYS	0.483	2	0.241	1.606	0.253
TEMP * DAYS	0.429	4	0.107	0.713	0.250
Error	1.352	9	0.150		
Total	2279.615	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°ซ ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	5.612	1	5.612	28.661	0.000*
DAYS	33.781	8	4.223	21.565	0.000*
TEMP * DAYS	2.241	8	0.280	1.430	0.250
Error	3.525	18	0.196		
Total	5402.711	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ละลายน้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.046	2	0.023	1.522	0.270
DAYS	0.187	2	0.904	6.183	0.020*
TEMP * DAYS	0.023	4	0.006	0.386	0.814
Error	0.136	9	0.015		
Total	275.609	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ละลายน้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.206	1	0.206	18.010	0.001*
DAYS	5.374	8	0.672	58.679	0.000*
TEMP * DAYS	0.173	8	0.022	1.888	0.125
Error	0.206	18	0.011		
Total	676.731	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.770	2	0.385	2.242	0.162
DAYS	1.224	2	0.612	3.567	0.072
TEMP * DAYS	0.508	4	0.127	0.740	0.588
Error	1.545	9	0.172		
Total	4139.707	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	7.970	1	7.970	41.018	0.000*
DAYS	64.284	8	8.035	41.357	0.000*
TEMP * DAYS	2.373	8	0.297	1.526	0.217
Error	3.497	18	0.194		
Total	9898.253	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสว่าง (L*) ของไข่น้ำระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรกของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	71.735	2	35.868	101.909	0.000*
DAYS	145.393	2	72.697	206.551	0.000*
TEMP * DAYS	58.089	4	14.522	41.262	0.000*
Error	.168	9	0.352		
Total	35969.180	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสว่าง (L*) ของไข่น้ำระหว่าง
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	11.368	1	11.368	47.680	0.000*
DAYS	644.902	8	80.613	338.105	0.000*
TEMP * DAYS	13.161	8	1.645	6.900	0.000*
Error	4.292	18	0.238		
Total	62410.236	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเขียว (a* เป็นลบ) ของไข่น้ำ
ระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	14.733	2	7.367	144.412	0.000*
DAYS	9.221	2	4.610	90.379	0.000*
TEMP * DAYS	9.616	4	2.404	47.129	0.000*
Error	0.459	9	0.051		
Total	826.049	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเขียว (a* เป็นลบ) ของไข่น้ำ
ระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	0.000	1	0.000	0.003	0.957
DAYS	78.070	8	9.759	292.958	0.000*
TEMP * DAYS	0.475	8	0.059	1.784	0.147
Error	0.600	18	0.033		
Total	1280.923	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเหลือง (b* เป็นบวก) ของไข่น้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรกของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	116.302	2	58.151	215.916	0.000*
DAYS	60.070	2	30.035	111.522	0.000*
TEMP * DAYS	61.794	4	15.449	57.361	0.000*
Error	2.424	9	0.269		
Total	7799.352	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเหลือง (b* เป็นบวก) ของไข่น้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	5.063	1	5.063	23.902	0.000*
DAYS	546.421	8	68.303	322.478	0.000*
TEMP * DAYS	24.553	8	3.069	14.490	0.000*
Error	3.813	18	0.212		
Total	12828.436	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของมุมสี (hue angle) ของไข่น้ำ
ระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°ซ ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	2.569	2	1.284	6.920	0.015*
DAYS	4.010	2	2.005	10.803	0.004*
TEMP * DAYS	12.312	4	3.078	16.585	0.000*
Error	1.670	9	0.186		
Total	93837.242	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของมุมสี (hue angle) ของไข่น้ำ
ระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°ซ ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	4.995	1	4.995	20.009	0.000*
DAYS	29.941	8	3.743	14.993	0.000*
TEMP * DAYS	23.326	8	2.916	11.681	0.000*
Error	4.493	18	0.250		
Total	190555.971	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*)
ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	179.928	2	89.964	370.165	0.000*
DAYS	225.304	2	112.652	463.517	0.000*
TEMP * DAYS	115.326	4	28.831	118.630	0.000*
Error	2.187	9	0.243		
Total	889.443	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*)
ของไข่น้ำระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	18.223	1	18.223	87.898	0.000*
DAYS	1205.754	8	150.719	726.970	0.000*
TEMP * DAYS	29.560	8	3.695	17.822	0.000*
Error	3.732	18	0.207		
Total	3726.641	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสของไข่น้ำระหว่างการ
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°C ในช่วง 0-4 วันแรกของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	39473597.068	2	19736798.534	409.142	0.000*
DAYS	153409212.581	2	76704606.290	1590.079	0.000*
TEMP * DAYS	21027783.038	4	5256945.759	108.976	0.000*
Error	434155.316	9	48239.480		
Total	801274050.515	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสของไข่น้ำระหว่างการ
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°C ในช่วง 5-16 วันของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	190721.447	1	190721.447	6.517	0.020*
DAYS	333282964.688	8	41660370.586	1423.555	0.000*
TEMP * DAYS	1705827.147	8	213228.393	7.286	0.000*
Error	526770.360	18	29265.020		
Total	645315997.876	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28, 10 และ 4°ซ ในช่วง 0-4 วันแรก
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	220.554	2	110.277	780.650	0.000*
DAYS	786.395	2	393.198	2783.440	0.000*
TEMP * DAYS	210.006	4	52.501	371.657	0.000*
Error	1.271	9	0.141		
Total	9982.096	18			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไข่น้ำ
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 4°ซ ในช่วง 5-16 วัน
ของการเก็บรักษา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TEMP	1.585	1	0.793	244.62	0.000*
DAYS	19.567	8	2.446	754.772	0.000*
TEMP * DAYS	2.216	8	0.222	68.385	0.000*
Error	0.068	18	0.003		
Total	1806.465	36			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสว่าง (L*) ของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	391.757	2	195.879	6913.362	0.000*
Within Groups	0.085	3	0.028		
Total	391.842	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความสว่าง (L*) ของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	29.6900		
ไข่น้ำแข็ง	2		32.5200	
ไข่น้ำสด	2			48.0700
Sig.		1.000	1.000	1.000



ตารางผนวก ค ที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเขียว (a* เป็นลบ) ของไข่น้ำแข็งและไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.353	2	11.177	320.863	0.000*
Within Groups	0.104	3	0.035		
Total	22.458	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเป็นสีเขียว (a* เป็นลบ)
ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ใข้ น้ำสด	2	-7.5450		
ใข้ น้ำแห้ง	2		-4.7150	
ใข้ น้ำแช่แข็ง	2			-2.8500
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นสีเหลือง (b*) ของใข้ น้ำแห้ง
และใข้ น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	272.582	2	136.291	776.661	0.000*
Within Groups	0.526	3	0.175		
Total	273.109	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเป็นสีเหลือง (b*) ของใข้ น้ำแห้ง
และใข้ น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ใข้ น้ำแช่แข็ง	2	6.7450		
ใข้ น้ำแห้ง	2		11.4800	
ใข้ น้ำสด	2			22.8100
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*) ของไข่น้ำแห้งและไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	683.431	2	341.716	13760.364	0.000*
Within Groups	0.075	3	0.025		
Total	683.506	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความแตกต่างของสีรวม (ΔE^*) ของไข่น้ำแห้งและไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการแปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำสด	2	.0000		
ไข่น้ำแห้ง	2		19.4450	
ไข่น้ำแช่แข็ง	2			24.8550
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของมุมสี (hue angle) ของไข่น้ำแห้งและไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	25.185	2	12.593	553.517	0.000*
Within Groups	0.068	3	0.023		
Total	25.253	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของมุมสี (hue angle) ของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำสด	2	-71.7000		
ไข่น้ำแห้ง	2		-67.6700	
ไข่น้ำแช่แข็ง	2			-67.0950
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	117913899.926	2	58956949.963	96313.766	0.000*
Within Groups	1836.403	3	612.134		
Total	117915736.328	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	231.7300		
ไข่น้ำแห้ง	2		446.3000	
ไข่น้ำสด	2			9741.1900
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของไชน้ำแห้ง และไชน้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10737.128	2	5368.564	1400495.013	0.000*
Within Groups	0.012	3	0.004		
Total	10737.140	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวก ค ที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณความชื้นของไชน้ำแห้ง และไชน้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการแปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไชน้ำแห้ง	2	6.1500		
ไชน้ำสด	2		95.0050	
ไชน้ำแช่แข็ง	2			96.7450
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไชน้ำแห้ง และไชน้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.070	2	0.035	87.167	0.002*
Within Groups	0.001	3	0.000		
Total	0.071	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำสด	2	6.1300		
ไข่น้ำแช่แข็ง	2		6.2200	
ไข่น้ำแห้ง	2			6.3900
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของไข่น้ำแห้งและไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	349.930	2	174.965	1037.915	0.000*
Within Groups	0.506	3	0.169		
Total	350.435	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของไข่น้ำแห้งและไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ไข่น้ำแห้ง	2	13.9604	
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	13.9792	
ไข่น้ำสด	2		30.1700
Sig.		0.966	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเบต้าแคโรทีนของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.548	2	4.274	499.589	0.000*
Within Groups	0.026	3	0.009		
Total	8.573	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเบต้าแคโรทีนของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการแปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำแห้ง	2	0.5215		
ไข่น้ำแช่แข็ง	2		1.7302	
ไข่น้ำสด	2			3.4313
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไรโบฟลาวินของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.128	2	0.064	650.274	0.000*
Within Groups	0.000	3	0.000		
Total	0.128	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณไรโบฟลาวินของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	0.050880		
ไข่น้ำแข็ง	2		0.282147	
ไข่น้ำสด	2			0.402688
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของไข่น้ำแข็งและไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	74.743	2	37.371	325.916	0.000*
Within Groups	0.344	3	0.115		
Total	75.087	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	13.0229		
ไข่น้ำแข็ง	2		14.5042	
ไข่น้ำสด	2			21.1400
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50})
วิธี ABTS ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.621	2	2.311	765.917	0.000*
Within Groups	0.009	3	0.003		
Total	4.630	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50})
วิธี ABTS ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ใข้ น้ำสด	2	4.3900		
ใข้ น้ำแห้ง	2		5.8200	
ใข้ น้ำแช่แข็ง	2			6.4950
Sig.		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน (IC_{50})
วิธี DPPH ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.695	2	0.347	36.368	0.008*
Within Groups	0.029	3	0.010		
Total	0.723	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของกิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน (IC₅₀)
วิธี DPPH ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ใข้ น้ำสด	2	13.9100	
ใข้ น้ำแห้ง	2	14.0750	
ใข้ น้ำแช่แข็ง	2		14.7000
Sig.		0.190	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ
ของใข้ น้ำแห้งและใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.809	2	3.404	55.628	0.004*
Within Groups	0.184	3	0.061		
Total	6.992	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำของใข้ น้ำแห้ง
และใข้ น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ใข้ น้ำแช่แข็ง	2	10.5800	
ใข้ น้ำสด	2	11.0453	
ใข้ น้ำแห้ง	2		13.0362
Sig.		0.157	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยที่ละลายน้ำของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแข็งแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.228	2	2.114	518.903	0.000*
Within Groups	0.012	3	0.004		
Total	4.240	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่ละลายน้ำของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแข็งแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ไข่น้ำแข็งแข็ง	2	1.9700	
ไข่น้ำแข็ง	2	2.1106	
ไข่น้ำสด	2		3.8168
Sig.		0.115	1.000

ตารางผนวก ค ที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเส้นใยทั้งหมดของไข่น้ำแข็ง และไข่น้ำแข็งแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.128	2	4.064	54.977	0.004*
Within Groups	0.222	3	0.074		
Total	8.350	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวก ค ที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยทั้งหมดของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่แข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

กระบวนการ แปรรูป	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ไข่น้ำแช่แข็ง	2	12.5477	
ไข่น้ำสด	2		14.8620
ไข่น้ำแห้ง	2		15.1468
Sig.		1.000	0.372

ตารางผนวก ค ที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไข่น้ำแห้ง และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง

SOV	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.003	2	0.001	0.129	0.883
Within Groups	0.031	3	0.010		
Total	0.034	5			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก ง
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์



1. อุมพร นิยะนุช และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. (2552, 19-20 สิงหาคม). ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไข่น้ำ. **การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ การสัมมนาทางวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 7.** (หน้า 150). โรงแรมอ่าวนางวิลล่ารีสอร์ท กระบี่ : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. อุมพร นิยะนุช และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. (2552, 10-11 กันยายน). ผลของการทำแห้งและแช่แข็งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไข่น้ำ. **การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 14.** (หน้า 121). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

