

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. 2545, หลักและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพข้าว, (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมการข้าว. 2549. ข้าวหอมแดง [Online]. แหล่งที่มา: http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/e1/rice_xx2-3_ricebreed_Khao_Hawm_Daeng.html. [27 มีนาคม 2550]
- ประพันธ์ ปิ่นดิโรดม. ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวขัดขาว ข้าวกล้อง และข้าวที่มีสีเข้ม. [CD-ROM] ใน รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร นวัตกรรมทางอาหาร ครั้งที่ 8. 15-16 มิถุนายน 2545 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร.
- พาณิชย์, กระทรวง. กรมการค้าต่างประเทศ. 2551. สถานการณ์ข้าวโลกเดือนมิถุนายน [online]. แหล่งที่มา: <http://www.dft.moc.go.th/level4Frame/aspPage.htm>. [2 กรกฎาคม 2551].
- เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กระทรวง. กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. รายงานผลความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในกรุงเทพมหานครของเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2551. (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- วิลัย รังสาดทอง. 2547. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- สุวัฒน์ จริยาวัฒน์. ระบบทางเดินอาหาร. ใน สรีรวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุบลรัตน์ สิริภทวารวรรณ, Bruce R. Harte, สุวิษฐา พงษ์อำไพ และ สุภาภรณ์ ตักกลาส. 2550. เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของชาเขียวใบหม่อน (เพื่อการส่งออก). รายงานการวิจัยโครงการวิจัยเสนอสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วว.). (เอกสารไม่ตีพิมพ์).

ภาษาอังกฤษ

- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C. and Rabalski, I. 2006. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple and red cereal grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 4696-4704.
- Adom, K. K. and Liu, R. H. 2002. Antioxidant activity of grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 6182-6187.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Washington D.C.: The Association of the official Analysis Chemists.
- Awika, J. M., Rooney, L. W. and Waniska, R. D. 2004. Anthocyanin from black sorghum and their antioxidant properties. Food Chemistry 90: 293-301.
- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y. and Gonzalez-Aguilar, G. A. 2004. Effects of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technolgie 37: 687-695.
- Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry 239: 70-76.
- Bondet, V., Brand-Williams, W. and Berset, C. 1997. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technolgie 30: 609-615.
- Bonoli, M., Verardo, V., Marconi, E. and Caboni, M. 2004. Antioxidant phenols in barley (*Hordeum vulgare* L.) flour: comparative spectrophotometric study among extraction methods of free and bound phenolic compound. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 5195-5200.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technolgie 28: 25-30.
- Brooker, D. B., Bakker-arkema, F. W., and Hall, C. W. 1975. Drying Cereal Grains. 2nd ed. Connecticut: AVI Publishing Company.
- Choi, Y., Jeong, H-S. and Lee, J. 2007. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chemistry 103: 130-138.

- Cliff, M. A., King, M. C. and Schlosser, J. 2007. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. Food Research International 40: 92-100.
- Deguchi, T., Shohara, S., Orba, R. and Ueda, S. 2000. Effects of pH and light on the storage stability of the purple pigment, hordeumin, from uncooked barley bran fermented broth. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 64(10): 2236-2239.
- Dimberg, L. H., Molteberg, E. L., Solheim, R. and Frolich, W. 1996. Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment. I: Phenolic Compounds. Journal of Cereal Science 24: 263-272.
- Duangmal, K., Saicheua, B. and Sueeprasan, S. 2007. Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 41: 1437-1445.
- Dykes, L. and Rooney, L. W. 2007. Phenolic compounds in cereal grain and their health benefits. Cereal Foods World 52: 105-111.
- Dyrby, M., Westergaard, N. and Stapelfeldt, H. 2001. Light and heat sensitivity of red cabbage extract in soft drink model systems. Food Chemistry 72: 431-437.
- Escribano-Bailon, M., T., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. 2004. Anthocyanins in cereal. Journal of Chromatography A 1054: 129-141.
- Fardet, A., Rock, E. and Révész, C. 2008. Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*?. Journal of Cereal Science 48: 258-276.
- Frankel, E. N. 2005. Lipid Oxidation. 2nd ed. Bridgewater: Oily Press.
- Gallardo, C., Jiménez, L. and García-Conesa, M-T. 2006. Hydroxycinnamic acid composition and *in vitro* antioxidant activity of selected grain fractions. Food Chemistry 99: 455-463.
- García-Viguera, C. and Zafrilla, P. 2001. Changes in anthocyanins during food processing: influence on color. In J. M. Ames and T. F. Hofmann (eds), Chemistry and Physiology of Selected Food Colorants. New York: American Chemical Society.
- Grist, D. H. 1986. Rice. 6th ed. Singapore: Longman Group Limited.

- Howell, T. A. 2003. Rice storage. In C. W. Smith and R. H. Dilday (eds), Rice: Origin, History, Technology and Production. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Hu, C., Zawistowski, J., Ling, W. and Kitts, D. D. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 5271-5277.
- Inprasit, C., and Noomhorm, A. 2001. Effect of drying air temperature and grain temperature of different types of drying and operation on rice quality. Drying Technology 19: 389-404.
- International Rice Research Institute. 2004. Sun drying [Online]. Available from: <http://www.knowledgebank.irri.org/GrainDrying/.htm> [2008, July 2]
- Iversen, C. K. 1999. Black currant nectar: Effect of processing and storage on anthocyanin and ascorbic acid content. Journal of Food Science 64(1): 37-41.
- Jackman, R. L. and Smith, J. L. 1996. Anthocyanins and Betalains. In G. A. F. Hendry and J. D. Houghton (eds). 2nd ed, Natural Food Colorants. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylase. Cereal Science Today 16: 334-360.
- Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In B. O. Juliano (ed), Rice: Chemistry and Technology. Minnesota: The American Association of Cereal Chemists.
- Kamath, V. G., Chandrashekar, A. and Rajini, P. S. 2004. Antiradical properties of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour extracts. Journal of cereal science 40: 283-288.
- Kammerer, D. R., Schillmoller, S., Maier, O., Schieber, A. and Carle, R. 2007. Colour stability of canned strawberries using black carrot and elderberry juice concentrates as natural colourants. European Food Research Technology 224: 667-679
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. and Prior, R. L. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47:4638-44.

- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. and Gliszczynska-Swiglo, A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis 20: 313-332.
- Lim, Y. Y. and Murtijaya, J. 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 40: 1664-1669.
- Nam, S. H., Choi, S. P., Kang, M. Y., Koh, H. J., Kozuke, N. and Friedman, M. 2006. Antioxidant activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars. Food Chemistry 94: 613-620.
- Naczka, M. and Shahidi, F. 2006. Phenolics in cereals, fruit and vegetable : Occurrence, extraction and analysis. 2006. Journal of Pharmaceutical and Biochemical Analysis 41: 1523-1542.
- Nicoli, M. C., Anese, M. and Parpinel, M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. Trend in Food Science and Technology 10: 94-100.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A. and Kanter, M. 2000. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. Journal of the American College of Nutrition 19: 312S-319S.
- Palamidis, N. and Markakis, P. 1975. Stability of grape anthocyanin in carbonated beverages. Journal of Food Science 40: 1047-1049.
- Pannala, A., Razaq, R., Halliwell, B., Singh, S. and Rice-Evans, C. A. 1998. Inhibition of peroxynitrite dependent tyrosine nitration by hydroxycinnamates nitration or electron donation. Free Radical Biology and Medicine 24: 594-606.
- Perera, C. O. and Baldwin, E. A. 2001. Biochemistry of Fruits and Its Implications on Processing. In D. Arthey and P. R. Ashurst (eds). 2nd ed, Fruits Processing: Nutrition, Products, and Quality Management. New York: Aspen Publishers, Inc.
- Pérez-Jiménez, J. and Saura-Calixto, F. 2005. Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 5036-5040.

- Prakash, A., Rigelhof, F. and Miller, H. E. 2001. Antioxidant activity [online]. Available from: <http://www.medlabs.com/file.aspx?FileID=56> [2007, June 27].
- Prior, R. L., Wu, X. and Schaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 4290-4302.
- Pulido, R., Bravo, L. and Saura-Calixto, F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 3396-3402.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. and Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science 2: 152-159.
- Şensoy, I., Rosen, R. T., Ho, C-T. and Karwe, M. V. 2006. Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. Food Chemistry 99: 388-393.
- Serrano, J., Goñi, I. and Saura-Calixto, F. 2007. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. Food Research International 40: 15-21.
- Shahidi, F. and Naczk, M. 2004. Phenolics in Food and Nutraceuticals. Florida: CRC Press.
- Skrede, G., Wrolstad, R. E. and Durst, R. W. 2000. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). Journal of Food Science 65(2): 357-364.
- Skrede, G. and Wrolstad, R. E. 2002. Flavonoid from berries and grape. In J. Shi, G. Mazza and M. E. Maguer (eds), Functional Foods Volume2: Biochemical and Processing Aspects. Florida: CRC press.
- Soponronnarit, S. 1996. Grain drying in Asia: Fluidised-Bed Paddy Drying. Proceedings of an international conference held at the FAO regional office for Asia and the pacific. pp 201-209.
- Soponronnarit, S., Prachayarakorn, S. and Wangji, M. 1996. Commercial fluidized bed paddy dryer. Proceeding of the 10th International Drying Symposium, pp. 638-664. Krakow, Poland, 30 July-2 August 1996.

- Sosulski, F., Krygier, K. and Hogge, L. 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry 30: 337-340.
- Starr, M. S. and Francis F. J. 1968. Oxygen and ascorbic acid effect on the relative stability of four anthocyanin pigments in cranberry juice. Food Technology 22: 1293-1295.
- Subba Rao, M. V. S. S. T. and Muralikrishna, G. 2002. Evaluation of the antioxidant properties of free and bound phenolic acids from native and malted finger millet (ragi, *Eleusine coracana* Indaf-15). Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 889-892.
- Thewaruth, W. 2007. Antioxidant activity of black glutinous rice *Oryza sativa* L. extracts. Master's Thesis, Department of Food Technology, Graduate School, Chulalongkorn University.
- Tian, S., Nakamura, K. and Kayahara, H. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4808-4813.
- Tirawanichakul, S., Prachayawarakorn, S., Varayanond, W., Soponronnarit, S. 2004. Effect of fluidized bed drying temperature on various quality attributes of paddy. Drying Technology 22: 1731 – 1754.
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A. 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. Food Chemistry 89: 549-554.
- Toyokuni, S., Itani, T., Morimitsu, Y., Okada, K., Ozeki, M., Kondo, S., Uchida, K., Osawa, T., Hiai., H and Tashiro, T. 2002. Protective effect of colored rice over white rice on Fenton reaction-based renal lipid peroxidation in rats. Free Radical Research 36: 583-592.
- Tsugita, T., Ohta, T. and Kato, H. 1983. Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. Agricultural and Biological Chemistry 47: 543-549.
- Tulyathan, V., and Leeharatanaluk, B. 2006. Changes in quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105 during storage. Journal of Food Biochemistry 31: 415-425.

- USDA. 2007. National nutrient database for standard reference [Online]. Available from: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list-nut-edit.pt> [2007, July 12]
- von Elbe, J. H. and Schwartz, S. J. 1996. Colorants. In O. R. Fennema (ed), Food Chemistry. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Wang, S. Y. and Stretch, A. L. 2001. Antioxidant capacity in cranberry is influenced by cultivar and storage temperature. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 969-974.
- Waterhouse, A. L. 2005. Determination of total phenolics. In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, E. A. Decker, M. H. Penner, C. F. Shoemaker, S.J. Schwartz, D. M. Smith, and P. Sporns (eds), Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S., and Siri, B. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. Food Chemistry 87: 407-414.
- Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2004. The distribution of phenolic acids in rice. Food Chemistry 87: 401-406.
- Zieliński, H., Kozłowska, H. and Lewczuk, B. 2001. Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. Innovative Food Science and Emerging Technologies 2: 159-169.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์

ภาคผนวก ก.1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยวิธี air oven method ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน (WTB Binder, รุ่น 7200, Germany)
2. ถ้วยอลูมิเนียม
3. โถดูดความชื้น

วิธีวิเคราะห์

1. นำถ้วยอลูมิเนียมอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ นาน 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 g ใส่ในถ้วยอลูมิเนียมที่ได้จากข้อ 1
3. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$ นาน 4 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ (ค่าความชื้นมีความคลาดเคลื่อนได้ 0.2%) โดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียมไว้
4. นำตัวอย่างออกจากตู้อบลมร้อน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จนตัวอย่างมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง
5. ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมที่มีตัวอย่าง บันทึกค่า และคำนวณหาปริมาณความชื้นตามสูตรดังนี้

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

ภาคผนวก ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ชุดเครื่องย่อยโปรตีน (Buchi รุ่น K-424, Switzerland)
2. ชุดเครื่องกลั่นไนโตรเจน (Buchi รุ่น B-324, Switzerland)

สารเคมี

1. conc. Sulfuric acid (A.R. grade, J.T.Baker Neutrasorb, U.S.A.)
2. 0.1 N hydrochloric acid (A.R. grade, Ajax Finechem, Australia)
3. สารละลาย Sodium hydroxide (A.R. grade, Carlo Erba, France) 50% w/v
4. สารละลาย Boric acid (A.R. grade, Merck, Germany) 4% w/v
5. Selenium mixture (A.R. grade, Merck, Germany)
6. อินดิเคเตอร์ (เตรียมโดยละลาย methyl red 0.125 g และ methylene blue 0.0825 g ใน 90% ethanol ปริมาตร 100 ml)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 g ใส่ในหลอดย่อย
2. เติม selenium mixture เพื่อเร่งปฏิกิริยา ประมาณ 5 g และ sulfuric acid 20 ml ลงในหลอดย่อย
3. ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น แทนตัวอย่าง ประมาณ 1 ml แล้ววิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่าง
4. นำหลอดย่อยต่อเข้ากับเครื่องย่อยโปรตีน ที่มีการควบคุมอุณหภูมิการย่อย ย่อยจนตัวอย่างมีสีเขียวอ่อน (ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที)
5. ปิดเตาย่อยแล้วยกออกจากเครื่องย่อย ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
6. นำหลอดย่อยและขวดรูปชมพู่ที่เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปต่อเข้ากับชุดกลั่นไนโตรเจน กำหนดภาวะการกลั่น ดังนี้
 - 50% (w/v) Sodium hydroxide ปริมาตร 60 ml
 - 4% (w/v) Boric acid ปริมาตร 50 ml
 - น้ำกลั่น ปริมาตร 50 ml
 - เวลาในการกลั่น 5 นาที
7. ล้างปลายหลอด condenser ด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่รองรับสารที่กลั่นได้แล้ว นำไปไตเตรทด้วย 0.1 N hydrochloric acid ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จนถึงจุดยุติที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตร 0.1 N hydrochloric acid ที่ใช้ในการไตเตรท เพื่อคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{(V-B) \times N \times 1.4 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} \times 5.95$$

- เมื่อ V คือ ปริมาตรของ 0.1 N hydrochloric acid ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (ml)
 B คือ ปริมาตรของ 0.1 N hydrochloric acid ที่ใช้ในการไตเตรท blank (ml)
 N คือ ความเข้มข้นที่แน่นอนของ 0.1 N hydrochloric acid (N)

ภาคผนวก ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด (crude fat) ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet extractor, Gerhardt, รุ่น HC61, Germany)
2. เครื่องระเหย (Rotary vacuum evaporator, Eyela, รุ่น SB-651, Japan)

สารเคมี

1. Petroleum ether (A.R. grade, Fisher Scientific, UK)

วิธีวิเคราะห์

1. นำขวดกักกลขนาด 250 ml อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ จนแห้งสนิท แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักขวดกักกลเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 g ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman no. 1
3. นำตัวอย่างที่ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ลงในทิมเบิล ประกอบเข้ากับชุดสกัดไขมัน โดยใช้ petroleum ether ปริมาตร 250 ml เป็นตัวสกัด
4. ใช้เวลาในการสกัดไขมันประมาณ 3 ชั่วโมง
5. นำขวดกักกลไประเหย petroleum ether ด้วยเครื่องระเหยจนหมด
6. นำขวดกักกลอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ จนแห้งสนิท แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักขวดกักกลหลังการสกัดที่แน่นอนเก็บไว้ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไขมันทั้งหมดในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณไขมันทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักขูดก้นกลมหหลังสกัด (g)} - \text{น้ำหนักขูดก้นกลมหก่อนสกัด (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \times 100$$

ภาคผนวก ก. 4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เตาเผา (Fisher Scientific, รุ่น Isotemp, Germany)
2. ครุฑิเบิล (crucible)
3. Hot plate
4. โถดูดความชื้น

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 3-5 g ลงในครุฑิเบิลที่เผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างไปเผาโดยใช้ hot plate ในตู้ดูดควัน จนตัวอย่างหมดควัน
3. นำตัวอย่างเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C จนเถ้าเปลี่ยนจากสีเทาเป็นสีขาว
4. นำครุฑิเบิลทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณเถ้าในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

ภาคผนวก ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) ตามวิธีของ AOAC (1995)

การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ด้วยวิธี Enzymatic-Gravimetric method (AOAC 992.16)

วิเคราะห์โดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ภาคผนวก ก.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีของ AOAC (1995)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตคำนวณได้ตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (\% wb)} = 100 - (\% \text{ความชื้น} + \% \text{โปรตีน} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{เถ้า} + \% \text{ใยอาหาร})$$

ภาคผนวก ก.7 การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส ตามวิธีของ Juliano (1981)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง spectrophotometer (Spectronic[®] 20 Genesys, USA)
2. เครื่อง magnetic stirrer (Framo-Geratetechnik, รุ่น M21/1, Thailand) และ Magnetic bar
3. Water bath (Heto Lab Equipment, รุ่น DT-1, Denmark)

สารเคมี

1. 95% ethanol (A.R. grade, Liquor Distillery Organization Excise Department, Thailand)
2. สารละลาย Acetic acid (A.R. grade, J.T. Baker Neutrasorb, USA) 1 N
3. สารละลาย Sodium hydroxide (A.R. grade, Carlo Erba, France) 1 N
4. แอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง (A.R. grade, Fluka, USA)
5. สารละลาย Iodine (เตรียมจาก iodine 0.2 g และ potassium iodide 2 g ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 ml)

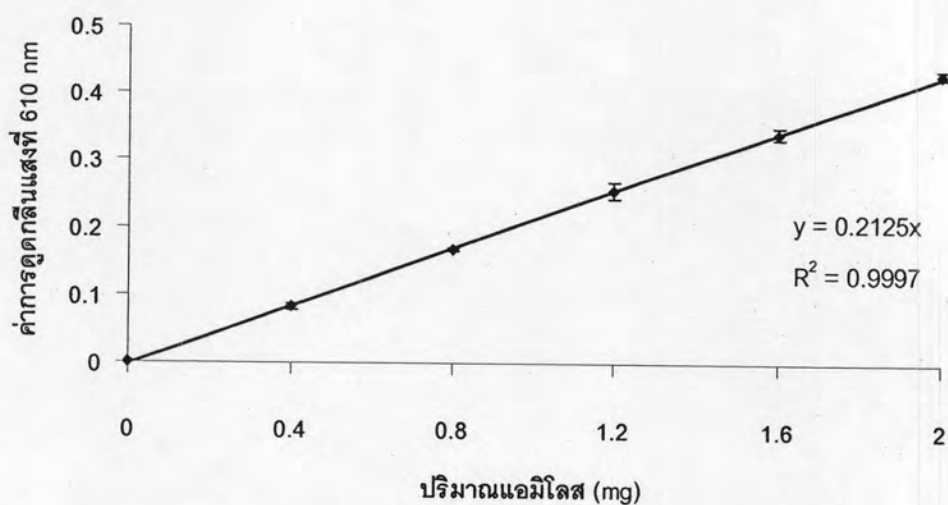
วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างแป้งข้าวที่บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 70 mesh ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 100 mg (0.100 g) ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml
2. เติม ethanol ปริมาตร 1 ml และ สารละลาย sodium hydroxide ปริมาตร 9 ml เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน

3. ใส่ magnetic bar ลงในขวดปรับปริมาตร นำไปปั่นบนเครื่อง magnetic stirrer นาน 10 นาที แล้วจึงเอา magnetic bar ออกจากขวดปรับปริมาตร
4. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
5. เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 70 ml สารละลาย acetic acid ปริมาตร 2 ml และ สารละลาย iodine ปริมาตร 2 ml ลงในขวดปรับปริมาตรเปล่าขนาด 100 ml
6. ปิเปตสารละลายจากข้อ 5 ปริมาตร 5 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรที่เตรียมจากข้อ 6 แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที (วิธีเตรียม blank ทำโดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง)
7. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 610 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณแอมิโลสเทียบกับกราฟมาตรฐาน

การสร้างกราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์แอมิโลส

1. ชั่งแอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่งประมาณ 0.0400 g ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปฏิบัติตามข้อ 2-5 ในการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในตัวอย่าง เพื่อให้ได้เป็นสารละลายมาตรฐาน
2. เตรียมขวดปรับปริมาตรเปล่าขนาด 100 ml จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 ml สารละลาย acetic acid ปริมาตร 0.4 0.8 1.2 1.6 และ 2.0 ml ตามลำดับ และเติมสารละลาย iodine ขวดละ 2 ml
3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ตามลำดับ
4. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
5. นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 610 nm
6. สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณแอมิโลส (แกน X) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y)
7. เที่ยบค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างกับกราฟมาตรฐานแอมิโลส (รูปที่ ก.1)



รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์แอมิไลส โดย error bar แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ก.8 การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu แบบ microscale (Waterhouse, 2005)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง spectrophotometer (Jasco, รุ่น V-530, Japan)

สารเคมี

1. Gallic acid (Fluka, Spain)
2. สารละลาย Sodium carbonate (A.R.grade, S.D. fine-chem limited)
3. สารเคมี Folin-Ciocalteu (Merck, Germany)
4. Ethanol (A.R.grade, VWR Prolabo, France)

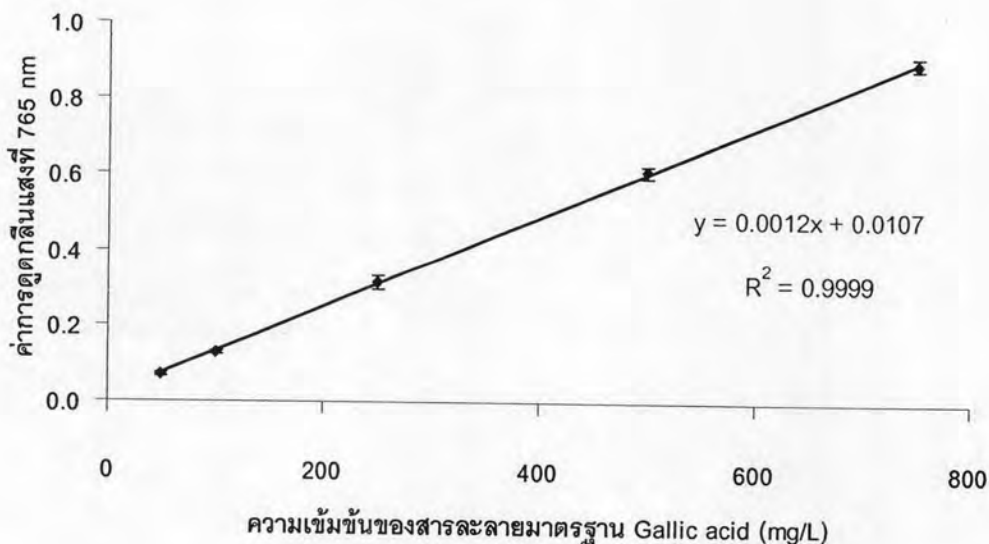
วิธีการเตรียมสารละลาย sodium carbonate

1. ละลาย sodium carbonate 200 g ในน้ำ 800 ml แล้วนำไปให้ความร้อน เพื่อเพิ่มอัตราการละลาย
2. เมื่อ sodium carbonate ละลายจนหมดแล้ว ให้ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเติม sodium carbonate ลงไปเล็กน้อย ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

- เมื่อครบ 24 ชั่วโมงนำสารละลายมากรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 L ด้วยน้ำกลั่น

วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Gallic acid และการสร้างกราฟมาตรฐาน

- ละลาย gallic acid 0.5 g ใน ethanol ปริมาตร 10 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเป็น 100 ml ด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml (มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 g/L)
- ปิเปตสารละลาย gallic acid ที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มา 1 2 5 10 และ 15 ml บรรจุลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml ปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น (ตัวอย่างมีความเข้มข้นเท่ากับ 50 100 250 500 และ 750 mg/L ตามลำดับ)
- นำสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 20 μ L มาผสมกับน้ำกลั่น ปริมาตร 1.58 ml สารเคมี Folin-Ciocalteu ปริมาตร 100 μ L ลงใน cuvette ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 1-8 นาที จากนั้นจึงปิเปตสารละลาย sodium carbonate ปริมาตร 300 μ L ลงใน cuvette ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
- นำสารละลายมาตรฐานไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 765 nm
- สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน gallic acid (แกน X) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) (รูปที่ ก.2)



รูปที่ ก.2 กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด โดย error bar แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่าง ปริมาตร 20 μL ลงใน cuvette
2. ปิเปตน้ำกลั่น ปริมาตร 1.58 ml สารเคมี Folin-Ciocalteu ปริมาตร 100 μL ลงใน cuvette ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 1-8 นาที
3. ปิเปตสารละลาย sodium carbonate ปริมาตร 300 μL ลงใน cuvette ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
4. นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 765 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐาน รายงานค่าเป็น $\mu\text{g gallic acid/g flour}$

ภาคผนวก ก.9 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Assay (ดัดแปลงจาก Brand-Williams และคณะ, 1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง spectrophotometer (Jasco, รุ่น V-530, Japan)

สารเคมี

1. 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (Trolox) (Fluka, Denmark)
2. DPPH (Fluka, USA)
3. Methanol (A.R. grade, Merck, USA)

วิธีการเตรียมสารละลาย DPPH

1. เตรียม Stock Solution โดยชั่ง DPPH มาประมาณ 24 mg ละลายใน methanol ประมาณ 50 ml เติลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml และปรับปริมาตรด้วย methanol จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของ DPPH เท่ากับ 6×10^{-4} M เก็บสารละลาย DPPH ที่อุณหภูมิ 4°C ไม่เกิน 5 วัน
2. เตรียม Daily Solution โดยปิเปตสารละลาย DPPH จากข้อ 1 มา 10 ml ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 ml แล้วปรับให้มีปริมาตรเป็น 50 ml ด้วย methanol จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของ DPPH เท่ากับ 1.2×10^{-4} M ใช้ Daily Solution ในการวิเคราะห์ต่อไป

(ค่าการดูดกลืนแสง Daily Solution ($A_{initial}$) ควรมีค่าประมาณ 1.1 ถ้าหากค่าการดูดกลืนแสงมากหรือน้อยกว่า 1.1 ให้เติม methanol หรือสารละลาย DPPH จากข้อ 1 ตามลำดับ เพื่อปรับค่า $A_{initial}$)

วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox

1. ชั่ง Trolox มาประมาณ 25 mg ละลายใน methanol ปริมาตร 10 ml แล้วใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 ml ผสมให้เข้ากันสารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10000 μM
2. นำสารละลาย Trolox ความเข้มข้น 10000 μM มาเจือจาง ดังตารางที่ ก.1 ในการสร้างกราฟมาตรฐานจะใช้สารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 82-417 μM

ตารางที่ ก.1 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox

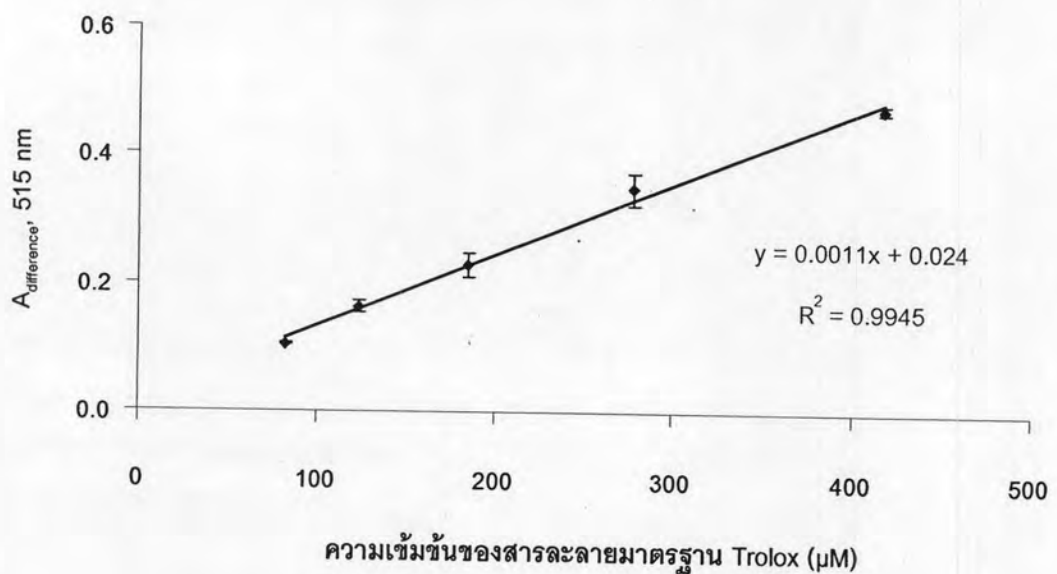
ความเข้มข้นเริ่มต้น (μM)	ปริมาตร Trolox (ml)	ปริมาตรเมทานอล (ml)	ความเข้มข้นสุดท้าย (μM)
10000	5	5	5000
5000	5	5	2500
2500	5	5	1250
1250	5	5	625
625	4	2	417
417	4	2	278
278	4	2	185
185	4	2	123
123	4	2	82

วิธีวิเคราะห์และการสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปิดตัวอย่าง (ในการสร้างกราฟมาตรฐานจะใช้ Trolox แทนตัวอย่าง) มา 50 μl ผสมกับสารละลาย DPPH 950 μl ใน cuvette ทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที
2. นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 515 nm ใช้ methanol เป็นตัวอ้างอิง (เพื่อปรับค่าการดูดกลืนแสงให้เท่ากับ 0) โดยสีของตัวอย่างจะเปลี่ยนจากสีม่วงไปเป็นสีเหลืองอ่อน
3. ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH (A_{initial} ควรมีค่าการดูดกลืนแสงประมาณ 1.1) จะนำมาหักลบกับค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่าง (A_{final} ควรมีค่าการดูดกลืนแสงประมาณ 0.6-0.7) ได้เป็นผลต่างของค่าการดูดกลืนแสง ($A_{\text{difference}}$)

$$A_{\text{difference}} = A_{\text{initial}} - A_{\text{final}}$$

4. นำ $A_{\text{difference}}$ ที่ได้จากตัวอย่างไปคำนวณหาค่าฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยเทียบกับ $A_{\text{difference}}$ ของกราฟมาตรฐานของ Trolox (รูปที่ ก.3) รายงานค่าเป็น $\mu\text{mole Trolox/g flour}$



รูปที่ ก.3 กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH โดย error bar แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ก.10 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assay (ดัดแปลงจาก Benzie และ Strain, 1996)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง spectrophotometer (Jasco, รุ่น V-530, Japan)

สารเคมี

1. Trolox (Fluka, Denmark)
2. Sodium acetate trihydrate (Ajax Finechem, Australia)
3. Tripyridyltriazine (TPTZ) (Fluka, Switzerland)
4. Ferric chloride (POCH S. A., Poland)
5. Glacial acetic acid (A.R. grade, J.T. Baker Neutrasorb, USA)
6. 0.1 M Hydrochloric acid (A.R. grade, Ajax Finechem, Australia)
7. Methanol (A.R. grade, Merck, USA)

วิธีการเตรียมสารละลาย FRAP

1. เตรียมสารละลาย Acetate buffer โดยผสม Sodium acetate trihydrate 0.3 g และ Glacial acetic acid ปริมาตร 1.6 ml แล้วปรับให้มีปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml
2. เตรียมสารละลาย Ferric chloride โดยละลาย Ferric chloride 270 mg ในน้ำกลั่น ปริมาตร 50 ml ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 ml
3. เตรียมสารละลาย TPTZ โดยเติม TPTZ ปริมาณ 31.2 mg ลงใน 0.04 M Hydrochloric acid ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 ml
4. เตรียมสารละลาย FRAP โดยผสม Acetate buffer 25 ml Ferric chloride 2.5 ml และ TPTZ 2.5 ml ตามลำดับ

วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox

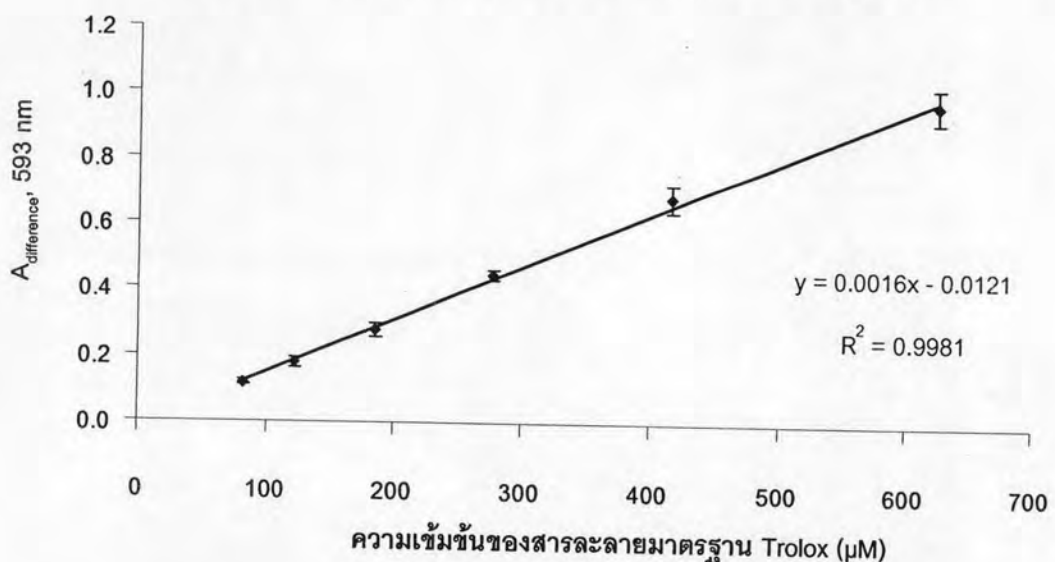
เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตามวิธีที่ระบุไว้ในภาคผนวก ก. 9 ในการสร้างกราฟมาตรฐานจะใช้สารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 82-625 μM

วิธีวิเคราะห์

1. นำสารละลาย FRAP มาให้ความร้อนที่ 37°C ในอ่างให้ความร้อน ซึ่งจะให้น้ำตาลอมแดง
2. ปิเปตตัวอย่างมา 50 μl (ในการสร้างกราฟมาตรฐานจะใช้ Trolox แทนตัวอย่าง) ผสมกับสารละลาย FRAP 950 μl ใน cuvette ที่งัดไว้ที่อุณหภูมิห้อง 4 นาที
3. นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 593 nm ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวอ้างอิง (เพื่อปรับค่าการดูดกลืนแสงให้เท่ากับ 0) โดยสีของตัวอย่างจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอมแดงไปเป็นสีม่วง
4. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากตัวอย่าง (A_{final}) มาหักลบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย FRAP (A_{initial}) ได้เป็นผลต่างของค่าการดูดกลืนแสง ($A_{\text{difference}}$)

$$A_{\text{difference}} = A_{\text{final}} - A_{\text{initial}}$$

5. นำ $A_{\text{difference}}$ ที่ได้จากตัวอย่างไปคำนวณหาค่าฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยเทียบกับ $A_{\text{difference}}$ ของกราฟมาตรฐานของ Trolox (รูปที่ ก.4) รายงานค่าเป็น $\mu\text{mole Trolox/g flour}$



รูปที่ ก.4 กราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP โดย error bar แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ข. เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชเบด

ภาคผนวก ข.1 ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองอบแห้ง 1 ครั้ง

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชเบด (Fluidized bed dryer) (คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ที่มีห้องอบแห้งเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm โดย Soponronnarit, Prachayarakorn และ Wangji (1996) ได้เสนอความสูงเบดที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชเบดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดังกล่าวคือ 9.5 cm ดังนั้นปริมาตรข้าวเปลือกที่ใช้อบแห้งต่อ 1 ครั้ง สามารถคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรข้าวเปลือกที่ใช้อบแห้งต่อ 1 ครั้ง} &= \pi \times \text{รัศมีห้องอบแห้ง}^2 \times \text{ความสูงเบด} \\ &= \pi \times 10^2 \times 9.5 \\ &= 2984.5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ความหนาแน่นปรากฏของข้าวเปลือกที่มีความชื้น 30% wb มีค่าประมาณ 0.60 g/cm^3 ดังนั้นน้ำหนักข้าวเปลือกที่ใช้อบแห้งต่อ 1 ครั้ง สามารถคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักข้าวเปลือกที่ใช้อบแห้งต่อ 1 ครั้ง} &= \text{ความหนาแน่นปรากฏ} \times \text{ปริมาตรข้าวเปลือก} \\ &= 0.60 \times 2984.5 \\ &= 1800 \text{ g} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข.2 วิธีการตั้งค่าความเร็วลม

1. เปิดเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชเบด โดยตั้งอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่ 35°C เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้เครื่องมีภาวะการทำงานที่คงที่
2. ปิดมอเตอร์ก่อนป้อนข้าวเปลือกลงไปในห้องอบแห้ง เมื่อป้อนข้าวเปลือกแล้วให้เปิดมอเตอร์ทันที
3. ปรับมอเตอร์เพื่อให้ได้ความเร็วลมเท่ากับ 2 m/s
4. เมื่อได้ความเร็วลมตามที่ต้องการแล้ว ปล่อยข้าวเปลือกออกจากห้องอบแห้ง

ภาคผนวก ข.3 วิธีการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบด

1. เปิดเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบด (รูปที่ ข.1) โดยตั้งอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่ 115°C ความเร็วของลม 2 m/s เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
2. เริ่มอบแห้งโดยป้อนข้าวเปลือกให้ได้ความสูงเบด 9.5 cm (ใช้ข้าวเปลือกประมาณ 1800 g สำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้น 30% wb) ลงไปในห้องอบแห้ง
3. ใช้เวลาอบแห้งประมาณ 215 วินาที (ลดความชื้นข้าวเปลือกเป็น 18% wb)
4. ปล่อยข้าวเปลือกออกจากห้องอบแห้ง แล้วสุ่มตัวอย่างมาวัดอุณหภูมิและปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกทันที
5. นำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาบรรจุในตะกร้าพลาสติก เพื่อทำแห้งในที่ร่มต่อไป
6. หลังการอบแห้งทุกครั้งให้รอจนอุณหภูมิของเครื่องลดต่ำลงถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงปิดเครื่อง



รูปที่ ข.1 เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบด

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นและค่า a_w ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 วิธีและไม่ได้ผ่านการเก็บรักษา

แหล่งความแปรปรวน	df	MS	
		ความชื้น	a_w
วิธีการทำแห้ง	2	2.304*	0.005*
Error	6	0.009	0.000

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีในระบบ Hunter (L, a, b) ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 วิธีและไม่ได้ผ่านการเก็บรักษา

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		L	a	b
วิธีการทำแห้ง	2	0.504	0.104	0.167
Error	6	2.989	0.035	0.675

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและกำลังการรีดิวซ์ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 วิธีและไม่ได้ผ่านการเก็บรักษา

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด	ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ	กำลังการรีดิวซ์
วิธีการทำแห้ง	2	115735.493*	5.445*	3.212*
Error	6	3223.636	0.193	0.101

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้ง และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	1.540*	1.892*	1.226*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	3.512*	0.057	2.661*
อุณหภูมิ (C)	1	5.426*	2.170*	5.565*
A*B	5	0.248*	0.176	0.054
A*C	5	0.297*	0.117	0.215*
B*C	1	6.943*	1.140*	7.335*
A*B*C	5	0.181*	0.075	0.255*
error	48	0.069	0.113	0.081

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a_w ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้ง และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	0.002*	0.001	0.001*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	0.014*	0.000	0.023*
อุณหภูมิ (C)	1	0.009*	0.003*	0.013*
A*B	5	0.001	0.001*	0.000
A*C	5	0.002*	0.001	0.002*
B*C	1	0.034*	0.008*	0.055*
A*B*C	5	0.001*	0.003*	0.001*
error	48	0.000	0.000	0.000

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	0.318	0.743	0.479
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	0.001	0.919	5.019*
อุณหภูมิ (C)	1	5.484*	2.518*	1.356
A*B	5	0.409	1.335*	0.269
A*C	5	1.070	0.935	0.134
B*C	1	6.054*	0.150	0.729
A*B*C	5	1.783*	0.857	0.506
error	48	0.560	0.544	0.412

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	0.303	0.444*	0.180
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	3.158*	3.041*	0.239
อุณหภูมิ (C)	1	3.853*	0.655*	5.452*
A*B	5	0.071	0.351	0.090
A*C	5	0.195	0.149	0.074
B*C	1	0.398	1.966*	0.914*
A*B*C	5	0.451*	0.145	0.148
error	48	0.134	0.158	0.128

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b ของข้าวกล้างหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	0.304	0.293	0.200
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	1.378*	0.721*	0.706*
อุณหภูมิ (C)	1	0.649	0.001	0.473*
A*B	5	0.107	0.391*	0.182
A*C	5	0.275	0.342	0.189
B*C	1	1.360*	0.640*	0.000
A*B*C	5	0.264	0.149	0.250
error	48	0.168	0.157	0.115

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ΔE ของข้าวกล้างหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	0.413	0.542	0.471*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	2.181*	0.158	0.070
อุณหภูมิ (C)	1	0.234	0.053	1.232*
A*B	5	0.171	0.364	0.035
A*C	5	0.119	0.419	0.204
B*C	1	0.009	1.087*	0.280
A*B*C	5	0.359	0.090	0.052
error	48	0.183	0.232	0.122

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	69526.563*	76220.368*	21964.901*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	43279.002*	759813.537*	98550.529*
อุณหภูมิ (C)	1	52571.598*	81350.015*	143545.080*
A*B	5	23879.026*	39917.181*	10250.673
A*C	5	63030.012*	30754.772*	15402.532*
B*C	1	9458.999	542724.409*	22165.521
A*B*C	5	28226.747*	14895.565*	13158.047
error	48	7677.605	5364.008	5529.914

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	2.240*	1.972*	2.304*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	2.206*	58.451*	12.610*
อุณหภูมิ (C)	1	1.277*	0.100	1.376*
A*B	5	0.586	1.409*	0.389
A*C	5	0.199	0.808*	0.854*
B*C	1	0.577	12.874*	1.076*
A*B*C	5	1.906*	0.309	0.352
error	48	0.265	0.191	0.207

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังการรีดิวซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		การทำแห้งในที่ร่ม	การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด
ระยะเวลา (A)	5	4.033*	3.099*	0.647*
บรรจุภัณฑ์ (B)	1	2.843*	58.596*	13.408*
อุณหภูมิ (C)	1	9.695*	1.071	4.681*
A*B	5	0.125	0.748*	0.351*
A*C	5	0.347	1.678*	0.932*
B*C	1	0.673	24.026*	0.083
A*B*C	5	1.003*	0.375	0.554*
error	48	0.361	0.309	0.145

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีในระบบ Hunter (L, a, b) ของข้าวกล้องดิบ

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		L	a	b
ตัวอย่าง	8	0.317	1.271*	1.075*
Error	18	1.654	.0143	0.339

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีในระบบ Hunter (L, a, b) ของข้าวกล้องหุงสุก

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		L	a	b
ตัวอย่าง	8	4.223	0.419	0.366*
Error	18	2.963	0.317	0.056

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากข้าวกล้องดิบและข้าวหุงสุกและเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าดังกล่าวภายหลังการหุง

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		ข้าวดิบ	ข้าวหุงสุก	เปอร์เซ็นต์การลดลง
ตัวอย่าง	8	144733.676*	308.524*	4.425
Error	18	5631.315	582.33	2.458

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวกล้องดิบและข้าวหุงสุกและเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าดังกล่าวภายหลังการหุง

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		ข้าวดิบ	ข้าวหุงสุก	เปอร์เซ็นต์การลดลง
ตัวอย่าง	8	6.148*	0.021*	4.088*
Error	18	0.200	0.002	0.468

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังการรีดิวซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวกล้องดิบและข้าวหุงสุกและเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าดังกล่าวภายหลังการหุง

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		ข้าวดิบ	ข้าวหุงสุก	เปอร์เซ็นต์การลดลง
ตัวอย่าง	8	7.486*	0.144*	3.398
Error	18	0.270	0.004	1.018

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ค.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากข้าวหุงสุกโดยสกัดด้วยวิธีต่างกันและจำนวนเท่าของค่าดังกล่าวที่ได้จากการสกัดต่างวิธี

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	สกัดด้วยเอโนไซม์	จำนวนเท่า
ตัวอย่าง	4	802.132	101220.770	0.978
Error	10	394.502	62350.843	1.350

ตารางที่ ค.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวหุงสุกโดยสกัดด้วยวิธีต่างกันและจำนวนเท่าของค่าดังกล่าวที่ได้จากการสกัดต่างวิธี

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	สกัดด้วยเอโนไซม์	จำนวนเท่า
ตัวอย่าง	4	0.006	0.077	0.025
Error	10	0.003	0.230	0.153

ตารางที่ ค.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังการรีดิวซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวหุงสุกโดยสกัดด้วยวิธีต่างกันและจำนวนเท่าของค่าดังกล่าวที่ได้จากการสกัดต่างวิธี

แหล่งความแปรปรวน	df	MS		
		สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	สกัดด้วยเอโนไซม์	จำนวนเท่า
ตัวอย่าง	4	0.007	0.534	0.131
Error	10	0.006	0.275	0.169

ภาคผนวก ง
ข้อมูลการทดลองเพิ่มเติม

ตารางที่ ง.1 ความชื้นของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	14.42 ^{ghi} ± 0.26	15.13 ^{bcd} ± 0.15	14.88 ^{cdefg} ± 0.07	15.01 ^{cde} ± 0.26
4	13.59 ^k ± 0.08	14.30 ^{ij} ± 0.02	14.97 ^{cdef} ± 0.83	14.28 ^{ij} ± 0.09
6	13.90 ^k ± 0.10	14.83 ^{cdefgh} ± 0.08	14.84 ^{cdefgh} ± 0.05	14.72 ^{cdefghi} ± 0.18
8	14.37 ^{hi} ± 0.40	15.67 ^a ± 0.12	15.14 ^{bcd} ± 0.10	15.58 ^{ab} ± 0.10
10	13.63 ^k ± 0.14	14.84 ^{cdefgh} ± 0.23	15.15 ^{bc} ± 0.19	14.60 ^{efghi} ± 0.02
12	12.96 ^l ± 0.08	14.47 ^{fghi} ± 0.61	14.92 ^{cdefg} ± 0.25	14.64 ^{defghi} ± 0.00

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.2 ความชื้นของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	12.88 ^{ghij} ± 0.19	13.39 ^{bcdefg} ± 0.03	13.40 ^{bcdefg} ± 0.25	13.25 ^{bcdefghi} ± 0.47
4	12.36 ^l ± 0.14	12.65 ^{ij} ± 0.26	12.70 ^{hij} ± 0.15	12.65 ^{ij} ± 0.07
6	13.57 ^{abcdef} ± 0.12	13.63 ^{abcde} ± 0.18	14.09 ^a ± 0.42	13.73 ^{abc} ± 0.17
8	13.32 ^{bcdefgh} ± 0.24	13.60 ^{abcde} ± 0.48	13.70 ^{abcd} ± 0.10	13.65 ^{abcde} ± 0.40
10	13.08 ^{cdefghi} ± 0.38	13.05 ^{defghi} ± 0.17	13.78 ^{ab} ± 0.01	13.52 ^{abcdefg} ± 0.41
12	12.93 ^{fghij} ± 0.12	13.01 ^{efghi} ± 0.57	14.07 ^a ± 0.52	13.08 ^{cdefghi} ± 0.78

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.3 ความชื้นของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบดและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	13.70 ^{cdefg} ± 0.02	14.53 ^{ab} ± 0.09	14.43 ^b ± 0.18	14.24 ^{bc} ± 0.25
4	12.88 ^{ij} ± 0.03	13.63 ^{defg} ± 0.03	13.60 ^{efgh} ± 0.02	13.70 ^{cdefg} ± 0.07
6	13.11 ^{hi} ± 0.05	14.02 ^{bcde} ± 0.07	14.18 ^{bc} ± 0.10	13.76 ^{cdef} ± 0.09
8	13.46 ^{gh} ± 0.16	14.17 ^{bcd} ± 0.20	14.44 ^b ± 0.16	14.41 ^b ± 0.22
10	13.22 ^{ghi} ± 0.24	14.55 ^{ab} ± 0.29	14.96 ^a ± 0.72	14.31 ^b ± 0.14
12	12.49 ^j ± 0.56	14.09 ^{bcde} ± 0.12	14.41 ^b ± 0.82	14.07 ^{bcde} ± 0.02

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.4 ค่า a_w ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	0.74 ^{defg} ± 0.01	0.78 ^{ab} ± 0.01	0.74 ^{cdef} ± 0.00	0.76 ^{abcde} ± 0.01
4	0.71 ^{gh} ± 0.01	0.78 ^{abc} ± 0.00	0.74 ^{defg} ± 0.00	0.75 ^{bcde} ± 0.01
6	0.68 ^{hi} ± 0.02	0.73 ^{efg} ± 0.05	0.76 ^{abcde} ± 0.02	0.71 ^{fgh} ± 0.05
8	0.71 ^{gh} ± 0.02	0.78 ^{abc} ± 0.01	0.76 ^{abcde} ± 0.01	0.74 ^{defg} ± 0.01
10	0.68 ^{ij} ± 0.00	0.77 ^{abcd} ± 0.01	0.77 ^{abcde} ± 0.01	0.75 ^{cde} ± 0.01
12	0.65 ^j ± 0.01	0.75 ^{bcde} ± 0.02	0.79 ^a ± 0.00	0.75 ^{bcde} ± 0.01

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.5 ค่า a_w ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็น เวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	0.66 ^{defg} ± 0.01	0.69 ^{bcd} ± 0.02	0.67 ^{cdefg} ± 0.01	0.69 ^{bcde} ± 0.01
4	0.66 ^{defg} ± 0.00	0.69 ^{bcd} ± 0.02	0.68 ^{bcdef} ± 0.01	0.67 ^{cdefg} ± 0.00
6	0.66 ^{defg} ± 0.05	0.65 ^{efg} ± 0.02	0.65 ^{fg} ± 0.04	0.68 ^{bcde} ± 0.02
8	0.67 ^{defg} ± 0.04	0.67 ^{defg} ± 0.02	0.71 ^{bc} ± 0.01	0.66 ^{defg} ± 0.02
10	0.66 ^{defg} ± 0.00	0.67 ^{cdefg} ± 0.00	0.71 ^b ± 0.00	0.65 ^{efg} ± 0.00
12	0.64 ^g ± 0.00	0.69 ^{bcde} ± 0.00	0.75 ^a ± 0.00	0.66 ^{defg} ± 0.00

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.6 ค่า a_w ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบด และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	0.71 ^{fgh} ± 0.02	0.80 ^a ± 0.01	0.75 ^{cde} ± 0.01	0.75 ^{bcde} ± 0.01
4	0.70 ^{ghi} ± 0.01	0.78 ^{abc} ± 0.01	0.76 ^{bcd} ± 0.03	0.75 ^{bcde} ± 0.01
6	0.68 ^{ij} ± 0.02	0.77 ^{abc} ± 0.01	0.77 ^{abc} ± 0.02	0.72 ^{efg} ± 0.06
8	0.69 ^{hij} ± 0.02	0.76 ^{bcd} ± 0.01	0.76 ^{bcd} ± 0.00	0.74 ^{cdef} ± 0.01
10	0.66 ^{jk} ± 0.01	0.75 ^{bcd} ± 0.01	0.75 ^{bcde} ± 0.02	0.74 ^{def} ± 0.00
12	0.64 ^k ± 0.01	0.76 ^{bcd} ± 0.01	0.78 ^{ab} ± 0.01	0.75 ^{bcde} ± 0.00

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.7 ค่า L ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	30.49 ^{ab} ± 1.39	29.21 ^{bc} ± 0.73	28.75 ^c ± 0.33	30.50 ^{ab} ± 0.31
4	29.46 ^{abc} ± 0.40	28.76 ^c ± 0.45	29.15 ^{bc} ± 0.51	29.79 ^{abc} ± 1.00
6	29.86 ^{abc} ± 0.60	30.71 ^a ± 0.47	29.17 ^{bc} ± 0.70	28.94 ^c ± 0.76
8	30.04 ^{abc} ± 0.54	29.88 ^{abc} ± 1.11	28.80 ^c ± 0.29	29.66 ^{abc} ± 0.82
10	30.51 ^{ab} ± 0.71	30.02 ^{abc} ± 0.81	29.39 ^{abc} ± 0.45	28.92 ^c ± 1.03
12	30.62 ^{ab} ± 0.57	28.89 ^c ± 0.84	28.94 ^c ± 0.83	29.82 ^{abc} ± 1.07

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.8 ค่า L ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	30.90 ^{ab} ± 0.16	29.70 ^{bc} ± 0.08	30.37 ^{abc} ± 0.69	30.02 ^{abc} ± 0.22
4	30.46 ^{abc} ± 0.54	31.18 ^a ± 0.73	30.21 ^{abc} ± 0.94	29.01 ^c ± 0.60
6	30.29 ^{abc} ± 1.03	30.79 ^{ab} ± 0.28	30.45 ^{abc} ± 1.03	30.43 ^{abc} ± 0.32
8	29.72 ^{abc} ± 0.02	30.03 ^{abc} ± 0.66	29.66 ^{bc} ± 0.31	30.11 ^{abc} ± 0.61
10	29.71 ^{abc} ± 0.54	31.13 ^{ab} ± 0.36	29.05 ^c ± 1.50	29.90 ^{abc} ± 0.89
12	30.31 ^{abc} ± 1.51	30.46 ^{abc} ± 0.45	29.95 ^{abc} ± 1.10	31.04 ^{ab} ± 0.19

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.9 ค่า L ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิโดซ์เบด และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	29.65 ^{abcd} ± 0.64	29.76 ^{abcd} ± 1.05	29.16 ^{bcd} ± 0.65	29.07 ^{cd} ± 0.69
4	29.21 ^{bcd} ± 0.11	30.13 ^{abcd} ± 0.86	29.28 ^{bcd} ± 0.49	29.37 ^{abcd} ± 0.29
6	29.46 ^{abcd} ± 0.55	30.19 ^{abcd} ± 0.93	29.04 ^{cd} ± 0.28	29.99 ^{abcd} ± 0.88
8	29.62 ^{abcd} ± 0.45	30.37 ^{ab} ± 0.71	29.55 ^{abcd} ± 0.20	29.97 ^{abcd} ± 0.53
10	28.96 ^d ± 0.95	30.64 ^a ± 0.22	29.63 ^{abcd} ± 0.65	29.52 ^{abcd} ± 0.61
12	29.79 ^{abcd} ± 0.59	29.98 ^{abcd} ± 0.57	29.60 ^{abcd} ± 0.27	30.29 ^{abc} ± 0.91

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.10 ค่า a ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	7.81 ^{cdefg} ± 0.34	8.66 ^{ab} ± 0.47	8.07 ^{bcd} ± 0.45	8.19 ^{abcde} ± 0.25
4	8.43 ^{abc} ± 0.14	8.81 ^a ± 0.30	7.51 ^{efg} ± 0.26	8.17 ^{abcde} ± 0.32
6	8.40 ^{abcd} ± 0.18	8.15 ^{abcde} ± 0.52	7.40 ^{fg} ± 0.10	7.90 ^{cdef} ± 0.55
8	7.73 ^{cdefg} ± 0.46	8.37 ^{abcd} ± 0.26	7.68 ^{defg} ± 0.29	7.78 ^{cdefg} ± 0.36
10	7.99 ^{bcd} ± 0.23	7.99 ^{bcd} ± 0.22	7.15 ^g ± 0.12	8.20 ^{abcde} ± 0.30
12	8.30 ^{abcd} ± 0.50	8.30 ^{abcd} ± 0.20	7.18 ^g ± 0.86	8.15 ^{abcde} ± 0.11

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.11 ค่า a ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็น เวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	7.79 ^{defg} ± 0.34	8.23 ^{abcdef} ± 0.44	7.89 ^{defg} ± 0.10	7.47 ^{fg} ± 0.42
4	8.13 ^{abcdef} ± 0.32	8.75 ^{abc} ± 0.05	8.09 ^{abcdef} ± 0.28	8.03 ^{cdefg} ± 0.38
6	7.53 ^{efg} ± 0.29	8.82 ^{ab} ± 0.57	8.29 ^{abcde} ± 0.47	8.37 ^{abcd} ± 0.17
8	7.31 ^g ± 0.16	8.34 ^{abcd} ± 0.71	7.71 ^{defg} ± 0.15	7.94 ^{defg} ± 0.41
10	8.22 ^{abcdef} ± 0.69	8.22 ^{abcdef} ± 0.62	7.96 ^{defg} ± 0.11	8.06 ^{bcdefg} ± 0.29
12	7.80 ^{defg} ± 0.53	8.87 ^a ± 0.35	7.68 ^{defg} ± 0.39	8.22 ^{abcdef} ± 0.28

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.12 ค่า a ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิโดซ์เบต และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	8.28 ^{abcd} ± 0.26	8.16 ^{abcd} ± 0.23	7.83 ^{cdef} ± 0.01	7.88 ^{bcdef} ± 0.43
4	8.69 ^a ± 0.39	8.13 ^{abcde} ± 0.26	7.44 ^{ef} ± 0.22	7.98 ^{bcdef} ± 0.14
6	8.36 ^{abc} ± 0.45	8.25 ^{abcd} ± 0.52	7.35 ^f ± 0.28	8.15 ^{abcd} ± 0.30
8	8.55 ^{ab} ± 0.19	8.32 ^{abc} ± 0.21	7.60 ^{def} ± 0.36	7.75 ^{cdef} ± 0.27
10	8.04 ^{abcdef} ± 0.36	8.32 ^{abc} ± 0.24	7.60 ^{def} ± 0.69	7.92 ^{bcdef} ± 0.28
12	7.95 ^{bcdef} ± 0.32	8.02 ^{abcdef} ± 0.72	7.39 ^f ± 0.34	7.59 ^{def} ± 0.26

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.13 ค่า b ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	8.12 ^{abcdef} ± 0.39	8.14 ^{abcdef} ± 0.25	8.09 ^{abcdef} ± 0.14	8.83 ^a ± 0.41
4	7.94 ^{bcdef} ± 0.29	8.17 ^{abcdef} ± 0.05	7.64 ^{cdef} ± 0.23	8.47 ^{ab} ± 0.73
6	8.23 ^{abcde} ± 0.33	8.46 ^{abc} ± 0.20	8.00 ^{bcdef} ± 0.51	7.72 ^{bcdef} ± 0.51
8	7.95 ^{bcdef} ± 0.23	7.98 ^{bcdef} ± 0.40	7.46 ^{ef} ± 0.14	7.86 ^{bcdef} ± 0.44
10	8.35 ^{abcd} ± 0.52	8.17 ^{abcdef} ± 0.61	7.58 ^{def} ± 0.26	8.39 ^{abcd} ± 0.19
12	8.36 ^{abcd} ± 0.67	8.04 ^{abcdef} ± 0.17	7.37 ^f ± 0.65	8.21 ^{abcde} ± 0.45

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.14 ค่า b ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	8.12 ^{abcde} ± 0.43	7.78 ^{bcde} ± 0.20	8.46 ^{ab} ± 0.33	7.94 ^{abcde} ± 0.27
4	7.93 ^{abcde} ± 0.28	8.43 ^{abc} ± 0.07	8.26 ^{abcd} ± 0.62	7.81 ^{abcde} ± 0.04
6	7.64 ^{cde} ± 0.41	8.33 ^{abc} ± 0.37	8.29 ^{abcd} ± 0.34	8.25 ^{abcd} ± 0.25
8	7.41 ^e ± 0.13	7.98 ^{abcde} ± 0.55	7.96 ^{abcde} ± 0.11	8.11 ^{abcde} ± 0.21
10	8.43 ^{abc} ± 0.56	8.59 ^a ± 0.60	7.88 ^{abcde} ± 0.75	8.36 ^{abc} ± 0.43
12	7.75 ^{bcde} ± 0.57	8.52 ^{ab} ± 0.40	7.52 ^{de} ± 0.34	7.98 ^{abcde} ± 0.11

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.15 ค่า b ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบด และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	8.28 ^{ab} ± 0.23	7.90 ^{abc} ± 0.17	8.08 ^{abc} ± 0.37	8.02 ^{abc} ± 0.43
4	8.02 ^{abc} ± 0.31	8.12 ^{abc} ± 0.34	7.22 ^d ± 0.52	7.68 ^{bcd} ± 0.17
6	7.78 ^{bcd} ± 0.27	8.08 ^{abc} ± 0.36	7.60 ^{cd} ± 0.18	8.06 ^{abc} ± 0.51
8	7.87 ^{abcd} ± 0.11	8.06 ^{abc} ± 0.39	7.64 ^{bcd} ± 0.21	7.76 ^{bcd} ± 0.13
10	7.48 ^{cd} ± 0.45	8.52 ^a ± 0.17	8.14 ^{abc} ± 0.06	8.04 ^{abc} ± 0.32
12	7.85 ^{bcd} ± 0.29	7.81 ^{bcd} ± 0.66	7.64 ^{bcd} ± 0.48	7.94 ^{abc} ± 0.22

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.16 ค่า ΔE ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	1.93 ^{abcdef} ± 0.22	2.43 ^{abc} ± 0.40	2.30 ^{abcd} ± 0.22	2.34 ^{abcd} ± 0.47
4	1.99 ^{abcdef} ± 0.16	2.70 ^a ± 0.45	1.57 ^{def} ± 0.29	2.29 ^{abcd} ± 0.30
6	2.05 ^{abcdef} ± 0.28	2.06 ^{abcdef} ± 0.48	1.83 ^{bcdef} ± 0.35	2.00 ^{abcdef} ± 0.47
8	1.44 ^{ef} ± 0.45	2.02 ^{abcdef} ± 0.33	1.79 ^{bcdef} ± 0.16	1.63 ^{cdef} ± 0.28
10	1.93 ^{abcdef} ± 0.45	1.86 ^{abcdef} ± 0.31	1.31 ^f ± 0.16	2.51 ^{a, b} ± 0.63
12	2.06 ^{abcdef} ± 0.77	2.29 ^{abcde} ± 0.66	1.79 ^{bcdef} ± 0.67	2.04 ^{abcdef} ± 0.48

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.17 ค่า ΔE ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	1.00 ^e ± 0.48	1.71 ^{abcde} ± 0.23	1.57 ^{abcde} ± 0.41	1.36 ^{bcde} ± 0.05
4	1.28 ^{cde} ± 0.05	1.84 ^{abcde} ± 0.06	1.76 ^{abcde} ± 0.26	2.25 ^{ab} ± 0.64
6	1.28 ^{cde} ± 0.35	1.80 ^{abcde} ± 0.62	1.75 ^{abcde} ± 0.38	1.56 ^{abcde} ± 0.13
8	1.41 ^{bcde} ± 0.06	1.79 ^{abcde} ± 0.28	1.65 ^{abcde} ± 0.24	1.48 ^{bcde} ± 0.48
10	2.10 ^{abc} ± 0.59	1.61 ^{abcde} ± 0.74	2.46 ^a ± 1.03	1.89 ^{abcde} ± 0.56
12	1.68 ^{abcde} ± 0.39	2.02 ^{abcd} ± 0.57	1.36 ^{bcde} ± 0.92	1.09 ^{de} ± 0.12

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.18 ค่า ΔE ของข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรส์เบดและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	1.86 ^{abc} ± 0.46	1.65 ^{abcd} ± 0.50	1.86 ^{abc} ± 0.27	1.95 ^{ab} ± 0.31
4	2.20 ^a ± 0.33	1.62 ^{abcd} ± 0.24	1.36 ^{bcd} ± 0.32	1.51 ^{abcd} ± 0.10
6	1.79 ^{abc} ± 0.24	1.71 ^{abcd} ± 0.38	1.56 ^{abcd} ± 0.32	1.67 ^{abcd} ± 0.20
8	1.82 ^{abc} ± 0.24	1.63 ^{abcd} ± 0.13	1.21 ^{cd} ± 0.26	1.06 ^d ± 0.44
10	1.94 ^{ab} ± 0.67	1.83 ^{abc} ± 0.28	1.53 ^{abcd} ± 0.60	1.64 ^{abcd} ± 0.09
12	1.39 ^{bcd} ± 0.25	1.45 ^{bcd} ± 0.54	1.17 ^{cd} ± 0.22	1.22 ^{cd} ± 0.21

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.19 ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา	อุณหภูมิห้อง 15°C			
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	2040.99 ^{ghi} ± 64.70	2070.72 ^{defghi} ± 7.54	2334.94 ^a ± 30.97	2169.54 ^{abcdefg} ± 119.12
4	1908.30 ^{ij} ± 120.70	2107.49 ^{bcdefgh} ± 183.90	1957.70 ^{hij} ± 150.47	2075.28 ^{defgh} ± 49.24
6	2079.91 ^{defgh} ± 39.30	2150.83 ^{bcdefg} ± 84.79	1938.68 ^{hij} ± 101.04	2053.12 ^{efghi} ± 49.65
8	2259.14 ^{abc} ± 84.13	2226.38 ^{abcd} ± 7.29	2214.22 ^{abcde} ± 75.37	2187.44 ^{abcdef} ± 45.06
10	2276.31 ^{ab} ± 54.11	2229.42 ^{abcd} ± 25.96	2014.67 ^{ghij} ± 98.36	2100.75 ^{cdefgh} ± 37.86
12	2214.97 ^{abcde} ± 68.19	2151.43 ^{bcdefg} ± 171.37	1857.61 ⁱ ± 71.04	2163.44 ^{bcdefg} ± 37.26

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.20 ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา	อุณหภูมิห้อง 15°C			
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	2059.60 ^{ghi} ± 29.60	2373.65 ^{bc} ± 47.52	2233.23 ^{def} ± 35.65	2063.31 ^{ghi} ± 57.83
4	1844.84 ^j ± 98.02	2355.51 ^{cd} ± 73.04	2098.65 ^{fgh} ± 45.43	2050.67 ^{ghi} ± 51.56
6	1958.00 ^{ij} ± 70.62	2211.82 ^{ef} ± 99.59	2073.10 ^{ghi} ± 128.72	2106.81 ^{fgh} ± 20.92
8	2186.71 ^{efg} ± 87.73	2487.53 ^{ab} ± 84.70	2229.13 ^{def} ± 36.35	2224.68 ^{def} ± 194.64
10	2020.73 ^{hi} ± 30.02	2364.90 ^{bc} ± 21.84	2173.06 ^{efg} ± 30.98	2291.11 ^{cde} ± 53.28
12	1950.75 ^{ij} ± 43.24	2501.78 ^a ± 73.57	1851.93 ^j ± 47.49	2113.41 ^{fgh} ± 24.87

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.21 ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรซ์เบดและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา	อุณหภูมิห้อง 15°C			
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	1900.62 ^{abcde} ± 48.00	1862.64 ^{abcdef} ± 44.32	1735.36 ^{fg} ± 60.03	1946.28 ^{abc} ± 61.63
4	1759.79 ^{ef} ± 140.91	1916.81 ^{abcd} ± 36.03	1806.11 ^{cdef} ± 67.21	1828.76 ^{bcdef} ± 73.03
6	1860.26 ^{abcdef} ± 94.68	1819.02 ^{cdef} ± 107.84	1718.46 ^{fg} ± 28.31	1778.57 ^{def} ± 24.21
8	1996.3 ^a ± 84.74	1988.51 ^a ± 92.40	1819.57 ^{cdef} ± 96.28	1838.03 ^{bcdef} ± 53.94
10	1775.57 ^{def} ± 101.29	1859.28 ^{abcdef} ± 25.40	1735.36 ^{fg} ± 40.47	1836.80 ^{bcdef} ± 75.12
12	1891.95 ^{abcde} ± 28.62	1971.65 ^{ab} ± 72.87	1623.29 ^g ± 84.53	1864.21 ^{abcdef} ± 94.19

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.22 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง 15°C			
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	11.14 ^{cdefgh} ± 0.57	11.19 ^{bcdefgh} ± 0.48	11.65 ^{abcdef} ± 0.76	10.91 ^{efgh} ± 0.39
4	10.45 ^{ghi} ± 0.86	11.12 ^{cdefgh} ± 1.13	11.32 ^{bcdefg} ± 0.77	11.49 ^{abcdef} ± 0.70
6	11.05 ^{defgh} ± 0.13	11.87 ^{abcde} ± 0.43	11.49 ^{abcdef} ± 0.81	12.11 ^{abc} ± 0.34
8	10.83 ^{fgh} ± 0.20	12.17 ^{ab} ± 0.09	11.67 ^{abcdef} ± 0.21	12.04 ^{abcd} ± 0.08
10	12.12 ^{abc} ± 0.37	11.38 ^{bcdefg} ± 0.00	11.66 ^{abcdef} ± 0.27	12.48 ^a ± 0.28
12	11.38 ^{bcdefg} ± 0.36	10.27 ^{hi} ± 0.51	9.72 ⁱ ± 0.21	11.65 ^{abcdef} ± 0.41

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.23 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	10.36 ^{jk} ± 0.18	12.44 ^{cdef} ± 0.03	11.36 ^{ghi} ± 0.39	11.23 ^{ghi} ± 0.41
4	10.67 ^{ijk} ± 0.68	13.03 ^{abc} ± 0.49	11.69 ^{fgh} ± 0.56	12.76 ^{bcd} ± 0.88
6	10.23 ^{jk} ± 0.48	12.74 ^{bcd} ± 0.63	11.15 ^{hi} ± 0.59	11.94 ^{efgh} ± 0.44
8	10.16 ^{jk} ± 0.30	12.71 ^{bcd} ± 0.08	11.78 ^{fgh} ± 0.23	11.88 ^{fgh} ± 0.50
10	10.81 ^{ij} ± 0.15	13.40 ^{ab} ± 0.34	11.73 ^{fgh} ± 0.25	13.64 ^a ± 0.42
12	9.98 ^k ± 0.45	13.76 ^a ± 0.17	10.01 ^{jk} ± 0.09	12.02 ^{defg} ± 0.51

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.24 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไชน์เบดและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	9.44 ^{ghij} ± 0.26	9.46 ^{fghij} ± 0.46	9.24 ^{hij} ± 0.36	10.18 ^{cdefg} ± 0.22
4	9.98 ^{defghi} ± 0.74	10.43 ^{bcde} ± 0.42	9.74 ^{defghij} ± 0.52	11.00 ^{abc} ± 0.70
6	9.04 ^j ± 0.06	9.67 ^{efghij} ± 0.52	9.11 ^{ij} ± 0.43	10.33 ^{bcdef} ± 0.48
8	9.26 ^{hij} ± 0.55	10.04 ^{defgh} ± 0.70	10.07 ^{defgh} ± 0.18	11.57 ^a ± 0.33
10	10.57 ^{bcd} ± 0.17	10.53 ^{bcde} ± 0.27	10.38 ^{bcde} ± 0.74	11.12 ^{ab} ± 0.57
12	9.25 ^{hij} ± 0.19	10.97 ^{abc} ± 0.09	9.20 ^{hij} ± 0.31	10.02 ^{defgh} ± 0.53

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.25 กำลังการรีดิวซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งในที่ร่มและเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	13.07 ^{cde} ± 0.99	13.59 ^{abc} ± 0.31	13.38 ^{abcd} ± 0.50	13.09 ^{cde} ± 0.69
4	12.76 ^{cdef} ± 1.13	13.11 ^{cde} ± 0.92	11.92 ^{fg} ± 0.30	12.36 ^{defg} ± 0.86
6	13.07 ^{cde} ± 0.62	13.76 ^{abc} ± 0.64	12.19 ^{efg} ± 0.42	12.88 ^{cdef} ± 0.35
8	13.94 ^{abc} ± 0.79	14.43 ^a ± 0.46	13.20 ^{bcde} ± 0.14	13.81 ^{abc} ± 0.46
10	14.28 ^{ab} ± 0.32	14.39 ^a ± 0.56	13.27 ^{abcde} ± 0.57	13.69 ^{abc} ± 0.47
12	13.70 ^{abc} ± 0.63	12.77 ^{cdef} ± 0.57	11.30 ^g ± 0.10	12.97 ^{cdef} ± 0.15

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.26 กำลังการรีดิวซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา	อุณหภูมิห้อง		15°C	
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	12.04 ^{hijkl} ± 0.28	14.51 ^{abc} ± 0.56	13.24 ^{defg} ± 0.14	13.51 ^{cdef} ± 0.04
4	11.67 ^{kl} ± 0.61	14.93 ^a ± 1.08	13.00 ^{defgh} ± 0.73	12.86 ^{defghi} ± 0.24
6	11.09 ^l ± 0.67	14.61 ^{ab} ± 1.07	12.34 ^{ghijk} ± 0.20	13.72 ^{bcde} ± 0.48
8	12.78 ^{defghi} ± 0.40	15.45 ^a ± 0.21	13.70 ^{bcde} ± 0.45	13.77 ^{bcde} ± 1.04
10	12.65 ^{fghij} ± 0.25	14.92 ^a ± 0.18	13.84 ^{bcd} ± 0.76	14.89 ^a ± 0.16
12	11.88 ^{ijkl} ± 0.50	15.47 ^a ± 0.32	11.47 ^{kl} ± 0.37	12.72 ^{efghi} ± 0.56

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.27 กำลังการรีดิทซ์ (วิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP) ของสารสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไรต์และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา การเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง 15°C			
	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE	Nylon/LLDPE	OPP/AL/LLDPE
2	10.49 ^{kl} ± 0.30	12.02 ^{abcd} ± 0.57	10.87 ^{hijk} ± 0.42	11.91 ^{bcde} ± 0.06
4	11.36 ^{defghi} ± 0.61	12.33 ^{ab} ± 0.21	10.99 ^{ghij} ± 0.45	11.81 ^{bcde} ± 0.45
6	11.66 ^{bcdefg} ± 0.15	11.78 ^{bcdef} ± 0.42	10.19 ^{kl} ± 0.31	11.49 ^{cdefgh} ± 0.47
8	11.68 ^{bcdefg} ± 0.37	11.50 ^{cdefgh} ± 0.14	11.17 ^{efghij} ± 0.10	12.23 ^{abc} ± 0.66
10	11.05 ^{fghij} ± 0.22	12.67 ^a ± 0.45	10.72 ^{ijkl} ± 0.53	11.56 ^{cdefgh} ± 0.37
12	11.32 ^{defghi} ± 0.23	12.02 ^{abcd} ± 0.22	10.14 ^l ± 0.07	10.67 ^{ijkl} ± 0.40

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b, c, ... ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐณี ตั้งศรีอนุกุล เกิดวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาโภชนวิทยา สาขาอาหารและโภชนาการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549

ผลงานที่ตีพิมพ์

Tangsrianugul, N., Malila, Y and Tananuwong, K. 2008. Effects of Drying Methods and Storage Conditions on The Content of Phenolic Substances and Antioxidant Activities of The Extract from Hulled Red Jasmine Rice *Oryza sativa* L. [CD-ROM] in Proceeding of The 10th Agro-Industrial conference: Food Innovation Asia. 12th-13th June 2008 at Bitec Bangkok Thailand.