รายการอ้างอิง

กฤษฎา งามทับ. (2550). *การพัฒนาการผลิตข้าวเคลือบกลิ่นรสสมุนไพรไทย.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กล้า เมธากานต์. (2552). *ข้าวกล้องงอก มหัศจรรย์พันธุ์ข้าวไทย.* สำนักพิมพ์แฮปปี้ ทู ดู. กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2546). *เทคโนโลยีของแป้ง.* พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จารุรัตน์ สันเต, วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ และรัชฎา ตั้งวงค์ไชย.(2550). *ผลของกระบวนการแช่ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทริกเอซิดในข้าวกล้องงอก (หอมมะลิ 105).* วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 38(5), 164-167.

เฉลิมชัย รอดมณี. (2548). *ผลของการแช่และการอบแห้งต่อคุณภาพข้าวหนึ่ง.* ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เฉลิมวุฒิ สฤษดิกุล. (2549). *ข้าวกล้องสด.* สำนักพิมพ์พีเพิลมีเดีย. กรุงเทพฯ.

ดวงจงกล สุทธิเนียม. (2550). *การพัฒนาเครื่องดื่มสุขภาพชนิดผงจากข้าวกล้องหอมมะลิงอกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา ศิริภัทร. (2551). *นิตยสารหมอชาวบ้าน,* 21(345). วันที่สืบค้น 31 ตุลาคม 2553, เข้าถึงได้จาก http://www.herbclubthailand.com/hcnew/library.

นวลศรี รักอริยะธรรม และ อัญชนา เจนวิถีสุข. (2545). *แอนติออกซิเดนท์ : สารต้านมะเร็งในผัก-สมุนไพรไทย.* สำนักพิมพ์นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2545). *เคมีอาหาร.* สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย จำกัด. (2552). คู่มือการแปลผล 3M Petrifilm. แผนกจุลชีววิทยา.

ปฐม โสมวงศ์. (2552). คุณค่าทางอาหารและทางยาของสมุนไพรมะรุม. บทความรายการคลินิก. คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปนัดดา พวงเกษม. (2540). *การเตรียมฟิล์มบริโภคได้จากแป้งมันสำปะหลังและแนวทางการใช้ประโยชน์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยธิดา เข็มสุข. (2541). *การเสริมวิตามินในข้าวโดยวิธีการครอสลิงกิง.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผกากรอง ขวัญข้าว. (2549). พืชใกล้ตัว. *วารสารอภัยภูเบศร,* 4(29). วันที่สืบค้น 28 ตุลาคม 2553, เข้าถึงได้จาก http://www.gooherb.com/article?id=22456&lang=th

ผุสดี สายชนะพันธ์. (2545). *สมุนไพร ทางเลือกใหม่ สู้ภัยมะเร็ง.* สำนักพิมพ์ยูทิไลซ์. สงขลา.

พรพรรณ กอมนชัย, พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี, นันทวัน เทิดไทย และวาสินี จันทร์นวล. (2550). *ความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพข้าวหอมมะลิหุงสุกโดยใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงพะยอม สังชม. (2544). การหาปริมาณวิตามินอีในเมล็ดบกโดยเทคนิคโฟโตรเมตริก. ครุศาสตร์บัณฑิต, สาขาการศึกษา. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

พิมพ์อร ศีตคุนรัตน์. (2552). *ข้าวกล้องงอก ราชาแห่งข้าว สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ และความงาม*. สำนักพิมพ์ฐานบัณฑิต. กรุงเทพฯ.

พิสุทธิพร ฉ่ำใจ. (2551). *สมุนไพร สรรพคุณและประโยชน์เพื่อการนำไปใช้*. สำนักพิมพ์ต้นธรรม. กรุงเทพฯ.

พัชรี ตั้งตระกูล วารุณี วารัญญานนท์ วิภา สุโรจนะเมธากุล และลัดดา วัฒนศิริธรรม. (2551). *การเพิ่มปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริกในคัพภะข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยการแช่น้ำ*. วาสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38: 531-538.

พัชรี ตั้งตระกูล. (2550). GABA *ในคัพภะข้าวและข้าวกล้องงอก*. วารสารอาหาร. 37(4) : 291-296.

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. (2535). *ฟิล์มและสารเคลือบที่รับประทานได้*. *อาหาร*. 22: 1-6.

มยุรี ตันติสิระ. (2550). *ศึกษาฤทธิ์และความเป็นพิษของสารสกัดมาตรฐานบัวบก*. รายงานวิจัยคณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมธาวี อนะวัชกุล สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน. (2552). *การศึกษาปริมาณกาบา และการพัฒนาโยเกิร์ตเสริมกาบาจากข้าวกล้องมันปูงอก*. Kasetsart Journal (Natural Science). 43(5):224-231.

ยุพาพร ปรัญพฤทธิ์ และณัฏพัชร์ . (2553). *การพัฒนาคุณภาพข้าวกล้องงอก*. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ไพศาล วุฒิจำนงค์. (2545). *การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร*. เอกสารประกอบการสัมมนา-อบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

รัดดา กองมะณี. (2551). *ผลกระทบร่วมของการกำจัดน้ำแบบออสโมติก การลวก และสารละลายเคมีต่อความคงตัวของแอนโธไซยานินส์และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของผลหม่อนอบแห้ง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลลิตา ชาติยานนท์, ไพศาล วุฒิจำนงค์ และกมลวรรณ แจ้งชัด. (2549). *การประยุกต์ใช้สารเคลือบที่รับประทานได้ในการผลิตข้าวเสริมวิตามิน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลินดา พงศ์ผาสุก. (2537). *การผลิตข้าวเคลือบกลิ่นหอม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วริธร ยิ้มย่อง และ สุนัน ปานสาคร. (2552). ศึกษาผลของอุณหภูมิในการลดความชื้นที่มีต่อปริมาณกรดแกมม่าแอมิดนบิวทิริกในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเพื่อการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตร. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วันพรรณษา ชุติปัญญา. (2549). *การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด โทโคเฟอรอล และแกมม่า-ออไรซานอล ของข้าวกล้องงอกสมุนไพร.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมพร ภูติยานนท์. (2551). *สมุนไพรใกล้ตัว ว่าด้วย สมุนไพรแต่ง สี กลิ่น รส*. เชียงใหม่.

สิริลักษณ์ มาลานิยม. (2545). *น้ำมันหอมระเหย สารสกัดจากพืชสมุนไพรไทย.* สมอ สาร, ปีที่ 28, ฉบับที่ 325.

สุธาทิพย์ ภมรประวัติ. (2550). มะรุมลดไขมัน ป้องกันมะเร็ง.*นิตยสารหมอชาวบ้าน,* 29(338) , 28-32. วันที่สืบค้น 28 ตุลาคม 2553, เข้าถึงได้จาก http://www.herbclubthailand.com/hcnew/library

สุพจน์ คิลานเภสัช. (2543). *สมุนไพร เครื่องเทศ และพืชปรุงแต่งกลิ่น.* กรุงเทพฯ.

สุวิมล เจตะวัฒนะ, และชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. (มปป.) *ผลของรังสีแกมมาต่อสารต้านอนุมูลอิสระในสมุนไพร.* วันที่สืบค้น 2 มีนาคม 2554, เข้าถึงได้จาก http://www.iaea.org/inis/collection */NCLCollectionStore/_Public/35/095/35095406.pdf*

สำนักงานพัฒนาและส่งเสริมข้าวกล้องงอก. (2553). หนองบัวลำภู.

อธิยา เรืองจักเพ็ชร. (2550). *ผลของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในมะขามป้อมและอายุของมะกอกน้ำต่อปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และกิจกรรมของสารต้านออกซิเดชัน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อารีย์ องค์วิเศษไพบูลย์. (2534). *คุณภาพและการผลิตข้าวเสริมวิตามินและเกลือแร่.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ. (2553). *การผลิตสารสกัดสมุนไพร.* เอกสารประกอบการสอน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุบลลักษณ์ วงษ์ชื่น. (2547). *การศึกษากระบวนการผลิตข้าวเสริมวิตามิน.* ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

โอภา วัชระคุปต์. (2549). *สารต้านอนุมูลอิสระ.* สำนักพิมพ์พีเอส พริ้นท์. กรุงเทพฯ.

Adyt, T.P., Weller, C.L. and Testin, R.F., (1991), Mechanical and barrier properties of edible corn and wheat protein films. Transactions of the ASAE. 34: 207-211.

Albert, S. and G.S. Mittal. (2002). Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Food Research International. 35: 445-458.

Amaglo, N.K., R.N. Bennett, R.B.L.Curto , E.A.S. Rosa , V. L. Turco ,A. Giuffrida , A. L. Curto , F. Crea , G. M. Timpo. (2010). *Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree Moringa oleifera* L., *grown in Ghana* .Food Chemistry 122: 1047–1054.

Amic, D., D., Davidovic, D., Beslo, and N. Trinajstic. (2003). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids Croatia Chemica Acta., 76: 55-61.

A.O.A.C. (2000). Official Method of Analysis. 17th ed., The Association of Official Analytical Chemists Gaithersburg, Maryland.

Arife Alev Karogozler, B.E., Yelda C., D.U. (2008). *Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from Dorystoechas hastata.* Food Chemistry. 111: 400-407.

Bakan, J.A., (1978). *Microencapsulation.* Encyclopedia of Food Science. 499-507.

Bramall, L.D. (1986). A novel process for fortification of rice. Food Tech in Australia. 38: 281-284.

Chrife and Pilar Buere. (1994). *Water Acitivity Beer foam.* Handbook of Alcoholic Beverages Series.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. & Liu, R.H. (2002). *Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity*. Agricultural and Food Chemistry. 50: 3010-3014.

Duan, X., Wei-Wei Zhang, X.L. & Bin, W. (2006). *Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, Polysiphonia urceolata.* Food Chemistry. 95: 37-43.

Fan, L., S. Zhang, L. Yu, & L. Ma. (2006). *Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing Auricularia auricula polysacchar ide flour.* Food Chemistry. 101: 1158-1163.

Fan, L. H.Y. Zhao, M. Xu, L.Zhou, H.Guo, J. Han, B.R. Wang, D.A. Guo. (2009). *Qualitative evaluation and quantitative determination of 10 major active components in Carthamus tinctorius L. by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detector.* Journal of Chromatography A. 1216: 2063–2070.

Gennadios, A. and Weller, C.L., (1990). *Edible film and coating from wheat and corn properties.* Food Technology. 44: 63-68.

Gnanasambandam, R., Griffin, V. K., & Hettiarachchy, N. S. (1996). *Protein based films from rice bran.* Paper No. 53C-5, In Book of abstracts, Chicago, IL: Institute of Food Technologists.

Gouin S. (2004). *Microencapsulation industrial appraisal of existing technologies and trends.* Food Science and Technology. 15: 330-347.

Haaland H. (1998). *Fish silages prepared from raw materials of varying quality.* Chemical a nalysis related to balance experiments in rats, Fisk Dir Skr Ser Ernoering. 3: 27–35.

Hanno K., Lubitz W., G.H., H.S. (1998). *ENDOR studies of substituted chlorophyll cation radicals.* Spectrochimica Acta Part A. 54: 1141-1156.

Hu. (1999). *Study on rough rice fissuring during intermittent drying.* Drying Technology-An International Journal 17: 1779–1793.

Jayaprakasha, G.K., L. Jagan Mohan Rao and K.K. Sakariah. (2005). *Chemistry and biological activities of C. longa.* Trends in Food Science & Technology. 16: 533–548

Juliano, B.O., (1993). *Rice in human nutrition.* IRRI Research Paper Series, Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.

Kayahara, Hiroshi and Kikuichi Tsukahara. (2000). *Flavor, Health and Nutritional Quality of Pre-germinated Brown Rice.* presented at 2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii.

Kester, J.J. and Fennema, O.R. (1986), Edible film and coatimgs: a Review, Food Technology. 40: 47-59.

Kim, W.J. J. Kim, B. Veriansyah, J.D. Kim, Y.W. Lee, S.G. Oh and R.R. Tjandrawinata, (2009). *Extraction of bioactive components from Centella asiatica using subcritical water* Journal of Supercritical Fluids. 48: 211–216

Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyashima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. and Kimura, T. (2007). *Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice.* Journal of Food Engineering, 78(2): 556-560.

Kuljarachanan, T., S. Devahastin and N. Chiewchan (2009). *Evolution of antioxidant compounds in lime residues during drying.* Food Chemistry. 113: 944-949.

Kyritsi, C. Tzia., & V.T. Karathanos. (2010). *Vitamin fortified rice grain using spraying and soaking methods*. LWT-Food Science and Technology. 44: 312-320.

Laohakunjit, N., and Noomhorm, A. (2004). *Effect of plasticizers on mechanical and barrier properties of rice starch film, Starch/Starke*. 56: 348-356.

Lazze, M.C., Savio, M., Pizzala, R., Cazzalini, O., Perucca, P., Scovassi, A.I., Stivala, L.A.,Bianchi,L. (2004). *Anthocyanins induce cell cycle perturbations and apoptosis in different human celllines*. Carcinogenesis, 25: 1427-1433.

Lee, S.H., Lillehoj, H.S., Chun, H-K, Tuo, W., Park, H-J., Cho, S-M., Lee, Y-M., Lillehoj, E.P. (2007). *In vitro treatment of chicken peripheral blood lymphocytes, macrophages, and tumor cells with extracts of Korean medicinal plants*. Nutrition Research. 27: 362-366.

Lui LL., Zhai Q., Wan JM. (2005). *Accumulation of gamma-aminobutyric acid in giant-embryo gain in relation to glutamate decaboxylase acivity and it gene expression during water soaking*. Cereal Chem 82(2), 191-196.

Massimo, F. Marcone. (2003). Batis maritime (Saltwort/Beachwort): a nutritious, halophytic, seed bearings, perennial shrub for cultivation and recovery of otherwise unproductive agricultural land affected by salinity. Food Reseach International 36: 123-130.

Misuka, M. and Yasumatsu, K. (1985). *Rice enrich and fortification*. Rice: Chemistry and Technology.

Miura, H., Y. Kitamura, T. Ikenaga, K. Mizobe, T. Shimizu and M. Nakamura. (2002). *Anthocyanin production of Glehnia littoralis callus culture*. Phytochemistry, 48: 279-283.

Mohan, B.H., Malleshi, N.G. and Koseki, T. 2010. *Physico-chemical characteristics and non-starch polysaccharide contents of Indica and Japonica brown rice and their malts*. LWT-Food Science and Technology. 43: 784-791.

Moongngarm, A. and Saetung, N. (2010). *Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice*. Food Chemistry. 122: 782-788.

Muhammed, M. (1992). Turmeric and the Healing Curcuminoid. Connective Keats Publishing.

Murray, D.G., Maritta, N.G., and Boettger, R.M. (1971). *Novel amylase coatings for deep fried potato products*. United States patent.

Mustafa, R.A., A. Abdul Hamid, S. Mohamed, and F. Abu bakar. *Total Phenolic Compounds, Flavonoids, and Radical Scavenging Activity of 21 Selected Tropical Plants.*Journal of Food Science. 751(1): 28-35

Nibler, R.G. and Roseman, A.S. (1968). *Process for coating rice.* United States patent.

Nisperos-Carriedo, M. O. (1994). Edible coating and films based on polysaccharides. Technomic Publishing Company. 305-335.

Nussinovitch, A. and Mey-Tal, E. (1998). *Novel glossmeter for the measurement of food appearance including fresh produce and made materials.* U.S. patent No. 6, 018, 396.

Oloyo, R.A. (2004), *Chemical and nutritional quality changes in germinated seeds of Cajanus Cajun L.* Food Chemistry. 85:497-502.

Pari, L., M. Karamac A. Kosinska, A. Rybarczyk, R. Amarowicz. (2007). *Antioxidant activity of the crude extracts of drumstick tree (Moringa oleifera Lam.) and sweet broomweed (Scoparia dulcis L.) leaves.* Polish Journal of food and Nutrition Sciences. 57: 203–208

Pothakamury, R.U. and Barbosa-Canovas, G.V. (1995). *Fundamental aspects of controlled release in foods.* Food Science and Technology. 6: 397-406.

Reggina, R., Nebuloni, M. and Brambilla, I. (2000). *Anaerobic accumulation of amino acids in rice roots: role of the glutamine synthetase/glutamate synthase cycle.* Amino Acids. 18:207-217.

Roberts, J.K.M., Callis, J., Wemmer, D., Walbot, V. and Jardetzky, O. (1984). *Mechanism of cytoplasmic pH regulation in hypoxic maize root tips and its role in survival under hypoxia.* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 81:3379-3383.

Romas, H.V., Fagen, K.W., Rothenberg, J.R. and Smith, D.L. (1988). *Method for adhering spices on the surface of rice.* U.S. Patent No. 4, 767, 636.

Sacharow, S. (1976), Handbook of package Meterials, Westport, CT: AVI Publishing.

Saikusa, T., Horino, T. and Mori (1994). *Accumulation of gamma-aminobutyric acid in the rice germ during water soaking.* Bioscience Biotechnology and Biochemistry.58: 2291-2292.

Salem, N., K. Msaada, G.Hamdaoui, F.Limam, and B. Marzouk . (2011) *Variation in Phenolic Composition and Antioxidant Activity during Flower Development of Safflower*

(Carthamus tinctorius L. Journal of Agricutural and Food Chemistry. dx.doi.org/10.1021/jf1049936

Saman, P., Vazquez, J.A. and Pandiella, S.S. (2008). *Controlled germination to enhance the functional properties of rice.* Process Biochemistry. 43(12):1377-1382.

Sanderson, G.R. (1981). *Polysaccharides in food.* Food Technology. 35: 50-57.

Shoichi, I. and Ishikawa, Y. (2004). *Marketing of Value-Added Rice Product in Japan*: Germinated brown rice and rice bread, presented at FAO international rice year,2004 Symposium Rome, Italy.

Shrestha, A.K., J. Arcot, and J.L. Paterson. (2003). *Edible coating materials-their properties and use in the fortification of rice with folic acid.* Food Research International. 36: 921- 928.

Sreelatha, S. and Padma, P. R.. (2009). *Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Moringa oleifera Leaves in Two Stages of Maturity.* Plant Foods Hum Nutr. 64: 303–311.

Su Tian, N. Kozo, N.K. (2004). *Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice.* Agricultural and Food Chemistry. 52: 4808-4813.

Tilak J.C, M. Banerjee, H. Mohan, T.P.A. Devasagayam (2004). *Antioxidant availability of turmeric in relation to its medicinal and culinary uses.* Phytotherapy Research 18: 798-804.

Watanabe, M.,T.Maeda, K.Tsukahara,H. Kayahara and N.Morita. (2004) *Application of pregerminated brown rice for breadmaking.* Cereal Chemistry. 81(4): 450-455.

Watchararparpaiboon, W., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. (2010). *An improved process for high quality and nutrition of brown rice production.* Food Science and Technology International. 16(2):147-158.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางเคมี

ก-1 การวิเคราะห์ปริมาณ GABA (Watchararparpaiboon et al., 2010)

นำตัวอย่างข้าวกล้องบดเป็นผงจำนวน 3 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม 70%(v/v) เอทานอล จำนวน 30 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปเขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 1 นาที ด้วยเครื่องเขย่า vortex จากนั้นนำไปเซนตริฟิวส์ที่ 8000 g ที่อุณหภูมิ 4 อาศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แยกส่วนสารละลายชั้นบนมากรองผ่านกระดาษกรอง จากนั้นล้างตะกอนที่เหลือซ้ำด้วยเอทานอลอีกรอบ นำส่วนละลายที่ได้ทั้งหมดมารวมกัน แล้วนำไประเหยเอทานอลออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วล้างน้ำ 3 มิลลิลิตร นำส่วนที่ได้จากการสกัดใส่ในหลอดทดลอง 0.1 มิลลิลิตร เติมบัฟเฟอร์ borate 0.2 มิลลิลิตร(กรดบอริก 0.2 M และ sodium borate 0.2 M pH 9) และฟีนอลรีเอเจนต์ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากันและทำให้เย็น เติม 7.5% sodium hypochlorite 0.4 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงและนำไปให้ความร้อน 10 นาที แช่ในน้ำเย็น 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 630 nm เตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน γ- aminobutyric acid ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 125, 250, 375 และ 500 ug/mL ตามลำดับ

ก-2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้ Hot air oven (AOAC No. 925.10,1995)

ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการบดเมล็ดข้าวกล้องงอกให้ละเอียด เก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท อบถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที ชั่งน้ำหนักถ้วยและฝาปิดให้ได้น้ำหนักแน่นอน(ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักแน่นอนใส่ในถ้วยอลูมิเนียมประมาณ 2 กรัม เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายตัว นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส พร้อมเปิดฝาแง้มไว้เล็กน้อย นานประมาณ 4 ชั่วโมง ปิดฝาถ้วยนำถ้วยออกไปไว้ในเดสิกเคเตอร์เพื่อปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงก่อนนำไปชั่งน้ำหนักแน่นอน ทำการอบซ้ำอีกครั้ง 30 นาที ปล่อยให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ถ้าน้ำหนักยังไม่คงที่ให้นำเข้าอบซ้ำอีกครั้งจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) คำนวณปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณความชื้น(\%โดยน้ำหนัก)} = \frac{100(W_1 - W_2)}{(W_1 - W)}$$

W = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียม ฝาและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียม ฝาและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

ก-3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC No. 920.87,1995)

ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการบดเมล็ดข้าวกล้องงอกให้ละเอียด เก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท ทำการ preheat เตาไฟฟ้าสำหรับทำการย่อยประมาณ 5 – 10 นาที โดยตั้งระดับความร้อนที่ตำแหน่ง10 (10 นาที) แล้วจึงปรับเป็นตำแหน่ง 8 ซึ่งแสดงว่าพร้อมที่จะทำงานการย่อยตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 – 2 กรัม (4 ตำแหน่ง) ใส่ใน Kjeldahl flask เติมสารคะตะลิสต 5 กรัม และเติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 15 – 20 มิลลิลิตร นำมาย่อยในเตาไฟฟ้า รอจนระดับความร้อนขึ้นตำแหน่ง 8 แล้วเปิดเครื่องกำจัดไอกรด(scrubber) ทำการย่อยจนสังเกตจากสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวใส ไม่มีตะกอนดำ แสดงว่าการย่อยเสร็จสมบูรณ์ (ประมาณ 40 นาที) ยก flask ขึ้นมาวางบนราง รุอให้ไอกรดถูกกำจัดออกไปจนหมด นำ Kjeldahl flask ที่เย็นแล้วเข้าเครื่องกลั่นพร้อมนำ flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ไปวางเพื่อรอรับแอมโมเนียจากการกลั่นตัวอย่าง นำ flask ไปไทเทรตกับกรดเกลือ (0.1 M HCl) จนได้จุดยุติสีชมพูเทา บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้ในการไทเทรต แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีน

คำนวณปริมาณโปรตีน

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{\text{ความเข้มข้นกรดเกลือ} \times (\text{ปริมาตรไทเทรตตัวอย่าง} - blank) \times 14 \times 100}{1000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

$$\% \text{ โปรตีน} = \% \text{ ไนโตรเจน} \times \text{conversion factor}$$

ก-4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC No. 948.22, 1995)

ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการบดเมล็ดข้าวกล้องงอกให้ละเอียด เก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท อบ extraction cup ในตู้อบที่ 100 – 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นไว้ในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก(W_2) ชั่งตัวอย่างลงบนกระดาษกรอง ประมาณ 2- 5 กรัม (W_1) ห่อให้เรียบร้อย ใส่ตัวอย่างลงใน thimble ใช้ Glass wool อุดหลอดไว้ ถ้าตัวอย่างมีคาร์โบไฮเดรตมากให้สกัดด้วยน้ำก่อน นำไปเข้าเครื่อง Soxlet System ใส่ thimble ลงใน Soxlet System โดยใช้ adapter สวม เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงใน extraction cup ที่อบไว้ประมาณ 180 มิลลิลิตร นำไปเข้า Soxlet System ให้ความร้อนและสกัดเป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง หรือควรมีการ Syphon กลับของปิโตรเลียมอีเทอร์อย่างน้อย 10 รอบ ระเหยตัวทำละลายออกให้หมด โดยปล่อย extraction cup ไว้บน Steam Bath เพื่อระเหยตัวทำละลายออกมาให้หมด นำ extraction cup ไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อให้น้ำหนักคงที่ เอาออกจากตู้อบ แล้วปล่อยให้เย็นในเดสิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก(W_3)

คำนวณหา % ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(W_3 - W_2)}{W_1} \times 100$$

W_1 = น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของ extraction cup เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของ extraction cup และสารสกัดหลังอบ เป็นกรัม

ก-5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC No. 923.03,1995)

ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการบดเมล็ดข้าวกล้องงอกให้ละเอียด เก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท เผา Porcelain or platinum crucible ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส 15 นาที ปล่อยให้เย็นไว้ในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก(W_0) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 -5 กรัม ลงใน crucible ชั่งน้ำหนัก(W_1) นำมาเผาให้หมดควันใน Fume hood โดยใช้ hot plate จนตัวอย่างอาหารไหม้ดำ(charred) และหมดควันดำ(fumeless) นำเข้าเผาให้เป็นเถ้าใน muffle furnace ตั้งอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน ถ้ายังมีสีดำให้เติมน้ำเล็กน้อยอบให้แห้งและนำมาเผาต่อ หรืออาจใช้วิธีเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 2 หยด หรือ 4 N nitric acid ประมาณ 4 – 5 หยด เพื่อช่วยเร่งให้ได้เถ้าเร็วขึ้น ทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักที่คงที่ (W_2) ทำซ้ำ 3 ครั้ง

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(W_2 - W_0)}{W_1 - W_0} \times 100$$

W_0 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝา เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผาเป็นกรัม

ก-6 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (AOAC,1995)

ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการบดเมล็ดข้าวกล้องงอกให้ละเอียด เก็บไว้ในภาชนะแห้ง สะอาด มีฝาปิดสนิท ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 - 3 กรัม บันทึกค่าน้ำหนักที่แน่นอน(W_0) อบไล่ความชื้น เอาตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ เติมกรด H_2SO_4 1.25% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร และนำไปต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายออกโดยใช้ผ้ากรองบนกรวยบุชเนอร์ และล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 200 มิลลิลิตร 2 – 3 ครั้ง นำตะกอนผ่านการล้างลงในบีกเกอร์เดิม เติม NaOH 1.25% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร และนำไปต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองทันทีด้วยผ้ากรองบนกรวยบุชเนอร์ และล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 200 มิลลิลิตร 2 – 3 ครั้ง ล้างตะกอนด้วย 95% เอทานอล 200 มิลลิลิตร 2 – 3 ครั้ง นำตะกอนที่เหลือบนผ้ากรองใส่ใน crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน(น้ำหนัก

crucible, W_1) อบตะกอนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 – 2 ชั่วโมงจนแห้ง ทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักที่คงที่(W_3) ทำซ้ำ 3 ครั้ง

$$\% \text{ Crude fiber} = \frac{((W_2 - W_1) - (W_3 - W_1))}{W_0} \times 100$$

W_0 = น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝา เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตะกอนก่อนอบ เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตะกอนหลังอบ เป็นกรัม

ก-7 การทดสอบสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (A.A. Karagozler *et al.*, 2008)

การสกัดตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการบดละเอียด 50 กรัม จากนั้นทำการสกัดด้วยเอทานอล (95 เปอร์เซ็นต์) 100 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยแช่ตัวอย่างที่บดละเอียดในเอทานอล ตั้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2. นำตัวอย่างมาผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนที่ใสมาผ่านการระเหยแห้งโดยการใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ปรับอุณหภูมิของอ่างน้ำร้อนเป็น 80 ± 2 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการระเหยตัวทำละลายออกจากตัวอย่างจนแห้งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. ละลายสารสกัดข้าวกล้องงอกอีกครั้งด้วยตัวทำละลายอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนของน้ำหนักสารสกัดแห้งต่อเอทานอลเป็น 1: 1000 เก็บตัวอย่างสารสกัดในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในที่มืดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลาย DPPH (alcoholic 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ให้มีความเข้มข้น 0.1 mM ซึ่งจะได้เป็นสารละลาย DPPH

2. นำตัวอย่างสารสกัดที่ได้มา 3 มิลลิลิตร ผสมกับสาละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ปั่นผสมด้วยเครื่อง vortex เป็นเวลา 3 วินาที ตั้งไว้ในที่มืดประมาณ 30 นาที

3. เตรียม blank โดยผสมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 3 มิลลิลิตร กับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ปั่นผสมด้วยเครื่อง vortex เป็นเวลา 3 วินาที ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 30 นาที

4. วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างและ blank ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ radical scavenging activity ตามสมการ

$$\% \text{ radical scavenging activity} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

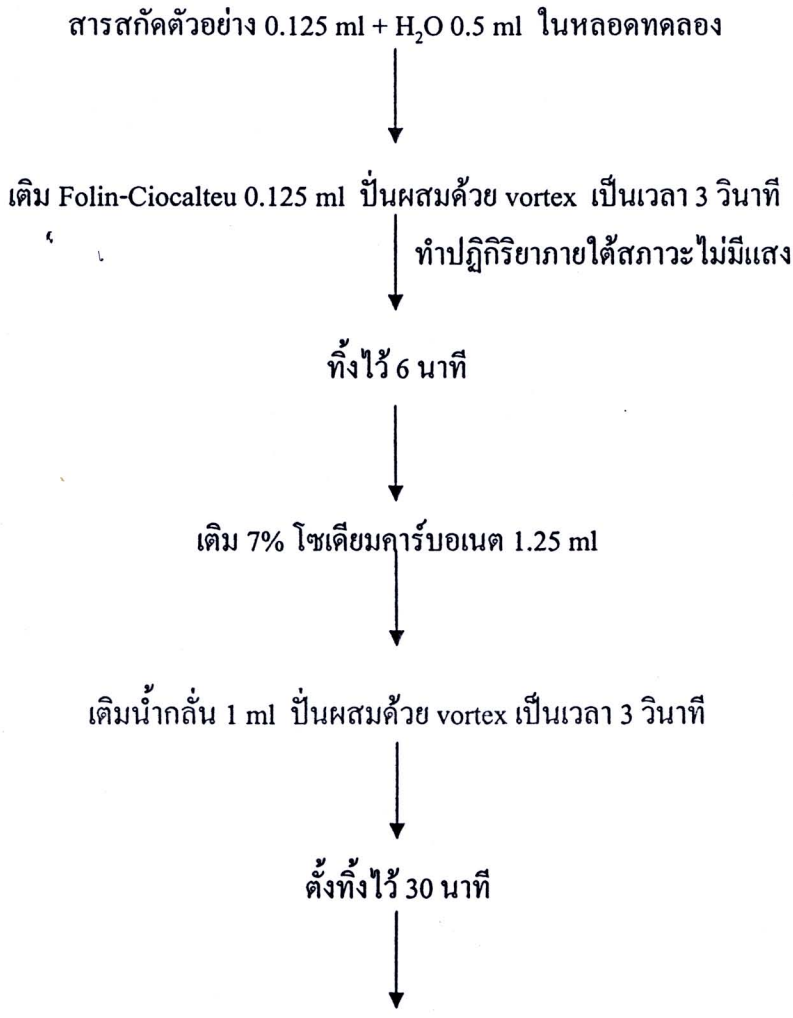
กำหนดให้ A_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ blank

A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

หมายเหตุ สารละลาย DPPH ต้องเตรียมใหม่ทุกวันและเก็บในที่มืดอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยหุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยด์

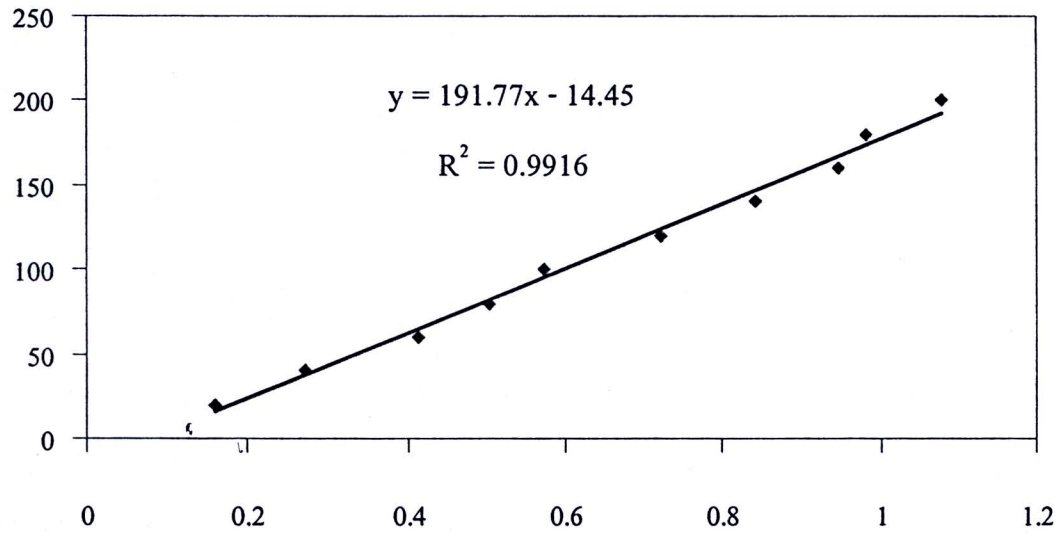
ก-8 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Dewanto *et al.*, 2002)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดโดยใช้ UV/VIS Spectrophotometer ใช้สารสกัดตัวอย่างเช่นเดียวกับที่แสดงในภาคผนวก ก-7 มีขั้นตอนแสดงดังภาพที่ ก- 1



ภาพที่ ก-1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

เตรียม blank โดยทำกราฟมาตรฐาน (standard curve) ของกรดแกลลิค โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 10 ระดับ (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 µg/ml) จากนั้นปิเปตแต่ละความเข้มข้นมา 0.125 ml เติมน้ำ 0.5 ml แล้วทำตามขั้นตอนต่างๆ เหมือนกับตัวอย่าง



ภาพที่ ก-2 กราฟมาตรฐาน (standard curve) ของกรดแกลลิค

ก-9 การวิเคราะห์ค่า Water activity (a_w)

วิเคราะห์ค่า Water activity (a_w) ด้วยเครื่อง NOVASINA รุ่น AWC Water activity center โดยทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่า a_w มีดังนี้

วิธี Set-up Calibration

1. กรณีรู้ค่า a_w โดยประมาณของตัวอย่างที่จะทดสอบให้ Calibrate ด้วยสารละลายความชื้นมาตรฐาน 2 ตัว ที่มีค่า a_w มากกว่า และน้อยกว่าค่า a_w โดยประมาณของตัวอย่าง
2. กรณีไม่รู้ค่า a_w โดยประมาณของตัวอย่างที่จะทดสอบให้ Calibrate ด้วยสารละลายความชื้นมาตรฐานทั้ง 6 ตัว
3. เสียบปลั๊กเครื่อง เปิดสวิตซ์ที่ด้านหลังเครื่อง ปรับสวิตซ์ Temperature preselector เป็นหมายเลข 190
4. เปิด Cover และ Measurement head ตามลำดับ นำตลับสารความชื้นมาตรฐานใส่ใน Measurement head ตามลำดับ นำตลับสารความชื้นมาตรฐานใส่ใน Measuring bowl ให้เริ่มต้นด้วยสารความชื้นมาตรฐานที่มีค่าสูง ปิด Measurement head และ Cover ตามลำดับ
5. หมุนปุ่มสีเหลืองไปยังหมายเลข 2 รอจนอุณหภูมิและค่า a_w ใกล้เคียงกับที่จะ Calibrate
6. กดปุ่มสีฟ้าค้างไว้จนกระทั่งบนจอกระพริบ ถ้าบนจอกระพริบเป็นคำว่า NO CAL รอจนกว่าบนจอแสดงข้อความที่เป็นตัวเลขของสารความชื้นมาตรฐานที่กำลัง Calibrate พร้อมกับคำว่า CAL แล้วข้อความกระพริบด้วย แล้วจึงปล่อยมือ

7. กดปุ่มสีฟ้าอีกครั้ง จนกระทั่งข้อความบนจอหยุดกระพริบและแสดงค่าอุณหภูมิ และค่า a_w
8. หลังจากเสร็จสิ้นการ Calibrate แล้ว เครื่องจะคืนสู่สภาพปกติ คือพร้อมที่จะวัด และแสดงค่าอุณหภูมิ และ% ERE (a_w =ERH/100) ของตัวอย่าง

วิธีการใช้เครื่องเพื่อทำการวัดสารตัวอย่าง

1. ตั้งอุณหภูมิในการอ่านค่าตามที่ต้องการ
2. ปรับปุ่มสีเหลืองให้อยู่ที่หมายเลข 1
3. นำตัวอย่างบรรจุลงในถ้วยตัวอย่าง (sample cup) ปริมาณของตัวอย่าง 3 ใน 4 ของความจุของถ้วย และตัวอย่างต้องไม่สูงเกินขอบของภาชนะโดยเด็ดขาด
4. เปิดฝาเครื่อง Novasina แล้วหมุนฝาครอบทองเหลืองทวนเข็มนาฬิกา ยกขึ้น
5. เปิดฝาถ้วยตัวอย่างออก แล้ววางลงใน Chamber ปิดด้วยฝาครอบทองเหลือง พร้อมหมุนตามเข็มนาฬิกา ปิดฝาเครื่อง Novasina
6. รอจนกระทั่งหน้าจอแสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการ และเครื่องหมายสามเหลี่ยมด้านล่างกระพริบพร้อมกัน 4 อัน เมื่อเครื่องหมายสามเหลี่ยมด้านล่างกระพริบ 4 อัน พร้อมกัน เริ่มจับเวลาประมาณ10 นาที จึงบันทึกค่า a_w และอุณหภูมิ
7. เปิดฝาเครื่อง Novasina แล้วหมุนฝาครอบทองเหลืองทวนเข็มนาฬิกา ยกขึ้น นำภาชนะบรรจุออกจาก Chamber
8. เมื่อเลิกใช้งาน ให้วางถ้วยตัวอย่างที่บรรจุ siliga gel ลงใน Chamber แล้วจึงปิดฝาเครื่อง Novasina

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ข-1 การวัดค่าสี

วัดค่าสีโดยใช้เครื่อง (HunterLab, MiniScan XP Plus, U.S.A) นำตัวอย่างข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรหลังการล้างและการหุงสุก มาบรรจุให้เต็มตลับพลาสติกทรงกลมใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร โดยใส่ตัวอย่างข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรหลังการล้างและการหุงสุกลงไปในตลับพลาสติก ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดสีมีดังนี้

1.ขั้นตอนการต่อเครื่องให้เรียบร้อย

1.1เสียบสายอุปกรณ์ต่อกับเครื่องให้เรียบร้อย ก่อนที่จะทำการเสียบเข้ากับปลั๊กไฟ

1.2 เข้าโปรแกรม Universal

2.ทำการ Standardize

2.1 เข้าMenu Bar Standardize (CAL)

2.2 เลือก Port Size เป็น 1.25 นิ้ว กด OK

2.3 เครื่องจะถามหาแผ่น Black Glass ให้แผ่นวาง Black Glass ที่ Sample Port กด OK

2.4เครื่องจะถามหาแผ่น White Tile ให้แผ่นวาง White Tile ที่ Sample Port กด OK

2.5กด OK อีกครั้ง

2.6 ทำการวัดค่าเทียบกับแผ่นขาวโดยใช้ Scale X Y Z วัดเทียบค่ากับ Scale ด้านหลังแผ่นความแตกต่าง Delta X Y Z ต้องมีความต่างไม่เกิน ± 0.3 Units ถ้าเกินให้ทำความสะอาดแผ่น Black Glass และ White Tile แล้วทำการ Standardize ใหม่อีกครั้ง

3.หน้าจอของโปรแกรม Universal มีทั้งหมด 9 หน้าจอ แต่เจอหน้าจอใช้ดู Scale คือ Master Color Data

4.การวัดค่า

4.1 เราสามารถทำการวัดค่าได้เลย โดยเลือกเข้าหน้าจอ Master Color Data

4.2 ถ้าต้องการวัดค่า Standard กด Read Std ที่ Menu Bar เครื่องจะทำการวัดและแสดงค่า Standard

4.3ถ้าต้องการวัดค่า Sample กด Read Sam ที่ Menu Bar เครื่องจะทำการวัดและแสดงค่า Sample

5.การเปลี่ยน Scale

5.1 ในหน้าจอ Master Color Data ให้กด Active View ที่เมนู Bar

5.2 ทำการแก้ไข Scale ในช่อง Scale แล้วกด OK

5.3 โปรแกรมจะทำการเปลี่ยน Scale ให้

6.การ Upload ข้อมูล

6.1เข้า Menu Sensor เลือก Upload MiniScale Sample

6.2 ทำการ Mark ข้อมูลที่จะให้เลือก Select All ถ้าต้องการเลือกทั้งหมด

6.3 เลือก Save ถ้าต้องการเก็บค่า เลือก Display ถ้าต้องการโชว์ข้อมูลและเก็บค่าทีหลัง

ข-2 วัดเนื้อสัมผัส (เฉลิมชัย รอดมณี, 2548)

วัดเนื้อสัมผัสข้าวหุงสุกโดยใช้เครื่อง Texture Analysis; TA.XT2 นำข้าวที่ผ่านการหุงสุก 20 กรัม บรรจุในกระป๋องอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร สูง 3.7 เซนติเมตร รายงานค่าเป็นค่าความแข็ง(hardness) ใช้หัววัดขนาด 35 มิลลิเมตร (P/35) และกำหนดสภาวะของเครื่องดังนี้

Mode	: Measure force in compression
Option	: Return to start
Pre-test speed	: 0.5 mm/s
Test speed	: 0.5 mm/s
Post-test speed	: 10.0 mm/s
Strain	: 75%
Strigger type	: Auto-10 g

Data acquisitions rate: 100 pps

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ค-1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีนับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป (Petrifilm) (บริษัท 3เอ็ม ประทศไทย จำกัด, 2552)

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนปริมาตร 90 มิลลิลิตร ลงในถุง นำไปตีผสมเป็นเวลา 60 วินาที จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1}

2. ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองบรรจุสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2}

3. เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับข้อ 2 เป็นลำดับ จนได้ตัวอย่างความเจือจางที่ต้องการ

4. วางแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปสำหรับจุลินทรีย์ทั้งหมด บนพื้นราบ เปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนขึ้น

5. ปิเปตตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสม 2 ระดับ คือ 10^{-3} และ 10^{-4} มา 1 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างลงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นล่าง ให้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป ทำ 2 ซ้ำ ในตัวอย่างแต่ละความเจือจาง

6. ค่อยๆ ปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนลงมา อย่าปล่อยให้แผ่นฟิล์มตกลงมาเอง

7. วางตัวกด (spreader) ทาบลงบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป กดลงจนเห็นตัวอย่างกระจายทั่วบริเวณวงกลมขอบนอก ยก spreader ขึ้น รอ 1-2 นาที เพื่อให้เนื้อเจลแข็งตัว

8. บ่มแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปโดยให้ด้านใสหงายขึ้น ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน

9. นับจำนวนโคโลนีจากแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีในแต่ละแผ่นที่มีค่าอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี และคำนวณค่า cfu ต่อกรัมของตัวอย่าง ทั้งนี้หากจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 1-25 โคโลนี ให้เขียนคำว่า estimated หรือ est. ต่อท้ายไว้ด้วย

ค่า cfu ต่อกรัม คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\text{cfu ต่อกรัม} = n/d$$

$$\text{หรือ} = n \times df$$

เมื่อ n คือ จำนวนโคโลนีที่นับได้

d คือ ความเจือจางของตัวอย่างที่นำมาเพาะในจานที่หาค่า n ได้

df คือ dilution factor หรือ ส่วนกลับของความเจือจางของตัวอย่างที่นำมาเพาะในจานที่หาค่า n ได้

ค-2 การตรวจเชื้อยีสต์และราโดยวิธีนับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป (Petrifilm) (บริษัท 3เอ็ม ประทศไทย จำกัด, 2552)

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม และทำการเจือจางด้วยสารละลายเปปโตน โดยวิธีเดียวกับ ง-1 จนได้ตัวอย่างความเจือจางตามต้องการ

2. เลือกตัวอย่างที่มีค่าความเจือจางที่เหมาะสม 2 ระดับ คือ 10^{-2} และ 10^{-3} มา 1 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างลงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นล่าง ให้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปสำหรับยีสต์และรา ทำ 2 ซ้ำ ในตัวอย่างแต่ละความเจือจาง

6. ค่อยๆ ปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนลงมา อย่าปล่อยให้แผ่นฟิล์มตกลงมาเอง

7. วางตัวกด (spreader) ทาบลงบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป กดลงจนเห็นตัวอย่างกระจายทั่วบริเวณวงกลมขอบนอก ยก spreader ขึ้น รอ 1-2 นาที เพื่อให้เนื้อเจลแข็งตัว

8. บ่มแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปโดยให้ด้านใสหงายขึ้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

9. นับจำนวนโคโลนีจากแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีในแต่ละแผ่นที่มีค่าอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี และคำนวณค่า cfu ต่อกรัมของตัวอย่าง ทั้งนี้หากจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 1-25 โคโลนี ให้เขียนคำว่า estimated หรือ est. ต่อท้ายไว้ด้วย

ค่า cfu ต่อกรัม คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\text{cfu ต่อกรัม} = n/d$$

$$\text{หรือ} = n \times df$$

เมื่อ n คือ จำนวนโคโลนีที่นับได้

d คือ ความเจือจางของตัวอย่างที่นำมาเพาะในจานที่หาค่า n ได้

df คือ dilution factor หรือ ส่วนกลับของความเจือจางของตัวอย่างที่นำมาเพาะในจานที่หาค่า n ได้

ค-3 การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

นำน้ำกลั่นใส่ในหลอดทดลองปริมาตร 2 มิลลิลิตร ต้มจนเดือด และชั่งตัวอย่างข้าวกล้องงอก 1 กรัม ใส่หลอดทดลอง (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1 : 2) ต้มเป็นเวลา 5 และ 10 นาที เมื่อครบเวลาให้ตักข้าวที่สุกแล้วออกมา 0.5 กรัม ใส่หลอดทดลองสำหรับ dilution (10^{-1})

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ปริมาณ 11.75 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเพื่อให้อาหารละลายอย่างสมบูรณ์ เทใส่ขวด Duran และชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ปริมาณ 19.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเพื่อให้อาหารละลายอย่างสมบูรณ์ และเทใส่ขวด Duran จากนั้นเตรียมสารละลายกรดทาร์ทาริก 10% โดยชั่งผงกรดทาร์ทาริกปริมาณ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร์ และเทใส่ขวด duran

นำ Petri dish อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ PDA สารละลายกรดทาร์ทาริก 10% และหลอดทดลองพร้อมฝาปิด Pipette tip และน้ำกลั่นมา clave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

ปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจางมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน Petri dish (แต่ละ Petri dish ทำ 2 ซ้ำ) และทำ Petri dish ควบคุมที่ไม่ใส่ตัวอย่าง 1 อัน เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอุณหภูมิ 45 – 50 °C ลงใน Petri dish ที่มีตัวอย่างอยู่ปริมาตร 15 มิลลิลิตร หมุนจานไปมาเล็กน้อยโดยการหมุนซ้ายและขวาเพื่อให้อาหารกับตัวอย่างเข้ากันดี จากนั้นรอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง กลับจานเพาะเชื้อก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง รอจนครบเวลาแล้วนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ ตรวจนับเชื้อในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีในช่วง 30-300 โคโลนี รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารตัวอย่าง ในหน่วย CFU/g

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบความชอบวิธี 9-point Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมทุกครั้ง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	_____	_____	_____	_____
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่นรส	.....	.....	.....	.....
ความนุ่ม	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกาบาของข้าวกล้องงอก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
เวลาในการแช่	2	1124.477	562.238	835.964	.000*
อุณหภูมิในการแช่	2	617.157	308.579	458.810	.000*
เวลา*อุณหภูมิ	4	1205.852	301.463	448.230	.000*
Error	18	12.106	0.673		
Total	27	7722.066			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารสกัดหยาบจากสมุนไพรที่ทำการสกัดด้วยน้ำ

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สมุนไพร	3	570.697	190.232	79.540	.000*
Error	8	19.133	2.392		
Total	12	11862.90			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมดในสารสกัดหยาบสมุนไพร

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
ชนิดสารสกัด	3	38608.947	12869.649	5866.373	.000*
Error	8	17.550	2.194		
Total	12	137386.10			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดหยาบสมุนไพร

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
ชนิดสารสกัด	3	1626.162	542.054	1846.862	.000*
Error	8	2.348	.294		
Total	12	8297.87			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบสมุนไพร

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
ชนิดสารสกัด	4	4268965.31	1067241.329	41689.11	.000*
Error	10	256	25.6		
Total	15	6517800.13			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหลังการล้าง

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	3.619	3.619	12.668	.003*
สมุนไพร	3	148.919	49.640	173.745	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	3.615	1.205	4.218	.022*
Error	16	4.571	.286		
Total	24	191780.735			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	14.446	14.446	57.126	.000*
สมุนไพร	3	354.533	118.178	467.329	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	48.187	16.062	63.518	.000*
Error	16	4.046	.253		
Total	24	154514.408			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	19.929	19.929	81.500	.000*
สมุนไพร	3	238.967	79.656	325.751	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	16.981	5.660	23.147	.000*
Error	16	3.912	.245		
Total	24	175283.178			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหลังการล้าง

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	7017.840	7017.840	36208.651	.000*
สมุนไพร	3	18427.469	6142.490	31692.267	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	4798.469	1599.490	8252.590	.000*
Error	16	3.101	.194		
Total	24	203575.486			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	182.381	182.381	1200.336	.000*
สมุนไพร	3	104.962	34.987	230.269	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	26.952	8.984	59.129	.000*
Error	16	2.431	.152		
Total	24	9489.587			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	345.345	345.345	98.617	.000*
สมุนไพร	3	353.585	117.862	33.657	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	142.368	47.456	13.552	.000*
Error	16	56.030	3.502		
Total	24	17466.343			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า L* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหลังการล้าง

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	26.376	26.376	435.099	.000*
สมุนไพร	3	41.438	13.813	227.854	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	94.608	31.536	520.220	.000*
Error	16	.970	.061		
Total	24	36157.506			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า L* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	12.098	12.098	621.493	.000*
สมุนไพร	3	35.263	11.754	603.819	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	16.489	5.496	282.340	.000*
Error	16	.311	.019		
Total	24	45533.859			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า L* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	2.877	2.877	65.975	.000*
สมุนไพร	3	13.340	4.447	101.962	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	18.124	6.041	138.520	.000*
Error	16	.698	.044		
Total	24	41078.223			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า a* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหลังการล้าง

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	5.970	5.970	347.432	.000*
สมุนไพร	3	11.978	3.993	232.349	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	13.180	4.393	255.675	.000*
Error	16	.275	.017		
Total	24	5278.008			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า a* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	4.620	4.620	190.288	.000*
สมุนไพร	3	17.797	5.932	244.345	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	1.406	.469	19.297	.000*
Error	16	.388	.024		
Total	24	2536.086			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า a* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	5.358	5.358	416.032	.000*
สมุนไพร	3	16.407	5.469	424.650	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	2.217	.739	57.385	.000*
Error	16	.206	.013		
Total	24	2757.843			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหลังการล้าง

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	68.411	68.411	1291.489	.000*
สมุนไพร	3	142.880	47.627	899.110	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	35.765	11.922	225.062	.000*
Error	16	.848	.053		
Total	24	10374.124			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	13.128	13.128	492.285	.000*
สมุนไพร	3	165.344	55.115	2066.801	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	9.261	3.087	115.763	.000*
Error	16	.427	.027		
Total	24	2595.966			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b* ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	1.270	1.270	171.761	.000*
สมุนไพร	3	302.930	100.977	13660.869	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	10.562	3.521	476.283	.000*
Error	16	.118	.007		
Total	24	3942.888			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	1.114	1.114	23.517	.000*
สมุนไพร	3	.074	.025	.521	.674
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	.107	.036	.756	.535
Error	16	.758	.047		
Total	24	22338.424			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.[ns]
สารเคลือบ	1	.022	.022	.340	.568
สมุนไพร	3	.524	.175	2.748	.077
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	.608	.203	3.191	.052
Error	16	1.017	.064		
Total	24	39262.941			

[ns] หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ จ-23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านสีของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	.337	.337	.428	.514
สมุนไพร	3	22.246	7.415	9.406	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	2.912	.971	1.231	.299
Block	29	56.021	1.932	2.662	.000*
Error	29	182.900	.788		
Total	232	11211.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านสีของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	.004	.004	.006	.938
สมุนไพร	3	7.879	2.626	3.820	.011*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	1.413	.471	.685	.562
Block	29	24.921	.859	1.254	.184
Error	232	159.500	.687		
Total	240	12027.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	.504	.504	.563	.454
สมุนไพร	3	56.079	18.693	20.873	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	7.946	2.649	2.958	.033*
Block	29	49.921	1.721	1.626	.028*
Error	232	207.767	.896		
Total	240	9069.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	35.167	11.722	11.007	.000*
สมุนไพร	3	6.667	6.667	6.260	.013*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	13.433	4.478	4.205	.006*
Block	29	22.333	.770	.578	.960
Error	232	247.067	1.065		
Total	240	11784.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านความนุ่มของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.[ns]
สารเคลือบ	1	2.400	2.400	2.655	.105
สมุนไพร	3	1.433	.478	.529	.663
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	2.833	.944	1.045	.374
Block	29	70.650	2.436	3.510	.000*
Error	232	209.733	.904		
Total	240	9742.000			

* หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านความนุ่มของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	2.817	2.817	4.793	.030*
สมุนไพร	3	.833	.278	.473	.702
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	3.017	1.006	1.711	.165
Block	29	17.750	.612	1.026	.435
Error	232	136.333	.588		
Total	240	9518.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ผ่านการล้างและหุงสุก

Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	.067	.067	.046	.831
สมุนไพร	3	65.233	21.744	14.881	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	17.700	5.900	4.038	.008*
Block	29	36.750	1.267	.691	.882
Error	232	182.933	.789		
Total	240	9794.000			

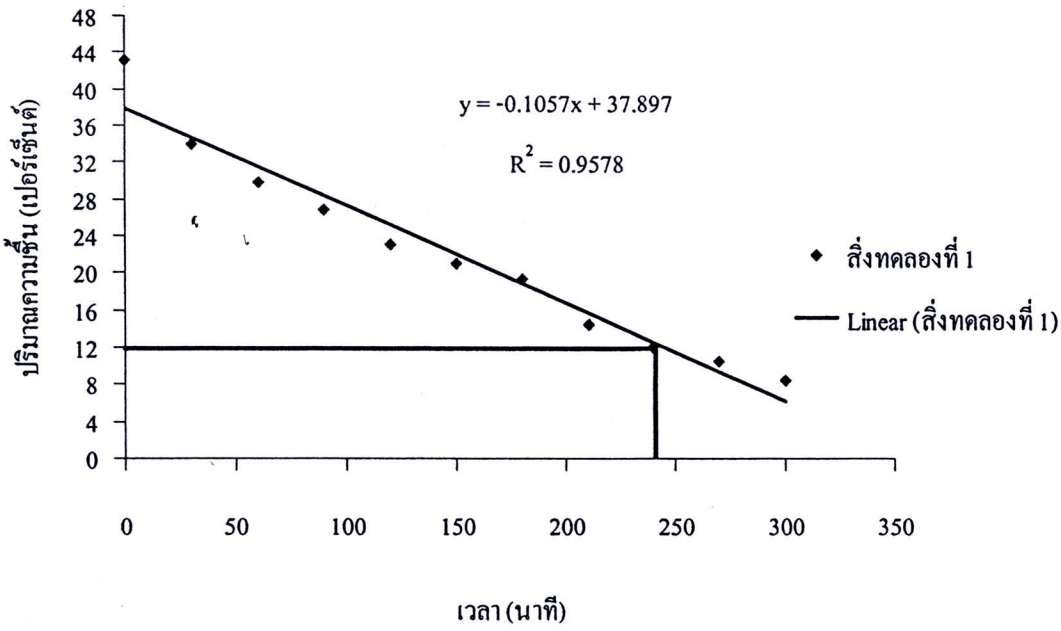
* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ จ-30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรที่ไม่ผ่านการล้างและหุงสุก

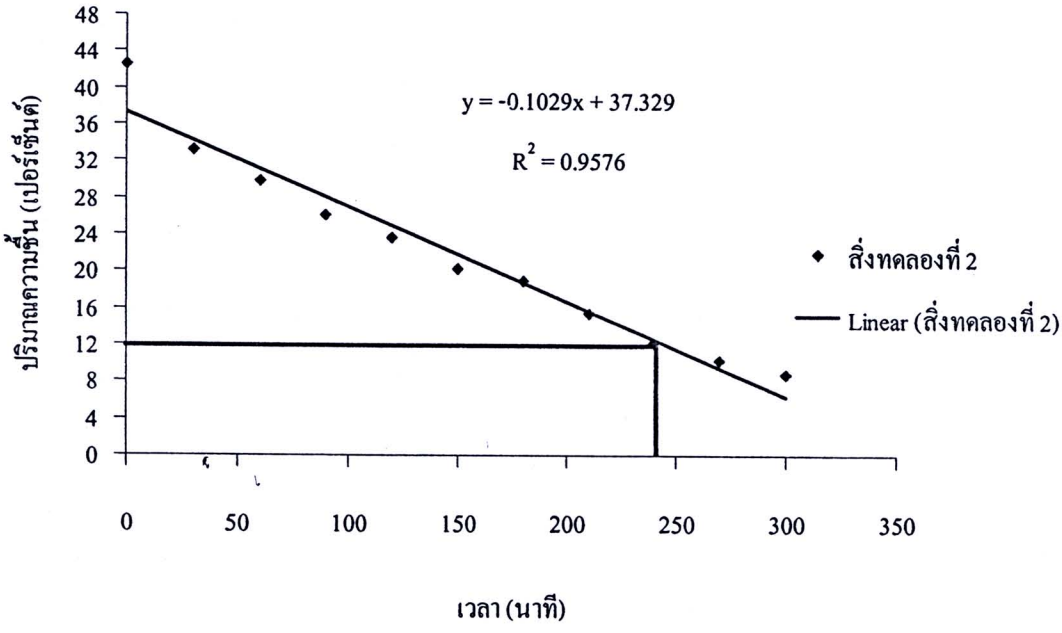
Source of variance	df	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
สารเคลือบ	1	.199	.199	.101	.751
สมุนไพร	3	110.112	36.704	18.574	.000*
สารเคลือบ*สมุนไพร	3	34.764	11.588	5.864	.001*
Block	29	63.713	2.197	.851	.688
Error	232	448.567	1.976		
Total	240	10515.000			

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

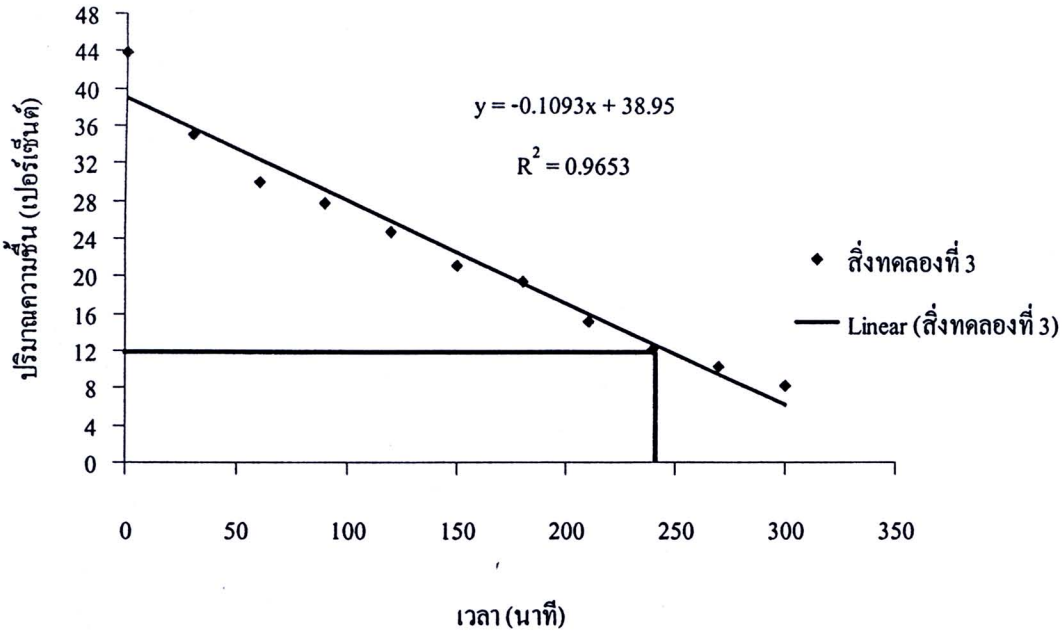
ภาคผนวก ฉ
กราฟการทำแห้ง



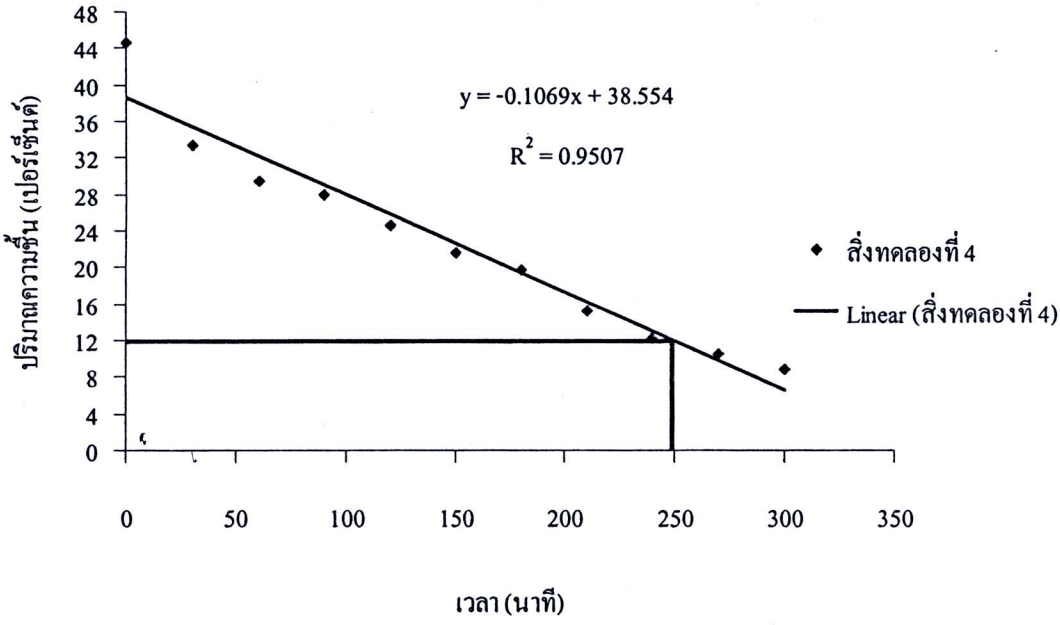
ภาพที่ ฉ-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



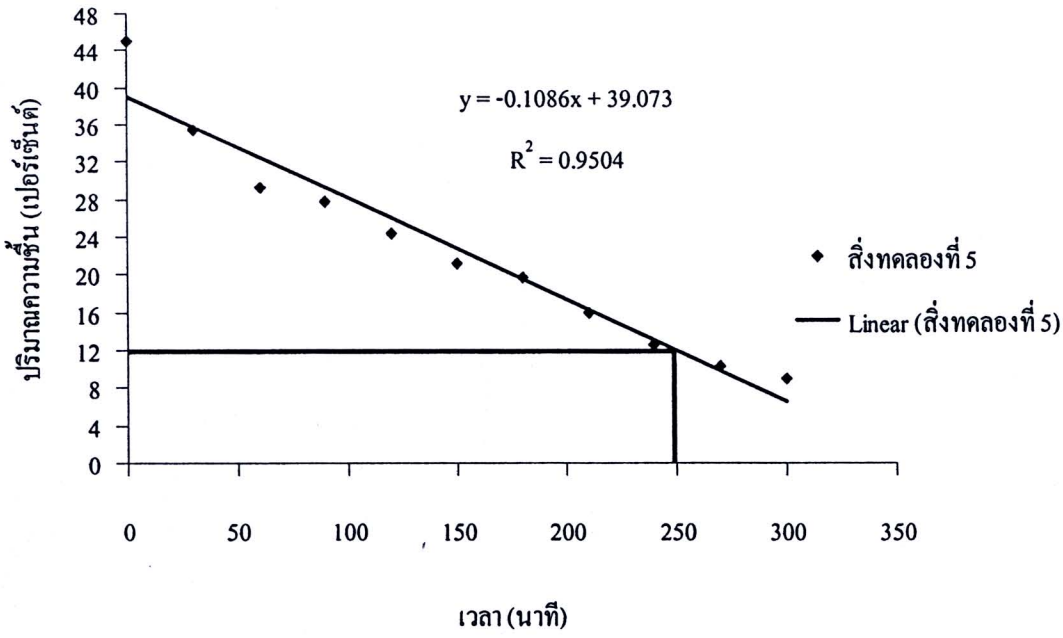
ภาพที่ ฉ-2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



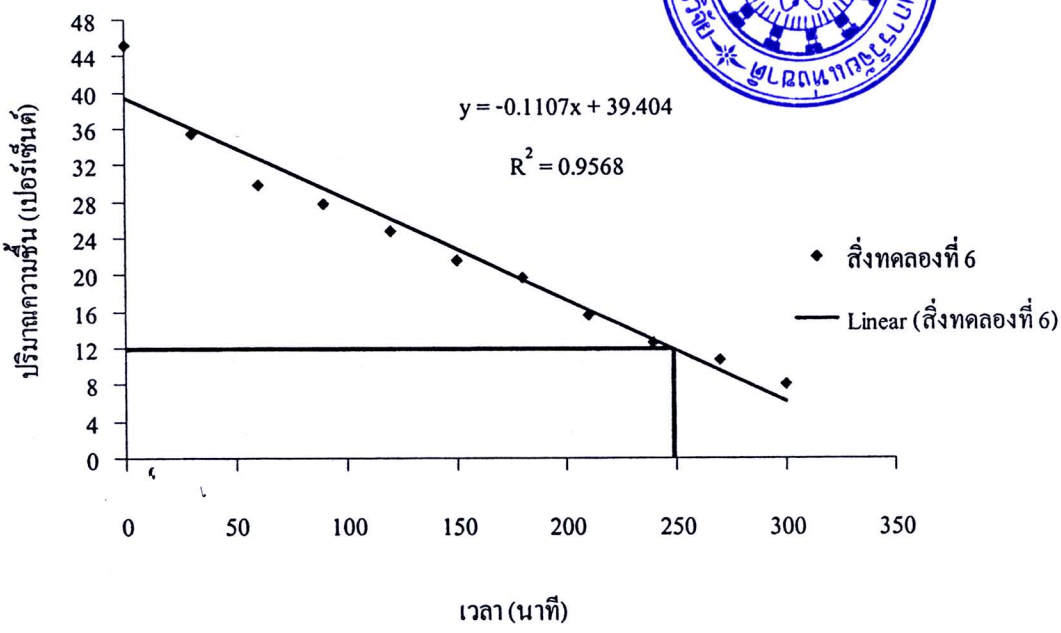
ภาพที่ ฉ-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



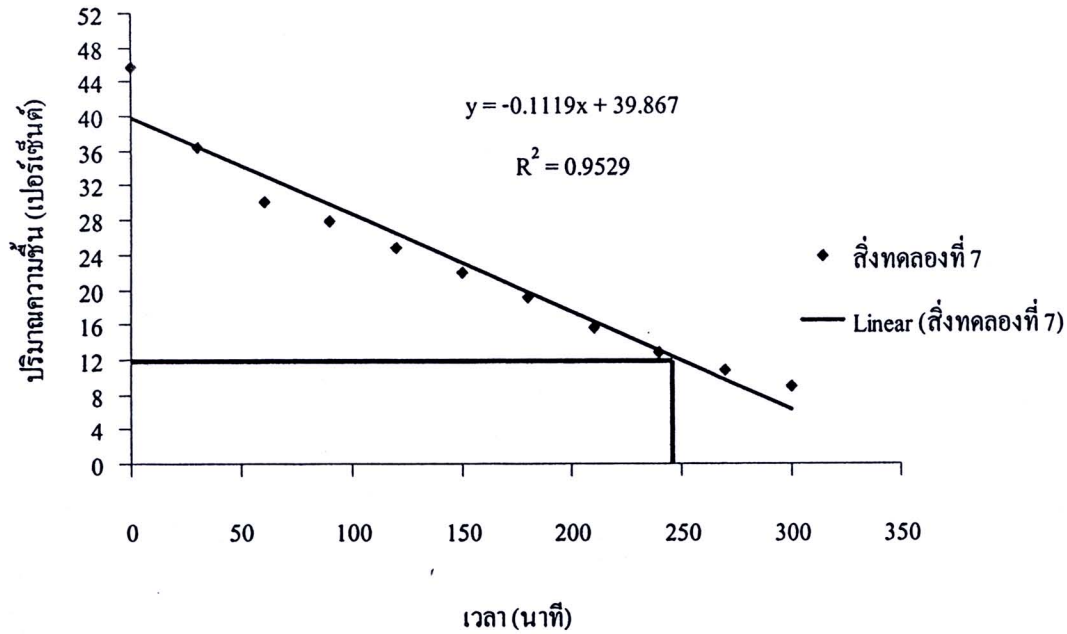
ภาพที่ ฉ-4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



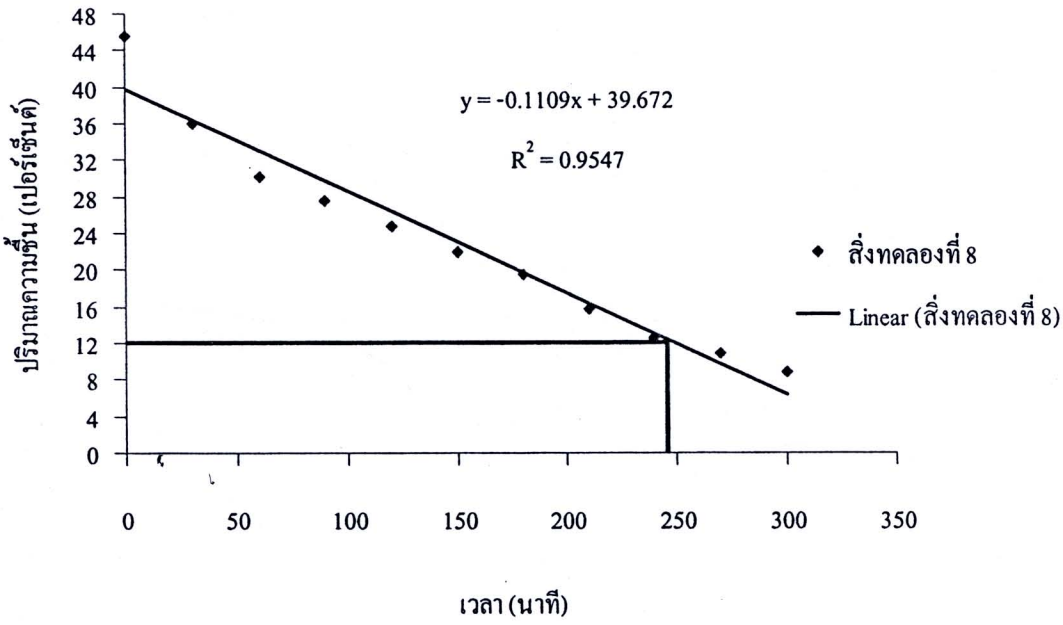
ภาพที่ ฉ-5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



ภาพที่ ฉ-6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



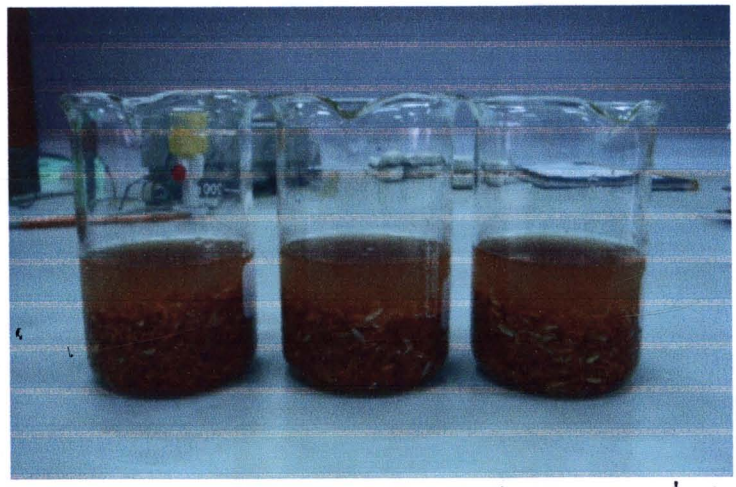
ภาพที่ ฉ-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง



ภาพที่ ฉ-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการอบแห้ง

ภาคผนวก ช

ภาพประกอบสำหรับงานวิจัย



ก) ข้าวกล้องแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์นาน 30 นาที เพื่อล้างทำความสะอาด

ข) ข้าวกล้องแช่ในน้ำกลั่นเพื่อทำการเพาะข้าวให้งอก

ค) นำเข้าตู้บ่ม(incubator)ที่อุณหภูมิ 35±1 °C

ภาพที่ ช-1 ขั้นตอนการเตรียมข้าวกล้องงอกโดยการแช่ข้าว ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (ก) ตามด้วยการแช่ในน้ำกลั่นเพื่อให้งอก(ข) และการบ่มข้าวในตู้อบเพื่อให้ข้าวงอก (ค)

(ก)

(ข)

ภาพที่ ช-2 การเพาะข้าวกล้องงอกภายใต้แก๊สไนโตรเจนในที่มืดโดยใช้เครื่องบรรจุแก๊สไนโตรเจน (ก) และบรรจุในถุงฟอยล์ (ข)

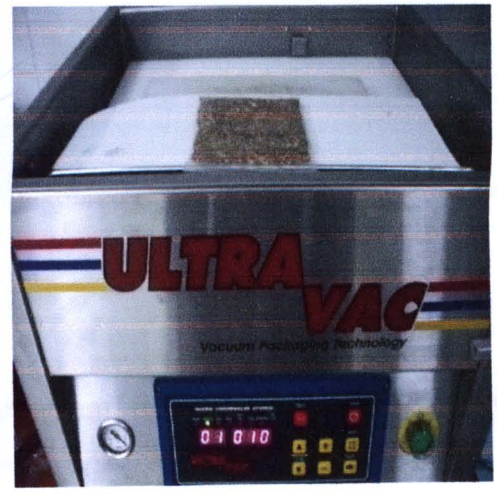
ภาพที่ ช-3 ข้าวกล้องในระยะต่างๆ ข้าวกล้องหลังการแช่น้ำ (ก) ข้าวกล้องหลังการทำให้งอก (ข)

(ก) การเคลือบข้าวกล้องงอกด้วยสารสกัดสมุนไพร

(ข) ข้าวกล้องงอกใส่ถาดอบแห้ง

ภาพที่ ช-4 สารเคลือบร่วมกับสารสมุนไพร(ก) และเกลี่ยข้าวใส่ถาดในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°C

(ก) ข้าวกล้องงอก บรรจุลงในถุงสุญญากาศ

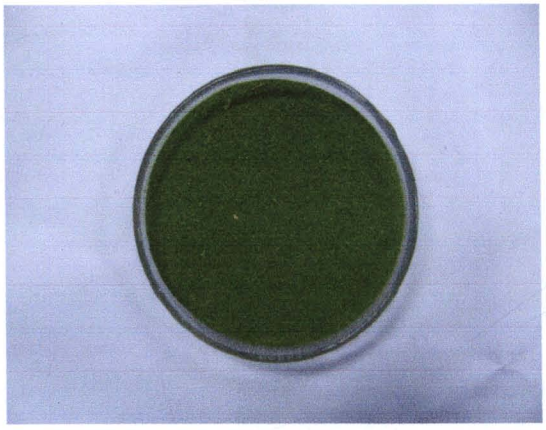


(ข) การบรรจุข้าวด้วยเครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ

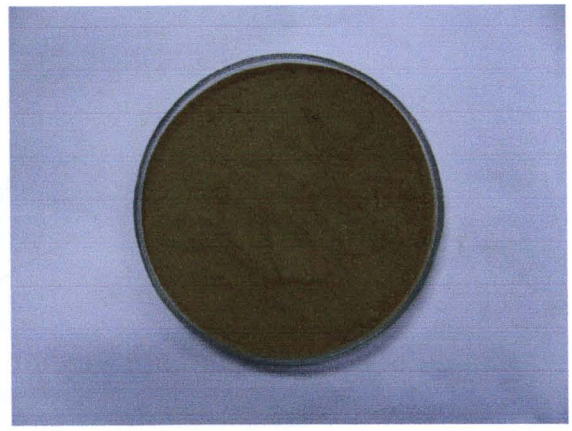
ภาพที่ ช-5 ข้าวกล้องบรรจุลงในถุงสุญญากาศ(ก) และการบรรจุข้าวด้วยเครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ(ข)

ก) ‘ผงเหง้าขมิ้นแห้ง

ข) ดอกคำฝอยแห้ง



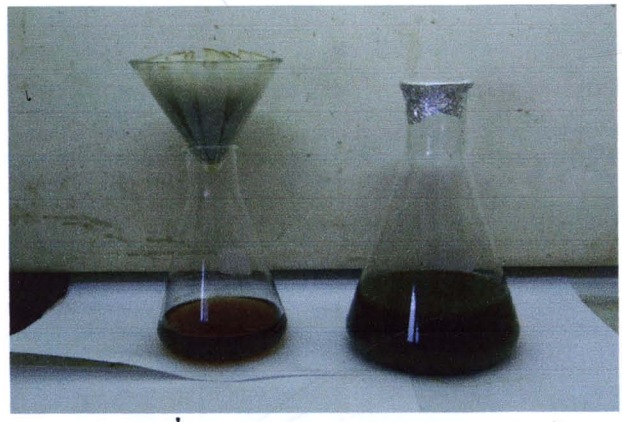
ค) ผงใบบัวบกแห้ง



ง) ผงใบมะรุมแห้ง

ภาพที่ ช-6 วัตถุดิบสมุนไพรที่นำมาใช้ในการสกัด ผงเหง้าขมิ้นแห้ง (ก) ดอกคำฝอยแห้ง (ข) ผงใบบัวบกแห้ง (ค) และ ผงใบมะรุมแห้ง (ง)

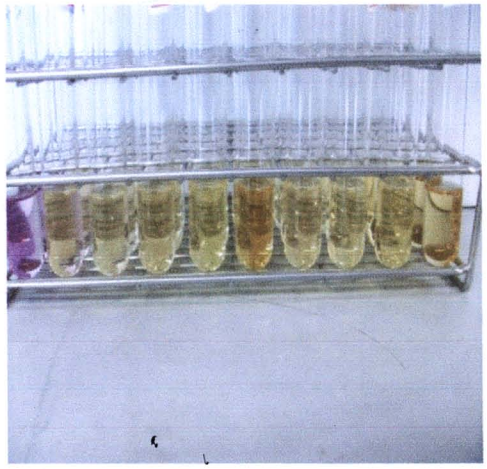
ก) ทำการสกัดสารที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ



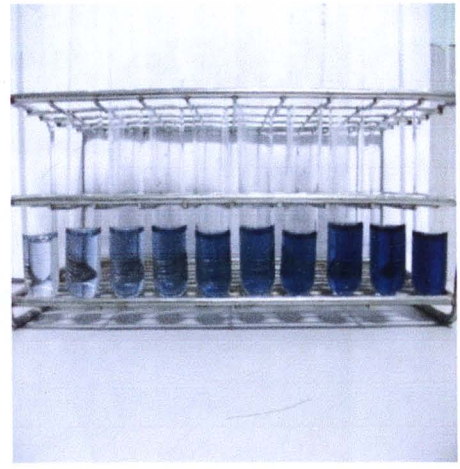
ข) กรองสารสกัดเพื่อแยกส่วนสารสกัดและกากสมุนไพรออกจากกัน

ค) ระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

ภาพที่ ช-7 ขั้นตอนการสกัดสารสมุนไพร ทำการสกัดสารที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (ก) กรองสารสกัดเพื่อแยกส่วนสารสกัดและกากสมุนไพรออกจากกัน(ข) ระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสในอ่างควบคุมอุณหภมิ (ค)



(ก) การวัดสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH



(ข) การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

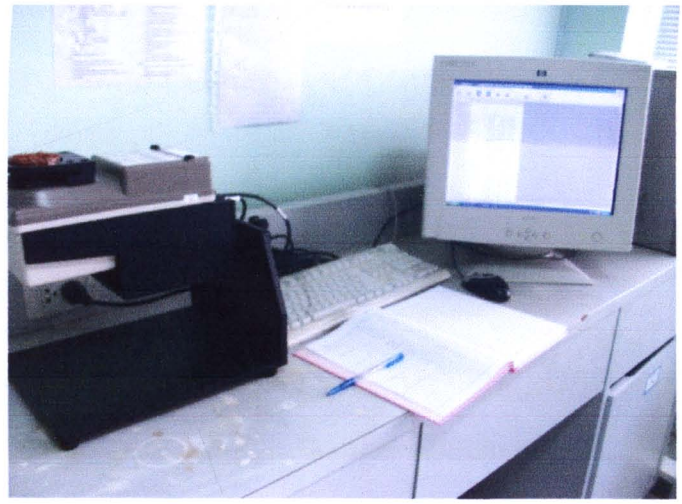
ภาพที่ ช-8 การวัดสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีDPPH (ก) และการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (ข)

ภาพที่ ช- 9 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectophotometer)

ภาพที่ ช-10 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

ภาพที่ ช-11 เครื่องวัดค่า Water activity (aw)

ภาพที่ ช-12 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ (vaccum packing machine)



ภาพที่ ช-13 เครื่องวัดสี (HunterLap miniscan)

ภาพที่ ช- 14 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ภาพที่ ช- 15 การออกพื้นที่เพื่อจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

ภาพที่ ช- 16 ผู้สนใจเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ภาพที่ ช- 17 วิทยากรบรรยายและสาธิตการสกัดสารสมุนไพร

ภาพที่ ช- 18 ผู้ร่วมการอบรมร่วมทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหุงสุก

ภาพที่ ช- 19 ผู้ร่วมการอบรมร่วมทดสอบชิมและประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ภาพที่ ช- 20 ผู้ร่วมการอบรมได้รับแจกเอกสารและมีส่วนร่วมพิจารณาสารสมุนไพรที่ใช้

ภาพที่ ช- 21 วิทยากรอธิบายวิธีการเพาะข้าวกล้องงอก

ภาคผนวก ซ

แบบทดสอบผู้บริโภค เอกสารเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

ซ-1 แบบทดสอบผู้บริโภค

กรุณาขีดเครื่องหมาย √ ลงหน้าข้อความที่ท่านต้องการ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 15 ปี ( ) 15-23 ปี

( ) 24-32 ปี ( ) 33-41 ปี

( ) 42-50 ปี ( ) 51-60 ปี

3. ระดับการศึกษา

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา

( ) มัธยมศึกษาหรือ ปวช.

( ) อนุปริญญาหรือ ปวส.

( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

( ) นิสิต/นักศึกษา

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสหกิจ/พนักงานของรัฐ

( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

5. รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001-10,000 บาท

( ) 10,001-15,000 บาท ( ) 15,001-20,000 บาท

( ) มากกว่า 20,000 บาท

<u>ตอนที่ 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์

6. ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกหรือไม่

( ) รู้จัก

( ) ไม่รู้จัก

( ) ไม่แน่ใจ

7. ท่านเคยบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกหรือไม่

( ) เคย

( ) ไม่เคย (ข้ามไปตอบข้อ 9)

8. ท่านบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกบ่อยเพียงใด

( ) น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์

( ) 1-3 ครั้ง/สัปดาห์

( ) 4-6 ครั้ง/สัปดาห์

( ) ทุกวัน

9. ท่านสนใจรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีส่วนผสมของสารสมุนไพรหรือไม่

( ) สนใจ

( ) ไม่สนใจ

( ) เฉยๆ

10. ถ้ามีผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีส่วนผสมของสารสมุนไพรวางจำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ

( ) ไม่ซื้อ

( ) ไม่แน่ใจ

11. เหตุผลสำคัญที่ท่านใช้ในการตัดสินใจซื้อข้าวกล้องงอกที่มีส่วนผสมของสารสมุนไพร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) คุณค่าทางอาหาร ( ) ราคา

( ) รสชาติ ( ) ความแปลกใหม่

( ) ลักษณะปรากฏ ( ) ภาชนะบรรจุ

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์

12. กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรหุงสุกและให้คะแนนความชอบ

<u>คำอธิบายคะแนนความชอบ</u>

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = เฉย ๆ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

กรุณาให้คะแนนความชอบลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังนี้

ลักษณะปรากฏ	.....
สี	.....
กลิ่น (จากการดม)	.....
กลิ่นรส(จากการกิน)	.....
รสชาติ	.....
ความนุ่ม	.....
ความชอบโดยรวม	.....

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

13.หากมีผลิตภัณฑ์นี้ออกวางจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ.....

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ.....

( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

ขอขอบคุณ

ซ-2 เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่แจกผู้เข้าร่วมการอบรม

กระบวนการสกัดสารสกัดจากสมุนไพร

ดร.อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ
หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีพืชสมุนไพรและความหลากหลายทางชีวภาพ
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุดิบ และอุปกรณ์

วัตถุดิบ

1. ดอกคำฝอยบดเป็นผง
2. เหง้าขมิ้นแห้งบดเป็นผง
3. ใบบัวบกแห้งบดเป็นผง
4. ใบมะรุมแห้งบดเป็นผง

อุปกรณ์

1. ภาชนะสำหรับใช้สกัดที่มีฝาปิด (ขวดโหลแก้ว หรือหม้อสแตนเลส)
2. เครื่องชั่ง
3. กระบอกตวง
4. ผ้าขาวบางเนื้อละเอียด
5. กระชอนสแตนเลส
6. เตาแก๊ส
7. หม้อตุ๋น หรือ กะละมังสแตนเลสขนาดแตกต่างกัน 2 ใบ

การสกัดสารจากสมุนไพร

กระบวนการสกัดสารจากสมุนไพรด้วยน้ำ

นำผงสมุนไพรแห้งไปใส่ในภาชนะที่มีฝาปิด (โหลแก้ว/ถังสแตนเลส)

⇩

เติมน้ำให้ท่วมผงสมุนไพร (อัตราส่วน ตัวทำละลาย 1 ส่วนต่อพืช 10 ส่วน)

⇩

ทำการสกัดสารที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

⇩

กรองแยกน้ำที่มีสารสกัดจากกากสมุนไพรโดยใช้ผ้าขาวบาง

⇩

นำกากสมุนไพรไปสกัดซ้ำด้วยวิธีการเดิม อีก 2 ครั้ง

⇩

นำน้ำสกัดที่มีสารสกัดสมุนไพรที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 ครั้งมาเทรวมกัน

⇩

ระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสในอ่างควบคุมอุณหภูมิ
เพื่อให้เหลือแต่สารสกัดจากสมุนไพร

⇩

สารสกัดสมุนไพรที่ผ่านการระเหยน้ำออกจะมีลักษณะข้น เหนียว มีสีตามชนิดสมุนไพรที่เรา
นำมาสกัด

⇩

บรรจุสารสกัดลงในขวดหรือภาชนะที่สะอาด และทึบแสง เก็บรักษาในตู้เย็น

ผงเหง้าขมิ้นแห้ง

ดอกคำฝอยแห้ง

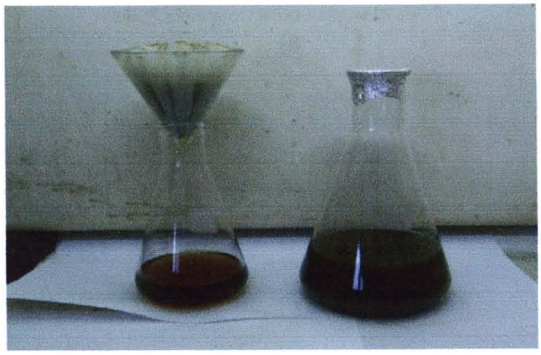
ผงใบมะรุมแห้ง

ผงใบบัวบกแห้ง

⇩

ทำการสกัดสารที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

⇩

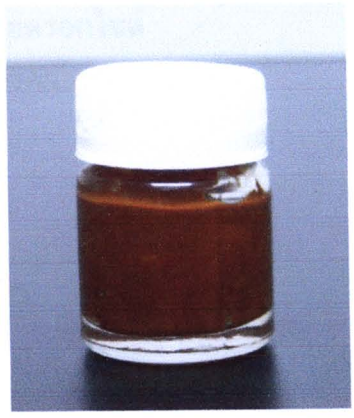


กรองสารสกัดเพื่อแยกส่วนสารสกัดและกากสมุนไพรออกจากกัน

⇩

ระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

⇩



สารสกัดสมุนไพร

กระบวนการเตรียมข้าวกล้องงอก

ดร.ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล
คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์

วัตถุดิบ/สารเคมี

1. ข้าวกล้อง
2. สารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก
5. น้ำ

อุปกรณ์

1. ภาชนะสำหรับแช่ข้าว
2. หม้อต้ม
3. กระบอกตวง
4. ผ้าขาวบางเนื้อละเอียด
5. ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์
6. เครื่องบรรจุก๊าซไนโตรเจน
7. ตู้บ่ม (incubator)
8. เครื่องวัดค่า pH หรือ กระดาษลิสมัต

กระบวนการเตรียมข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้อง

⇩

แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1%

⇩

คนผสมให้เข้ากันเพื่อทำความสะอาด

⇩

ล้างด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว

⇩

นำข้าวกล้องที่ผ่านการล้างมาแช่ในน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้วที่ปรับค่า pH ให้ได้ 6.0 ± 0.2

⇩

ปรับ pH ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

⇩

นำไปวางในตู้บ่ม (incubator) ที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

⇩

เปลี่ยนน้ำที่ใช้แช่ทุก 4 ชั่วโมง

⇩

เทน้ำทิ้ง

⇩

ล้างข้าวกล้องด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว

⇩

ทำให้สะเด็ดน้ำ

⇩

วางข้าวกล้องบนกระดาษกรอง หรือผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

⇩

บรรจุข้าวในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วอัดก๊าซไนโตรเจน /ปิดผนึกถุง

⇩

นำไปวางที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ภาพประกอบ

ข้าวกล้องแช่ในน้ำกลั่นเพื่อทำการเพาะข้าวให้งอก นำเข้าตู้บ่ม(incubator) เพื่อให้เกิดการงอก

เครื่องบรรจุก๊าซไนโตรเจน

ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

กระบวนการเคลือบข้าวกล้องงอกด้วยสารสมุนไพรโดยวิธีการแช่

ดร.วิชมณี ยืนยงพุทธกาล
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา

วัตถุดิบ และอุปกรณ์

วัตถุดิบ

1. ข้าวกล้องงอก
2. สารสกัดสมุนไพร
3. เพคติน
4. น้ำ

อุปกรณ์

1. ภาชนะสำหรับแช่
2. เครื่องชั่ง
3. เตาไฟฟ้าหรือเตาแก๊ส
4. ผ้าขาวบางเนื้อละเอียด
5. เครื่องอบแห้ง

การเตรียมสารเคลือบจากสารละลายเพคติน

ให้ความร้อนน้ำจนมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

⇩

ค่อยๆผสมเพคตินในน้ำ (อัตราส่วนเพคติน 5 กรัม ต่อ น้ำ 95 กรัม)

⇩

กวนผสมสารละลายเพคตินจนเข้ากัน

⇩

ค่อยๆ เติมสารสกัดสมุนไพรลงในสารละลายเพคติน

⇩

กวนผสมสารละลายอย่างต่อเนื่องจนสารละลายเข้ากัน

การเคลือบข้าวกล้องงอกด้วยสารสมุนไพร

นำเมล็ดข้าวกล้องงอกแช่ในสารเคลือบ
(อัตราส่วนข้าวกล้องงอก 120 กรัม ต่อ สารเคลือบ 200 มิลลิลิตร)

⇩

แช่เมล็ดข้าวกล้องงอกในสารเคลือบเป็นเวลา 30 นาที

⇩

กรองเอาเมล็ดข้าวกล้องงอกออกด้วยตะแกรง

⇩

ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ

⇩

นำเมล็ดข้าวมาเกลี่ยบนถาดสำหรับอบแห้ง

⇩

ทำแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสนาน
(ความชื้นลดลงเหลือ 12-13 %)

ภาพประกอบ

การเคลือบข้าวกล้องงอกด้วยการแช่

การอบแห้งข้าวกล้องในตู้อบแห้ง

ข้าวกล้องงอกเคลือบสารสมุนไพรในถุงสุญญากาศ

เครื่องบรรจุข้าวแบบสุญญากาศ

ซ-3 แผ่นพับสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่แจกผู้เข้าร่วมการอบรม

สมุนไพรไทยบางชนิด

some potential Thai herbs

สมุนไพร หมายถึงยาที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ซึ่งยังมิได้ผสมหรือแปรสภาพ เช่น พืชก็ยังคงเป็นส่วนต่างๆ ของพืนนั้นๆ เช่น ราก ลำต้น ดอก ใบ ผล เป็นต้น เป็นการนำเอาส่วนต่างๆ ของพืชนั้นมาใช้ประโยชน์ ทั้งทางด้านคุณค่าทางอาหาร และคุณค่าทางยา ควบคู่กันไปสมุนไพรจึงเป็นพืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่าง ๆ จึงมีคุณลักษณะที่มีความเฉพาะ ทั้งกลิ่น คุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี รวมทั้งสรรพคุณและประโยชน์ต่างๆทางยามากมาย ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสมุนไพรไทย สำหรับสมุนไพรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการเคลือบข้าวกล้องงอกในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ใบบัวบก ใบมะรุม ขมิ้นชัน และดอกคำฝอย ซึ่งเป็นสมุนไพรที่หาได้ภายในประเทศไทย

ข้าวกล้องงอก คือ ข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำแล้วทำให้เกิดการงอกในส่วนจมูกข้าว การงอกจะเริ่มขึ้นเมื่อน้ำได้แทรกเข้าไปในเมล็ดข้าว โดยจะกระตุ้นให้เอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงาน เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอก สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวก็จะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการทางชีวเคมีจนเกิดเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กลงและน้ำตาลรีดิวซ์ นอกจากนี้โปรตีนภายในเมล็ดข้าวก็จะถูกย่อยให้เกิดเป็นกรดอะมิโนและเปป-ไทด์ รวมทั้งยังพบการสะสมสารเคมีสำคัญต่าง ๆ โดยเฉพาะ สารแกมมา - อะมิโนบิวทิริกแอซิด (gamma-aminobutyric acid) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อว่า สารกาบา (GABA)

.....คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย เพื่อเป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากยกระดับและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นให้ดีขึ้นตามความต้องการของชุมชน โดยยึดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืน การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์การอาหารมาใช้ให้เกิดการพัฒนาอย่างเหมาะสม จึงคิดที่จะพัฒนาคุณภาพและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรบางชนิด ทั้งนี้ทำได้โดยไม่ใช้เทคโนโลยียุ่งยากซับซ้อนราคาแพง ใช้วัตถุดิบข้าวสารมาทำเป็นข้าวกล้องงอกและเคลือบด้วยสมุนไพรไทยในท้องถิ่น ผลงานวิจัยจากโครงงานวิจัยทำให้ได้ข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีคุณภาพตามมาตรฐานการผลิตอาหาร และสามารถเก็บรักษาได้นาน คณะผู้วิจัยมุ่งหวังว่าการนำผลจากงานวิจัยมาถ่ายทอดจะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนบ้างไม่มากก็น้อย โดยอาจนำไปขยายผลสู่การจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ทำให้ชุมชนสามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมาตรฐาน สร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ให้ชุมชน และสามารถสร้างเป็นอาชีพเสริมหรืออาชีพหลักให้กับชุมชนได้.....

การถ่ายทอดเทคโนโลยี
การผลิตข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรบางชนิด

วันเสาร์ที่ 30 เมษายน 2554

germinated brown rice coated with some herbs

สนับสนุนโดย

ทุนอุดหนุนโครงการวิจัยและนวัตกรรม
เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
(เครือข่ายภาคตะวันออก)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๓

ขั้นตอน

การสกัดสารจากสมุนไพรด้วยน้ำ

นำผงสมุนไพรแห้งไปใส่ในภาชนะที่มีฝาปิด

↓

เติมน้ำให้ท่วมผงสมุนไพร

(อัตราส่วน ตัวทำละลาย 1 ส่วนต่อพืช 10 ส่วน)

↓

สกัดสารที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

↓

กรองแยกน้ำที่มีสารสกัดสมุนไพรโดยใช้ผ้าขาวบาง

↓

นำกากสมุนไพรไปสกัดซ้ำด้วยวิธีการเดิม อีก 2 ครั้ง

↓

นำน้ำสกัดที่มีสารสกัดสมุนไพรที่ได้จากการสกัด

ทั้ง 3 ครั้งมาเทรวมกัน

↓

ระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

↓

เพื่อให้เหลือแต่สารสกัดจากสมุนไพร

↓

สารสกัดสมุนไพรที่ผ่านการระเหยน้ำออกจะมีลักษณะ

ข้น เหนียว มีสีตามชนิดสมุนไพรที่นำมาสกัด

สมุนไพรไทยที่ใช้

ขั้นตอน

การเตรียมข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิแดง

↓

แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1%

↓

คนผสมให้เข้ากันเพื่อทำความสะอาด

↓

ล้างด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว

↓

นำข้าวกล้องที่ผ่านการล้างมาแช่ในน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว

(ปรับค่า pH ให้ได้ 6.0 ± 0.2)

↓

นำไปวางในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง

โดยเปลี่ยนน้ำที่ใช้แช่ทุก 4 ชั่วโมง

↓

ล้างข้าวกล้องด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง

↓

ทำให้สะเด็ดน้ำ

↓

บรรจุข้าวในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์/อัดก๊าซไนโตรเจน

↓

ปิดผนึกถุงแล้ววางที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) 12 ชั่วโมง

ขั้นตอน

การเตรียมสารเคลือบจากสารละลายเพคติน

น้ำ

↓

ให้ความร้อนจนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

↓

ผสมเพคตินในน้ำ

(อัตราส่วนเพคติน 5 กรัม ต่อ น้ำ 95 กรัม)

↓

กวนผสมสารละลายเพคตินจนเข้ากัน

↓

ค่อยๆ เติมสารสกัดสมุนไพรลงในสารละลายเพคติน

↓

กวนผสมสารละลายจนเข้ากัน

การเคลือบข้าวกล้องงอกด้วยสารสมุนไพร

นำเมล็ดข้าวกล้องงอกแช่ในสารเคลือบ

(อัตราส่วนข้าวกล้องงอก 120 กรัม ต่อ สารเคลือบ 200 มิลลิลิตร)

↓

แช่เมล็ดข้าวกล้องงอกในสารเคลือบเป็นเวลา 30 นาที

↓

กรองเอาเมล็ดข้าวกล้องงอกออกด้วยตะแกรง

↓

ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ

↓

นำเมล็ดข้าวมาเกลี่ยบนถาดทำแห้ง

↓

ทำแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง

(ความชื้นลดลงเหลือ 12-13 %)

ซ-4 แบบประเมินผลโครงการ

แบบประเมินผล"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรบางชนิด"

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ

☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง

1.2 อายุ

☐ 1) ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 2) 21-30 ปี ☐ 3) 31-40 ปี

☐ 4) 41-50 ปี ☐ 5) มากกว่า 50 ปี

1.3 ระดับการศึกษา

☐ 1) ต่ำกว่าประถมศึกษา ☐ 2) ประถมศึกษา ☐ 3) มัธยมศึกษา

☐ 4) ปริญญาตรี ☐ 5) สูงกว่าปริญญาตรี

1.4 อาชีพ

☐ 1) นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ☐ 2) ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ 3) พนักงานบริษัทเอกชน ☐ 4) ค้าขาย/ประกอบธุรกิจส่วนตัว

☐ 5) แม่บ้าน ☐ 6) อื่นๆ(โปรดระบุ).....

1.5 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ 1) ต่ำกว่า 1,000 บาท ☐ 2) 1,001-2,000 บาท ☐ 3) 5,001-10,000 บาท

☐ 4)10,001-15,000 ☐ 5) มากกว่า 15,000

2. ความพึงพอใจในโครงการ (กรุณาทำเครื่องหมาย√ ในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่าน)

ข้อ	รายการประเมิน	พอใจ					ไม่พอใจ
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
2.1	วันที่จัดการโครงการ						
2.2	ระยะเวลาในการจัดโครงการ						
2.3	การบรรยายของวิทยากร						
2.4	เนื้อหาในการบรรยาย						
2.5	เอกสาร/สื่อที่ใช้ประกอบการบรรยาย						
2.6	ความพร้อมของวัสดุ/อุปกรณ์ในการสาธิต						
2.7	ประโยชน์โดยรวมที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ						

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่นๆ (ถ้ามี) _____

_____

_____

- - - ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ - - -

ซ-5 แบบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมการอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

แบบลงทะเบียน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรบางชนิด

วันเสาร์ที่ 30 เมษายน 2554

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ลายมือชื่อ	หมายเหตุ ตำแหน่ง /เบอร์โทรศัพท์/อื่น ๆ
1	ศุภวัฒน์ [illegible]	[illegible]	
2	สิยม ปรีดา	สิยม	
3	วัชรี [illegible]	วัชรี	
4	ศุพิชฌ์ [illegible]	ศุพิชฌ์	
5	อัจฉริยพ์ [illegible]	อัจฉริยพ์	
6	นพรดา [illegible]	นพรดา	
7	นงเยาว์ [illegible]	นงเยาว์	
8	กิมเลี้ยง [illegible]	กิมเลี้ยง	
9	มุญมา [illegible]	มุญมา	
10	บุนลง [illegible]	บุนลง	
11	รจน [illegible]	รจน	
12	[illegible]	[illegible]	084-4012929
13	นพนาฏ [illegible]	นพนาฏ	
14	สำราญ [illegible]	สำราญ	
15	อิลาสินี [illegible]	อิลาสินี	
16	วีณา [illegible]	วีณา	
17	สุกาญจน์ [illegible]	สุกาญจน์	
18	ชนกา [illegible]	ชนกา	
19	รุ้งกมล [illegible]	รุ้งกมล	
20	[illegible]	[illegible]	

แบบลงทะเบียน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวกล้องงอกเคลือบสมุนไพรบางชนิด

วันเสาร์ที่ 30 เมษายน 2554

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ลายมือชื่อ	หมายเหตุ ตำแหน่ง /เบอร์โทรศัพท์/อื่น ๆ
1	นงนุช ปอหลวง		กลุ่มสตรีกงไม้
2	เสน่ห์ เวียงคุณยุทธ์		〃
3	ปิลา ชุมกุดเพ่		〃
4.	เรียม เดชสัก		〃
5	สำเนียง วรธนสกุล		กลุ่มสตรีมาบไผ่
6	สงัง ชามนตรี		กลุ่มสตรี ฯ
7	มณีใจ ม่องประเสริฐ		〃
8	เอียง เดชวุฒิ		กลุ่มสตรี
9	สุภาพรรณ คงเพชร		
10	อรุณี อำไธสง		
11	ชัยยงค์ วัฒนวงศ์		
12	ดาเรศ กันหลัน		
13	ทศพล รุ่งสว่าง		
14	ชนินทร์ หอเสงค		
15	พศิมนุก์ กุมภีประกรณ์ชัย		