เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์. 2535. การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณาจารย์ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย. 2534. ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

จินตนาภรณ์ วัฒนธร, วิภาวี บุญกว้าง, สุภาพร มัชฌิมะปุระ, วิโรจน์ แก้วเรือง, สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ และธเนศ จันทน์เทศ. 2551. ศักยภาพของผลหม่อนในการป้องกัน ลดการทำลายของเซลล์ประสาท และความบกพร่องของความจำใน Alzheimer's Disease. รายงานผลงานวิจัยหม่อนไหม สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จิรพรรณ กุลดิลก, อุดม เกิดไพบูลย์, ไขแสง รักวานิช, วรนันท์ กิตติอัมพานนท์, สมชาย เทพทานา, และสันติภาพ จินดาแสง. 2525. รายงานผลการวิจัยเรื่อง อุตสาหกรรมเกษตรและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น : กรณีอุตสาหกรรมผักและผลไม้บรรจุกระป๋อง. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 152 น.

ญานี จินดามัง และปิยะวิทย์ ทิพรส. 2552. ความคงตัวของสารสีแอนโทไซยานินจากกาบกลีบดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibicus sabdraiffa* Linn.) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ.

ธัญนิชา ไร่นากิจ. 2552. ซอร์ปชันไอโซเทอร์ม คุณภาพทางเคมี กายภาพ และอุณหภูมิกลาสทรานซิชันของน้ำลำไยผง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธิติพันธ์ จันทพิมพ์. 2549. การเก็บรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba* var. Chiang Mai). การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิโลบล ใจแก้ว. 2551. การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำผึ้งผสมน้ำมะนาวเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปัทมา พงษ์เกษ. 2552. การพัฒนาน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นโดยวิธีการทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปัทมาภรณ์ สุขบุญพันธ์. 2546. คัชนีการเก็บเกี่ยวของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba var.* Chiangmai) ในและนอกฤดูการเก็บเกี่ยว. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ธิติพันธ์ จันทพิมพ์. 2549. การเก็บรักษาหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba var.* Chiangmai). การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มลศิริ วีโรทัย. 2540. ส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ ๆ. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 13, 67-75.

วสันต์ นุ้ยภิรมย์. 2546. หม่อนรับประทานผลและการแปรรูป. สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เชียงใหม่.

ศิริวัฒน์ วงศิริ. 2529. ชีววิทยาของผึ้ง. ฝ่ายวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ : ฟันนี่พลับลิชชิ่ง.

สงกรานต์ เรือนคำ. 2551. การพัฒนาการผลิตผลหม่อนในน้ำเชื่อมบรรจุในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมชาย จอมดวง, วสันต์ นุ้ยภิรมย์, สมโภชน์ ป้านสุวรรณ์, เสาวนีย์ อภิญญานุวัฒน์ และหทัย กาญจน์ นำภานนท์. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลหม่อนสุกพันธุ์เชียงใหม่. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สันติ ทิพยางค์ และวรวรรณ พันธุมนาวิน. 2544. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพร มัชฌิมะปุระ, จินตนาภรณ์ วัฒนธร, นันทพร พันชโก, โกวิท ไชยศิวามงคล, วิโรจน์ แก้วเรือง, สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ และธเนศ จันทน์เทศ. 2551. ฤทธิ์ผลหม่อนในการ ป้องกันการตายของเซลล์ประสาทจากพิษสุรา. รายงานผลงานวิจัยหม่อนไหม สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติ เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สำนักงาน ปลัดกระทรวงเกษตร และสหกรณ์.

สุรินทร์ บุญทราย. 2548. ผลของสายพันธุ์หม่อน ระยะความสุก และสายพันธุ์ยีสต์ ต่อคุณภาพของไวน์หม่อน. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวลี โล่วิรกรณ์. 2549. อาหารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. วารสารศูนย์บริการวิชาการ, 3, 18.

อัศจรรย์ สังข์ศิริพงษ์ และปิยาภรณ์ เชื่อมชัยตระกูล. 2548. รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลูกหม่อนผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท. โครงการวิจัยอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

Abarca, N.A., Campos, M.G., Avila-Reyes, J.A., Naranjo-Jimenez, N., Corral, J.H. and Gonzalez-Valdez, L.S. 2007. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora, Leguminosae*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 20, 119-124.

Alasalvar, C., Al-Farsi, M., Quantick, P. C., Shahidi, F. and Wiktorowicz, R. 2004. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chemistry*. 89, 69-76.

Almeida, L.B., Lucila, C. P., Silvia, C., Ortrud, M.B. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 105 – 111.

AOAC. 2000. *Offificial Methods of AOAC International*. 17thed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA.

Carr, R. L. 1965. Evaluating flow properties of solids. *Chemical. Engineering*., 72(2), 163-169.

Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M., Elena, P., Jose, A. and Andres, C. 2009. Chemical studies of anthocyanins. *Food Chemistry*., 113, 859–871.

Chaiyasit, W., Elias, R.J., Mcclements, D.J., and Decker, E.A. (2007). Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. *Journal of Food Sciences and nutrition*., 47, 299-317.

Chen, P.N., Chu, S.C., Chiou, H.L., Kuo, W.H., Chiang, C.L. and Hsieh, Y.S. 2006. Mulberry anthocyanins, cyaniding 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. *Cancer Letters,* (2), 248-259.

Du, Q., Zheng and J., Xu, Y. 2008. Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 390-395.

Fecka, I. and Turek, S. 2008. Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: thyme, wild thyme and sweet majoram by chromatographic techniques. *Journal of Food Chemistry.*, 108, 1039-1053.

Frankel, E. N., Bosanek, C. A., Meyer, A. S., Kathryn Silliman, and Kirk, L. L. 1998. Commercial grape juices inhibit the *in vitro* oxidation of human low density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chem*istry. 46, 834-8.

Gross, J. 1987. Pigments in Fruits. London : Academic Press.

Gutteridge, J.M.C. 1993. Invited review free radicals in disease processes: a complication of cause and consequence. *Free radical research communications.*, 19, 141-58.

Hannelie, H. and Sue, W. N. 2006. Nutritional content of fresh, bee- collected and stored pollen of *Alo greatheadii var. davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 67, 1486- 1492.

Huang, M.T.; Ho, C.T. and Lee, C.Y. 1992. ACS Symposium Series 507. Washington DC: American Chemical Society.

James, K. P. and Roger, A. B. 2000. On powder flowability. *Pharmaceutical Technology*. 60-84.

Middleton, J.R. and Kandaswami, C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Journal of Food Technology.* 23, 115-119.

Netfit Team. 2005. Vitamins. *[Online].* Available http://www.netfit.co.uk/vit3.htm (14 May 2005) Nutrition Update. 2007. "Quercetin." [Online]. Available http://jn.nutrition.org/ogi/content/abstract/137/11/2405 etoc. (25 January 2008).

Nutrition Update. (2007). "Quercetin." [Online]. Available http://jn.nutrition.org/ogi/content/abstract/137/11/2405 etoc. (25 january 2008).

Packer, L., Hiramatsu, M. and Yoshikawa, T. (1999). Antioxidant Food Supplements in Human Health. USA Academic Press.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

Pietta, P. and Simonetti, P. 1999. Dietary flavonoids and interaction with physiological Antioxidant. *Journal of Food Supplement in Human Health*, 20, 283-308.

Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food. Boca Raton Boston New York Washington, DC. Woodhead Pubishing Limited.

Patricia, A. and Dan, E. 1978. Phenolic antioxidants of dried soybeans, *Journal of Food Science.* 43, 556-559.

Ranganna, S. 1986. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Product.* New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Inc.

Roberfroid, M. B., Calderon, P. 1995. Free radicals and oxidation phenomena in biological systems. New York : Marcel Dekker.

Ruiz, C. M. A., Lucía, C. E., Carlos, A., Raúl, G., Mario, M., Alicia, G.and Miguel, A.. 2009. Spray-drying of passion fruit juice using lactose-maltodextrin blends as the support material. *Brazilian Archive of Biology and Technology*. 52, 1011-1018.

Steven, I.B. and Harry, S. 1997. Oxidants, Antioxidants and Free Radicals. Washington DC :Taylor & Francis.

Waterman, P. G. and Mole, S. 1994. Analysis of Phenolic Plant Metabolites. Oxford : Blackwell Scientific Publications.

Whiteman, M., and Guan, T. 2003. Antioxidant Actives of Some Tropical Fruits. Department of Biochemmistry, Faculty of Medicine, National University of Singapore.

Xueming, Y., Liu, X., Xiao, G., Chen, W. and Wu, J. 2004. Quantification and purification of mulberry anthocyanins with macroporous resins. *Journal of Biomedicine and Biotechnology.* 5, 362-331.

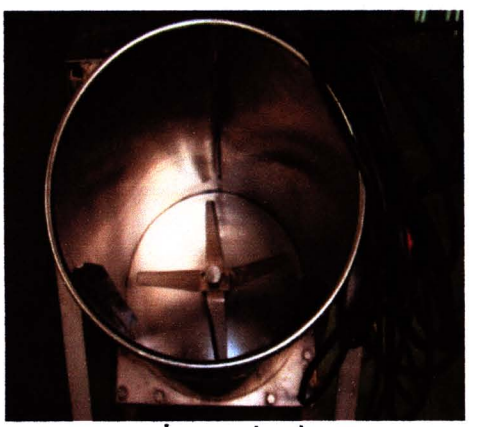
Yen, G.C. and Hsieh, G.L. 1997. Antioxidant effects on dopamine and related compounds. *Biosciene Biotechnology Biochemistry*. 61, 1646-1649.

Zoecklein, B.W., Fugelsang, K,C., Gump, B.H., and Nury, F.S. 1995. Wine Analysis and Production. New York : Chapman & Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ภาพประกอบการวิจัย

ภาพที่ ก.1 ผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) พันธุ์เชียงใหม่



ภาพที่ ก.2 เครื่องปั่นผลไม้

ภาพที่ ก. 3 เครื่องบดแบบหินขัด

ภาพที่ ก. 4 เครื่องอบแห้งสุญญากาศแบบใช้อินฟาเรด

(ก) (ข)

ภาพที่ ก.5 เกสรดอกไม้จากผึ้ง (ก) เกสรชนิดสด (ข) เกสรชนิดอบแห้ง

ภาพที่ ก.6 ลักษณะผลิตภัณฑ์หม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง

ภาพที่ ก.7 ผลิตภัณฑ์หม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งบรรจุแคปซูล

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี

ภาคผนวก ข. 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ข.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาที่เครื่องอบแห้งแบบถาดแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2° ซ นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบ และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W_2)

3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝา โดยเปิดฝาออกไปอบที่เครื่องอบแห้งแบบถาดแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2°ซ นาน 3 ชั่วโมง

4. นำกระป๋องหาความชื้นออกจากเครื่องอบแห้งแบบถาดแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W_3)

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ข.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ

สามารถวัดได้โดยใช้ เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Model TI-450/10, Thailand)

ข.1.3 การวิเคราะห์หาการดูดความชื้นกลับ (Rehydration)

1. นำโซเดียมคลอไรด์ไปละลายน้ำจนอิ่มตัว จากนั้นนำไปใส่ในภาชนะปิด ปิดฝาให้สนิท เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะได้ภาชนะที่บรรจุไอของโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว ที่มีความชื้นสัมพัทธ์คงที่ที่ร้อยละ 75

2. เตรียมผงหม่อน 5 กรัม ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกไว้ (W_1)

3. นำผงหม่อนที่ทราบน้ำหนักไปวางทิ้งไว้ในภาชนะที่บรรจุไอของโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัวทันที ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง

4. นำผลหม่อนออก ชั่งน้ำหนักของหม่อนทันที (W_2)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดความชื้นกลับของหม่อนผง} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_1)} \times 100$$

ข.1.4 การวิเคราะห์หาความสามารถในการละลาย (พรรณจิรา, 2545)

1. ชั่งผงหม่อน 0.2 กรัม ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยง (W_1)

2. เติมน้ำกลั่นอุณหภูมิ 30°ซ เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 10นาที

3. นำไปหมุนเหวี่ยง ด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Model Z 200 A , Germany) ที่ความเร็ว 1000 รอบ ต่อนาที

4. วางทิ้งไว้ 12 ชั่วโมงเพื่อให้ตกตะกอนโดยอิสระ

5. ดูดส่วนใสไปอบให้แห้ง บันทึกน้ำหนักของของแข็งที่เหลือจากการอบแห้ง (W_2)

6. คำนวณการละลาย ในรูปร้อยละ โดยน้ำหนักของส่วนที่ไม่ละลาย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการละลาย} = \frac{(W_2)}{(W_1)} \times 100$$

ข.1.5 การวิเคราะห์หาความสามารถในการไหลของผง โดยวิธีวัดมุมกอง (James and Roger, 2000)

1. ตั้งกรวยปลายเปิด ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางทางออก 1 เซนติเมตร ที่มีความสูงวัดจากปลายกรวยเท่ากับ 20 เซนติเมตร

2. นำแผ่นกระดาษปิดตรงทางออกของกรวย นำผงหม่อน 10 กรัมใส่ในกรวย

3. เปิดแผ่นกระดาษ ปล่อยให้ผงหม่อนตกสู่พื้นอย่างอิสระ

4. ถ่ายรูปผงหม่อนที่กองอยู่ โดยถ่ายในแนวตั้งฉากกับพื้น

5. วัดมุมที่ฐานของ กองผงหม่อนทั้งสองมุม จากนั้นเทียบระดับความสามารถในการไหลดังตาราง

ตารางที่ ข.1 ค่าความสามารถในการไหลของอาหารผง (Carr, 1965)

มุมกอง (θ)	ความสามารถในการไหล
25 – 30	ไหลดีมาก
30 – 38	ไหลได้ดี
38 – 45	ไหลได้ปานกลาง
45 – 55	อนุภาคเกาะตัวกัน
> 55	อนุภาคเกาะตัวกันมาก

ข. 2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ข. 2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ตามวิธีของ Waterman and Mole (1994)

วิธีการทำกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายกรดแกลลิคความเข้มข้น 1000 ppm โดยชั่งกรดแกลลิค 100 มิลลิกรัม ละลายในเอทธานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2. ทำการ dilution สารละลายที่ได้ในข้อ 1) โดยการปิเปตมา 0.5 1 2 3 4 5 6 7 8 และ 9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 9 มิลลิลิตร ก็จะได้ความเข้มข้นของสารละลายกรดแกลลิคเป็น 50 100 200 300 400 500 600 700 800 และ 900 ppm ตามลำดับ

3. ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้นในข้อ 1) และ 2) มา 0.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu' s phenol 0.25 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 7 อีก 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture

4. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้เอทธานอล ร้อยละ 95 เป็นแบลงค์

5. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นไปเขียนกราฟมาตรฐานต่อไป

วิธีสร้างกราฟมาตรฐาน

1. เปิดโปรแกรม excel แล้วป้อนข้อมูลค่าการดูดกลืนแสง และความเข้มลงใน column

2. ลากเป็นกรอบดำกำกับตัวเลขทั้งหมด แล้วคลิดที่รูปกราฟแท่งทางด้านขวามือบนจะปรากฏ chart wizard- step 1 0f 4 ให้คลิกที่ XY (scatter) ดูกรอบทางขวา เลือกกราฟรูปที่ 2 คลิก next จะปรากฏ chart wizard- step 2 0f 4 ให้คลิกที่ next

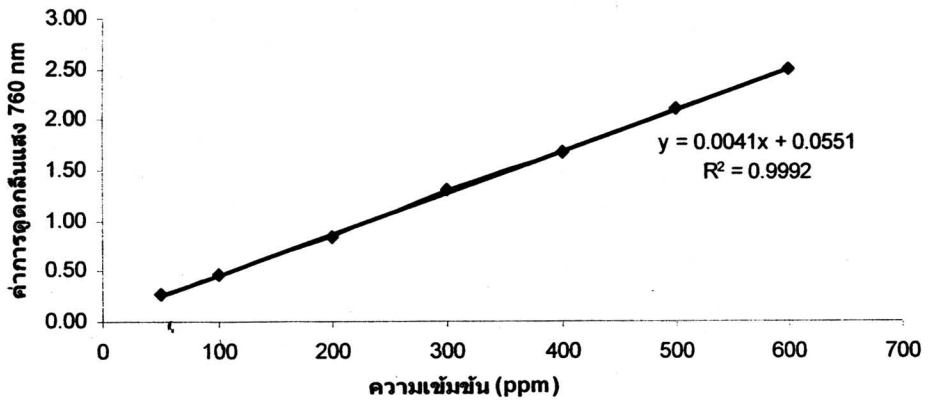
3. จะเข้าสู่ chart wizard- step 3 0f 4 พิมพ์ chart title พิมพ์ value (X) axis และ value (Y) axis จากนั้นคลิกที่ next

4. จะเข้าสู่ chart wizard- step 4 0f 4 พิมพ์ finish ก็จะได้กราฟ

5. คลิกจุดบนเส้นกราฟ จะพบจุดสีเหลือง คลิดขวาที่จุดสีเหลือง แล้วคลิกที่ Add Trendline

6. คลิกที่ linear คลิกที่ option คลิกเครื่องหมายถูกที่ display equation on chart และ display R-squared แล้วคลิกที่ OK ก็จะได้กราฟพร้อมสมการ และค่า R^2

กราฟมาตรฐานกรดแกลลิค



วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำหม่อน 10 มิลลิลิตร นำไปปรับปริมาตรด้วยเอทธานอล ร้อยละ 95 ให้ครบ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกเอาเฉพาะสารละลายใสไปวิเคราะห์ต่อไป

2. ปิเปตสารละลายใสที่ได้ 0.25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu's phenol 0.25 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 7 อีก 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture

3. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้เอทธานอล ร้อยละ 95 เป็นแบลงค์ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปแทนค่า Y ในสมาการกราฟมาตรฐาน เพื่อหาค่า X แล้วนำค่า X คูณด้วยค่า dilution factor ก็จะได้ค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง มีหน่วยเป็น ppm หรือไมโครกรัมต่อกรัม as gallic acid

ข. 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามวิธีของ Ranganna *et al.*, (1986)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำหม่อนประมาณ 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลาย ethanolic HCl (เอทธานอล ร้อยละ 95 : 1.5 N HCl = 85 : 15) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง

2. กรองของเหลวผ่านผ้าขาวบาง

3. ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย ethanolic HCl เป็น 100 มิลลิลิตร

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร โดยใช้ ethanolic HCl เป็นแบลงค์

วิธีการคำนวณ

นำค่าดูดกลืนที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ดังนี้

$$\text{Total absorbance} = \frac{\text{Absorbance at 535 nm X final volume X 100}}{\text{Weight sample (ml)}}$$

$$\text{Total anthocyanin content (mg/100g fresh weight)} = \frac{\text{Total absorbance}}{98.2}$$

ข. 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์ซีทิน ตามวิธีของ Fecka and Turek (2008)

1. นำน้ำหม่อน 10 มิลลิลิตร นำไปปรับปริมาตรด้วยเมทธานอลให้ครบ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 10,000 rpm อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 20 นาที แยกเอาสารละลายใสไปวิเคราะห์ต่อไป

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานเคอร์ซีทินความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อกรัม ในเมทธานอล แล้วนำสารละลายใสในข้อ 1) บรรจุลงใน vial ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำ vial ของสารสกัดตัวอย่าง และสารมาตรฐานเคอร์ซีทิน ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ตามสภาวะดังต่อไปนี้

HPLC condition

- Column : Zorbax SB-C18, 5 um (4.6×150 mm.)
- Mobile phase : Solvent A; 0.2% formic acid in acetronitrile and Solvent B; 0.2% formic acid in water
- Flow rate : 0.9 ml/min
- Injection volume : 20 µl
- UV detector : 280 nm

ข. 2.4 การวิเคราะห์ดัชนีแอนติออกซิแดนต์ ตามวิธีของ Patricia and Dan (1978)

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

นำน้ำหม่อน 10 มิลลิลิตร นำไปปรับปริมาตรด้วยเอทธานอล ร้อยละ 95 ให้ครบ 30 มิลลิลิตร แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกเอาสารละลายใสไปวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลายเบต้าแคโรทีนในคลอโรฟอร์ม (1 มิลลิกรัม ต่อ 10 มิลลิลิตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ที่มีกรดลิโนเลอิก 20 มิลลิกรัม และ Tween 40 200 มิลลิกรัม

2. นำไประเหยคลอโรฟอร์มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 40°ซ จนแห้ง แล้วเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการให้อากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงไปพร้อมทั้งคนอย่างแรง

3. ปิเปตสารละลายในข้อ 2) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายตัวอย่าง 0.20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงทันทีที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร โดยอ่านค่าทุก ๆ 15 นาที จนครบ 105 นาที

5. สำหรับหลอดควบคุมจะใช้เอทธานอล ร้อยละ 95 ปริมาณ 0.2 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง ส่วนหลอดแบลงค์ใช้คลอโรฟอร์มแทนสารละลายเบต้าแคโรทีนในคลอโรฟอร์ม และใช้เอทธานอล ร้อยละ 95 ปริมาณ 0.2 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง เช่นเดียวกัน

วิธีการคำนวณ

อัตราการฟอกสีของเบต้าแคโรทีน คำนวณจากความแตกต่างของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร ระหว่างเวลาเริ่มต้น (t = 0) และเวลาสุดท้ายที่อ่านได้ค่าคงที่ (t = t) หารด้วยระยะเวลาจากเริ่มต้น ถึงระยะเวลาสุดท้ายที่อ่านได้ค่าคงที่

ค่าแอนติออกซิแดนต์แอคติวิตี คำนวณออกมาเป็นค่า Antioxidant index โดยคำนวณจากอัตราการฟอกสีของเบต้าแคโรทีนของหลอดควบคุม หารด้วยอัตราการฟอกสีของเบต้าแคโรทีนของหลอดตัวอย่าง

$$\text{อัตราการฟอกสีของเบต้าแคโรทีน} = \frac{A\,470\,(t=0) - A\,470\,(t=t)}{t}$$

เมื่อ A 470 (t = 0) คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตรที่เวลาเริ่มต้น

A 470 (t = t) คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตรที่เวลาสุดท้าย

t คือ ระยะเวลาจากเวลาเริ่มต้นถึงเวลาสุดท้าย

$$\text{Antioxidant index} = \frac{\text{อัตราการฟอกสีของเบต้าแคโรทีนของหลอดควบคุม}}{\text{อัตราการฟอกสีของเบต้า-แคโรทีนของหลอดตัวอย่าง}}$$

ข้อแนะนำ 1) ในกรณีที่เมื่อทำการทดลองจนครบ 105 นาทีแล้วค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ยังไม่คงที่ ให้ถือเอาระยะเวลาที่ 105 นาทีเป็นระยะเวลาสุดท้าย

2) วิธีการหาค่าดัชนีแอนติออกซิแดนต์ที่ใช้นี้ จะไม่สามารถบอกได้ว่าในตัวอย่างมีปริมาณสารแอนติออกซิแดนต์เป็นจำนวนเท่าใด เพียงแต่บอกได้ว่าสารแอนติออกซิแดนต์ที่มีอยู่ในตัวอย่างมีปริมาณมากหรือน้อยเท่านั้น โดยดูได้จากการฟอกจางสีของสารละลาย เบต้า-แคโรทีน

ข.2.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ตามวิธีของ Yen and Hsieh (1997)

การหาค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระกระทำโดยอาศัยหลักการที่ว่า สารที่มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันจะทำปฏิกิริยากับ 1,1-diphenyl-2-pricrylhydrazyl (DPPH) ทำให้สีม่วงของ DPPH จางลง

วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำหม่อนมา 2 มิลลิลิตร ผสมกับเอทธานอล ร้อยละ 95 ปริมาณ 48 มิลลิลิตร แล้วกรองของเหลวผ่านผ้าขาวบาง แล้วนำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 เท่า

2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างในข้อ 1. มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH 0.3 mM ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงทันทีที่ความยาวคลื่น 516 นาโนเมตร

3. สำหรับหลอดควบคุมจะใช้เอทธานอล ร้อยละ 95 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง ส่วนหลอดแบลงค์ใช้เอทธานอล ร้อยละ 95

วิธีการคำนวณ

การคำนวณหาหาค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ จะใช้สมการดังนี้

Radical scavenging (ร้อยละ) = $[1-(A_{sample}/A_{control})] \times 100$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดตัวอย่าง

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

ภาคผนวก ค

การคำนวณต้นทุนการผลิตหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง

ต้นทุนการผลิต

การคำนวณต้นทุนการผลิตนี้ ได้คำนวณจากราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รวมกับค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า และค่าน้ำ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30 ของราคาวัตถุดิบที่ใช้ (จิรพรรณ และคณะ, 2525) ซึ่งต้นทุนการผลิตนี้ไม่รวมค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือ

ค. 1 ต้นทุนการผลิตหม่อนบด

ค. 1.1 ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตหม่อนบด

ผลหม่อนสุก 1 กิโลกรัม ราคา 35 บาท บดเป็นหม่อนบดได้ 950 กรัม ดังนั้นหม่อนบด 1 กิโลกรัม ราคา 36.84 บาท

ค. 1.2 ต้นทุนในการใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้

ต้นทุนในการหาค่าพลังงานไฟฟ้า ในการผลิตน้ำหม่อนสกัดโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้ จากผลหม่อนสุก 90 กิโลกรัมใช้ระยะเวลาในการปั่น 54 นาที หาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

Power (W) = Ampere x Voltage x power factor (โดยทั่วไป power factor จะประมาณ 0.80-0.85)

= 3.6 x 380 x 0.85

= 1,162.80 W

จากสูตรการคำนวณหน่วยทางไฟฟ้าทั่วไป

จำนวนหน่วยหรือยูนิต = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) ชนิดนั้นๆ x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า /1000 x จำนวนชั่วโมงที่ใช้

แทนค่า จะได้ 1,162.80 x 1 / 1000 x 54/60 = 1.05 หน่วย

เมื่อนำจำนวนหน่วยที่ใช้ไปคูณกับราคาค่าไฟฟ้า (ค่าไฟฟ้าราคาหน่วยละ 3.61 บาท อ้างอิงจากค่าไฟฟ้าคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2552) จะได้เป็น 1.05 x 3.61 = 3.79 บาทต่อการปั่นหม่อน 90 กิโลกรัม ดังนั้นการปั่นหม่อน 1 กิโลกรัม จะมีค่าพลังงานไฟฟ้าราคา 0.04 บาท

ค. 1.3 ต้นทุนในการใช้เครื่องบดแบบหินขัด

ต้นทุนในการหาค่าพลังงานไฟฟ้า ในการบดละเอียดหม่อนบดโดยใช้เครื่องบดแบบหินขัด จากผลหม่อนสุกปั่นละเอียด 90 กิโลกรัมใช้ระยะเวลาในการปั่น 60 นาที หาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

Power (W) = Ampere x Voltage x power factor (โดยทั่วไป power factor จะประมาณ 0.80-0.85)

= 4.1 x 220 x 0.85

= 766.70 W

จากสูตรการคำนวณหน่วยทางไฟฟ้าทั่วไป

จำนวนหน่วยหรือยูนิต = กำลังไฟฟ้า (วัตต์)ชนิดนั้นๆ x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า /1000 x จำนวนชั่วโมงที่ใช้

แทนค่า จะได้ 766.70 x 1 / 1000 x 60/60 = 0.77 หน่วย

เมื่อนำจำนวนหน่วยที่ใช้ไปคูณกับราคาค่าไฟฟ้า (ค่าไฟฟ้าราคาหน่วยละ 3.61 บาท อ้างอิงจากค่าไฟฟ้าคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2552) จะได้เป็น 0.77 x 3.61 = 2.78 บาทต่อการปั่นหม่อน 90 กิโลกรัม ดังนั้นการปั่นหม่อน 1 กิโลกรัม จะมีค่าพลังงานไฟฟ้าราคา 0.03 บาท

น้ำหม่อนสกัด 1 กิโลกรัมราคา 36.84 บาท รวมค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้และเครื่องบดแบบหินขัดราคา 0.04 และ 0.03 ตามลำดับ มีราคา 36.91 บาท

ค. 2 ต้นทุนการผลิตหม่อนผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรด

ค. 2.1 ต้นทุนในการใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรด

ราคาหม่อนบด 1 กิโลกรัม มีราคา 36.91 บาท และมีการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินลงไป ร้อยละ5 ของส่วนผสม ซึ่งมอลโทเด็กซ์ทรินมีราคา กิโลกรัมละ 150 บาท และเนื่องจากในกระบวนการผลิตหม่อนผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรด สามารถทำการอบได้ครั้งละ 300กรัม ดังนั้นหม่อนบดที่นำไปอบใช้หม่อนบด คือ 285 กรัม (ร้อลละ 95) จึงคิดเป็น 10.52 บาท และ มอลโทเด็กซ์ทริน 15กรัม (ร้อยละ5) มีราคา 2.25 บาท การอบที่อุณหภูมิ 40°ซ ใช้ระยะเวลาในการอบ 8 ชั่วโมง เพื่อให้ได้หม่อนที่มีความแห้งขุดเป็นผงได้ มีการใช้ไฟฟ้า 12.26 หน่วย (ค่าไฟฟ้าราคาหน่วยละ 3.61 บาท อ้างอิงจากค่าไฟฟ้าคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2552) หม่อนผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรด ที่อุณหภูมิ 40°ซ มีราคารวม 44.26 บาท

ต้นทุนการผลิตหม่อนผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรด คิดเฉพาะ ค่าหม่อนบด และค่าไฟฟ้า มีราคา 57.03 บาท ต่อวัตถุดิบ 300 กรัม.

ค. 3 ต้นทุนการผลิตหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง

ค. 3.1 ต้นทุนในการเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง

ต้นทุนการผลิตหม่อนผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ใช้อินฟราเรดคิดเฉพาะ ค่าหม่อนบด และค่าไฟฟ้า มีราคา 57.03 บาท/วัตถุดิบ 300 กรัม.

โดยจะมีการเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งชนิดสดลงไปร้อยละ 5 โดยมีสัดส่วนของหม่อนบดผสมมอลโทเด็กซ์ทริน 285 กรัม และเกสรดอกไม้จากผึ้งชนิดสด 15 กรัม มีราคา 54.18 และ 37.50 บาท ตามลำดับ ดังนั้นต้นทุนในการผลิตหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งมีราคาเท่ากับ 91.68บาท/วัตถุดิบ300กรัม หากเทียบเป็น 1กิโลกรัมจะเท่ากับ 305.60 บาท

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุน ดังนั้นต้นทุนการผลิตหม่อนผงจากหม่อนสด 1 กิโลกรัม เท่ากับ 397.28 บาท

ในการผลิตหม่อนผง หากใช้หม่อนบด 1กิโลกรัม จะได้หม่อนผง 250 กรัม ดังนั้นหม่อนผง 250กรัม ราคา 397.28 บาท

ค. 3.2 ต้นทุนผลิตภัณฑ์หม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งบรรจุแคปซูล

จากต้นทุนการหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง ในแง่ของ ค่าหม่อนบด ค่าไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตมีราคา 397.28 บาท/250กรัม โดยเมื่อบรรจุในแคปซูลขนาด 0.5กรัม ซึ่งมีราคา 180 บาท/1000แคปซูล ดังนั้น 1 แคปซูลมีราคา 0.18บาท หม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง 0.5กรัม ราคา 0.79บาท หม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งบรรจุแคปซูล มีราคาประมาณ 1บาท/แคปซูล

ภาคผนวก ง

การคำนวณการคงเหลือของสารต้านอนุมูลอิสระ

การคำนวณ

การคำนวณการคงเหลือของสารต้านอนุมูลอิสระนี้ เป็นการคำนวณในขั้นตอนของการผลิตหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งโดยมีการวิเคราะห์หาค่าของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญต่างๆ ในผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) หม่อนผง และหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้ง โดยเทียบกับผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล)

การคำนวณการคงเหลือของสารต้านอนุมูลอิสระ

1. วิธีการคำนวณหาปริมาณของสาร (ไมโครกรัม)

ปริมาณของสาร = (ผลผลิต/100) x ความเข้มข้นของสาร

2. ปริมาณของสารเทียบในผลสด 100 กรัม (ร้อยละ)

ปริมาณของสารเทียบในผลสด 100 กรัม = (ปริมาณของสารในตัวอย่าง/ปริมาณของสารในผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล)) x 100

ตัวอย่างการคำนวณการคงเหลือของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ในหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้ จากผึ้ง

(จากข้อมูลในตารางที่ 15)

ปริมาณของสารฟีนอล = (ผลผลิต/100) x ความเข้มข้นของสาร

= (21.06/100) x 2,251.09

= 474.08 ไมโครกรัม

ปริมาณของสารฟีนอลเทียบกับในผลสด 100 กรัม = (ปริมาณของสารในตัวอย่าง/ปริมาณของสารในผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล)) x 100

= (474.08/2,680.79)x100

= 17.68

ดังนั้นการคงเหลือของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในหม่อนผงเสริมเกสรดอกไม้จากผึ้งคือร้อยละ 17.68

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายกันยวิชญ์ กันจินะ

วัน เดือน ปี เกิด 7 กันยายน 2529

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2550

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย แผนกมัธยม จังหวัดเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2547

ทุนวิจัย

ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์
พระบรมราชินีนาถ เชียงใหม่
ประจำปีงบประมาณ 2553

ทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประจำปีการศึกษา 2553