

เอกสารอ้างอิง

- กนกกาญจน์แช่จิ่งและชนภรณ์ศรีคุณ. 2543. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่มีฤทธิ์ในการลดความดันเลือดของหนูขาว. รายงานโครงการงานวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิตภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เดชาศิริภัทร. 2538. บั๊บกผู้พิชิตความชื้นใน. วารสารหมอชาวบ้าน. 16 (342): 56-58.
- นวลศรีกรักริยะธรรม, อัญญาเจนวิธิสุข. 2545. แอนติออกซิแดนซ์สารต้านมะเร็งในผัก-สมุนไพรไทย. เชียงใหม่: นพบุรีการพิมพ์. 281 น.
- นิชิยารัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 487 น.
- ประภากร กองพิมพ์. 2552. ดิซอร์พชั่นไอโซเทิร์ม และแบบจำลองการทำแห้งของใบโหระพา โดยการทำแห้งแบบลมร้อน และการทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิ่นธรรภัทรสถาพรกุล. 2554. หน่วยที่8 การลวก. <http://courseware.rmutl.ac.th/courses/49/unit801.htm>. เข้าถึงได้เมื่อ กุมภาพันธ์10, 2554
- มนตรีเดชมมา, ประดิษฐ์เทิดทูน, วีระฟ้าเฟื่องวิทยากุล, ภัทรพรตันตาคม, ประเสริฐฤกษ์เกรียงไกร. 2544. การประหยัดพลังงานในเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนโดยใช้เทอร์โมไซฟอนแบบวงรอบ. วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่9: 1-21.
- มลศิริวิโรทัย. 2545. เทคโนโลยีอาหารเพื่อสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด. 260น.
- ยิ่งยงไพสุตศาสนดิวัฒนา. 2535. บั๊บก. วารสารกสิกร. 65 (2): 164-166.
- สถาบันวิจัยสมุนไพรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. 2550. สมุนไพรน่ารู้ (3) บั๊บก. กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สมชาติโสภณธฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 338น.
- สิงหนาทพวงจันทน์แดง, ปัญญาแสนชัย, กฤษณ์จันทโชติกุล. 2546. การพัฒนาเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นเพื่อพัฒนาการทำแห้งพืชสมุนไพรไทย (ใบกะเพรา). อาหาร33(2): 146-55.
- สิงหนาทพวงจันทน์แดง. 2537. การศึกษากรรมวิธีและแบบจำลองในการอบแห้งหอมหัวใหญ่. วิศวกรรมสารมข. 21(1-2): 65-76.
- สิงหนาทพวงจันทน์แดง. 2545. เอกสารคำสอนวิชา667 241 วิศวกรรมอาหาร1. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารคณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อ่อนรวีรัตนพันธุ์, มาฤดีม่องพิพัฒน์พงศ์. 2533. การทำแห้งพืชผักสวนครัวด้วยตู้อบแห้งแบบลดความชื้น. อาหาร 20(4): 253-63.
- Aguilera JM, Stanley DW. 1999. Microstructural principles of food processing and engineering. 2nd ed. Maryland : Aspen Publishers, Inc. 664 p.

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Merryland. Arlington, VA. 1015 p.
- Asean countries. 1993. Standard of Asean Herbal Medicine. Assara Buana printing, Jakarta, Indonesia.
- Asekun OT, Grierson DS, Afolayan AJ. 2007. Effect of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis*. *Food Chem* 101(3): 995-8.
- Boquet R, Chirife J, Iglesias HA. 1978. Equations for fitting water sorption isotherms of foods. Part II: Evaluation of various two-parameter models. *J Food Technol* 13: 3019-327.
- Boquet R, Chirife J, Iglesias HA. 1979. Equations for fitting water sorption isotherms of foods. Part III: Evaluation of various three-parameter models. *J Food Technol* 14: 527-534.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technol* 28: 25-30.
- Bunpo P, Kataoka K, Arimochi H, Nakayama H, Kuwahara T, Bando Y, Izumi K, Vinitketkumnien U, Ohnishi Y. 2004. Inhibitory effects of *Centella asiatica* on azoxymethane-induced aberrant crypt focus formation and carcinogenesis in the intestines of F344 rats 42 (2004): 1987-1997.
- Chan EWC, Lim YY, Wong SK, Lim KK, Tan SP, Lianto FS, Yong MY. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chem* 113:166-172.
- Chang SS, Ostric-Matijasevic B, Hsieh OAL, Huang CL. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J of Food Sci* 42: 1102-1104.
- Chen C, Morey RV. 1989. Comparison of four EMC/ERH equation. *Trans of ASAE*. 32(3): 983-90.
- Chen CS, Johnson WH. 1969. Kinetics of moisture movement in hygroscopic materials. (Theoretical considerations of drying phenomena). *Trans of ASAE* 12(1): 109- 13.
- Cheng CL, Koo MWL. 2000. Effects of *Centella asiatica* on ethanol induced gastric mucosal lesions in rats. *J of Life Sci* 67: 2647-2653.
- Chirife J, Iglesias HA. 1978. Equations for fitting water sorption isotherms of foods. Part I: A review. *J Food Technol* 13: 159-174.
- Cinquanta L, Matteo MD, Esti M. 2002. Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*) Part 2: Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. *Food Chem* 79: 233-238.
- Doymaz I. 2005. Thin-layer drying behaviour of mint leaves. *J Food Eng* 74(3): 370-75.
- Gunhan T, Demir V, Hancioglu E, Hepbasli A. 2005. Mathematical modeling of drying of bay leaves. *Energy Conversion and Management* 46(11-12): 1667-1679.
- Hamid AA, Shah ZMd, Muse R, Mohameda S. 2002. Characterisation of antioxidative activities of various extracts of *Centella asiatica* (Linn) Urban. *Food Chem* 77: 465-469.
- Heaton JW, Marangoni AG. 1996. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissue. *Trends Food Sci Technol* 7: 8-15.

- Henderson SM, Pabis S. 1961. Grain drying theory. I. Temperature effects on drying coefficients. *J Agric Eng Res* 6(3): 169-174.
- Henderson SM, Perry RM. 1976. *Agricultural process engineering*. 3rd ed. Westport Connecticut: The AVI Pub.
- Hesses B. 1994. Heat pump driers: Some basics principles, design consideration and deficiency. In: Britnell P. editor. *The Development and Application of Heat Pump Drier*. Brisbane: Pacific power Energy Service. 77 p.
- Iglesias HA, Chirife J. 1976. Prediction of effect of temperature on water sorption isotherms of food materials. *J Food Technol* 11: 109-16.
- Javanmardi J, Stushnoff C, Locke E, Vivanco JM. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food chemistry* 83: 547-550.
- Katsube T, Tsurunaga Y, Sujiyama M, Furuno T, Yamasaki Y. 2008. Effect of air-drying temperature capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *J Food Chem* 113: 964-69.
- Kaymak-Ertakin F. 2002. Drying and rehydrating kinetics of green and red peppers. *J Food Sci* 67: 168-75.
- Krokida MR, Marinos-Kouris D. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *J Food Eng* 57 (1): 1-7.
- Kuitche A, Edoun M, Takamte G. 2007. Influence of pre-treatment on drying on the drying kinetic of a local okro (*Hibiscus ersculentus*) variety. *World J Dairy Food Sci* 2(2): 83-8.
- Labuza TP. 1971. Properties of water as related to the keeping quality of foods proc. 3rd ed. Int. Cong. Food Science and technology 1970, Washington DC. 618 p.
- Lewicki PP. 2006. Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Sci and Technol* 17: 153-163.
- Lewis WK. 1921. The rate of drying solids material. *J of Ind and Eng Chem* 13(5): 427-32.
- Luh BS, O'neal R. 1975. Commercial vegetable processing. In: Luh BS, Woodroof JG. editors. *Quality Control*. London: Westport. 572-573.
- Mahapunt, P, Chaicharoentharwekit S. 1987. Determination of Active Constituents in *Centella asiatica*. B.Sc. Special Project Thesis, Faculty of Pharmacy, Mahidol University.
- Maisuthisakul P, Pasuk S, Ritthiruangdej. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *J Food Comp Anal* 21: 229-40.
- Mate JI, Quartaert C, Meerdink G, Van't Riet K. 1998. Effect of blanching on structural quality of dried potato slice. *J Agric Food Chem* 46(2): 113-123.
- Mazza G, LeMaguer M. 1980. Dehydration of onion: Some theoretical and practical considerations. *J Food Technol* 15: 181-194.
- Mazza G. 1983. Dehydration of carrots. *J Food Technol* 18: 113-123.

- Miglio C, Chiavaro E, Visconti A, Fogliano V, Pellegrini. 2008. Effect of different cooking method on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *J Agric Food Chem* 56: 139-147.
- Miguel ES, Stella MA. 2001. Color, chlorophyll, caffeine, and water content variation during yerba mate process. *Drying Technol* 19(3&4): 599-610.
- Mohamed LA, Kouhila M, Jamali A, Lahsasni S, Mahrouz M. 2005. Moisture sorption isotherms and heat of sorption of bitter orange leaves (*Citrus aurantium*). *J Food Eng* 67(4): 491- 98.
- Neumann HJ. 1972. Dehydrated celery : Effects of predrying treatments and rehydration procedured on reconstitution. *J Food Sci* 37: 437-441.
- Oswin CR. 1946. The kinetic of package life III. *J of ChemInd* 65: 419-421.
- Overhult DG, White HE, Ross IJ. 1973. Drying soybeans with heated air. *Trans of the ASAE* 16(1): 112-3.
- Page GE. 1949. Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin-layers. MS thesis, Department of Mechanical Engineering, Purdue University, West Lafayette: Purdue University.
- Park KJ, Vohnokova Z, Brod FPR. 2002. Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint (*Mentha crispata* L.). *J Food Eng* 25(3): 193-99.
- Pfost HB, Maurer SG, Chung DS, Miliken GA. 1976. Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grain. American Society of Agricultural Engineers. Paper NO. 76-3520, St. Joseph, MI, USA. cited in Chen C, Morey RV. 1989. Comparison of four EMC/ERH equation. *Trans of ASAE* 32(3): 983-90.
- Phoungchandang S, Nongsang S, Sanchai P. 2009. The development of ginger drying using tray drying, heat pump dehumidified drying and mixed mode solar drying. *Drying Technol* 27(10): 1123-31.
- Phoungchandang S, Srinukroh W, Leenanon B. 2008a. Kaffir lime leaf (*Citrus hystrix* DC.) drying using tray and heat pump dehumidified drying. *Drying Technol* 26: 1602-1609.
- Phoungchandang S, Tochip L, Srijesdaruk V. 2008b. White mulberry leaf drying by tray and heat pump dehumidified dryers. *J AgricSci* 4(S): 844-51.
- Phoungchandang S, Woods JL. 2000. Moisture diffusion and desorption isotherms for banana. *J Food Sci* 65(4): 651-57.
- Phoungchandang S. 1986. Development of small scale processing system for green peas. Master degree Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Potitate Y, Phoungchandang S. 2010. Chlorophyll retention and drying characteristics of ivy gourd leaf (*Coccinia grandis* Voigt) using tray and heat pump-assisted dehumidified air drying. *Drying Technol* 28: 786-797.
- Prior RL, Wu X, Schaiuch K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem* 53: 4290-302.

- Queiroz R, Gabas AL, Telis VRN. 2004. Drying kinetics of tomato by using electric resistance and heat pump dryers. *Drying Technol* 22(7):1603-20.
- Rapusas RS, Driscoll RH. 1995. The thin-layer drying characteristics of white onion slices. *Drying Technol* 13(8-9): 1905-31.
- Rocha T, Lebert A, Marty-Andonin C. 1993. Effect of pretreatments and drying conditions on drying rate and color retention of basil (*Ocimum basilicum*). *LebensmWiss and Technol* 26: 456-463.
- Sherwood TK. 1929. The drying of solids: Part b. *J of Ind and EngChem* 21(10): 976-80.
- Singh RP, Heldman DR. 1993. Introduction of food engineering. 2nd ed. San Diego: Academic Press. 499 p.
- Sreelatha S, Padma PR. 2009. Antioxidant activity and total phenolic content of *Moringa oleifera* leaves in two stages of maturity. *Plant Foods Hum Nutr* 64:303-311.
- Strommen I, Eikevik TM, Alves-Filho O, Syverud K, Jonassen O. 2002. Low temperature drying with heat pumps new generations of high quality dried products. In 13th International Drying Symposium. Beijing: China.
- Sun DW, Woods JL. 1994. The selection of sorption isotherm equations for wheat based on the fitting of available data. *J Stored Prod Res* 30(1): 27-43.
- Thompson TL, Peart RM, Foster GH. 1968. Mathematical simulation of corn drying-a new model. *Trans of the ASAE* 24: 582-586.
- Turhan M, Turhan N, Sahbaz F. 1997. Drying kinetics of red pepper. *J Food ProcPreserv* 21: 209-223.
- Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem* 93(4): 713-718.
- Van den Berg C, Bruin S. 1981. Water activity and its estimation in food system: Theoretical aspects. In: Rockland LB, Steward GF, editors. *Water activity: Influences on food quality*. New York: Academic Press. cited in Basunia MA, Abe T. 2001. Moisture desorption isotherms of medium-grain rough rice. *J Stored Prod Res* 37: 205-219.
- Vega-Mercado H, Góngora-Nieto MM, Barbosa-Cánovas GV. 2001. Advances in dehydration of foods. *J of Food Eng* 49(4): 271-289.
- Weaver CM, Daniel JR. 2003. The food chemistry laboratory. United States of America.
- Yan B, Rahman MS, Perera CO, Smith BW, Melton LD. 2002. Structural changes in apple rings during convection air-drying with controlled temperature and humidity. *J Agric Food Chem* 50:3179-85.
- Zainol MK, Hamid, AA, Yusof S, Muse R. 2003. Antioxidative activity and total phenolic compounds of leaf root and petiole of four accessions of *Centella asiatica* (Linn) Urban. *Food Chem* 81: 575-581.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณองค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ระยะเวลายับยั้งกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

และสมบัติการต้านออกซิเดชัน

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Content) (AOAC 2000)

1.1 ชั่งน้ำหนักชุดถ้วยความชื้น (Moisture can) ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและอบแห้งแล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

1.2 ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมลงในชุดถ้วยหาความชื้นเกลี่ยตัวอย่างให้สม่ำเสมอบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง

1.3 นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โดยเปิดฝาด้วยหาความชื้นและทำการอบนาน 12 ชั่วโมง (หรือจนน้ำหนักคงที่)

1.4 นำตัวอย่างออกจากตู้อบลมร้อน โดยปิดฝาด้วยหาความชื้นทันทีจากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator)

1.5 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

1.6 คำนวณหาปริมาณความชื้นเริ่มต้น

1.6.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก (Moisture content wet basis, w.b.)

$$M_{w.b.} = \left(\frac{M_w}{(M_w + M_d)} \right) \times 100$$

โดย $M_{w.b.}$ = ความชื้นมาตรฐานเปียก (%w.b.)

M_w = มวลของน้ำในอาหารหรือน้ำหนักที่หายไปหลังอบ

M_d = มวลของแข็งในอาหารหรือน้ำหนักหลังอบ

1.6.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Moisture content dry basis, d.b.)

$$M_{d.b.} = \left(\frac{M_w}{1 - M_w} \right) \times 100$$

โดย $M_{d.b.}$ = ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%d.b.)

1.7 ความชื้นระหว่างการทำแห้ง

โดยการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างใบโหระพาที่เวลา (t) ใดๆในระหว่างการทำแห้งและคำนวณหาความชื้นของตัวอย่างในระหว่างการทำแห้งได้ดังนี้

$$M_t = \left[\frac{(mM_i) - W}{(m - W)} \right]$$

โดย M_t = ความชื้นที่เวลาใดๆ (%w.b.)

M_i = ความชื้นเริ่มต้น (%w.b.)

m = น้ำหนักเริ่มต้น (g)

W = น้ำหนักที่หายไป (g)

2. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC 2000)

2.1 ใส่วัตถุอย่างอาหาร 0.5 กรัม (ผ่านการอบแห้งและสกัดเอาไขมันออก) ลงใน crucible ที่แห้งและทราบน้ำหนักแน่นอนเดิม 1.25% H_2SO_4 จำนวน 200 มิลลิลิตรให้ความร้อนอย่างรวดเร็วและให้สารละลายเดือดเบาๆนาน 30 นาทีล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 5 ครั้ง

2.2 เติม 1.25% NaOH จำนวน 200 มิลลิลิตรให้ความร้อนอย่างรวดเร็วและให้สารละลายเดือดเบาๆนาน 30 นาทีล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 5 ครั้ง

2.3 นำ Crucible ที่มีเส้นใยหลังการย่อยไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงจากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Dessicator) และชั่งน้ำหนัก (ก่อนเผา)

2.4 นำไปเผาให้กลายเป็นเถ้าใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะเป็นเถ้าสีขาวจนหมดทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก (หลังเผา)

2.5 คำนวณหาปริมาณเส้นใย (Crude fiber)

$$\text{ปริมาณเชื้อใย(\%โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนเผาและหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์ระยะเวลายังยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร้ออกซิเดส (Luh and O'Neal 1975)

3.1 ชั่งตัวอย่างสดและตัวอย่างลวก 10 กรัมหั่นเป็นชิ้นเล็กๆเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรบดให้ละเอียดกรองสารละลายที่ได้ผ่านผ้าก๊อสนำสารละลายใส่ที่ได้ทำการทดสอบกิจกรรมเอนไซม์เปอร้ออกซิเดส

3.2 ตัวอย่างชุดควบคุมเติมสารละลายใส่ที่ได้จากตัวอย่างสดที่ไม่ได้ผ่านการลวกปริมาตร 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตรเติม H_2O_2 ร้อยละ 0.08 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรในหลอดทดลองผสมให้เข้ากันโดยการกลับหลอดไปมาเพียงเบาๆ

3.3 ทดสอบกิจกรรมเอนไซม์เปอร้ออกซิเดสเติมสารละลายใส่ที่ได้จากการกรองตัวอย่างที่ผ่านการลวกที่เวลาต่างๆคือ 0.5 1.0 1.5 2.0 นาทีปริมาตร 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร 10 มิลลิลิตรเติม guaiacol ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรโดยไม่ต้องเขย่าแล้วเติม H_2O_2 ร้อยละ 0.08 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรแล้วปิดจุดหลอดทดลองผสมให้เข้ากันโดยการกลับหลอดไปมาเพียงเบาๆถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสีภายใน 3.5 นาทีหรือเกิดการเปลี่ยนสีหลัง 3.5 นาทีให้ถือว่าหลอดทดลองเป็นลบคือไม่มีการทำงานของเอนไซม์ถ้ามีการทำงานของเอนไซม์จะสังเกตเห็นสีน้ำตาลแดงภายใน 3.5 นาทีหรือถ้าเป็นสีเพียงเล็กน้อยถือว่ามีการทำงานของเอนไซม์เพียงเล็กน้อยหรือเป็นการลวกที่เพียงพอ

4. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด คัดแปลงจากวิธีของ Maisuthisakul and others (2007)

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 การเตรียมสารละลาย 7.5% (w/v) Sodium carbonate

ชั่ง Sodium carbonate 7.5 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

4.1.2 การเตรียม standard curve gallic acid ความเข้มข้น 120 mg/ml

Gallic acid 120 mg/ml เตรียมปริมาตร 50 มิลลิลิตร

ชั่ง Gallic acid 6 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลจนครบ 50 มิลลิลิตร

4.1.3 เตรียม Stock solution ที่ความเข้มข้น 200 µg/ml

โดยเตรียมจาก Gallic acid 120 mg/ml

จากสูตร $C_1V_1=C_2V_2$

แทนค่าในสูตร $120 \text{ mg/ml } (V_1) = 200 \text{ µg/ml } (100\text{ml})$

$$V_1 = \frac{200 \text{ µg/ml } (100\text{ml})}{120\text{mg/ml}}$$

$$V_1 = 166.67 \text{ µl}$$

ดังนั้นปีเปตสาร Gallic acid จากความเข้มข้น 120 mg/ml มา 166.67 µl แล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอลจนครบ 100 ml จะได้ Gallic acid ความเข้มข้น 200 µg/ml เป็น Stock solution

4.1.4 เตรียม Gallic acid ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml

โดยการทำให้ Serial dilution จาก Gallic acid ความเข้มข้น 200 µg/ml

จากสูตร $C_1V_1=C_2V_2$

แทนค่าในสูตร $200 \text{ µg/ml } (V_1) = 100 \text{ µg/ml } (25 \text{ ml})$

$$V_1 = \frac{100 \text{ µg/ml } (25 \text{ ml})}{200 \text{ µg/ml}}$$

$$V_1 = 12.5 \text{ ml}$$

ดังนั้นปีเปตสาร Gallic acid จากความเข้มข้น 200 µg/ml มา 12.5 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอลจนครบ 25 ml จะได้ Gallic acid ความเข้มข้น 100 µg/ml

4.1.5 เตรียม Gallic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ

โดยการทำให้ Serial dilution เริ่มต้นจาก Gallic acid ความเข้มข้น 100 µg/ml โดยใช้สูตร $C_1V_1=C_2V_2$ จะได้สารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆจะได้ผลดังตารางที่ ก. 1

ตารางที่ ก. 1 ระดับความเข้มข้นของกรดแกลลิก

ระดับความเข้มข้น (µg/ml)	ปริมาตร Gallic acid จากความเข้มข้นก่อนหน้า	ปรับปริมาตรด้วย เอทานอลจนครบ (ml)
100		
90	22.50	25
80	22.22	25
70	21.88	25
60	21.43	25
50	20.83	25
40	20.00	25
30	18.75	25
20	16.67	25
10	12.5	25
0	0	25

4.2 การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

4.2.1 การสร้างกราฟมาตรฐานจากกรดแกลลิก

ปิเปตสารละลายกรดแกลลิกที่เตรียมที่ความเข้มข้น 0 – 100 µg/ml มาความเข้มข้นละ 300 ไมโครลิตรเติมลงฟอลินรีเอเจนท์ (Folin-Ciocalteu reagent) 1.5 มิลลิตรหลังผสม3นาที่จากนั้น 7.5% (w/v) Sodium carbonate 1.2 มิลลิตรผสมให้เข้ากันวางไว้ที่มีถ้30นาที่ที่อุณหภูมิห้องวัดค่าแอมซอร์เบนซ์ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

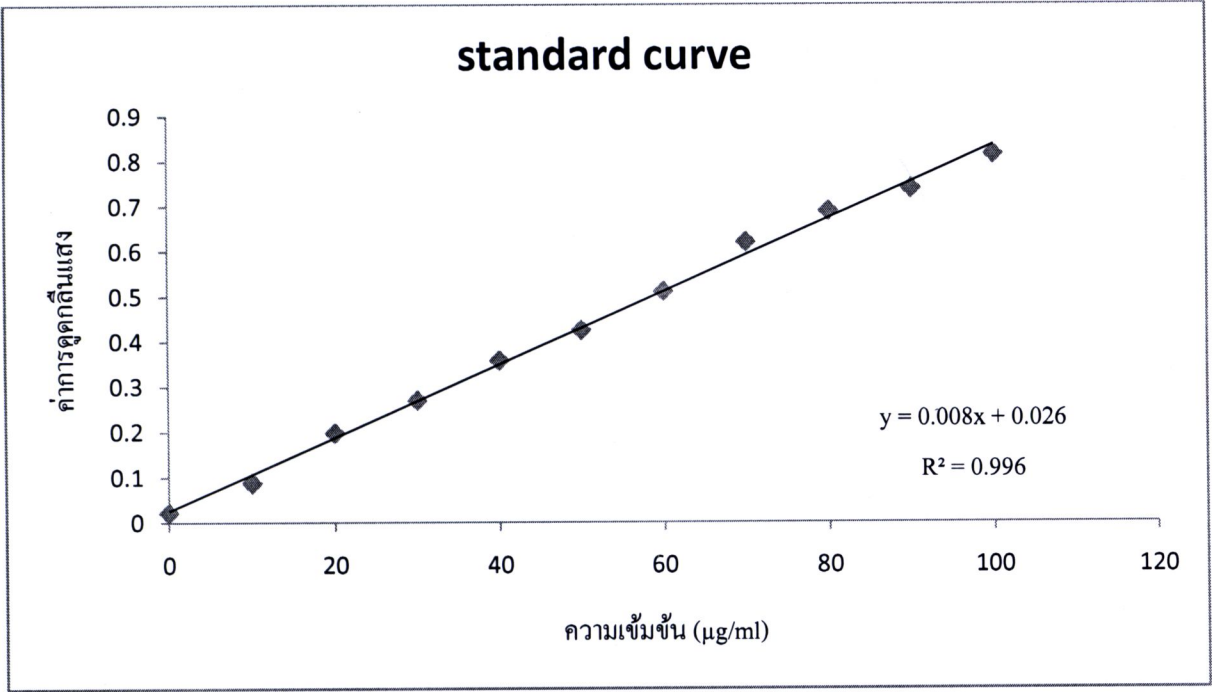
4.2.2 การสกัดสารฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างใบบัวบกสด 10 กรัมและใบบัวบกแห้ง2กรัมผสมในเอทานอลร้อยละ 99.9 ปริมาตร 100 มิลลิตรเขย่าในที่มืด 4.5 ชั่วโมงกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ระเหยสารเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสปรับปริมาตรสุดท้ายให้เท่ากัน (10 ml) ด้วยเอทานอล

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

เตรียมตัวอย่างที่ระดับการเจือจาง20เท่าของสารสกัดเริ่มต้นโดยปิเปตสารสกัดใบบัวบกเข้มข้นมา 0.5 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ครบ 10 ml ปิเปตตัวอย่าง 300 ไมโครลิตรเติมลงใน Folin-Ciocalteu’s reagent 1.5 มิลลิตรจากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต 7.5% ปริมาตร 1.2 มิลลิตรผสมให้เข้ากันวางไว้ในที่มืด 30 นาที่วัดค่าแอมซอร์เบนซ์ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตรและเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก

4.2.4 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในใบบัวบกสด



ภาพที่ ก. 1 กราฟมาตรฐานของสารประกอบกรดแกลลิก

ค่าแอมซอร์เบ้นซ์ของใบบัวบกสดซ้ำที่ 1 คือ 0.3337 แทนค่าในสมการจากกราฟมาตรฐาน มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 37.99 µg/ml คำนวณเป็น dry basis จะได้ว่า

สารละลาย 1 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 37.99 µg

ถ้าปิเปตมา 0.5 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
$$\frac{37.99 \mu\text{g} \times 0.5 \text{ ml}}{1 \text{ ml}}$$

สารละลาย 0.5 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 19.00 µg

ถ้าปิเปตมา 10 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
$$\frac{19.00 \mu\text{g} \times 10 \text{ ml}}{0.5 \text{ ml}}$$

สารละลาย 10 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.38 mg

จากน้ำหนักเริ่มต้น 10.20 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.38 mg

ถ้าตัวอย่าง 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
$$\frac{0.38 \text{ mg} \times 1 \text{ g}}{10.20 \text{ g}}$$

ตัวอย่าง 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.037 mg×20 เท่าของระดับการเจือจาง = 0.74 mg

ค่าความชื้นของใบบัวบกสด ร้อยละ 86.18 ดังนั้น มีปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 13.82

เนื้อใบบัวบกสด 0.1382g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.74 mg

ถ้าเนื้อใบบัวบก 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด
$$\frac{0.74 \text{ mg} \times 1 \text{ g}}{0.1382 \text{ g}}$$

เนื้อใบบั่วบก 1g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 5.35 mg

จะได้ว่า ความเข้มข้นของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในใบบั่วบกสด เท่ากับ 5.35 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

4.2.5 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในใบบั่วบกผลวกที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้น โดยใช้เครื่องสุบความร้อน

ค่าแอสซอร์เบนซ์ของใบบั่วบกแห้งซ้ำที่ 1 คือ 0.2704 แทนค่าในสมการจากกราฟมาตรฐาน มีสารฟีนอลิก 30.17 $\mu\text{g/ml}$ คำนวณเป็น dry basis จะได้ว่า

สารละลาย 1 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 30.17 μg

ถ้าปิเปตมา 0.5 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด $\frac{30.17 \mu\text{g} \times 0.5 \text{ ml}}{1 \text{ ml}}$

สารละลาย 0.5 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 15.09 μg

ถ้าปิเปตมา 10 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด $\frac{15.09 \mu\text{g} \times 10 \text{ ml}}{0.5 \text{ ml}}$

สารละลาย 10 ml มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.3018 mg

จากน้ำหนักเริ่มต้น 2 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 0.3018 mg

ถ้าตัวอย่าง 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด $\frac{0.3018 \text{ mg} \times 1 \text{ g}}{2 \text{ g}}$

ตัวอย่าง 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด $0.1509 \text{ mg} \times 20$ เท่าของระดับการเจือจาง
= 3.018 mg

ค่าความชื้นของใบบั่วบก ร้อยละ 3.28 ดังนั้น มีปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 96.72

เนื้อใบบั่วบก 0.9672g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 3.018 mg

ถ้าเนื้อใบบั่วบก 1 g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด $\frac{3.018 \text{ mg} \times 1 \text{ g}}{0.9672 \text{ g}}$

เนื้อใบบั่วบก 1g มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 3.12 mg

จะได้ว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในใบบั่วบกแห้งเท่ากับ 3.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง



5. การวิเคราะห์สมบัติการต้านออกซิเดชัน คัดแปลงจากวิธีของ Maisuthisakul and others (2007)

5.1 การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 6×10^{-5} โมลาร์ (M) (MW = 394.33) ชั่ง DPPH 0.0024 กรัม ปรับปริมาตรด้วย 99.9 % เอทานอลให้ครบ 100 ml

วิธีการคำนวณหาปริมาณสารเริ่มต้น

$$\frac{\text{g}}{394.33 \text{ g/mol}} = (100 \text{ ml}) 6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$g = (100\text{ml}) \left(\frac{6 \times 10^{-5} \text{ mol}}{1,000\text{ml}} \right) \left(\frac{394.33\text{g}}{\text{mol}} \right)$$

$$g = 0.00236598 \approx 0.0024 \text{ g}$$

5.2 การวิเคราะห์สมบัติการต้านออกซิเดชัน

5.2.1 การสกัดสารฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างใบบวบกสด 10 กรัม และใบบวบกแห้ง 2 กรัมผสมในเอทานอลร้อยละ 99.9 ปริมาตร 100 มิลลิลิตรเขย่าในที่มืด 4.5 ชั่วโมงกรองด้วยกระดาษกรองWhatman เบอร์ 1 ระเหยสารเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสปรับปริมาตรสุดท้ายให้เท่ากัน (10 ml) ด้วยเอทานอล

5.2.2 การเตรียม Blank

ปิเปตสารละลาย DPPH 3 ml เติมน้ำกลั่นขจัดไอออนแล้ว (deionized distilled water, DI) 77 ไมโครลิตร ทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าแอมซอร์แบนซ์ ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ในเวลา 1 ชม. เพื่อทดสอบความเสถียรของสารละลาย DPPH โดยมิใช่เอทานอลร้อยละ 99.9 เป็นสารละลายอ้างอิง

5.2.3 วิธีการวิเคราะห์

เตรียมตัวอย่างที่ระดับการเจือจาง 20 เท่าของสารสกัดเริ่มต้น โดยปิเปตสารสกัดใบบวบกเข้มข้นมา 0.5 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ครบ 10 มิลลิลิตร

ปิเปตสารละลาย DPPH 3 มิลลิลิตร ในขวดแก้วสีชาขนาดเล็ก เติมสารละลายที่ต้องการทดสอบ 77 ไมโครลิตร เก็บในที่มืด เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่าแอมซอร์แบนซ์ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร

การคำนวณ

$$\% \text{inhibition} = \left[\frac{A_b - A_s}{A_b} \right] \times 100$$

เมื่อ A_b = ค่าแอมซอร์แบนซ์ของสารละลาย DPPH

A_s = ค่าแอมซอร์แบนซ์ของตัวอย่าง

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการวิจัย

ตารางที่ ข. 1 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศที่อุณหภูมิต่างๆในการสร้างดิซอร์พชั่นไอโซเทิร์มสำหรับไบบัวบกสดและไบบัวบกตาก

ไบบัวบกสด				ไบบัวบกตาก			
% ความชื้น d.b.	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH, %)			% ความชื้น d.b.	ความชื้นสัมพัทธ์ (RH, %)		
	20°C	35°C	50°C		20°C	35°C	50°C
26.3372	0.781	0.790	0.802	12.778	0.710	0.727	0.739
22.1848	0.747	0.758	0.766	10.3402	0.645	0.673	0.695
16.1448	0.653	0.664	0.679	9.0613	0.526	0.542	0.557
10.8092	0.488	0.499	0.510	8.2750	0.515	0.534	0.545
4.7057	0.451	0.462	0.477	6.8403	0.403	0.416	0.431
4.2234	0.348	0.358	0.368	6.0498	0.398	0.413	0.421
3.2839	0.288	0.302	0.311	4.8281	0.367	0.380	0.385

ตารางที่ ข. 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของไบบัวบกที่ไม่ผ่านการลวกระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาที)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายนอกตู้	เวลา (นาที)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายนอกตู้
0	1.0000	1.0000	36.7	70	0.2674	0.2699	36.4
5	0.8599	0.8604	36.0	75	0.2367	0.2394	
10	0.7816	0.7824		80	0.2077	0.2105	
15	0.7155	0.7165		85	0.1825	0.1854	
20	0.6634	0.6646		90	0.1565	0.1594	
25	0.6178	0.6191		95	0.1334	0.1364	
30	0.5686	0.5701		100	0.1109	0.1140	
35	0.5236	0.5253	35.5	105	0.0904	0.0936	36.5
40	0.4821	0.4839		110	0.0753	0.0785	
45	0.4434	0.4454		115	0.0569	0.0601	
50	0.4042	0.4062		120	0.0429	0.0462	
55	0.3682	0.3704		125	0.0153	0.0187	
60	0.3306	0.3329		130	0.0057	0.0092	
65	0.3004	0.3028		135	0.0020	0.0055	

ตารางที่ ข. 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบข้าวบดที่ไม่ผ่านการลวกระหว่างการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ X_0-X_e)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ X_0-X_e)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้
0	1.0000	1.0000	33.9	35	0.2546	0.2556	34.4
5	0.8107	0.8110		40	0.1973	0.1984	
10	0.6836	0.6840		45	0.1401	0.1414	
15	0.5771	0.5777		50	0.0944	0.0956	
20	0.4836	0.4843		55	0.0609	0.0622	
25	0.3995	0.4003		60	0.0296	0.0310	
30	0.3232	0.3241	34.0	65	0.0200	0.0213	

ตารางที่ ข. 4 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบข้าวบดที่ไม่ผ่านการลวกระหว่างการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ X_0-X_e)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ X_0-X_e)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้
0	1.0000	1.0000	35.3	25	0.3036	0.3043	35.1
5	0.7890	0.7892		30	0.2085	0.2092	
10	0.6422	0.6425		35	0.1312	0.1320	
15	0.5156	0.5161		40	0.0739	0.0747	
20	0.3996	0.4001		45	0.0235	0.0244	

ตารางที่ ข. 5 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบวบกลวระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	35.5	45	0.2637	0.2684	34.9
5	0.8737	0.8745		50	0.2082	0.2132	
10	0.7643	0.7658		55	0.1604	0.1657	
15	0.6719	0.6740		60	0.1155	0.1210	
20	0.5901	0.5926		65	0.0844	0.0902	
25	0.5264	0.5294		70	0.0493	0.0553	
30	0.4504	0.4539	35.4	75	0.0281	0.0342	
35	0.3872	0.3911		80	0.0063	0.0126	
40	0.3264	0.3306					

ตารางที่ ข. 6 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบวบกลวระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	34.9	25	0.2036	0.2065	34.5
5	0.7621	0.7629		30	0.1047	0.1079	
10	0.5858	0.5873		35	0.0376	0.0411	
15	0.4492	0.4512		40	0.0063	0.0098	
20	0.3170	0.3194					

ตารางที่ ข. 7 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบั่วบกลวกระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	34.3	15	0.2482	0.2502	
5	0.7000	0.7008		20	0.0843	0.0867	
10	0.4569	0.4583		25	0.0102	0.0127	

ตารางที่ ข. 8 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบั่วบที่ไม่ผ่านลวกระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมความร้อน

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	35.6	55	0.3149	0.3159	
5	0.8852	0.8853		60	0.2841	0.2851	34.6
10	0.7905	0.7908		65	0.2496	0.2506	
15	0.7161	0.7165		70	0.2160	0.2171	
20	0.6520	0.6525		75	0.1873	0.1884	
25	0.5918	0.5924		80	0.1580	0.1592	
30	0.5466	0.5472	34.3	85	0.1348	0.1360	
35	0.4934	0.4941		90	0.1085	0.1098	34
40	0.4497	0.4505		95	0.0905	0.0917	
45	0.4054	0.4062		100	0.0234	0.0247	
50	0.3696	0.3705					

ตารางที่ ข. 9 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบข้าวบดที่ไม่ผ่านลวดระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมร้อน

เวลา (นาที)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาที)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e$ $/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	34.7	35	0.2349	0.2356	34.9
5	0.8373	0.8374		40	0.1708	0.1716	
10	0.7118	0.7121		45	0.1118	0.1127	
15	0.5981	0.5985		50	0.0640	0.0649	
20	0.4950	0.4955		55	0.0571	0.0580	
25	0.3933	0.3939		60	0.0036	0.0046	
30	0.3123	0.3130	34.7				

ตารางที่ ข. 10 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบข้าวบดที่ไม่ผ่านลวดระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมร้อน

เวลา (นาที)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาที)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	34.8	25	0.2571	0.2577	34.9
5	0.8089	0.8090		30	0.1570	0.1577	
10	0.6484	0.6487		35	0.0807	0.0815	
15	0.5039	0.5043		40	0.0218	0.0227	
20	0.3746	0.3752					

ตารางที่ ข. 11 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบั่วบกลวกระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมร้อน

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	33.9	30	0.2716	0.2744	33.6
5	0.8350	0.8357		35	0.1851	0.1882	
10	0.7064	0.7075		40	0.1095	0.1129	
15	0.5852	0.5867		45	0.0550	0.0586	
20	0.4740	0.4760		50	0.0140	0.0177	
25	0.3699	0.3723		55	0.0080	0.0118	

ตารางที่ ข. 12 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบั่วบกลวกระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมร้อน

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_t-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_t/X_0$)	% RH ภายใน นอกตู้
0	1.0000	1.0000	35.1	20	0.2873	0.2895	35.1
5	0.7973	0.7979		25	0.1601	0.1626	
10	0.6072	0.6084		30	0.0641	0.0669	
15	0.4437	0.4453		35	0.0030	0.0060	

ตารางที่ ข. 13 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความชื้นของใบบับบกลวระหว่างการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลดความชื้น โดยใช้เครื่องสูบความร้อน

เวลา (นาทึ)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_i-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_i/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้	เวลา (นาทึ)	อัตราส่วนความชื้น ($MR=X_i-X_e/X_0-X_e$)	อัตราส่วน ความชื้น ($MR=X_i/X_0$)	% RH ภาย นอกตู้
0	1.0000	1.0000	34.9	15	0.1965	0.1985	
5	0.7001	0.7009		20	0.0012	0.0037	
10	0.4321	0.4335					

ตารางที่ ข. 14 อัตราส่วนการทำแห้ง(Drying ratio)

ใบบับบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ครั้งที่	อัตราส่วนการทำแห้ง	
			TD	HPD
ใบบับบที่ ไม่ผ่านการลวก	40	1	6.4800	6.5354
		2	6.4184	6.6122
	50	1	6.4599	6.7493
		2	6.6695	6.9230
	60	1	6.6406	6.8322
		2	6.6554	6.8998
ใบบับบกลวก	40	1	7.1401	7.2213
		2	7.0641	7.0468
	50	1	7.3558	7.2168
		2	7.2310	7.2468
	60	1	7.3698	7.3015
		2	7.3287	7.4043

หมายเหตุ

TD

หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบถาด

HPD

หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้น โดยใช้เครื่องสูบความร้อน

ตารางที่ ข. 15 อัตราส่วนการดูดน้ำกลับคืน (Rehydration ratio)

ใบบวบก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ครั้งที่	อัตราส่วนการดูดน้ำกลับคืน	
			TD	HPD
ใบบวบกที่ไม่ผ่านการลวก	40	1	3.8636	5.1039
		2	4.0139	4.1420
	50	1	4.0217	4.6067
		2	3.7732	3.5968
	60	1	3.8406	3.2673
		2	3.9077	3.7953
ใบบวบกลวก	40	1	5.8532	6.5590
		2	5.3719	5.3790
	50	1	4.4012	5.9267
		2	5.4112	4.9197
	60	1	4.5295	4.7185
		2	4.4163	4.4801

หมายเหตุ

TD หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบถาด

HPD หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้น โดยใช้เครื่องสูบความร้อน

ตารางที่ ข. 16 ค่าสีเฉลี่ยของใบบวบกหลังทำแห้งและใบบวบกหลังการดูดน้ำกลับคืน

เครื่องทำ แห้ง	สภาวะ	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ค่าสีหลังการทำแห้ง			ค่าสีหลังการดูดน้ำกลับคืน		
			L*	a*	b*	L*	a*	b*
TD	ใบบั่วบก ที่ไม่ผ่าน การลวก	40	43.2550	-3.9183	17.0717	38.2905	-3.5383	15.2577
		50	41.3650	-3.1733	18.3250	37.2938	-2.6823	16.9580
		60	39.4833	-2.2083	18.8350	34.5737	-1.7886	17.2239
	ใบบั่วบก ลวก	40	38.1133	-7.4433	14.9217	34.8606	-7.7078	14.2786
		50	37.3150	-8.0417	16.0800	33.3168	-7.0941	14.4193
		60	36.2633	-8.2500	16.8383	33.7452	-6.4636	15.3506
HPD	ใบบั่วบก ที่ไม่ผ่าน การลวก	40	41.8083	-3.5783	18.1017	39.6334	-3.0074	16.2093
		50	40.6533	-3.3683	18.1917	36.2283	-2.6186	16.5061
		60	36.5633	-2.8683	18.5650	32.6707	-2.0736	17.4701
	ใบบั่วบก ลวก	40	38.6467	-8.0517	14.8300	33.5710	-7.8302	13.3997
		50	36.3950	-7.4200	15.8967	33.2135	-7.5631	14.7222
		60	35.4850	-7.3033	17.4533	31.7918	-7.3048	15.5547

หมายเหตุ

TD

หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบถาด

HPD

หมายถึงเครื่องทำแห้งแบบลดความชื้นโดยใช้เครื่องสูบลมความร้อน

ใบบั่วบกสดก่อนการทำแห้ง	L*	a*	b*
	40.5625	-11.5113	21.0813

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ก. 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.6-4.5	2	623.424738
4.6-5.5	2	657.413888
5.6-6.5	2	671.710838
Sig.		.202

ตารางที่ ก. 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.6-4.5	2	5.445000	
4.6-5.5	2		6.180200
5.6-6.5	2		6.337800
Sig.		1.000	.172

ตารางที่ ก. 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติการต้านออกซิเดชั่นของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.6-4.5	2	22.297100	
5.6-6.5	2		25.766150
4.6-5.5	2		25.925500
Sig.		1.000	.765

ตารางที่ ค. 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสี L* ของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.6-4.5	2	37.872500
5.6-6.5	2	40.321250
4.6-5.5	2	40.803750
Sig.		.340

ตารางที่ ค. 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสี a* ของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4.6-5.5	2	-11.6488
3.6-4.5	2	-11.4013
5.6-6.5	2	-11.3738
Sig.		.541

ตารางที่ ค. 6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสี b* ของใบบัวบกด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5.6-6.5	2	20.492500
4.6-5.5	2	21.670000
3.6-4.5	2	21.857500
Sig.		.430

ตารางที่ ค. 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยของใบข้าวบดด้วย Duncan’s new multiple range test

size	N	Subset for alpha = 0.05
		1
5.6-6.5	2	11.001075
4.6-5.5	2	11.105375
3.6-4.5	2	11.133775
Sig.		.773

ตารางที่ ค. 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบข้าวบดที่ผ่านการลวกด้วยวิธีและเวลาต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	18.966 ^a	7	2.709	126.685	0.000	0.991
Intercept	1261.924	1	1261.924	59004.864	0.000	1.000
MODE	0.721	1	0.721	33.701	0.000	0.808
TIME	13.274	3	4.425	206.884	0.000	0.987
MODE * TIME	4.971	3	1.657	77.481	0.000	0.967
Error	0.171	8	0.021			
Total	1281.061	16				
Corrected Total	19.137	15				

a. R Squared = .991 (Adjusted R Squared = 0.983)

ตารางที่ ค. 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบบัวบกที่ผ่านการลวกด้วยวิธีและเวลาต่างๆด้วย Duncan’s new multiple range test

Treatment	N	Subset			
		1	2	3	4
MW15	2	7.130700			
B60	2	7.500250			
B15	2		8.629550		
MW60	2		8.662500		
B45	2			9.159150	
B30	2			9.385650	
MW45	2				10.064850
MW30	2				10.514500
Sig.		.035	.827	.160	.015

หมายเหตุ B หมายถึงการลวกด้วยน้ำเดือด
 MW หมายถึงการลวกด้วยเครื่องไมโครเวฟ

ตารางที่ ค. 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมบัติการต้านออกซิเดชันของใบบัวบกที่ผ่านการลวกด้วยวิธีและเวลาต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	175.316 ^a	7	25.045	189.377	0.000	0.994
Intercept	2482.032	1	2482.032	18767.731	0.000	1.000
MODE	.216	1	0.216	1.635	0.237	0.170
TIME	111.162	3	37.054	280.183	0.000	0.991
MODE * TIME	63.937	3	21.312	161.152	0.000	0.984
Error	1.058	8	0.132			
Total	2658.406	16				
Corrected Total	176.374	15				

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = 0.989)

ตารางที่ ค. 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติการต้านออกซิเดชันของไบบวบกที่ผ่านการลวกด้วยวิธี
และเวลาต่างๆด้วย Duncan’s new multiple range test

Treatment	N	Subset				
		1	2	3	4	5
MW15	2	6.580000				
B60	2		8.535000			
MW60	2			10.470000		
B15	2				13.735000	
B45	2				13.885000	
B30	2				14.130000	
MW45	2					16.110000
MW30	2					16.195000
Sig.		1.000	1.000	1.000	.328	.821
หมายเหตุ	B	หมายถึงการลวกด้วยน้ำเดือด				
	MW	หมายถึงการลวกด้วยเครื่องไมโครเวฟ				

ตารางที่ ค. 12 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบวบกสด ($X_e=f(RH_e, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Henderson

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	4803.756	3	1601.252
Residual	38.451	18	2.136
Uncorrected Total	4842.207	21	
Corrected Total	1546.772	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.975.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	0.0003	0.0002	-7.903E-5	0.001
B	440.236	276.588	-140.854	1021.325
C	0.713	0.037	0.634	0.791

ตารางที่ ก. 13 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Henderson

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	6.937	3	2.312
Residual	0.035	18	0.002
Uncorrected Total	6.972	21	
Corrected Total	0.672	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.948.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	0.0004	0.0004	-0.001	0.001
B	405.960	468.946	-579.259	1391.179
C	0.647	0.040	0.564	0.731

ตารางที่ ก. 14 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Oswin

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	4796.182	3	1598.727
Residual	46.025	18	2.557
Uncorrected Total	4842.207	21	
Corrected Total	1546.772	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.970.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	9.193	0.714	7.694	10.692
B	-0.028	0.015	-0.060	0.005
C	1.131	0.063	0.999	1.262



ตารางที่ ค. 15 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Oswin

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	6.930	3	2.310
Residual	0.042	18	0.002
Uncorrected Total	6.972	21	
Corrected Total	0.672	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.938.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	8.516	1.211	5.972	11.060
B	-0.028	0.032	-0.094	0.039
C	0.930	0.064	0.796	1.065

ตารางที่ ค. 16 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Chung-Pfost

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	4782.121	3	1594.040
Residual	60.086	18	3.338
Uncorrected Total	4842.207	21	
Corrected Total	1546.772	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.961.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	-2.212E9	4.834E15	-1.016E16	1.016E16
B	-1.631E9	3.564E15	-7.488E15	7.488E15
C	15.199	0.701	13.727	16.671

ตารางที่ ค. 17 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Chung-Pfost

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	6.940	3	2.313	
Residual	.032	18	.002	
Uncorrected Total	6.972	21		
Corrected Total	.672	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.953.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	559.562	571.093	-640.259	1759.383
B	388.733	431.725	-518.288	1295.755
C	0.069	0.004	0.059	0.078

ตารางที่ ค. 18 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกสด ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Halsey

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	4785.446	3	1595.149	
Residual	56.761	18	3.153	
Uncorrected Total	4842.207	21		
Corrected Total	1546.772	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.963.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	1.629	0.176	1.259	2.000
B	-0.003	0.002	-0.007	0.001
C	0.900	0.054	0.787	1.014

ตารางที่ ก. 19 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบัวบกสด ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วยแบบจำลอง Modified Halsey

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	6.925	3	2.308	
Residual	0.048	18	0.003	
Uncorrected Total	6.972	21		
Corrected Total	0.672	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.929.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	1.057	0.148	0.746	1.369
B	-0.002	0.003	-0.009	0.004
C	0.682	0.050	0.577	0.788

ตารางที่ ก. 20 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบัวบกกลว ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วยแบบจำลอง Modified Henderson

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	1575.891	3	525.297	
Residual	6.549	18	0.364	
Uncorrected Total	1582.440	21		
Corrected Total	132.128	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.950.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	.00017	0.00009	-1.575E-5	0.00035
B	280.548	156.039	-47.278	608.374
C	1.265	0.070	1.118	1.411

ตารางที่ ก. 21 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกลวก ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Henderson

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	6.095	3	2.032	
Residual	0.019	18	0.001	
Uncorrected Total	6.114	21		
Corrected Total	0.329	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.942.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	0.00020	0.00012	-4.675E-5	0.00044
B	299.769	191.332	-102.205	701.743
C	1.166	0.073	1.013	1.318

ตารางที่ ก. 22 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกลวก ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Oswin

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	1574.994	3	524.998	
Residual	7.447	18	0.414	
Uncorrected Total	1582.440	21		
Corrected Total	132.128	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.944.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	8.234	0.383	7.430	9.038
B	-0.020	0.010	-0.041	0.001
C	1.887	0.110	1.656	2.119

ตารางที่ ค. 23 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบับกลวก ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Oswin

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	6.089	3	2.030	
Residual	0.025	18	0.001	
Uncorrected Total	6.114	21		
Corrected Total	0.329	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.925.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	8.150	0.485	7.130	9.170
B	-0.019	0.013	-0.046	0.008
C	1.630	0.119	1.381	1.880

ตารางที่ ค. 24 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบับกลวก ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Chung-Pfost

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	1574.884	3	524.961	
Residual	7.557	18	0.420	
Uncorrected Total	1582.440	21		
Corrected Total	132.128	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.943.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	-1.976E9	1.791E15	-3.764E15	3.764E15
B	-8.179E8	7.414E14	-1.558E15	1.558E15
C	7.152	0.373	6.369	7.935

ตารางที่ ค. 25 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกลวก ($RH_c=f(X_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Chung-Pfost

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	6.098	3	2.033	
Residual	0.016	18	0.001	
Uncorrected Total	6.114	21		
Corrected Total	0.329	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.951.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	743.077	409.416	-117.074	1603.229
B	303.267	184.829	-85.044	691.577
C	0.151	0.009	0.132	0.169

ตารางที่ ค. 26 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดิซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบิวทกลวก ($X_c=f(RH_c, T)$) ด้วย
แบบจำลอง Modified Halsey

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares	
Regression	1573.819	3	524.606	
Residual	8.621	18	0.479	
Uncorrected Total	1582.440	21		
Corrected Total	132.128	20		

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.935.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	2.683	0.216	2.229	3.136
B	-0.004	0.002	-0.008	0.0004
C	1.449	0.091	1.258	1.640

ตารางที่ ก. 27 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองดีซอร์พชันไอโซเทิร์มของไบบับกลวก ($RH_e=f(X_e,T)$) ด้วยแบบจำลองModified Halsey

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	6.082	3	2.027
Residual	0.032	18	0.002
Uncorrected Total	6.114	21	
Corrected Total	0.329	20	

R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = 0.902.

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
A	2.029	0.211	1.586	2.473
B	-0.003	0.002	-0.008	0.002
C	1.150	0.096	0.948	1.351

ตารางที่ ก. 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนการทำแห้งของไบบับกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.456 ^a	11	.223	34.900	.000
Intercept	1159.296	1	1159.296	181198.062	.000
dryer	.058	1	.058	9.006	.011
temp	.241	2	.120	18.815	.000
pre	2.072	1	2.072	323.820	.000
dryer * temp	.001	2	.001	.094	.911
dryer * pre	.068	1	.068	10.669	.007
temp * pre	.002	2	.001	.164	.851
dryer * temp * pre	.014	2	.007	1.129	.355
Error	.077	12	.006		
Total	1161.829	24			
Corrected Total	2.533	23			

ตารางที่ ค. 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนการทำแห้งของใบบัวบกเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

temp	N	Subset	
		1	2
40	8	6.814792	
50	8		6.981517
60	8		7.054018
Sig.		1.000	.095

ตารางที่ ค. 30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนการทำแห้งของใบบัวบกเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของการเตรียมตัวอย่างก่อนการทำแห้งและเครื่องทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

pre*dryer	N	Subset		
		1	2	3
Fresh*TD	6	6.553968		
Fresh*HPD	6		6.758629	
Blanch*HPD	6			7.239587
Blanch*TD	6			7.248251
Sig.		1.000	1.000	.909

ตารางที่ ก. 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L* ของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	140.567 ^a	11	12.779	2.598	.058
Intercept	36091.253	1	36091.253	7338.260	.000
pre	72.871	1	72.871	14.817	.002
dryer	6.497	1	6.497	1.321	.273
temp	49.480	2	24.740	5.030	.026
pre * dryer	2.552	1	2.552	.519	.485
pre * temp	5.353	2	2.677	.544	.594
dryer * temp	2.091	2	1.045	.213	.812
pre * dryer * temp	1.723	2	.861	.175	.841
Error	59.019	12	4.918		
Total	36290.839	24			
Corrected Total	199.586	23			

ตารางที่ ก. 32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่า L* ของใบบัวบกหลังการทำแห้งเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

temp	N	Subset	
		1	2
60	8	36.9487	
50	8	38.9321	38.9321
40	8		40.4558
Sig.		.099	.195

ตารางที่ ก. 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a* ของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	130.299 ^a	11	11.845	20.668	.000
Intercept	717.773	1	717.773	1252.401	.000
pre	125.081	1	125.081	218.246	.000
dryer	.033	1	.033	.058	.814
temp	3.963	2	1.981	3.457	.065
pre * dryer	.363	1	.363	.633	.442
pre * temp	.221	2	.110	.193	.827
dryer * temp	.338	2	.169	.295	.750
pre * dryer * temp	.301	2	.150	.263	.773
Error	6.877	12	.573		
Total	854.950	24			
Corrected Total	137.176	23			

ตารางที่ ก. 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b* ของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	42.864 ^a	11	3.897	2.147	.103
Intercept	7011.685	1	7011.685	3862.455	.000
pre	28.471	1	28.471	15.683	.002
dryer	.156	1	.156	.086	.775
temp	11.458	2	5.729	3.156	.079
pre * dryer	.014	1	.014	.008	.932
pre * temp	1.363	2	.682	.375	.695
dryer * temp	.394	2	.197	.109	.898
pre * dryer * temp	1.008	2	.504	.278	.762
Error	21.784	12	1.815		
Total	7076.334	24			
Corrected Total	64.648	23			

ตารางที่ ก. 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ΔE^* ของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25.766 ^a	11	2.342	.797	.643
Intercept	1674.836	1	1674.836	569.577	.000
pre	20.432	1	20.432	6.948	.022
dryer	.222	1	.222	.075	.788
temp	1.041	2	.520	.177	.840
pre * dryer	.233	1	.233	.079	.783
pre * temp	2.550	2	1.275	.434	.658
dryer * temp	.661	2	.330	.112	.895
pre * dryer * temp	.628	2	.314	.107	.900
Error	35.286	12	2.940		
Total	1735.887	24			
Corrected Total	61.051	23			

ตารางที่ ก. 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L^* ของใบบัวบกหลังการดูดน้ำกลับคืน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	129.144 ^a	11	11.740	1.715	.184
Intercept	29286.582	1	29286.582	4278.975	.000
pre	55.155	1	55.155	8.059	.015
dryer	4.120	1	4.120	.602	.453
temp	46.142	2	23.071	3.371	.069
pre * dryer	.493	1	.493	.072	.793
pre * temp	15.796	2	7.898	1.154	.348
dryer * temp	4.001	2	2.000	.292	.752
pre * dryer * temp	3.436	2	1.718	.251	.782
Error	82.132	12	6.844		
Total	29497.857	24			
Corrected Total	211.275	23			

ตารางที่ ก. 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a* ของใบบัวบกหลังการดูดน้ำกลับคืน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	139.538 ^a	11	12.685	18.579	.000
Intercept	593.468	1	593.468	869.177	.000
pre	133.056	1	133.056	194.870	.000
dryer	.210	1	.210	.308	.589
temp	4.961	2	2.480	3.633	.058
pre * dryer	.506	1	.506	.741	.406
pre * temp	.212	2	.106	.155	.858
dryer * temp	.590	2	.295	.432	.659
pre * dryer * temp	.004	2	.002	.003	.997
Error	8.194	12	.683		
Total	741.200	24			
Corrected Total	147.732	23			

ตารางที่ ก. 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b* ของใบบัวบกหลังการดูดน้ำกลับคืน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	36.205 ^a	11	3.291	1.358	.303
Intercept	5850.007	1	5850.007	2413.267	.000
pre	23.602	1	23.602	9.736	.009
dryer	.023	1	.023	.010	.924
temp	10.431	2	5.216	2.152	.159
pre * dryer	.208	1	.208	.086	.774
pre * temp	.095	2	.048	.020	.981
dryer * temp	.092	2	.046	.019	.981
pre * dryer * temp	1.753	2	.876	.362	.704
Error	29.089	12	2.424		
Total	5915.301	24			
Corrected Total	65.294	23			

ตารางที่ ก. 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ΔE^* ของใบบัวบกหลังการดูดน้ำกลับคืน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19.293 ^a	11	1.754	.753	.677
Intercept	2881.647	1	2881.647	1237.778	.000
pre	1.116	1	1.116	.479	.502
dryer	1.131	1	1.131	.486	.499
temp	8.796	2	4.398	1.889	.194
pre * dryer	.001	1	.001	.000	.984
pre * temp	6.536	2	3.268	1.404	.283
dryer * temp	.662	2	.331	.142	.869
pre * dryer * temp	1.050	2	.525	.226	.801
Error	27.937	12	2.328		
Total	2928.877	24			
Corrected Total	47.230	23			

ตารางที่ ก. 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนการคืนรูปของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25.669 ^a	11	2.334	9.271	.000
Intercept	449.793	1	449.793	1787.024	.000
pre	16.723	1	16.723	66.439	.000
dryer	3.444	1	3.444	13.681	.003
temp	3.359	2	1.680	6.673	.011
pre * dryer	1.080	1	1.080	4.292	.061
pre * temp	.458	2	.229	.909	.429
dryer * temp	.427	2	.213	.848	.452
pre * dryer * temp	.178	2	.089	.354	.709
Error	3.020	12	.252		
Total	478.482	24			
Corrected Total	28.689	23			

ตารางที่ ก. 41 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนการคืนรูปของใบบัวบกหลังการทำแห้งเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

temp	N	Subset	
		1	2
60	8	3.869418	
50	8	4.332155	4.332155
40	8		4.785814
Sig.		.090	.096

ตารางที่ ก. 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบบัวบกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.448 ^a	11	1.041	89.666	.000
Intercept	249.959	1	249.959	21536.106	.000
pre	5.641	1	5.641	486.018	.000
dryer	3.613	1	3.613	311.330	.000
temp	1.028	2	.514	44.273	.000
pre * dryer	.556	1	.556	47.882	.000
pre * temp	.065	2	.033	2.819	.099
dryer * temp	.056	2	.028	2.401	.133
pre * dryer * temp	.489	2	.244	21.056	.000
Error	.139	12	.012		
Total	261.546	24			
Corrected Total	11.587	23			

ตารางที่ ก. 43 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบบัวบกหลังการทำแห้งเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของการเตรียมตัวอย่างก่อนทำแห้ง เครื่องทำแห้งและอุณหภูมิในการทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

pre*dryer*temp	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
fresh*TD*60	2	2.163542						
fresh*TD*50	2		2.598734					
fresh*TD*40	2		2.757411	2.757411				
fresh*HPD*60	2			2.904474	2.904474			
fresh*HPD*50	2			2.968685	2.968685			
fresh*HPD*40	2				3.061631	3.061631		
blanch*TD*60	2				3.084929	3.084929		
blanch*TD*50	2				3.138608	3.138608		
blanch*TD*40	2					3.291984		
blanch*HPD*60	2						3.627744	
blanch*HPD*50	2							4.496642
blanch*HPD*40	2							4.632293
Sig.		1.000	.167	.086	.070	.070	1.000	.232

ตารางที่ ก. 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมบัติการต้านออกซิเดชันในบับวกที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ

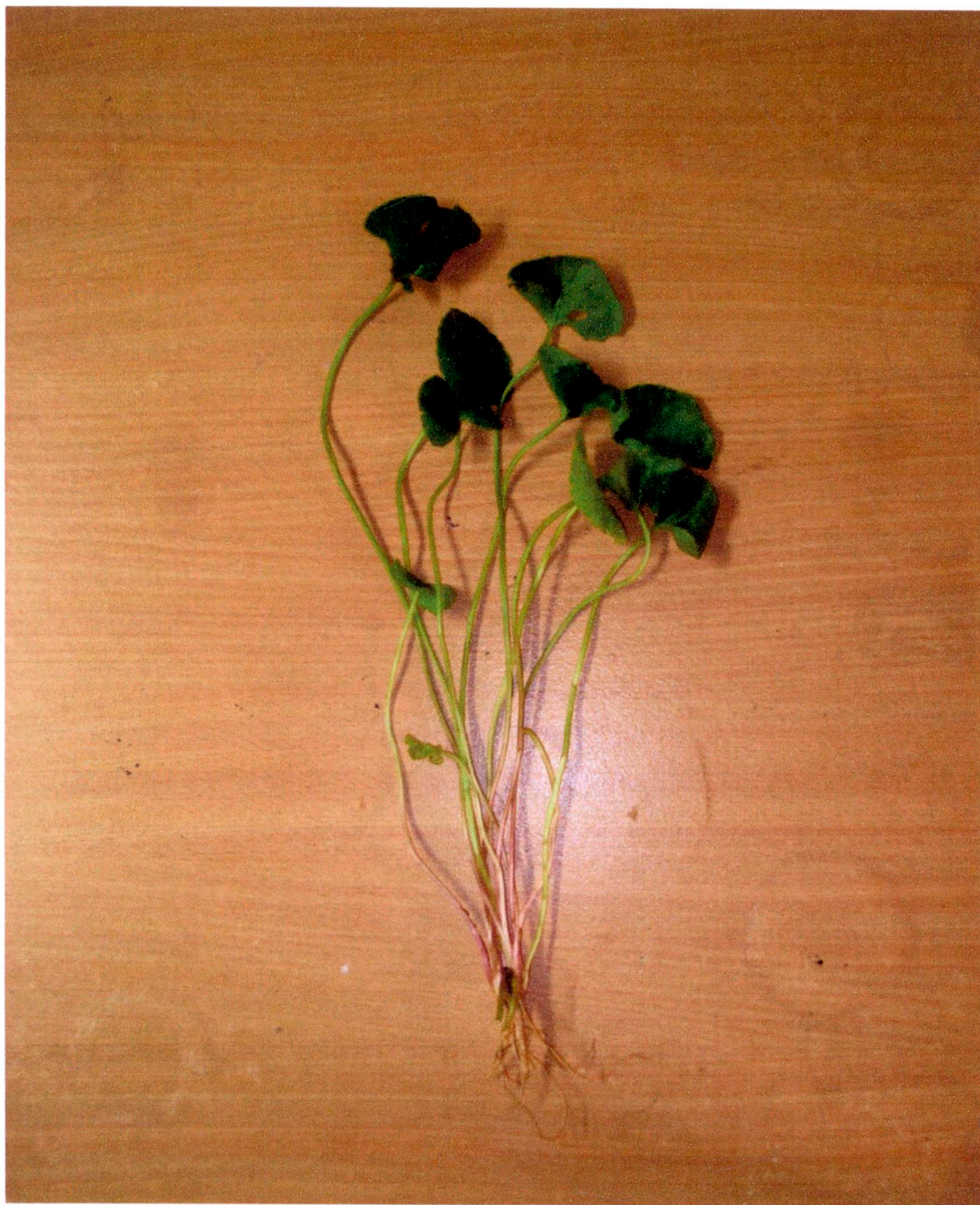
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15869.464 ^a	11	1442.679	880.974	.000
Intercept	61558.202	1	61558.202	37590.608	.000
pre	13639.070	1	13639.070	8328.718	.000
dryer	140.251	1	140.251	85.644	.000
temp	1134.103	2	567.051	346.271	.000
pre * dryer	41.114	1	41.114	25.107	.000
pre * temp	1.618	2	.809	.494	.622
dryer * temp	104.581	2	52.290	31.931	.000
pre * dryer * temp	808.727	2	404.364	246.925	.000
Error	19.651	12	1.638		
Total	77447.317	24			
Corrected Total	15889.115	23			

ตารางที่ ก. 45 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติการต้านออกซิเดชันของใบบัวบกหลังการทำแห้งเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของการเตรียมตัวอย่างก่อนทำแห้ง เครื่องทำแห้งและอุณหภูมิในการทำแห้งด้วย Duncan's new multiple range test

id	N	Subset							
		1	2	3	4	5	6	7	8
113	2	13.78							
122	2		21.06						
112	2		23.30						
123	2			30.33					
111	2			32.17					
121	2				40.21				
223	2					59.86			
212	2					60.14			
213	2						78.43		
222	2						79.40	79.40	
211	2							81.56	
221	2								87.52
Sig.		1.000	.106	.177	1.000	.829	.462	.117	1.000

ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างใบบันทึกสายพันธุ์สารคามก้านเขียว



ภาพที่ จ. 1 บัวบกสายพันธุ์สารคามก้านเขียว

ประวัติผู้เขียน



นายวิวัฒน์ ไตรรัตนากุล เกิดที่จังหวัดอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ในปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และในปีการศึกษา 2551 ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

