

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2538. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้. กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร .
- ทัศนีย์ ประสารสุข. 2534. ส้มเขียวหวาน. **ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร**. 410: 38-39.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2539. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา **Food and quality control**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนตรี อิศรไกรศีล. 2527. การศึกษาการเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลส้มเขียวหวานและส้มตรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุดา ศิริกุลวัฒนา. 2535. เทคโนโลยีการผลิตน้ำผลไม้จากพีชตระกูลส้มโดยสังเขป. **เทคโนโลยี**. 13 (3): 1-6.
- สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. **ไซ้และเนื้อไก่**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อัจฉรา ปิติปัญญากุล, ปราณี อ่านเปรื่อง และ ชัยยุทธ ชัยพิทยากุล. 2532. การลดความขมจากลิโมนินในน้ำมะนาวไทยโดยเซลล์จุลินทรีย์ *Corynebacterium fascians*. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. 14: 53 - 57.

ภาษาอังกฤษ

- Agricultural Research Service. 1962. **Chemistry and technology of citrus, citrus products and by-products**. Washington, D.C.: United State Department of Agriculture.

- Albach, R.F., and Redman, G.H. 1969. Composition and inheritance of flavanones in citrus fruits. **Phytochemistry**. 8: 127-143.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed., Washington, D.C.
- Arnott, S., Davie, A.W., Robertson, J.W., Sim, G.A., and Watson, D.G. 1960. The structure of limonin. **Experientia**. 26: 49.
- Athapol Noomhorm and Nittaya Kasemsuksakul. 1992. Effect of maturity and processing on bitter compounds in Thai Tangerine juice. **Int. J. Food Sci. Technol.** 27: 87-93.
- Baker, J.R., and Balch, D.A. 1962. A study of the organic material of hen's egg shell. **Biochem J.** 82: 352-361.
- Barmore, C.R., Fisher, P.J., and Rouseff, R.L. 1986. Reduction of bitterness and tartness in grapefruit juice with florisil. **J. Food Sci.** 51: 415.
- Batchelor, L.D., and Sinclair, W.B. 1961. World production of important commercial varieties. In W.B. Sinclair (ed.), **The orange its biochemistry and physiology**, pp. 1-24. California: University of California, Division of Agricultural Science.
- Bennett, R.D. 1987. **From presentation to the citrus products technical committee at the USDA fruit and vegetable laboratory**. Pasadena, California.
- Bentley, M.D., Rajab, M.S., Mendel, M.J., and Alford, A.R. 1990. Limonoid model insect antifeedants. **J. Agric. Food Chem.** 38: 1400-1403.
- Brewster, L.C., Hasegawa, S., and Maier, V.P. 1976. Bitterness prevention in citrus juices. Comparative activities and stabilities of the limonoate dehydrogenases from *Pseudomonas* and *Arthrobacter*. **J. Agric. Food Chem.** 24: 21-24.
- Chandler, B.V. 1958. Anthocyanins of blood oranges. **Nature**. 182: 1993.
- Chandler, B.V. 1971. Some solubility relationships of limonin : Their importance in orange juice bitterness. **CSIRO Food Res. Q.** 31: 36-40.

- Chandler, B.V., and Johnson, R.L. 1977. Cellulose acetate as a selective sorbent for limonin in orange juice. **J. Sci. Food Agric.** 28: 875-884.
- Chandler, B.V., Kefford, J.F., and Ziemelis, G. 1968. Removal of limonin from bitter orange juice. **J. Sci. Food Agric.** 19: 83-86.
- Cooke, A.S., and Balch, D.A. 1970. The distribution and carbohydrate composition of the organic matrix in hen egg shell. **Br. Poult. Sci.** 11: 353-365.
- Couture, R., and Rouseff, R.. 1992. Debittering and deacidifying sour orange *Citrus Aurantium* juice using neutral and anion exchange resins. **J. Food Sci.** 57: 380-384.
- Davis, W.B. 1947. Determination of flavanones in citrus fruits. **Anal. Chem.** 19: 476-478.
- Fellers, P.J., Jager, G.de, Poole, M.J., Hil, E.C. and Mittal, P. 1986. Quality of florida - packed retail grapefruit juices as determined by consumer sensory panels and chemical and physical analyses. **J. Food Sci.** 51: 417-420
- Fellers, P.J. 1989 . A review of limonin in Grapefruit *Citrus paradisi* juice, its relationship to flavour, and efforts to reduce it. **J. Sci. Food Agric.** 49: 389-404.
- Fisher, R.A., and Yates, F. 1942. **Statistical Tables.** Edinburgh: Oliver and Boyd Ltd.
- Guadagni, D.G., Maier, V.P., and Turnbaugh, J.C. 1973. Effects of some citrus constituents on taste thresholds for limonin and naringin bitterness. **J. Sci. Food Agric.** 24: 1199-1205.
- Hasegawa, S., and Maier, V.P. 1983. Solutions to the limonin bitterness problem of citrus juices. **Food Technol.** 37(6): 73-77.
- Hasegawa, S., and Maier, V.P. 1990 . Biochemistry of limonoid citrus juice bitter principles and biochemical debittering processes. **Dev. Food Sci.** 25: 293-308.

- Hasegawa, S., Brewster, L.C., and Maier, V.P. 1973. Use of limonate dehydrogenase of *Arthrobacter globiformis* for the prevention or removal of limonin bitterness in citrus products. **J. Food Sci.** 38: 1153-1155.
- Hernandez, E., Couture, R., Rouseff, R., Chen, C.S., and Barros, B. 1992. Evaluation of ultrafiltration and adsorption to debitter grapefruit pulp wash. **J. Food Sci.** 57: 664-666.
- Higby, R.H. 1941. Canning navel orange juice. **Calif. Citrogr.** 26: 360-361.
- Horowitz, R.M., and Gentili, B. 1977. Flavonoid constituents of citrus. In S. Nagy, P.E. Shaw, and M.K. Veldhuis (ed.) , **Citrus science and technology**. pp. 97-411. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Johnson, R.L., and Chandler, B.V. 1981. A pilot-plant cellulose acetate gel bead column for the removal of limonin from citrus juices. **J. Sci. Food Agric.** 32: 1183-1190.
- Johnson, R.L., and Chandler, B.V. 1982. Reduction of bitterness and acidity in grapefruit juices by adsorptive process. **J. Sci. Food Agric.** 33: 287-293.
- Johnson, R.L., and Chandler, B.V. 1985. Ion exchange and adsorbent resins for removal of acid and bitter principle from citrus juices. **J. Sci. Food Agric.** 36: 480-484.
- Johnson, R.L., and Chandler, B.V. 1988. Adsorptive removal of bitter principles and titratable acid from citrus juice. **J. Sci. Food Agric.** 42: 130-137.
- Kaplan, S., and Siegesmund, K.A. 1973. The structure of the chicken egg shells and shell membranes as studied with the scanning electron microscope and energy dispersive X-ray microanalysis. **Poultry Sci.** 52: 1798-1801.
- Kefford, J.F., and Chandler, B.V. 1970. **The chemical constituents of citrus fruits**. New York: Academic Press.
- Khan, M.U.D., and Mackinney, G. 1953. Carotenoids of grapefruit. **Plant Physiol.** 28: 550-552.

- Kimball, D. 1987. Debittering of citrus juices using supercritical carbon dioxide. **J. Food Sci.** 52: 481-482.
- Kimball, D. 1991. **Citrus processing quality control and technology.** New York: An AVI Book.
- Konno, A., Miyawaki, M., Masaru, M., and Yasumatsu, K. 1981. Bitterness reduction of citrus fruits by β -cyclodextrin. **Agric. Biol. Chem.** 45: 2341-2342.
- Konno, A., Miyawaki, M., Toda, J., and Yasumatsu, K. 1982. Bitterness reduction of naringin and limonin by β -cyclodextrin. **Agric. Biol. Chem.** 46: 2203-2208.
- Lam, L.K.T., Zhang, J., and Hasegawa, S. 1994. Citrus limonoids reduction of chemically induced tumorigenesis. **Food Technol.** 48: 104-112.
- Makker , H.P.S., and Sharma ,O.P. 1983. Egg shell as a carrier for enzyme immobilization. **Biotech. Bioengng.** 25(2): 595-597.
- Magnolato, D. 1981. Process for removing bitter taste from a fruit or vegetable extract, and the debittered product thus obtained. **United States Patent.** 4,282,264.
- Maier, V.P. and Beverly, G.D. 1968. Limonin monolactone, the nonbitter precursor responsible for delayed bitterness in certain citrus juice. **J. Food Sci.** 33: 488-492.
- Maier, V.P., Bennet, R.D., and Hasegawa, S. 1977. Limonin and other limonoids. In S. Nagy, P.E. Shaw, and M.K. Veldhuis (ed.) , **Citrus science and technology.** pp. 355-396. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Maier, V.P., Brewster, L.C., and Hsu, A.C. 1973. Ethylene-accelerated limonoid metabolism in citrus fruits : A process for reducing juice bitterness. **J. Agric. Food Chem.** 21(3): 490-495.
- Matthews, R. F. ,Rouseff, R. L.,Manlan, M. ,and Norman, S. I. 1990. Removal of limonin and naringin from citrus juice by styrene-divinylbenzene resins. **Food Technol.** 44(4): 130-132

- McColloch, R.L. 1950. Preliminary studies on debittering navel orange products. **Calif. Citrogr.** 35: 290.
- Mountney, G.J. 1976. **Poultry products technology**. 2nd ed. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Norman, S.I., Stringfield, R.T., and Gopsill, C.C. 1990. Removal of bitterness from citrus juices using a past crosslinked adsorbent resin. **United States Patent**. 4,965,083.
- Puri, A. 1984. Preparation of citrus juices, concentrates and dried powders which are reduced in bitterness. **United States Patents**. 4,439,458.
- Romanoff, A.L., and Romanoff, A.J. 1949. **The avian egg**. New York: Wiley.
- Rouseff, R.L. 1980. Flavonoids and citrus quality. In S. Nagy and J. A. Attaway (eds.) , **Citrus nutrition and quality**. pp. 83-105. Washington D.C.: The American Chemical Society.
- Rouseff, R.L., and Fisher, J.F. 1980. Determination of limonin and related limonoids in citrus juices by high performance liquid chromatography. **Anal. Chem.** 52: 1228-1233.
- Shaw, P.E., Tatum, J.H., and Wilson, C.W., III. 1984. Improved flavor of navel orange and grapefruit juices by removal of bitter components with β -cyclodextrin polymer. **J. Agric. Food Chem.** 32: 832-836.
- Shaw, P.E., and Wilson, C.W., III. 1983. Debittering citrus juices with β -cyclodextrin polymer. **J. Food Sci.** 48: 646-647.
- Simkiss, K., and Tyler, C. 1958. Reactions between eggshell matrix and metallic cations. **Q. J. Microsc. Sci.** 98: 19-28.
- Sinclair, W.B. 1961. Principle juice constituents. In W.B. Sinclair (ed.) , **The orange its biochemistry and physiology**. pp. 131-160. California: University of California, Division of Agricultural Science.
- Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. 1967. **Statistical Methods**. Ames: Iowa State University Press.

- Staldelman, W.J. , Olson, V.M. , Shemwell, G.A. , and Pasch, S. 1971. **Egg and poultry - meat processing**. London: Horwood International Publishers.
- Stewart, I. 1980. Color as related to quality in Citrus. In S. Nagy and J. A. Attaway (eds.) , **Citrus nutrition and quality**. pp. 129-150. Washington D.C.: The American Chemical Society.
- Strouts, C.R.N., Gilfillan, J.H. and Wilson, H.N. 1977. **Analytical Chemistry**. London: Oxford University Press.
- Swingle, W.I. , and Reece, P.C. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. In **The citrus industry**. California: University of California, Division of Ag. Sciences.
- Ting, S.V. 1967. Nitrogen content of Florida orange juice and Florida orange concentrates. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 80: 257-261.
- Ting, S.V. 1980. Nutrients and nutrition of citrus fruits. In S. Nagy and J.A. Attaway (ed.) , **Citrus nutrition and quality**. pp. 3-24. Washington, D.C.: ACS symposium series, American Chemical Society.
- Ting, S.V., and Attaway, J.A.. 1971. Citrus fruits. In A.C. Hulme (ed.) , **The biochemistry of fruits and their products**. pp. 107-169. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Ting., S.V. and Rouseff, R.L. 1986. **Citrus fruits and their products**. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Tullett, S.G. 1987. Egg shell formation and quality. In R.G.Wells, and C.G. Belyavin (eds.) , **Egg quality current problems and recent advances**. London: Butterworth Co, Ltd.
- Vermeuler, T., Klein, G., and Hiestner, N.K. 1973. Adsorption and ion exchange. In R.H.Perry, and C.H. Chilton (eds.) , **Chemical Engineer's Handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill Book Co, Inc.
- Wagner, C.J., Wilson, C.W., III., and Shaw, P.E. 1988. Reduction of grapefruit bitter components in a fluidized β -cyclodextrin polymer bed. **J. Food Sci.** 53: 516-518.

- Wedral, E.M., Vadehra, D.V., and Baker, R.C. 1974. Chemical composition of the cuticle and inner and outer membranes from egg of *Gallus gallus*. **Comp. Biochem Physiol.** 47B: 631-640.
- Wong, M., Hendrix, M.J.C., Von der Mark, K., Little, C., and Stern, R. 1984. Collagen in the egg shell membranes of the hen. **Dev. Biol.** 104: 28-36.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Kimball, 1991)

วัดปริมาณสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดโดยใช้ รีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer)

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรด (Kimball, 1991)

- 2.1 บีบน้ำส้ม 10 มล. ใส่ในขวดรูปชมพู่
- 2.2 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
- 2.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1562 นอร์มัล ในบิวเรต
- 2.4 ไทเทรตจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือวัด pH ได้ 8.2
- 2.5 อ่านค่า และคำนวณ Acidity เป็นค่ากรดซิตริก

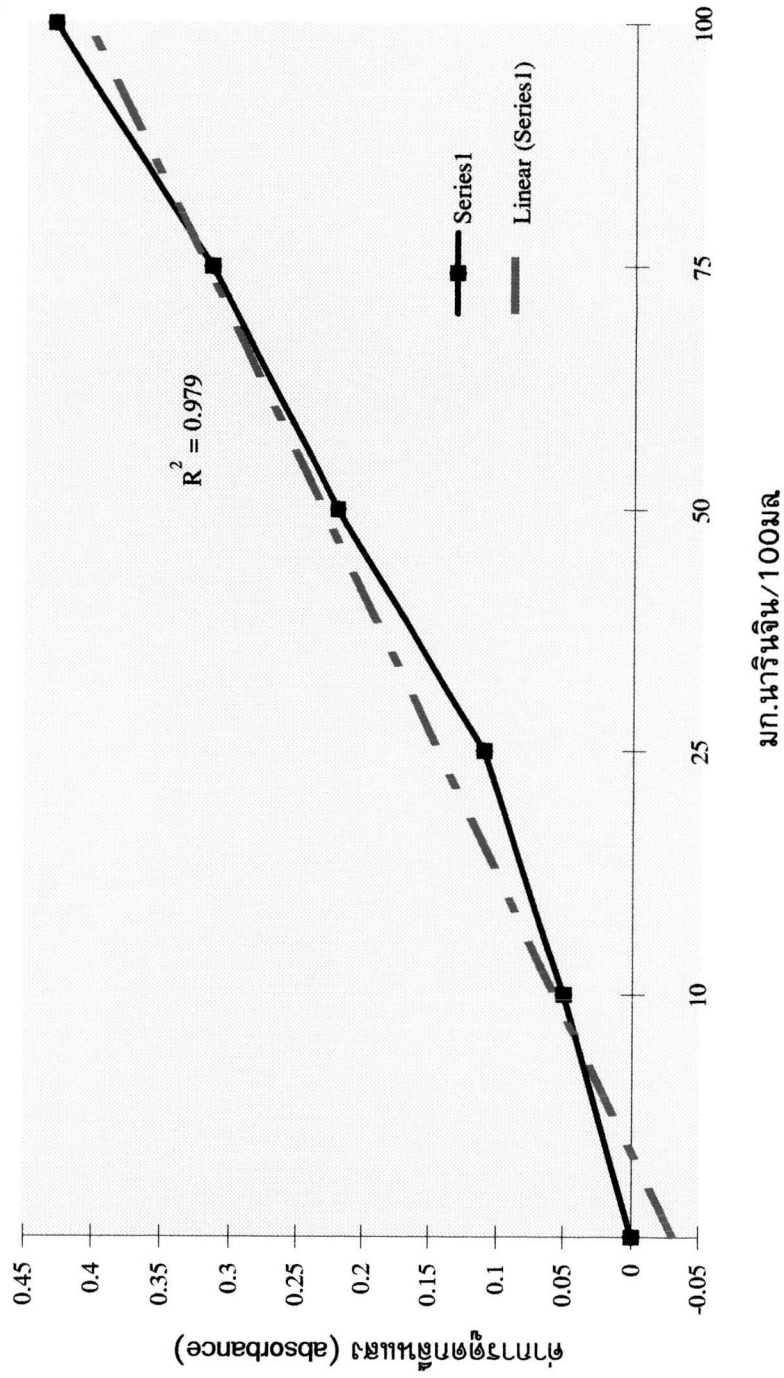
$$\% \text{ acid}_{\text{based on sample volume}} = \frac{(\text{Normality used}) (\text{ml titrated})}{(0.1562 \text{ N}) (1.04 \text{ g/ml.}) (\text{ml sample})}$$

หรือ $W/W \% \text{ citric acid} = \text{ml titrated} / 10.4 \text{ g}$

3. การวิเคราะห์ปริมาณนารินจิน (Davis, 1947)

สารเคมี

- diethylene glycol (2,2'-dihydroxy ethyl ether) (reagent grade) 90 % ในน้ำ
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 นอร์มัล
- สารละลายนารินจินมาตรฐาน



รูปที่ 35 กราฟคำนวณของสารละลายนารินจิน

วิธีการ

1. นำน้ำส้มส่วนโสมมาวิเคราะห์
2. เติม diethylene glycol 90 % 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำส้ม 0.1 มิลลิลิตรและ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
3. นำไปวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (blank) วัดเป็น % Transmittance และ เปลี่ยนเป็น Absorbance โดยใช้

$$\text{Absorbance} = \log (100/\%T)$$

4. คำนวณปริมาณนารินจิน จาก Beer's law

$$\text{Absorbance} = K C$$

5. กราฟมาตรฐาน หรือ Factor K ได้มาจากการทำ calibration หรือ standardization

การคำนวณกราฟมาตรฐาน (Calibration)

1. เตรียม stock solution โดยชั่งนารินจิน 200 มก. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ใน volumetric flask
2. ทำสารละลายมาตรฐาน 5 ค่า โดย ปิเปต stock sol. 5.0, 12.5, 25.0, 37.5 และ 50 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐาน 10, 25, 50, 75 และ 100 มก./100 มล.
3. เติม diethylene glycol 90% 10 ml ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด และเติมสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 0.1 มิลลิลิตร
4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร
5. ทำกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) และความเข้มข้นของสารละลายนารินจินมาตรฐาน มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร แสดงในรูปที่ 35

4. การวิเคราะห์ปริมาณลิโมนิน

อุปกรณ์

- Isocratic HPLC system, UV detector (207-230 nm), Zorbax CN column ขนาด 5 ซม. × 4.6 มม.
- HPLC solvent system คือ เฮปแทน : 2-โพรพานอล : เมทานอล (11:12:2 v/v)
- คลอโรฟอร์ม
- กระบอกตวง 10 มล. ปิเปตขนาด 10 มล. และ 1 มล.
- กรวยแยก (separating funnel)
- หลอดทดลองที่มีฝาเกลียวขนาด 15 มล. และ Filter syringe ขนาด 1.2 ไมครอน
- สารละลายมาตรฐานลิโมนิน (25 มก./100 มล.)

วิธีการ

1. ปิเปตน้ำส้ม 11 องศาบริกซ์ 10 มล. ลงในกรวยแยก
2. เติมหอกเซน เขย่าเบาๆ เพื่อกำจัด extraneous material ที่จะไปรบกวนพีคของลิโมนิน และทิ้งเฮกเซน
3. เติมคลอโรฟอร์มลงในกรวยแยกประมาณ 10 มล. แล้วถ่ายลงใน evaporator flask นำไประเหย
4. ทำขั้นที่ 3 ซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำไประเหยจนความเข้มข้นของคลอโรฟอร์มเหลืออยู่ใน evaporator flask น้อยกว่า 2 มล. ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และให้น้ำเย็นไหลผ่านคอนเดนเซอร์ (condenser)
5. นำ evaporator flask ออก กลั้ว (rinse) ด้วย mobile phase ประมาณ 4-5 ครั้งๆ ละ 2 มล. จนได้ปริมาตร 10 มล. ถ่ายลงกระบอกตวง และบันทึกปริมาตร (ml. GC) ข้อควรระวัง อย่าใช้ mobile phase ในการกลั้วมากเกินไปจะทำให้สูญเสียลิโมนิน
6. กรองทันทีผ่าน syringe filter ขนาด 1.2 ไมครอน เก็บในหลอดทดลองที่มีฝาเกลียวปิดให้สนิท
7. นำไปวิเคราะห์ HPLC โดยใช้เข็มฉีดยา (syringe) ขนาด 20 ไมโครลิตร ล้างด้วย mobile phase หลายๆ ครั้ง และฉีดด้วยปริมาตร 15 ไมโครลิตร ที่ HPLC injector ใช้ pump speed 1.5 มล. ต่อนาที
8. คำนวณปริมาณลิโมนิน

$$\text{limonin (ppm)} = F (\text{ml. GC}) P/dS \quad (1)$$

โดยที่ P = ความสูงของพีค (peak height)

F = calibration factor

S = soluble solids as sucrose คำนวณจาก

$$= 0.0437691B_e^{(B+330.872)^2 / 170435}$$

เมื่อ B = องศาบริกซ์

d = ความหนาแน่น (density)

$$= 0.524484e^{(B+330.872)^2 / 170435}$$

การเทียบมาตรฐาน (Calibration)

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานลิโมนิน 0.1, 0.3, 0.5, 0.8 และ 1.0 มล. ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำส้มปริมาตร 10 มล. จำนวน 5 หลอด

2. คำนวณไมโครกรัมของลิโมนินต่อความสูงของพีค ($\mu\text{g} / \text{h}$)

$$(\mu\text{g} / \text{h}) = \frac{(0.025\text{g.lim})(10^6 \mu\text{g})(\text{ml.std})(1 \text{ ml.})(15 \mu\text{l})}{(100\text{ml.chloroform})(1\text{g}) (\text{ml.GC})(10^3 \mu\text{l}) (\delta\text{P})} \quad (2)$$

(δP) = ความแตกต่างความสูงของพีคระหว่าง unspiked juice sample และ spiked juice sample

3. ค่าเฉลี่ย ($\mu\text{g}/\text{h}$) จากสารละลายมาตรฐานในน้ำส้มทั้ง 5 ความเข้มข้นสามารถคำนวณ factor F โดยใช้

$$F = \frac{(\mu\text{g} / \text{h}) (1.029 \text{ lb sol/gal @ } 11^\circ \text{ Brix})}{(15 \mu\text{l inject})(1\text{ml./}1000\mu\text{l}) (\text{ml. juice sample})} \quad (\mu\text{g} / \text{h})(\text{lb sol/gal}) \quad (3)$$

4. ค่า factor F ที่คำนวณได้นำไปใช้แทนค่า (2) เพื่อหาปริมาณลิโมนินในแต่ละหลอดของสารละลายมาตรฐาน ใช้ค่า F เฉลี่ยมาคำนวณ expected limonin ของ spiked samples

$$E = (\text{ml.std}) C_s (1/\text{ml.juice})(1/d)(10^6 \mu\text{g} / 1\text{g}) + L \quad (4)$$

C_s = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (0.025 g.limonin /100ml.)

ml.juice = 10 ml.

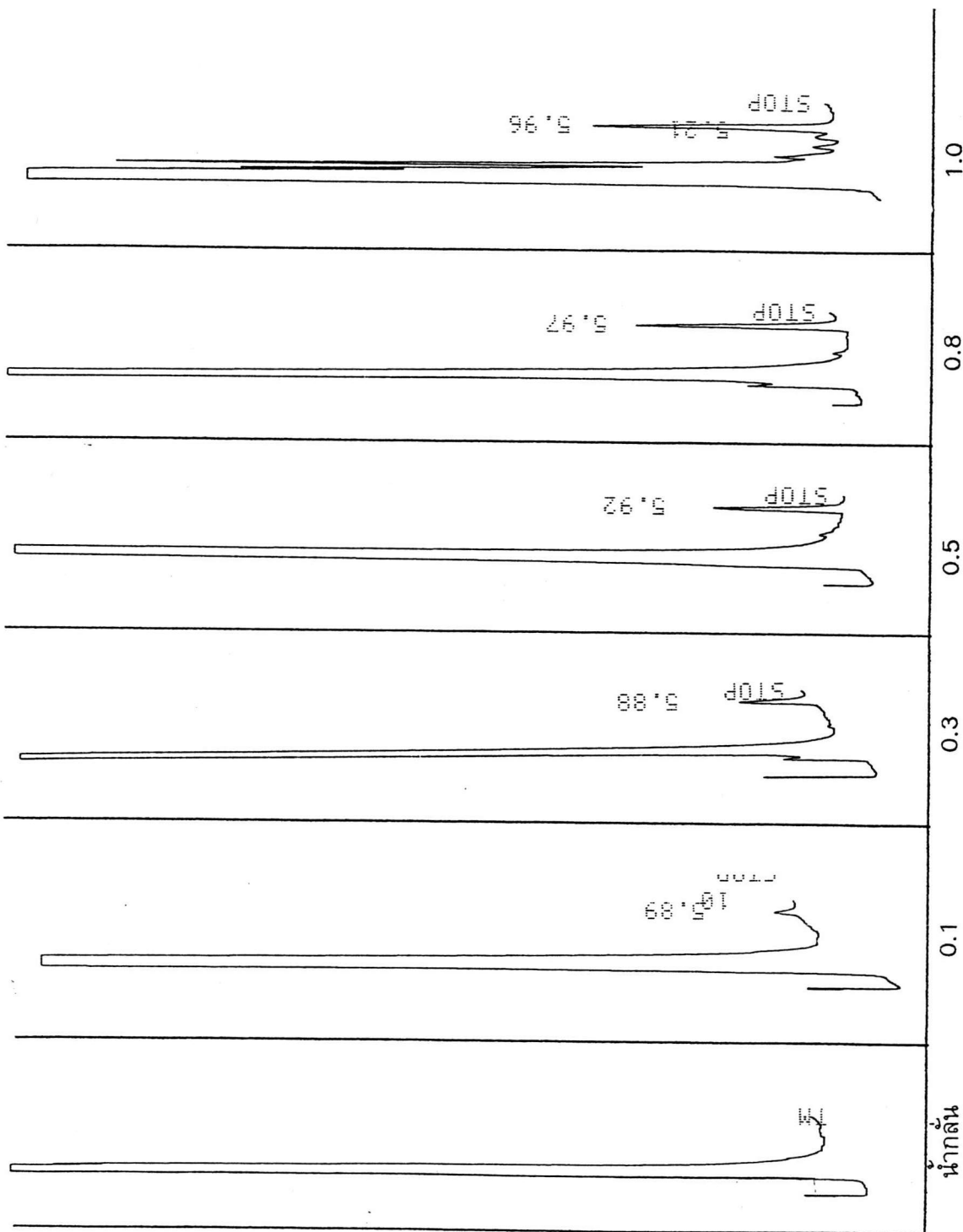
L = ปริมาณลิโมนินของ unspiked juice sample

d = ความหนาแน่น (density) =1.0446 g/ml

5. นำค่า expected limonin จากสมการ (4) เปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณจากสมการที่ (1) โดยใช้ ค่า F เฉลี่ย แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การเทียบมาตรฐานของปริมาณลิโมนินวิเคราะห์โดย HPLC ปริมาตร 10 มล. เปรียบเทียบระหว่าง spiked juice samples และ unspiked juice sample

ตัวอย่าง	พื้นที่ของพีค	พื้นที่พีคที่เปลี่ยนแปลง	ไมโครกรัม/ยูนิต	ส่วนในล้านส่วน	ลิโมนินที่ได้จากการคำนวณ (ส่วนในล้าน)
น้ำส้ม	10892	-		9.23	-
+สารละลายมาตรฐาน0.1มล.	14848	3956	1.26×10^{-5}	12.58	11.63
+สารละลายมาตรฐาน0.3มล.	20021	9129	1.64×10^{-5}	16.96	16.43
+สารละลายมาตรฐาน0.5มล.	27415	16523	1.51×10^{-5}	23.22	21.24
+สารละลายมาตรฐาน0.8มล.	32519	21627	1.85×10^{-5}	27.55	28.44
+สารละลายมาตรฐาน1.0มล.	38034	27142	1.84×10^{-5}	32.22	33.25



รูปที่ 36 โครมาโทแกรมของสารละลายลิโมนีนมาตรฐานในน้ำกลั่น

ค่าตอบสนอง (response) ที่ความยาวคลื่น 207 นาโนเมตร

น้ำกลั่น

ความเข้มข้นของปริมาณลิโมนีนในน้ำกลั่น (มล.)

5. การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990)

สารเคมี

- Dye solution เตรียมโดยละลาย sodium 2,6-dichlorophenolindophenol 0.25 กรัม ลงในน้ำอุ่น (60 องศาเซลเซียส) 500 มล. และเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 100 มก. กรองสารละลาย ใส่ในขวดสีชา เก็บในตู้เย็น จนกระทั่งนำมาใช้

- Acid solution เตรียมโดยละลายกรดเมทาฟอสฟอริก (HPO_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 มล. ถ่ายลง volumetric flask ขนาด 500 มล. ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมกรดอะซิติกกลacial 40 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในตู้เย็น สารละลายจะใช้ได้ภายใน 7-10 วัน

- สารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก เตรียมโดยละลาย pure ascorbic acid (m.p. 190-192 °C) 0.100 กรัม ด้วย acid solution 10 มล. ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. สารละลายนี้มีกรดแอสคอร์บิก 1 มก./มล. เตรียมและใช้ทันที

การปรับสารละลายเข้มข้นมาตรฐาน (Standardization)

1. นำ dye solution มาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และเปิดสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก 10 มล. ลงในฟลาสค์ และเติม acid solution 10 มล.
2. ไทเทรตด้วย dye solution ทันที จนกระทั่งเป็นสีชมพูถาวรน้อยอย่างน้อย 5-10 วินาที
3. ไทเทรตซ้ำจนกระทั่งความแตกต่างอยู่ภายใน ช่วง 0.10 มล.
4. คำนวณความเข้มข้นของ dye solution

$$\text{Dye conc.} = (10 \text{ mg ascorbic acid}) / \text{ml. titrated} \quad (5)$$

วิธีการวิเคราะห์

1. เติมน้ำส้ม (11° Brix) 10 มล. ลงใน acid solution ปริมาตร 10 มล.
2. ไทเทรตทันทีด้วย standardized dye solution
3. คำนวณกรดแอสคอร์บิก หรือ วิตามินซี

$$\text{mg. AA} / 100 \text{ ml.} = \frac{(\text{dye conc.})(\text{ml. titrated})(100 \text{ ml. juice})}{(10 \text{ ml. sample})} \quad (6)$$

7. ค่าสี โดยเครื่องวัดสี (Minolta chroma meter series CR-300)

คำนวณเป็นค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ระหว่างค่าสีมาตรฐานกับสีของผลิตภัณฑ์

$$\Delta E_{ab} = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2]^{1/2}$$

เมื่อ $L_1 - L_2$, $a_1 - a_2$, $b_1 - b_2$ เป็นค่าความแตกต่างของ L , a , b ระหว่างสีมาตรฐานกับสีของผลิตภัณฑ์

8. การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี Plate count agar

อาหารเลี้ยงเชื้อ

- Plate count agar

วิธีการ

1. เตรียม dilution สำหรับหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำส้มที่ dilution 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} ด้วยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic technique)
2. ปิเปิดตัวอย่างน้ำส้มในแต่ละ dilution มา 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ ทำ 2 ซ้ำ
3. เติมหาอาหารเลี้ยงเชื้อ standard plate count agar ที่มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ประมาณ 15-20 มล. ในแต่ละจานเพาะเชื้อ และทำให้เข้ากันเพื่อให้ตัวอย่างกระจายไปทั่วจาน โดยหมุนซ้ายและขวา
4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว จากนั้นนำไปเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง
5. นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดมานับจำนวนโคโลนี โดยเลือกเฉพาะที่มีโคโลนี อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี
6. คำนวณ

$$\text{จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด} = \text{จำนวนโคโลนีที่นับได้} \times \text{dilution factor}$$

9. การตรวจหาจำนวนยีสต์และราโดยวิธี Yeast-Mold Plate count agar

อาหารเลี้ยงเชื้อ

-Potato dextrose agar

วิธีการ

1. เตรียม dilution สำหรับหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำส้มที่ dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ด้วยวิธีปลอดเชื้อ
2. ปิเปตตัวอย่างน้ำส้มในแต่ละ dilution มา 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ ทำ 2 ซ้ำ
3. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ประมาณ 15-20 มล. ในแต่ละจานเพาะเชื้อ และทำให้เข้ากันเพื่อให้ตัวอย่างกระจายไปทั่วจาน โดยหมุนซ้ายและขวา
4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว จากนั้นนำไปเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง
5. นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดมานับจำนวนโคโลนี โดยเลือกเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี
6. คำนวณ

$$\text{จำนวนยีสต์และราทั้งหมด} = \text{จำนวนโคโลนีที่นับได้} \times \text{dilution factor}$$



รูปที่ 37 น้ำส้มเขียวหวานก่อนผ่านกระบวนการดูดซับและหลังผ่านกระบวนการดูดซับ

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ทางสถิติ (Snedecor and Cochran, 1967)

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

Response	SOV	df	SS	MS	F
ลิโมนิน	อนุภาคเปลือกไข่(A)	2	204.88	102.44	31.11*
	space velocity(B)	2	84.90	42.45	12.89*
	Interaction A×B	4	59.67	14.92	4.53*
	Error	9	29.64	3.29	
นารินจิน	อนุภาคเปลือกไข่(A)	2	62.88	31.44	29.77*
	space velocity(B)	2	128.16	64.08	60.66*
	Interaction A×B	4	39.46	9.87	9.34*
	Error	9	9.51	1.06	
กรดซิตริก	อนุภาคเปลือกไข่(A)	2	0.67	0.34	1.08 ^{NS}
	space velocity(B)	2	72.12	36.06	116.13*
	Interaction A×B	4	11.81	2.95	9.51*
	Error	9	2.79	0.31	
วิตามินซี	อนุภาคเปลือกไข่(A)	2	1.88	0.94	18.56 *
	space velocity(B)	2	0.12	0.06	1.16 ^{NS}
	Interaction A×B	4	0.62	0.16	3.10 ^{NS}
	Error	9	0.45	0.05	

ตารางที่ 17 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

Response	SOV	df	SS	MS	F
ค่าความ	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	0.48	0.24	17.92*
แตกต่าง	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	0.07	0.04	2.59*
ของสี	AXB	4	0.22	0.05	4.05*
(ΔE)	เวลา (C)	4	0.04	0.01	0.72
	AXC	8	0.95	0.12	8.80*
	BXC	8	0.33	0.04	3.11*
	AXBXC	16	0.98	0.06	4.54*
	Error	45	0.60	0.01	

NS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ΔE เป็นค่าความแตกต่างของสีระหว่างน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการดูดซับอย่างต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติในแต่ละครั้งของการไหลเวียนผ่านเปลือกไข่ทั้ง 5 ครั้งเทียบกับน้ำส้มก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสนิยมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

Response	SOV	df	SS	MS	F
ลิโมนิน	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	762.84	381.42	63.80*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	65.67	32.83	5.49*
	AXB	4	102.34	25.59	4.28*
	เวลา (C)	2	1805.48	902.74	151.00*
	AXC	4	58.30	14.58	2.44*
	BXC	4	267.86	66.97	11.20*
	AXBXC	8	76.44	9.56	1.60*
	Error	27	161.42	161.42	
นารินจิน	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	266.07	133.03	2614.4*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	108.85	54.43	1069.57*
	AXB	4	157.75	39.43	775.02*
	เวลา (C)	2	748.62	374.31	7355.93*
	AXC	4	47.60	11.90	233.88*
	BXC	4	39.35	9.84	193.33*
	AXBXC	8	104.81	13.10	257.47*
	Error	27	1.37	0.05	
กรดซิตริก	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	7041.80	3520.89	427735.03*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	5236.18	2618.09	318057.84*
	AXB	4	282.09	70.52	8567.40*
	เวลา (C)	2	1781.89	890.52	108236.35*
	AXC	4	202.34	50.59	6145.33*
	BXC	4	49.87	12.47	1514.72*
	AXBXC	8	97.08	12.14	1474.23*
	Error	27	0.22	0.01	

ตารางที่ 18 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ธรรมชาติ

Response	SOV	df	SS	MS	F
วิตามินซี	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	225.26	112.63	7772.7*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	24.08	12.04	830.76*
	AXB	4	61.63	15.41	1063.31*
	เวลา (C)	2	120.23	60.12	4148.49*
	AXC	4	7.06	1.77	121.85*
	BXC	4	7.01	1.75	120.89*
	AXBXC	8	9.74	1.22	84.06*
	Error	27	0.39	0.01	
ค่าความ แตกต่าง ของสี (ΔE)	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	0.16	0.08	5.01*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	2	0.04	0.02	1.09 ^{NS}
	AXB	4	0.42	0.11	6.47*
	เวลา (C)	2	0.03	0.01	0.89*
	AXC	4	0.33	0.08	5.10*
	BXC	4	0.12	0.03	1.90 ^{NS}
	AXBXC	8	1.08	0.14	8.33*
	Error	27	0.44	0.44	

NS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีน

Response	SOV	df	SS	MS	F
ลิโมนิน	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	1358.04	679.02	820.84*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	1	121.01	121.01	146.28*
	AXB	2	122.41	61.21	73.99*
	เวลา (C)	1	1019.86	1019.86	1232.87*
	AXC	2	157.59	78.80	95.25*
	BXC	1	0.06	0.06	0.07*
	AXBXC	2	214.70	107.35	129.77*
	Error	12	9.93	0.83	
นารินจิน	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	207.86	103.93	49.62*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	1	0.15	0.15	0.07*
	AXB	2	32.88	16.44	7.85*
	เวลา (C)	1	598.2	598.20	285.58*
	AXC	2	4.54	2.27	1.08 ^{NS}
	BXC	1	19.22	19.23	9.18*
	AXBXC	2	71.09	35.55	16.97*
	Error	12	25.14	2.10	
กรดซิตริก	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	107.24	53.62	197.86*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	1	2.18	2.18	8.06*
	AXB	2	315.11	157.55	581.35*
	เวลา (C)	1	523.41	523.41	931.30*
	AXC	2	6.62	3.31	12.22*
	BXC	1	0.24	0.24	0.89*
	AXBXC	2	39.96	19.98	73.73*
	Error	12	3.25	0.27	

ตารางที่ 19 (ต่อ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดรสขมและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน
ในกระบวนการดูดซับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยเปลือกไข่ปลดโปรตีน

Response	SOV	df	SS	MS	F
วิตามินซี	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	16.04	8.02	13.36*
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	1	13.94	13.94	23.22*
	AxB	2	28.44	14.22	23.69*
	เวลา (C)	1	64.39	64.39	107.27*
	AxC	2	8.61	4.31	7.17*
	BxC	1	7.65	7.65	12.75*
	AxBxC	2	9.13	4.57	7.61*
	Error	12	7.2	0.6	
ค่าความแตกต่างของสี (ΔE)	อนุภาคเปลือกไข่ (A)	2	0.07	0.04	0.66
	ปริมาณเปลือกไข่(B)	1	0.27	0.27	4.78*
	AxB	2	0.05	0.03	0.47
	เวลา (C)	1	0.00	0.00	0.00
	AxC	2	0.35	0.18	3.16 ^{NS}
	BxC	1	0.13	0.13	2.29 ^{NS}
	AxBxC	2	0.22	0.11	1.96 ^{NS}
	Error	12	0.67	0.06	

NS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความขมของปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่น
ที่ทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธี Scoring test

SOV	df	SS	MS	F-test
ปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่น	4	48.47	12.12	46.62*
ผู้ทดสอบ	5	2.70	0.54	2.08 ^{NS}
ความคลาดเคลื่อน	20	5.13	0.26	
รวม	29	56.3		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความขมของปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่น
ที่ทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธี Ranking test เปลี่ยนคะแนนตามวิธีของ
Fisher และ Yates (1942)

SOV	df	SS	MS	F-test
ปริมาณลิโมนินในน้ำกลั่น	4	16.73	4.18	34.83*
ผู้ทดสอบ	5	0	0	0
ความคลาดเคลื่อน	20	2.42	0.12	
รวม	29	19.15		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความขมของปริมาณลิโมนินในน้ำส้ม
เขียวหวานที่ทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธี Scoring test

SOV	df	SS	MS	F-test
ปริมาณลิโมนินในน้ำส้ม	5	46.81	9.36	39.00*
ผู้ทดสอบ	5	2.81	0.56	2.33 ^{NS}
ความคลาดเคลื่อน	25	6.02	0.24	
รวม	35	55.64		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความขมของปริมาณลิโมนินในน้ำส้ม
เขียวหวานที่ทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธี Ranking test เปลี่ยนคะแนน
ตามวิธีของ Fisher และ Yates (1942)

SOV	df	SS	MS	F-test
ปริมาณลิโมนินในน้ำส้ม	5	21.52	4.30	33.11*
ผู้ทดสอบ	5	0	0	0
ความคลาดเคลื่อน	25	3.23	0.13	
รวม	35	24.75		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Scoring Test

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

โปรดทำเครื่องหมายที่แสดงถึงจุดที่สามารถอธิบายได้ดีที่สุดในความรู้สึกของท่าน
เกี่ยวกับความขมของตัวอย่าง

กรุณาให้คะแนนตัวอย่างน้ำส้มเขียวหวานที่ท่านได้รับตามระดับของรสขมที่รู้สึกได้
โดยคิดตัวเลขดังนี้ 1 คะแนน คือ ไม่ขมเลย, 2 คะแนน คือ ขมเล็กน้อย,
3 คะแนน คือ ขมปานกลาง, 4 คะแนน คือ ขมมาก และ 5 คะแนน คือ ขมมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

ไม่ขมเลย = 1	_____	_____	_____	_____	_____
ขมเล็กน้อย = 2	_____	_____	_____	_____	_____
ขมปานกลาง = 3	_____	_____	_____	_____	_____
ขมมาก = 4	_____	_____	_____	_____	_____
ขมมากที่สุด = 5	_____	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอวิจารณ์ : _____

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีจัดลำดับ (Ranking Test)

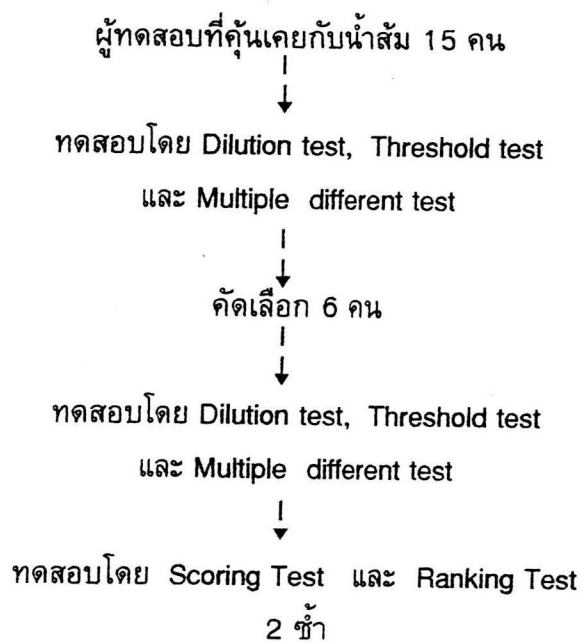
ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

กรุณาจัดลำดับของตัวอย่างน้ำส้มเขียวหวานที่ท่านได้รับตามลำดับของความขมที่ท่านรู้สึก
ได้จากน้อยไปมาก

คุณลักษณะที่ประเมิน	ระบุตัวอย่างตามลำดับที่ของแต่ละคุณลักษณะ (น้อย→ มาก)					
	1	2	3	4	5	6
ระดับความขม (ไม่ขม→ ขมมากที่สุด)						

ข้อเสนอวิจารณ์ : _____

ขั้นตอนการฝึกฝนผู้ทดสอบ



ภาคผนวก ง.

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบกระบวนการดูดซับสารให้รสขมและกรดในเกรพฟรุต ของสารดูดซับสังเคราะห์ชนิดต่างๆ (Johnson and Chandler, 1985)

ชนิดเรซิน ^{a,b,c}	น้ำส้ม ^d	ปริมาณการลดลงคิดเป็นร้อยละ		
		นารินจิน	ลิโมนิน	กรด ^e
Strong base				
IRA-401s	1	37	34	27
IRA-402S	1	11	2	27
IRA-410	1	0	0	27
IRA-900	1	14	1	26
IRA-910	1	4	7	30
Weak base				
S 587	2	16	12	24
S 587	3	n.d. ^g	n.d.	22
ES 375	2	9	9	55
A 7	2	17	9	49
A 30B	2	8	7	57
A 378	2	46	42	49
A 378	4	33	44	41
A 561	3	8	5	25
A 561	1	n.d.	n.d.	24
IRA-35	4	4	14	50
IRA-68 ^h	1	0	0	27
IRA-68	3	n.d.	n.d.	66
IRA-93	4	17	17	45
IRA-93	5	22	28	43

ชนิดเรซิน	น้ำส้ม	ปริมาณการลดลงคิดเป็นร้อยละ		
		นารินจิน	ลิโมนิน	กรด
Adsorbent resins				
XAD-1 ⁱ	4	6	22	0
XAD-1 ^j	4	28	65	2
XAD-4 ⁱ	3	14	32	0
XAD-4 ^j	3	35	47	5
XAD-4 ^j	6	15	40	n.d.
XAD-4 ⁱ	6	31	58	n.d.
XAD-7	5	76	88	3
S 861	7	89	ca100	2
S 866	7	43	81	2
Weak acid				
C 436	5	23	42	1
IRC-50s	5	15	27	0
IRC-50s ⁱ	8	17	20	0
IRC-50s	8	14	16	0
IRC-84	5	25	61	0
IRC-84 ⁱ	8	28	48	0
IRC-84	8	22	40	0

^a เรซินที่มี IRA, IRC and XAD นำหน้ามาจากบริษัท Rohm and Hass Co. ชื่อทางการค้า 'Amberite' ; ส่วนเรซินที่มี A, C, and S นำหน้ามาจากบริษัท Dia-prosim Co. ชื่อทางการค้า 'Duolite' .

^c น้ำส้มและเรซิน (สมมูลย์กับ 20 กรัม น.นแห้ง/ลิตร) เขย่าเบาๆเป็นเวลา 1ชม.

^d ความเข้มข้นเริ่มต้นในน้ำส้มคั้น 1 ถึง 8 คือ ปริมาณนารินจิน 1020,770,900,1420,1490, 1270,890 and 650 mg litre⁻¹; ปริมาณลิโมนิน 19, 4.3 6.8, 31.0, 19.8, 18.4, 28.6 และ 11.7 มก/ลิตร; ปริมาณกรด (titratable acid) 22.7, 21.2, 14.9, 26.9, 24.0, not determined, 24.4 และ 21.8 ก/ลิตร ตามลำดับ.

^e ปริมาณกรด (Titratable acid) .

^g not determined.

- ^h เรซิน สมมูลย์ (equivalent) กับ 10 ก.น.น แห่ง/ลิตร.
ⁱ เรซิน ไม่ผ่านการ treated
^j แซ่ เรซินในเมธานอล และล้างออกด้วยน้ำกลั่นจนเมธานอลหมด
^l ทรีตเรซินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจางและล้างออกด้วยน้ำกลั่นจนหมดกรด.

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับบางชนิด (Johnson and Chandler, 1982)

ชนิดตัวดูดซับ	ความสามารถในการดูดซับต่อสารต่างๆ ^a :		
	นารินจิน	ลิโมนิน	กรดซิตริก
เซลลูโลสอะซีเตต	N	P	N
ดินไดอะตอม	N	N	N
วัสดุประเภทไนลอน			
Nylon-coated earths ^b	W	W	N
Nylon-6 aerogel ^c	M	M	N
Nylon-66 aerogel (5%)	M	M	N
พอลิเมอร์ที่มีรูพรุน			
XAD-2	S	P	N
XAD-7	S	P	N
XAD-12	M	M	S
ชนิดแลกเปลี่ยนประจุ			
IRA-45	N	W	W
IRA-93	N	M	M
Deacidite-G ^d	S	M	M
Deacidite-FFIP	M	N	M

^a ความสามารถในการดูดซับ P(Powerful) > 70% > S (Strong) > 50% > M (Moderate) > 20% > W (weak) > 10% > N (Negligible)

^b ดินไดอะตอมโค้ตด้วย ไนลอน-6 หรือ ไนลอน-66 333 ก./กก.

^c aerogels 5,10 และ 20 %

^d Deacidite เป็นชื่อทางการค้าของบริษัท Permutit Ltd.

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบศักยภาพของเรซินชนิดต่างๆที่ใช้ในการลดรสขมและกรด

เรซิน	ความสามารถของตัวดูดซับ ^a			USFDA ^b อนุญาต
	นารินจิน	ลิโมนิน	กรด	
ดูดซับกรด:				
weak base				
ES 375	N	N	M	×
A 7	W	N	M	/
A 30 B	N	N	M	/
IRA 35	N	W	M	×
IRA 68	N	N	M	/
IRA 93	W-M	W-M	M	/
ดูดซับกรดและรสขม:				
base				
IRA 401s	M	M	M	/
A 378	M	M	M	/
ลดรสขม:				
adsorbent				
XAD-1	M	S	N	×
XAD-2	S	P	N	×
XAD-4	M	S	N	×
XAD-7	S-P	P	N	×
S 861	P	P	N	/
S 866	M	P	N	/
weak acid				
C 437	M	M	N	×
IRC-84	M	M-S	N	/

^a หมายถึง P(powerful)>70% >S(Strong)>50%>M(moderate)>20%>W(weak)>10%>N (neglible)

^b × หมายถึง USFDA ห้ามใช้ / หมายถึง USFDA อนุญาตให้ใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวณัฐฐา เลาทกุลจิตต์ เกิดวันที่ 15 พฤษภาคม 2509 ที่จังหวัด เพชรบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาพันธุศาสตร์ จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2537 ปัจจุบันรับราชการที่ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในระหว่างการศึกษา มีผลงานทางวิชาการ

การลดความขมจากลิโมนินในน้ำส้มเขียวหวานโดยเปลือกไข่. วารสารอาหาร 27 ฉบับที่ 1. (มกราคม-มีนาคม 2540): 26-35.