

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กาญจนรัตน์ ทวีสุข. 2524. ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ. อาหาร 13(3): 176-179.
- นิตยา รัตนานนท์. 2539. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2538. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมะเขือเทศเข้มข้นในภาชนะบรรจุ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม.
- วนิดา มุคตารี. 2531. กว่าจะมาเป็นซอสมะเขือเทศ. อุตสาหกรรมสาร 3(9): 16-20.
- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ, กอง. 2508. ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ. กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2531. การบรรจุหีบห่อ. คู่มือส่งเสริมการเกษตรที่ 46. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.
- สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, ศูนย์. 2544. สถิติการค้าระหว่างประเทศไทย ปี 2543. กรุงเทพฯ: กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์.

ภาษาอังกฤษ

- Al-Kahtani, H. A., and Hassan, B. H. 1990. Spray drying of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. J. Food Sci. 55: 1073-1076.
- Barbosa-Cánovas, G. V., and Vegga-Mercado, H. 1996. Dehydration of foods. New York: Chapman & Hall.
- Berry, R. E, Bissett, O. W., and Lastinger, J. C. 1965. Method for evaluating foams from citrus concentrates. Food Technol. 19(7): 144-147.
- Bilkerman, J. J. 1973. Foams. New York: Springer-Verlag. cited in A. A. Karim and C. C. Wai. 1999. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. Food Chem. 64(3): 337-343.
- Brygidyr, A. M., Rzepecka, M. A., and McConnell, M. B. 1977. Characterization and drying tomato paste foam by hot air and microwave energy. J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment. 10(4): 313-319.
- Cal-Vidal, J., and Falcone, M. 1985. Process conditions affecting the hygroscopic behavior of freeze-dried passion fruit. J. of Food Sci. 50: 1238-1241,1253.

- Cochran, W. G., and Cox, G. M. 1957. Experimental Design. New York: John Willey & Sons.
- Fennema, O. R. 1996. Water and ice. In O. R. Fennema (ed.), Food Chemistry. 3 rd ed., pp. 791-827. New York: Marcel Dekker.
- Gibbs, P. A. 1986. Microbiological quality of dried foods. In D. MacCarthy(ed.), Concentration and Drying of Foods, pp. 293-303. London: Elsevier Science Publishing.
- Ginnette, L. F., Graham, R. P., Miers, J. C., and Morgan, A. I., Jr. 1963. Tomato powder by foam-mat drying. Food Technol. 17(6): 133-135.
- Goose, P. G., and Binsted, R. 1973. Tomato Paste and Other Tomato Products. 2 nd ed. London: Food Trade Press.
- Gould, W. A. 1992. Tomato Product Processing & Technology. 3 rd ed. Maryland: CTI Publication.
- Hart, M. R., Graham, R. P., Ginnette, L. F., and Morgan, A. I., Jr. 1963. Foams for foam-mat drying. Food Technol. 17(10): 90-92.
- Hill, S.E. 1998. Emulsions and foams. In S. E. Hill, D. A. Ledward and J. R. Mitchell (eds.), Functional Properties of Food Macromolecules. 2 nd ed., pp. 302-334. Maryland: Aspen Publication.
- Holdsworth, S. D. 1986. Advances in the dehydration of fruits and vegetable. In D. MacCarthy(ed.), Concentration and Drying of Foods, pp. 293-303. London: Elsevier Science Publishing.
- Hollenbach, A. M., Peleg, M., and Rufner, R. 1982. Effects of four anticaking agent on the bulk characteristics ground sugar. J.of Food Sci. 47: 538 – 544.
- Kahn, M. S. 1982. Food preservation: What 's ahead in the 80' s. Food Eng. 54 (10): 130-137.
- Karel, M. 1975. Water activity and food preservation. In M. Karel, O. R. Fennema and D. B. Lund (eds.), Principle of Food Science. Part II: Physical Principles of Food Preservation, pp. 237-263. New York: Marcel Dekker.
- Kirk, J. R. 1981. Influence of water activity on stability of vitamins in dehydrated foods. In L. B. Rockland and L. R. Beuchat (eds), Water Activity: Theory and Applications to Food, pp. 531-565. New York: Marcel Dekker.

- Kouloheris, A. P. 1974. Foam phenomena. Encyclopedia of Food Technology. 2: 427-431.
- LaBelle, R. L. 1966. Characterization of foams for foam-mat drying. Food Technol. 20 (8): 89-94.
- Labuza, T. P., and Saltmarch, M. 1981. The nonenzymatic browning reaction as affected by water in foods. In L.B. Rockland and L.R. Beuchat (eds), Water Activity: Theory and Applications to Food, pp. 605-650. New York: Marcel Dekker.
- Lovrić, T., Sablek, Z., and Bošković, M. 1970. Cis-trans isomerisation of lycopene and color stability of foam-mat dried tomato powder during storage. J. Sci. Food Agric. 21(12): 641-647.
- McWeeny, D. J. 1980. Long term storage of some dry foods: A discussion of the principles. J. of Food Tech. 15(2): 195-205.
- Morgan, A. I., Jr. 1974. Foam-mat drying. Encyclopedia of Food Technology. 2: 432-435.
- Morgan, A. I., Jr., Graham, R. P., Ginnette, L. F., and Williams, G. S. 1961. Recent developments in foam-mat drying. Food Technol. 15(1): 37-39
- Paine, F. A., and Paine, H. Y. 1983. A Handbook of Food Packaging. London: Blackie & Son.
- Pearson, D. 1976. The Chemical Analysis of Foods. 7 th ed. New York: Churchill Livingstone.
- Peleg, M. 1983. Physical characteristics of food powders. In M. Peleg and E. B. Bagley (eds.), Physical Properties of Food, pp. 293-323. Westport, CT: AVI Publishing.
- Peleg, M., and Hollenbach, A. M. 1984. Flow conditioners and anticaking agent. Food Tech. 38(3): 93-102.
- Saravacos, G. D., and Moyer, J. C. 1968. Volatility of some aroma compounds during vacuum-drying of fruit juices. Food Tech. 22(5): 89-93.
- Schramm, L. L., and Wassmuth, F. 1994. Foams: Basic principles. In L. L. Schramm (ed.), Foams: Fundamentals and Applications in The Petroleum Industry, pp. 3-45. Washington, D. C.: American Chemical Society.

- Sepitka, A. (1983). Kinetics of foam-mat drying of tomato puree at reduced pressure and constant temperature. Bulletin Potravinarskeho Vyskumu 21(1982): 31-37. FSTA 15(11): Abstract No. 11J1706.
- Spiess, W. E. L., and Wolf, W. 1987. Critical evaluation of methods to determine moisture sorption isotherms. In L. B. Rockland and L. R. Beuchat (eds), Water Activity: Theory and Applications to Food, pp. 215-233. New York: Marcel Dekker.
- Stern, W. 1980. Food packaging-Its background. In S. Sacharow and R. C. Griffin, Jr. (eds.), Principles of Food Packaging. 2 nd ed., Westport, CT: AVI Publishing.
- Tatum, J. H., Shaw, P. E., and Bergy, R. E. 1967. Some compounds formed during nonenzymatic browning of orange powder. J. Agr. Food Chem. 15: 773-779.
- Torrey, M. 1974. Dehydration of Fruits and Vegetables. Park Ridge, NJ: Noyes Data.
- Walstra, P. 1996. Dispersed system: Basic considerations. In O. R. Fennema (ed.), Food Chemistry. 3 rd ed., pp. 95-155. New York: Marcel Dekker.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ก.1 การหาปริมาณความชื้นและปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid, TS)

ตามวิธีของ Goose และ Binsted (1973)

1.1 เครื่องมือ

เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ

1.2 วิธีการ

1.2.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียม ซึ่งอบแห้ง และทราบน้ำหนักแล้ว

1.2.2 นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันสัมบูรณ์ 1 ± 0.5 นิ้วปรอท จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

1.2.3 ปิดฝาภาชนะ แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งทั้งหมดจากสูตร

$$\text{ความชื้นมะเขือเทศเข้มข้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

(%(โดยน้ำหนักเปียก))

$$\text{ความชื้นมะเขือเทศผง} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}$$

(%(โดยน้ำหนักแห้ง))

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมดในมะเขือเทศเข้มข้น} = 100 - \text{ปริมาณความชื้น}(\%(\text{โดยน้ำหนักเปียก}))$$

(%(โดยน้ำหนักเปียก))

ก.2 การหาปริมาณกรดในรูปกรดซิดริก (titratable acidity)

ตามวิธีของ Goose และ Binsted (1973)

2.1 สารเคมี

2.1.1 สารละลายฟีนอล์ฟธาเลิน (phenolphthalein indicator) เตรียมโดยการละลายฟีนอล์ฟธาเลิน 1 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ 95% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, NaOH) ที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.1 นอร์มอล ที่จะหยดจนหยดแรกเป็นสีชมพู แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 200 มิลลิลิตร

2.1.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.1 นอร์มอล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นโดยให้สารละลายมีปริมาตรสุดท้าย 1000 มิลลิลิตร การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำได้โดยการไตเตรตกับโปตัสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (potassium hydrogen phthalate, KHP ซึ่งมีมวลโมเลกุล 204.229) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนและละลายในน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรโดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟธาเลิน เป็นอินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถคำนวณ จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของ NaOH (นอร์มอล)} = \frac{\text{น้ำหนักของ KHP (กรัม)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของ NaOH} \times 204.229}$$

2.2 วิธีการ

2.2.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (มะเขือเทศเข้มข้น 2 กรัม และ มะเขือเทศผง 0.25 กรัม) ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น จะมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง whatman No.1

2.2.2 ปิเปตของเหลวที่กรอง 10 มิลลิลิตร ใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร หยดสารละลาย ฟีนอล์ฟธาเลิน 2-3 หยด แล้ว ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน

คำนวณปริมาณกรดในรูปกรดซิดริก จากสูตร

กรดซิดริก = ความเข้มข้นของ NaOH (นอร์มอล) x ปริมาตร NaOH (มิลลิลิตร) x 0.064 = C
(กรัมต่อ 10 กรัม)

กรดซิดริก (%) (โดยน้ำหนักแห้ง) =
$$\frac{C \times 10 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} (\% \text{โดยน้ำหนักเปียก})}$$

ก.3 การหาปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid content)

ตามวิธีของ Pearson (1976)

3.1 เครื่องมือ

spectrophotometer

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารละลายกรดออกซาลิก(oxalic acid)เข้มข้น 0.4%(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) โดยซึ่งกรดออกซาลิกละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

3.2.2 สารละลายมาตรฐานวิตามินซี 0.1%(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) โดยซึ่งกรดแอสคอร์บิก(ascorbic acid) 0.1 กรัมละลายในสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 0.4 %(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.2.3 สารละลาย 2,6-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 0.0012 %(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) (2,6-dichlorophenol indophenol) โดยซึ่ง 2,6-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 0.012 กรัมละลาย ในน้ำกลั่นปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.3 วิธีการ

3.3.1 เตรียมกราฟมาตรฐานของวิตามินซี โดยการเจือจางสารละลายมาตรฐานที่มีวิตามินซี 0.1 %(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ด้วยสารละลายกรดออกซาลิก 0.4%(โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ให้ได้สารละลายมาตรฐานที่มีวิตามินซีอยู่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิกรัมต่อ 100

มิลลิลิตรโดยบีเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิก 0.1 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) มา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดออกซาลิก 0.4% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ให้เป็น 100 มิลลิลิตร

3.3.2 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร โดยการเตรียมสารละลายสำหรับใส่หลอดทดลองดังนี้

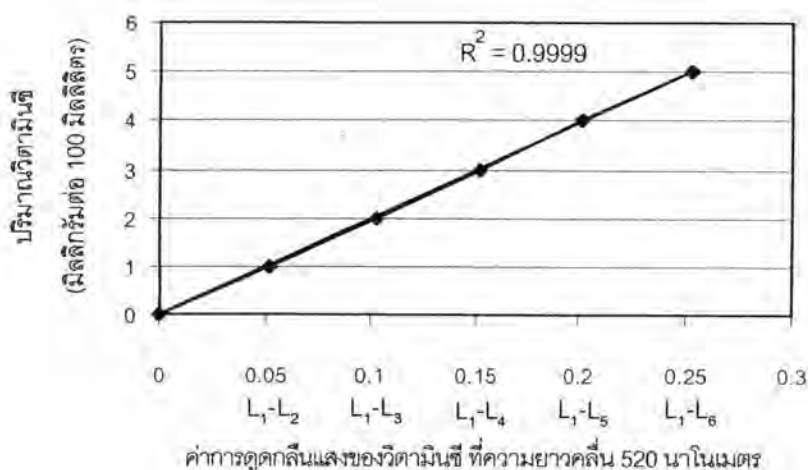
DW - น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

S - คือสารละลายมาตรฐานวิตามินซีที่ความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร และทำให้มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

No. 1 - กรดออกซาลิก 0.4 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1 มิลลิลิตร

No. 2 - สารละลายมาตรฐานวิตามินซีที่ความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร

3.3.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 นาโนเมตร โดยใช้ DW เป็น blank จากนั้นนำหลอด No. 1 มาเติมสารละลาย standard dye (2,6-dichlorophenol 0.012 กรัม ต่อ น้ำ 1000 มิลลิลิตร) 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและวัดค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติม standard dye ลงไปแล้ว 15 วินาที ค่าที่อ่านได้เรียก L_1 จากนั้นปรับค่าการดูดกลืนแสงให้เป็นศูนย์ใหม่ โดยใช้สารละลายในหลอด S เป็น blank นำหลอด No. 2 มาเติม standard dye 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและวัดค่าการดูดกลืนแสงภายหลัง 15 วินาที ค่าที่อ่านได้เรียก L_2 จากค่า L_1 และ L_2 ที่ได้เขียนกราฟระหว่างค่า $|L_1 - L_2|$ และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ดังแสดงในรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานปริมาณวิตามินซี

3.3.4 สำหรับตัวอย่าง เตรียมตัวอย่างดังต่อไปนี้

3.3.4.1 มะเขือเทศเข้มข้น ซึ่งมะเขือเทศเข้มข้น 5 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายกรดออกซาลิก 0.4% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) จนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง whatman No.1 แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปวิเคราะห์

3.3.4.2 มะเขือเทศผง ซึ่งมะเขือเทศผงประมาณ 0.50 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายกรดออกซาลิก 0.4% (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) จนมีปริมาตร 25 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง whatman No.1 แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปวิเคราะห์

3.3.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างโดยวัดค่า L_1 เช่นเดียวกับที่ทำในสารละลายมาตรฐานวิตามินซี สำหรับค่า L_2 ทำโดยใช้สารละลายในหลอด S ซึ่งประกอบด้วยสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร เป็น blank จากนั้นเติมสารละลาย standard dye 9 มิลลิลิตร ลงในหลอด No. 2 ซึ่งมีสารละลายตัวอย่างอยู่ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และวัดค่าการดูดกลืนแสงภายหลัง 15 วินาที ค่าที่ได้คือ L_2 จาก L_1 และ L_2 ที่วัดได้ นำค่า $|L_1 - L_2|$ ไปเทียบหาปริมาณวิตามินซีจากกราฟมาตรฐาน

$$\text{ปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศเข้มข้น} = \frac{(A_1 \times 50)}{W_1} = B_1$$

(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

$$\text{ปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศเข้มข้น} = \frac{B_1}{\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด}(\%(\text{โดยน้ำหนักเปียก}))}$$

(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

$$\text{ปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศผง} = \frac{(A_2 \times 25)}{W_2} = B_2$$

(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

$$\text{ปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศผง} = \frac{B_2}{\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด}(\%(\text{โดยน้ำหนักเปียก}))}$$

(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

A_1 และ A_2 คือปริมาณวิตามินซีที่ได้จากกราฟมาตรฐานของตัวอย่างมะเขือเทศเข้มข้น และตัวอย่างมะเขือเทศผง

W_1 และ W_2 คือน้ำหนักของตัวอย่างมะเขือเทศเข้มข้นและตัวอย่างมะเขือเทศผง

ก.4 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid, TSS)

4.1 เครื่องมือ

refractometer

4.1 วิธีการ

4.2.1 นำตัวอย่างมะเขือเทศเข้มข้น มากรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น โดยการบีบเพื่อให้ได้ของเหลว

4.2.2 นำของเหลวที่กรองได้มาวัด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ด้วย ใช้ refractometer วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ข.1 การหาความหนาแน่นของโฟม (foam density)

ดัดแปลงจากวิธี LaBelle (1966)

วิธีการ

1.1 ชั่งน้ำหนักด้วยแก้วที่มีปริมาตร 46 มิลลิลิตร ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

1.2 บรรจุโฟมลงในถ้วยแก้ว โดยบรรจุให้เต็มพยายามไม่ให้มีโพรงอากาศภายในถ้วยแก้ว เกลี่ยโฟมที่ล้นบริเวณปากถ้วยแก้วด้วยพายยาง แล้วขีดบริเวณรอบขอบถ้วย มิให้มีเศษโฟม ติดอยู่

1.3 นำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยแก้วที่บรรจุโฟมแล้วมาคำนวณหาความหนาแน่นโฟม จากสูตร

$$\text{foam density (กรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของถ้วยเมื่อบรรจุโฟม} - \text{น้ำหนักถ้วยแก้ว}}{\text{ปริมาตรของถ้วยแก้ว (46 มิลลิลิตร)}}$$

ข. 2 การหาอัตราการยุบตัวของโฟม (foam collapse rate)

ตามวิธีของ Brygidyr และคณะ (1977)

2.1 เครื่องมือ

ตุ้บบลมร้อน

2.2 วิธีการ

2.2.1 นำโฟมที่มีปริมาตร 20 มิลลิลิตร เติมลงไปในการยแก้วที่วางอยู่ในกระบอกลดขนาด 50 มิลลิลิตร

2.2.2 จากนั้นนำไปวางในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้โฟมเกิดการยุบตัวเร็วขึ้น

2.2.3 วัดปริมาตรน้ำ ที่แยกตัวออกจากโฟม ในกระบอกลดขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วมาคำนวณหาอัตราการยุบตัวของโฟม จากสูตร

$$\text{foam collapse rate (\% ปริมาตรโฟมต่อชั่วโมง)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่แยกตัวออกจากโฟม} \times 100}{\text{ปริมาตรโฟม(20 มิลลิลิตร)}}$$

ข. 3 การวัดสี

3.1 เครื่องมือ

Minolta Chroma Meter

3.2 วิธีการ

วัดสี โดยวัดตัวอย่างละ 3 จุด จากนั้น เฉลี่ยเป็น 1 ค่า

ค่าอ่านได้จากเครื่อง คือ ค่า L, a และ b โดยที่

ค่า L แทนค่าความสว่าง

ค่า a แทนค่าสีแดง (+) แทนค่าสีแดง (-) แทนค่าสีเขียว

ค่า b แทนค่าสีเหลือง (+) แทนค่าสีเหลือง (-) แทนค่าสีน้ำเงิน

ข. 4 การวัดความหนืด

4.1 เครื่องมือ

4.1.1 Brookfield Viscometer

4.1.2 refractometer

4.2 วิธีการ

4.2.1 นำตัวอย่างมะเขือเทศเข้มข้นหรือมะเขือเทศผง มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13 องศาบริกซ์

4.2.2 นำไปวัดความหนืดโดยบีเปิด ตัวอย่างมะเขือเทศ (ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13 องศาบริกซ์) ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยของเครื่องวัดความหนืด โดยเครื่องมีการตั้งค่าต่าง ๆ ดังนี้ คือ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใช้หัวเข็ม เบอร์ 52 shear rate = 1 วินาที⁻¹ speed 0.5 รอบต่อนาที หลังจากกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน แล้วจับเวลา 30 วินาที แล้วอ่านค่าความหนืดที่ได้ (พอยซ์)

ข. 5 การวัดระยะการยุบตัวของโฟมมะเขือเทศเข้มข้นหลังจากทำแห้ง

5.1 เครื่องมือ

vernier caliper

5.1 วิธีการ

5.1.1 นำโฟมมะเขือเทศเข้มข้นมาเกลี่ยบนถาด ให้มีความหนาที่แน่นอน 3 หรือ 5 มิลลิเมตร โดยใช้กรอบอลูมิเนียมที่สร้างขึ้น มีความหนา 3 และ 5 มิลลิเมตร ขนาด 12 เซนติเมตร x 12 เซนติเมตร (รายละเอียดของรูปกรอบอลูมิเนียมที่สร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ข.6) แล้วเกลี่ยโฟมให้เต็มกรอบอลูมิเนียม จากนั้นค่อยๆ ดึงกรอบอลูมิเนียมออกจะได้โฟมมะเขือเทศเข้มข้น ที่มีความหนา 3 หรือ 5 มิลลิเมตร ตามต้องการ นำโฟมมะเขือเทศเข้มข้นไปทำแห้ง

5.1.2 จากนั้นนำฟอยล์มะเขือเทศเข้มข้นที่ผ่านการทำแห้ง มาวัดความหนาโดยใช้ vernier caliper คำนวณหาระยะการยุบตัวของฟอยล์ จากสูตร

$$\text{ระยะการยุบตัวของฟอยล์ (มิลลิเมตร)} = \text{ความหนาของฟอยล์ก่อนทำแห้ง} - \text{ความหนาของฟอยล์หลังทำแห้ง}$$

ข.6 การหาค่าการกระจายตัว (dispersibility)

ดัดแปลงจากวิธีของ Al-Kahtani และ Hassan (1990)

6.1 เครื่องมือ

6.1.1 magnetic stirrer

6.1.2 centrifuge

6.1.3 spectrophotometer

6.2 วิธีทำการ

6.2.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 0.5 กรัม ลงในบีกเกอร์เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วกวนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็ว ระดับ 5 นาน 5 วินาที

6.2.2 ดึงตัวอย่างออกด้วยกระบอกฉีดยา (syringe) ปริมาณ 15 มิลลิลิตร นำไป centrifuge ที่ 1735 g นาน 3 นาที

6.2.3 ค่าการกระจายตัวโดยหา optical density (OD) ของส่วนใสที่ centrifuge ออกมาได้ โดยทำการวัดที่ ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ใช้น้ำกลั่นเป็น blank

ข.7 การวัดค่า water activity (a_w)

7.1 เครื่องมือ

a_w Sprint

7.1 วิธีการ

7.2.1 ก่อนใช้เครื่องต้องตั้งอุณหภูมิ ตามตัวเลขที่บอกที่หน้าเครื่อง (ใช้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ 40 องศาเซลเซียส) โดยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ต้องตั้งตัวเลขที่ 190 หรือที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ต้องตั้งตัวเลขที่ 52 แล้วจึงเปิดเครื่องเพื่อ warm เครื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จนอุณหภูมิคงที่

7.2.3 จากนั้น calibration value ด้วย humidity reference point; 11, 33, 53, 75, 90 และ 98 อย่างน้อย 3 จุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

7.2.4 นำตัวอย่างมาใส่ในตลับพลาสติกที่แห้ง โดยบรรจุประมาณ 1 ใน 2 ส่วน ของความจุตลับ จากนั้นนำตลับวางลงใน chamber ของเครื่อง จับตลับโดยใช้ที่จับหรือสวมถุงมือ จากนั้นกดปุ่ม start เพื่อให้เครื่องอ่าน ค่า water activity ขณะที่ทำการวัดตัวอย่างอาจเตรียมตัวอย่างต่อไปได้โดยบรรจุในตลับแล้วปิดฝาไว้ เก็บตลับนี้ในโถดูดความชื้น

ข.8 การหาความหนาแน่นปรากฏ (bulk density)

ดัดแปลงมาจากวิธีของ Al-Kahtani และ Hassan (1990)

วิธีการ

8.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วเทลงในกระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร

8.2 วางกระบอกตวงนี้บนเครื่องสั่นสะเทือน ซึ่งสั่นสะเทือนด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที หลังการเขย่าอ่านค่าปริมาตรของตัวอย่างคำนวณ ความหนาแน่นปรากฏ จากสูตร

$$\text{bulk density (กรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง}}$$

ข. 9 การหาสัดส่วนโดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ไม่จับตัวเป็นก้อน (% uncaking)

9.1 เครื่องมือ

เครื่องร่อนแยกขนาด พร้อมตะแกรงร่อน ขนาด 30 mesh

9.2 วิธีการ

9.2.1 นำตัวอย่างผงที่บรรจุในถุงที่ทราบน้ำหนักแน่นอน มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 30 mesh บนเครื่องร่อนแยกขนาด โดยเขย่าแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที

9.2.2 บันทึกน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านและไม่ผ่านตะแกรงร่อน คำนวณร้อยละโดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านตะแกรงร่อน (% uncaking) จากสูตร

$$\% \text{ uncaking} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงร่อน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่บรรจุในถุงก่อนร่อน}}$$

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและการเตรียมผลิตภัณฑ์ในการทดสอบ

ค.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งสุญญากาศของมะเขือเทศผง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินคุณภาพตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศผงต่อไปนี้ทีละตัวอย่าง โดยพิจารณาสมบัติด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏและการยอมรับรวม พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
สี สีแดงอมส้ม ถึง สีแดง (7-10) สีส้มอมน้ำตาลอ่อน ถึงสีส้ม (4-6) สีน้ำตาลเข้ม ถึง สีน้ำตาลอ่อน (1-3)				
กลิ่น มีกลิ่นมะเขือเทศมากถึงมากที่สุด (7-10) กลิ่นมะเขือเทศน้อยถึงปานกลาง (4-6) ไม่มีกลิ่นมะเขือเทศถึงมีกลิ่นน้อยมาก (1-3)				
ลักษณะปรากฏ (ความร่วน) ร่วนมากถึงมากที่สุด (7-10) ร่วนน้อยถึงปานกลาง (4-6) ไม่ร่วนมีลักษณะเกาะกันเป็นก้อนถึงร่วนน้อยมาก (1-3)				
การยอมรับรวม ชอบปานกลางหรือชอบมากที่สุด (7-9) ไม่ชอบเล็กน้อยหรือชอบเล็กน้อย (4-6) ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบปานกลาง (1-3)				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ค. 2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง
 สัญญาณของมะเขือเทศผงหลังคินตัวในรูปซอสมะเขือเทศ

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

โปรดประเมินคุณภาพตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ซอสมะเขือเทศที่ใช้มะเขือเทศผงเป็นวัตถุดิบในการผลิต ต่อ
 ไปนี้ทีละตัวอย่าง โดยพิจารณาเปรียบเทียบสมบัติ ด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส เปรียบเทียบกับตัวอย่าง
 อ้างอิง (C) คือซอสมะเขือเทศที่ใช้มะเขือเทศเข้มข้นเป็นวัตถุดิบในการผลิต และพิจารณา การยอมรับรวม พร้อม
 ทั้งให้ คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลักษณะที่ต้องการให้ประเมิน	ตัวอย่างหมายเลข			
1. สี ปกติเหมือนตัวอย่างอ้างอิง (C) (9-10) สีอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) เล็กน้อย (7-8) สีอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) ปานกลาง (4-6) สีอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) มาก (1-3)				
2. กลิ่นรส ปกติเหมือนตัวอย่างอ้างอิง(C) (9-10) กลิ่นรสอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) เล็กน้อย (7-8) กลิ่นรสอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) ปานกลาง (4-6) กลิ่นรสอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) มาก (1-3)				
3. ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความหนืด) ปกติเหมือนตัวอย่างอ้างอิง(C) (9-10) ความหนืดอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) เล็กน้อย (7-8) ความหนืดอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) ปานกลาง (4-6) ความหนืดอ่อนกว่าหรือเข้มกว่า C (โปรดระบุ) มาก (1-3)				
4. การยอมรับรวม ชอบปานกลางหรือชอบมากที่สุด (7-9) ไม่ชอบเล็กน้อยหรือชอบเล็กน้อย (4-6) ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบปานกลาง (1-3)				

ข้อเสนอแนะ.....

ค. 3 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างมะเขือเทศผงที่ผลิตขึ้น
กับมะเขือเทศผงทางการค้า

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบรสมะเขือเทศ ที่ใช้มะเขือเทศผงเป็นสารให้กลิ่นรส

คำแนะนำ กรุณาทดสอบลักษณะของตัวอย่าง แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์คะแนนดังนี้

9 คะแนน = ชอบมากที่สุด

5 คะแนน = เฉย ๆ

8 คะแนน = มาก

4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 คะแนน = ปานกลาง

3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง

6 คะแนน = ชอบเล็กน้อย

2 คะแนน = ไม่ชอบมาก

1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง		
สี		
กลิ่นรส		
ลักษณะปรากฏ (ความกรอบ)		
การยอมรับรวม		

ชื่อเสนอแนะ.....
.....

ค. 4 การเตรียมซอสมะเขือเทศ

สูตรการทำซอสมะเขือเทศ ดัดแปลงจาก สูตรของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (2508)

4.1 ส่วนประกอบ

มะเขือเทศเข้มข้นหรือมะเขือเทศผงหลังคั้นตัว ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 20 องศาบริกซ์	43.5 กรัม
น้ำตาล	19.2 กรัม
น้ำ	17.6 กรัม
น้ำส้มสายชู	16.4 กรัม
หัวหอมบดละเอียด	1.7 กรัม
เกลือ	1.5 กรัม
แป้งข้าวโพดดัดแปร	0.1 กรัม
	น้ำหนักทั้งหมด 100 กรัม

4.2 วิธีทำ

ผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ทั้งหมด แล้วนำไปปั่น ในเครื่องบดอาหาร เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไป ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที บรรจุลง ขวดที่ผ่านการ ฆ่าเชื้อแล้ว ทำให้เย็น

ค. 5 การเตรียมข้าวเกรียบรสมะเขือเทศ ที่ใช้มะเขือเทศผงเป็นสารให้กลิ่นรส

5.1 ส่วนประกอบ

ข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดแล้ว	100 กรัม
มะเขือเทศผงที่ผลิตขึ้นหรือมะเขือเทศทางการค้า	7 กรัม

5.2 วิธีทำ

นำข้าวเกรียบทอด ที่อุณหภูมิน้ำมันเดือด (190 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดแล้วปริมาณ 100 กรัม ผสมกับมะเขือเทศผง 7 กรัม คลุกเคล้า ให้ทั่ว

ภาคผนวก ง

วิธีการเตรียมสารที่ทำให้เกิดโฟม วิธีการเติมสารที่ทำให้เกิดโฟมลงในมะเขือเทศเข้มข้น และวิธีการคำนวณหาเวลาในการทำแห้งโฟมมะเขือเทศเข้มข้นที่มีปริมาณความชื้น 5% (โดยน้ำหนักแห้ง)

ง. 1 วิธีการเตรียมสารที่ทำให้เกิดโฟม

ตามวิธีของ Morgan และ คณะ (1961)

1.1 สารเคมี

glyceryl monostearate (GMS) มีความเข้มข้น 10 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)

1.2 วิธีการ

1.2.1 ชั่ง GMS มาจำนวน 10 กรัม เติมนลงในน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 76 องศาเซลเซียส จำนวน 90 มิลลิลิตร

1.2.2 นำของผสมนี้ มาปั่นที่ความเร็วสูง ในเครื่องบดอาหาร (blender) จนกระทั่ง เกิดเป็น stiff emulsion

ง. 2 วิธีการเติมสารที่ทำให้เกิดโฟมในมะเขือเทศเข้มข้น

2.1 ต้องทราบปริมาณของแข็งทั้งหมดในมะเขือเทศเข้มข้นนำค่านั้นมาคำนวณ หาปริมาณ GMS ที่เติมจริงในมะเขือเทศเข้มข้น ปริมาณ 200 กรัม (ปริมาณมะเขือเทศเข้มข้นที่ต้องใช้ในการตีโฟม 1 ครั้ง) ซึ่งต้องคำนวณเป็นปริมาณของแข็งของ GMS ต่อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในมะเขือเทศเข้มข้น ปริมาณ 200 กรัม นี้ ตามอัตราร้อยละ 1 และ 2 (ของน้ำหนักแห้ง) แล้ว จึงชั่ง GMS ตามจำนวนปริมาณของแข็งที่มีอยู่จริงใน stiff emulsion ของ GMS

2.2 เติมน GMS ที่ชั่งได้ลงในมะเขือเทศเข้มข้น ในโดที่ประดิษฐ์ขึ้น จากนั้นใช้หัวตีรูป ตะกร้อ ที่ระดับความเร็วรอบในการหมุน ต่ำสุด เพื่อคนให้สารละลาย ในมะเขือเทศเข้มข้นให้ทั่วถึง นาน 1 นาที แล้วเปลี่ยนระดับความเร็วรอบในการหมุนสูงสุด เพื่อตีปั่นมะเขือเทศเข้มข้นให้เกิด

โฟม พร้อมทั้งอัดก๊าซไนโตรเจน โดยต่อท่อก๊าซไนโตรเจน เข้าด้านล่างของโถปั่นที่ประดิษฐ์ขึ้น (รายละเอียดรูปอุปกรณ์ที่ใช้การตีปั่น แสดงดังรูปที่ ฉ.4 และ ฉ.5)

ง.3 วิธีการคำนวณหาเวลาในการทำแห้งโฟมมะเขือเทศเข้มข้น ที่มีปริมาณความชื้น 5%(โดยน้ำหนักแห้ง)

การหาเวลาในการทำแห้งโฟมมะเขือเทศเข้มข้น ที่มีปริมาณความชื้น 5%(โดยน้ำหนักแห้ง) ได้จาก การคำนวณ โดย interpolation จากกราฟในรูปที่ 3.3-3.10 และตารางที่ 3.3

โดยมี วิธีทำดังนี้ คือ โดยในที่นี้ขอยกตัวอย่าง การหาเวลาในการทำแห้งของมะเขือเทศเข้มข้น ที่ไม่มีการเติม GMS อุณหภูมิทำแห้ง 65 องศาเซลเซียส และมีความหนาชั้นโฟม 3 มิลลิเมตร จากกราฟ ในรูปที่ 3.3 พบว่า หลังจากการทำแห้ง 240 นาที อุณหภูมิของมะเขือเทศเข้มข้นและอุณหภูมิของเครื่องทำแห้งสูญญากาศใกล้เคียงกัน จากนั้น นำโฟมมะเขือเทศเข้มข้น ออกมาหาปริมาณความชื้น หลังจากทำแห้งเป็นเวลา 270, 330 และ 360 นาที โดยพบว่า มีปริมาณความชื้น 6.51, 3.23 และ 2.95 %(โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณหาเวลาทำแห้งที่ทำให้โฟมมะเขือเทศเข้มข้นมีปริมาณความชื้น 5%(โดยน้ำหนักแห้ง) ดังนี้

เวลาทำแห้ง 270 นาที มีปริมาณความชื้น 6.51 %(โดยน้ำหนักแห้ง)

เวลาทำแห้ง 330 นาที มีปริมาณความชื้น 3.23 %(โดยน้ำหนักแห้ง)

จะเห็นได้ว่า

เวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น $330-270 = 60$ นาที จะทำให้

มีปริมาณความชื้นลดลง $6.51-3.23 = 3.28\%$ (โดยน้ำหนักแห้ง)

ถ้าต้องการมีปริมาณความชื้น 5%(โดยน้ำหนักแห้ง) จะทำให้

มีปริมาณความชื้นลดลง $6.51-5.0=1.51\%$ (โดยน้ำหนักแห้ง)

ฉะนั้น

ปริมาณความชื้นลดลง 3.28 %(โดยน้ำหนักแห้ง) ใช้เวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น 60 นาที

ปริมาณความชื้นลดลง 1.51 %(โดยน้ำหนักแห้ง) ใช้เวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น $60 \times 1.51 = 27.62$ นาที

3.28

ดังนั้น โฟมมะเขือเทศเข้มข้น ที่มีปริมาณความชื้น 5 %(โดยน้ำหนักแห้ง)

จะใช้เวลาในการทำแห้ง $270+27.62 = 297.62$ นาที

ภาคผนวก จ

รายละเอียดของมะเขือเทศเข้มข้น มะเขือเทศผง และสารที่ทำให้เกิดโฟม

จ.1 รายละเอียดของมะเขือเทศเข้มข้นที่บรรจุกระป๋อง

จาก	บริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด	
ชื่อผลิตภัณฑ์	มะเขือเทศเข้มข้น (tomato paste)	
ขนาดบรรจุ	กระป๋อง 108 ออนซ์	
ภาชนะบรรจุ	เป็นกระป๋อง tin plate	
เกรด	premium	
พันธุ์	TW3, TW4 และพันธุ์อื่น ๆ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว	
ลักษณะผลิตภัณฑ์	เป็นน้ำมะเขือเทศทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำออกจนเหนียวข้น บรรจุลงกระป๋อง	
น้ำหนักสุทธิ	ไม่ต่ำกว่า 3,200 กรัม	
สุญญากาศ(นิ้วปรอท)	0-5 (บรรจุเต็ม)	
สี	แดง-แดงส้ม หรือสีแดงเข้มแบบมะเขือเทศเข้มข้น	
กลิ่น-รส	กลิ่นรสตามธรรมชาติของมะเขือเทศ ไม่กลิ่นแปลกปลอม	
องค์ประกอบทางเคมี		
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)		28-30
pH		ไม่เกิน 4.2

จ.2 รายละเอียดของมะเขือเทศผงทางการค้า

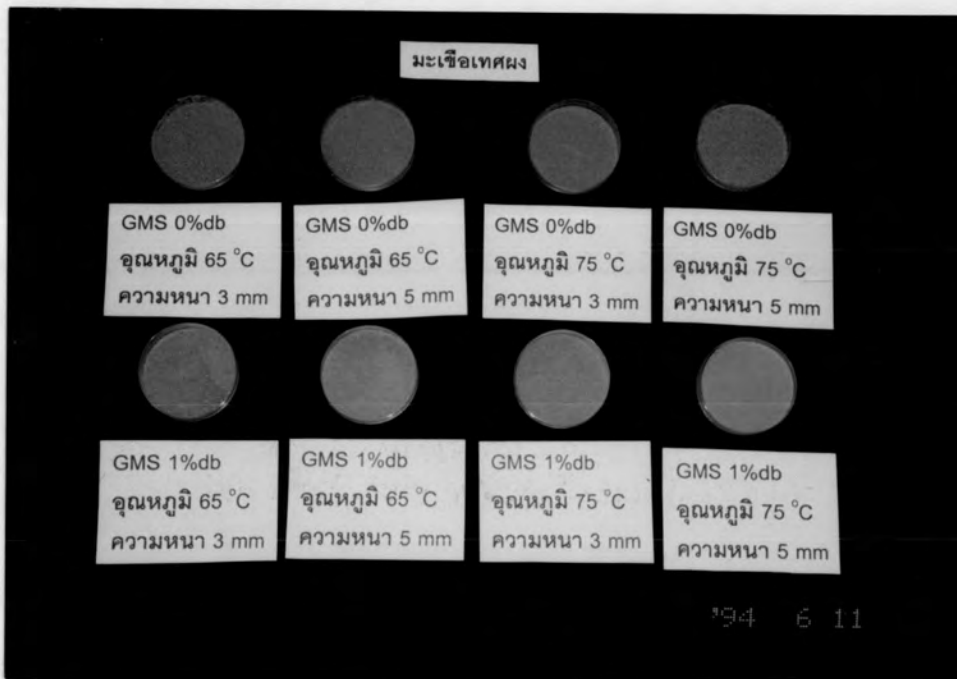
นำเข้าจากต่างประเทศโดย	บริษัท แอบบรา จำกัด
ชื่อผลิตภัณฑ์	มะเขือเทศผง (tomato powder)
ชื่อทางการค้า	tomato powder 430
ลักษณะปรากฏ	เป็นมะเขือเทศผง ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่น กระจาย มีสี ส้ม-แดง ปรากฏจากการใส่สีสังเคราะห์และสารกันเสีย
ข้อมูลการวิเคราะห์	
ความชื้น	5.0%(โดยน้ำหนักเปียก) สูงสุด
hexane soluble color A	3.0%ต่ำสุด
water soluble color E	0.8% สูงสุด
ปริมาณน้ำตาล	50%(โดยน้ำหนักเปียก)
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก	5.5-9.0%(โดยน้ำหนักเปียก)
granulometry	100 % though WS Tyler 200 mesh screen
ความหนาแน่นปรากฏ	0.6 กรัมต่อมิลลิลิตร
ข้อมูลทางจุลินทรีย์	
Total plate count	5×10^4 โคโลนีต่อ 1 กรัมสูงสุด
Coliform	ไม่พบใน 10 กรัม
<i>E.coli</i>	ไม่พบใน 10 กรัม
Salmonella	ไม่พบใน 20 กรัม
Staphylocococcus	10 โคโลนีต่อ 1 กรัมสูงสุด
<i>Clostridium perfringens</i>	10 โคโลนีต่อ 1 กรัมสูงสุด
Pesticide residues	In accordance with the legislation in force
Sulphite reducing	
Anaerobes	ไม่พบใน10 กรัม
Other pathogens	ไม่พบใน10 กรัม
Flat sour	ไม่พบใน10 กรัม
<i>B.cereus</i>	100 โคโลนีต่อ 1 กรัมสูงสุด
Yeast/moulds	100 โคโลนีต่อ 1 กรัมสูงสุด
Additives	silicon dioxide 1%(โดยน้ำหนักเปียก) ตามความเหมาะสม
ภาชนะบรรจุ	heavy gauge polybag in cardboard carton ขนาด 25 กิโลกรัม
การเก็บและอายุการเก็บ	เก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส โดยหลีกเลี่ยงจาก ความชื้น แสงแดด และความร้อน มีอายุการเก็บ 6 เดือน

จ.3 รายละเอียดของสารที่ทำให้เกิดโฟม (glyceryl monostearate, GMS)

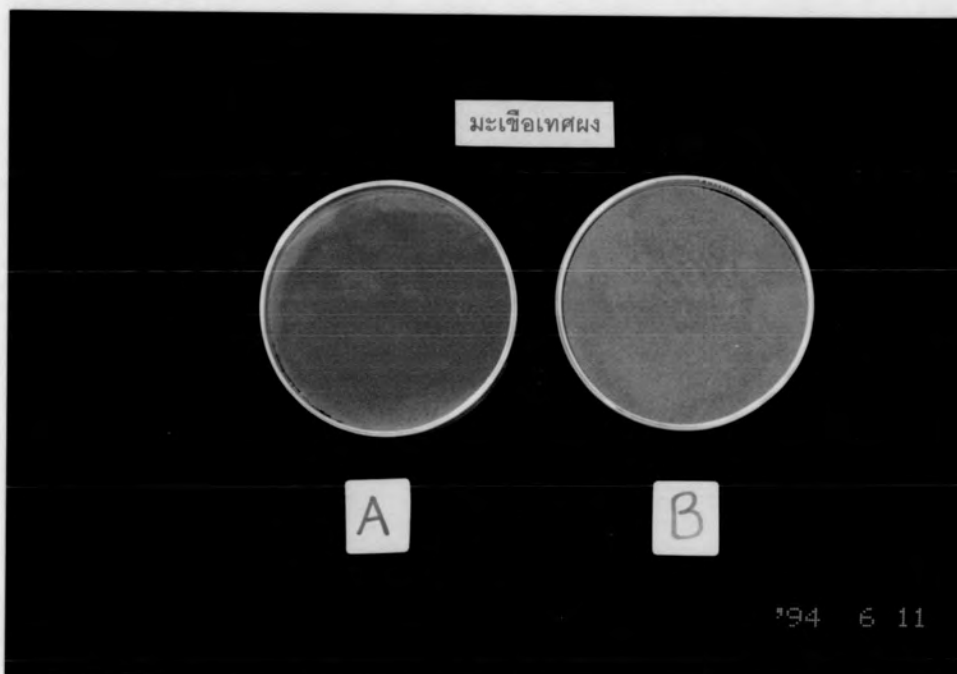
จาก	บริษัท ค็อกนีสไทย จำกัด
ชื่อผลิตภัณฑ์	glyceryl monostearate หรือ molecular distilled monoglyceride
ชื่อทางการค้า	Monomuls [®] 90-35 P
องค์ประกอบ	monoglyceride base on hydrogenated palm oil (EEC-No. E 471, FDA-CFR-No. 184.1505)
ลักษณะปรากฏ	มีสีขาว
ลักษณะเฉพาะ	
total monoglyceride content	≥95%
free glycerol	1 % สูงสุด
acid value	3 สูงสุด
iodine value	2 สูงสุด
saponification value	155-165
melting point	64-65 องศาเซลเซียส
องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ	
<u>fatty acids</u>	
≤C12	4% สูงสุด
C15	35-45%
C18	55-65%
≥C18	2 % สูงสุด
<u>การละลาย</u>	
น้ำ	cold insoluble warm dispersable
mineral oil	cold insoluble warm solube
vegetable oil	cold insoluble warm solube
การใช้	emulsifier ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เบอเกอร์ นม มาร์การีน เป็นต้น ปริมาณการใช้ ขึ้นอยู่กับ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารสุดท้าย โดยปกติใช้ในช่วง 0.1-2.0%(โดยน้ำหนักเปียก)
การเก็บ	เก็บในที่เย็นและแห้ง อุณหภูมิการเก็บไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส อายุการเก็บไม่เกิน 1ปี ถ้ายังไม่มีการเปิดถุงใช้
ภาชนะบรรจุ	25 กิโลกรัมใน paper bag with polyethylene inliner

ภาคผนวก จ

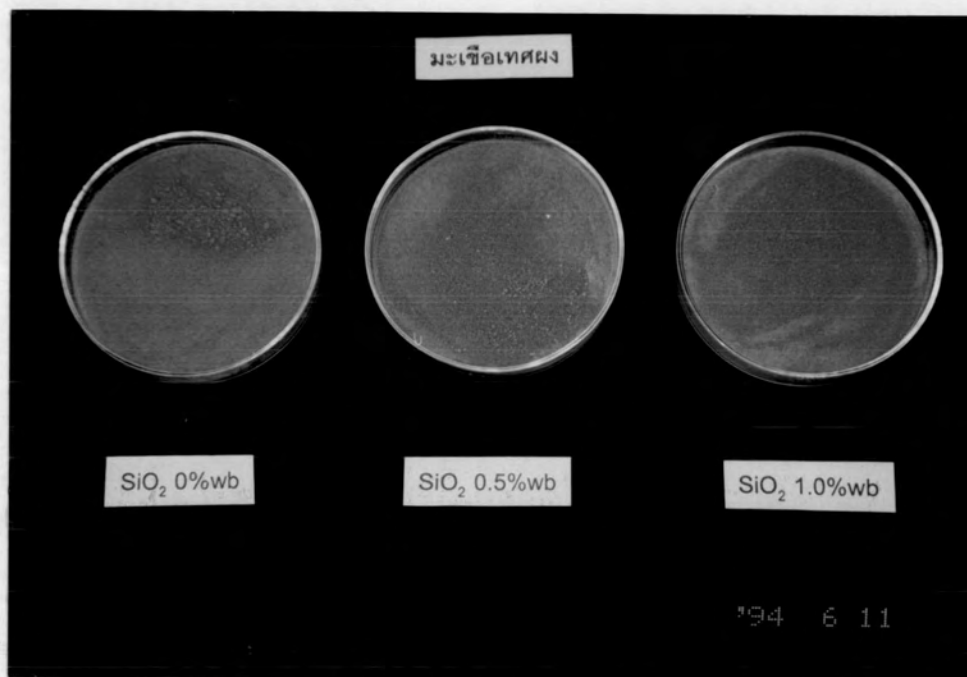
ลักษณะของมะเขือเทศผง เครื่องมือที่ใช้การตีปั่นให้เกิดโฟม และเครื่องมือที่ใช้ในการ
ทำแห้งและตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ



รูปที่ จ.1 ลักษณะของมะเขือเทศผงที่แปรปริมาณ GMS อุณหภูมิทำแห้ง และความหนาชั้นโฟม

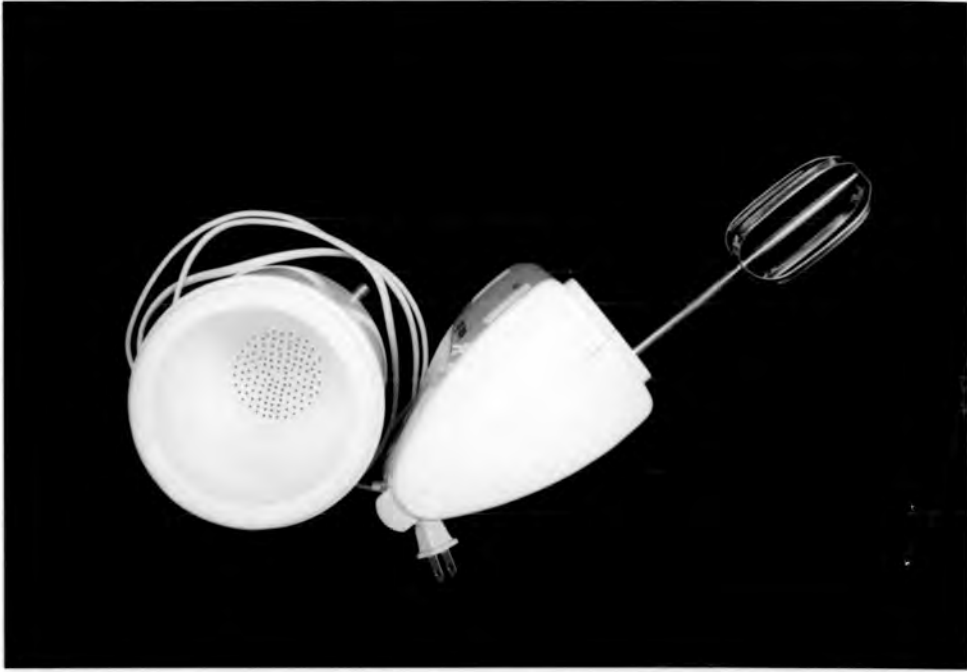


รูปที่ จ.2 ลักษณะของมะเขือเทศผงทางการค้า(A) และมะเขือเทศผงที่ผลิตขึ้น(B)



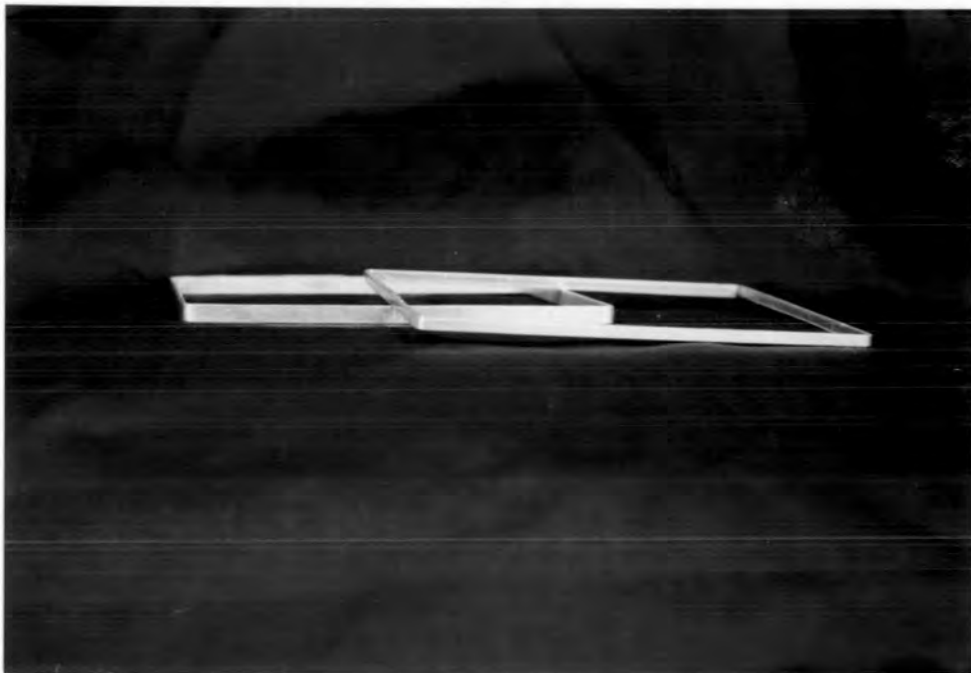
รูปที่ ๑.3 ลักษณะของมะเขือเทศผง ที่แปรปริมาณ SiO₂ หลังจากเก็บที่อุณหภูมิห้อง (35-40 องศาเซลเซียส) นาน 6 สัปดาห์

รูปที่ ๑.๔ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาณของอากาศที่หายใจ





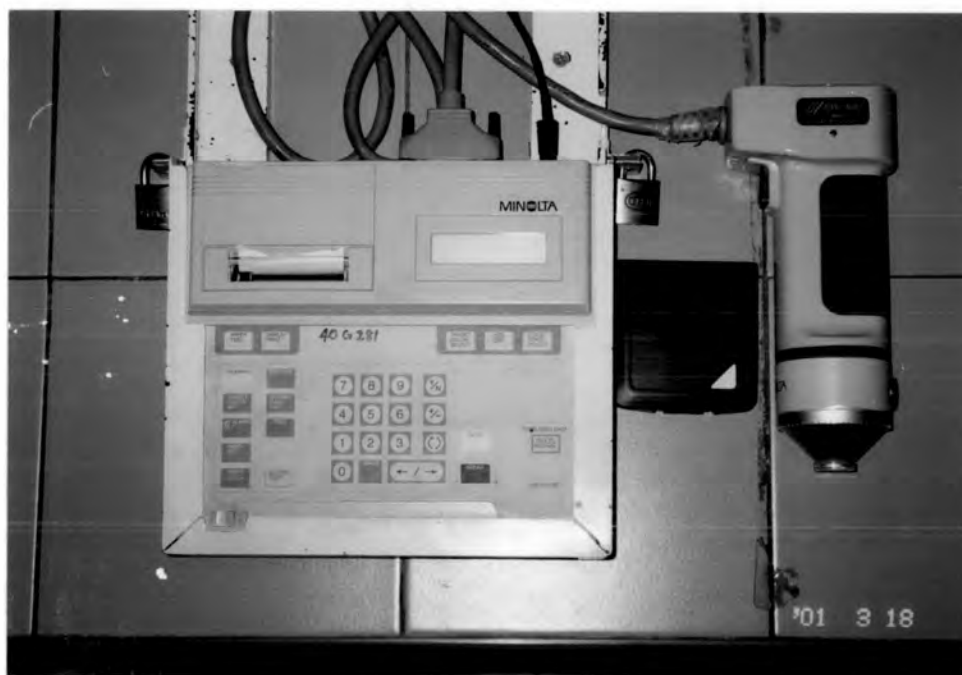
รูปที่ จ.5 โถปั่นที่ประดิษฐ์ขึ้นที่มีการต่อท่อก๊าซไนโตรเจนจากถังไนโตรเจนเหลว



รูปที่ จ.6 กรอบอลูมิเนียมที่สร้างขึ้นขนาด 12 เซนติเมตร x12 เซนติเมตร
ที่มีความหนา 3 และ 5 มิลลิเมตร



รูปที่ ฉ.7 เครื่องทำแห้งสูญญากาศ (Hot pack, 273600)



รูปที่ ฉ.8 เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter, CR 300 series)



รูปที่ จ.9 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer, DV II Plus)



รูปที่ จ.10 เครื่องวัดค่า water activity (a_w Sprint) (Novasina, TH500)

ประวัติผู้เขียน

นางสาวธนวรรณ ฉิมมา เกิดวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัด
อุดรธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหารและ
โภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2538 และเริ่ม
ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540