

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จันทร์ธิดา ปิยสุนทรวงษ์. 2538. ถั่วเหลือง. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 41(463): 30-31.
- จารุณี พาแก้ว. 2528. การนำเสี้ยวของน้ำมะนาวโดยจุลินทรีย์และการหมักน้ำมะนาว.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐรา เลานกุลจิตต์. 2539. การลดความและรสเปรี้ยวในน้ำส้มเขียวหวาน (Citrus reticulata)
โดยใช้เปลือกไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ นวลพลับ. 2531. สวนส้ม. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์เอเชีย.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แต้หน้หลอด. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- วิจิตร ังโน. 2526. ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม.
- ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2533. เอกสารวิชาการเรื่องผลการจัดงานแสดงผลผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.
กรุงเทพมหานคร: บริษัทสยามออฟเซ็ท จำกัด.
- สมชาย ประภาวัต. 2532. คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. อาหาร.
19(3): 174-179.
- สมชาย ประภาวัต, วารุณี วารุญยานนท์, สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, มาลี ประภาวัต และ
อุดม กาญจนปกรณ์ชัย. 2525. การศึกษาถึงชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของตัว
ตกตะกอนต่างๆในการทำแต้หน้หลอด. งานวิจัยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์
อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 25-40.
- สมชาย ประภาวัต, สมจิต อ่อนเหม, เพลินใจ ดังคณะกุล และเย็นใจ วิทูระฐาน. 2532. การผลิต
แต้หน้เสริมคุณค่าโปรตีนจากถั่วลิสงบีบน้ำมัน ถั่วเหลือง งาบีบน้ำมัน และการทดสอบการ
ยอมรับ. โภชนาการสาร. 23: 101-110.
- อัญชลี รัตนวิจิตร. 2531. มะนาว. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 34(378): 23-25.

ภาษาอังกฤษ

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Beddows, C. G., and Wong, J. 1987. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybeans. I. The water:bean ratio. II. Heat processing. III. Coagulant concentration, mixing and filtration pressure. Int. J. Food Sci. Technol. 22: 15-34.
- Beynon, R. J., and Easterby, J. S. 1996. Buffer Solutions the Basics. Bath: The Bath Press.
- Catsipoolas, N., and Meyer, E. W. 1970. Gelation phenomena of soybean globulins. I. Protein-protein interactions. Cereal Chem. 47: 559-562.
- deMan, J. M., deMan, L., and Gupta, S. 1986. Texture and microstructure of soybean curd (tofu) as affected by different coagulants. Food Microstructure. 5: 83-89.
- Fernandez-Flores, E., Kline, D. A., and Johnson, A. R. 1970. GLC Determination of organic acids in fruits and their trimethylsilyl derivatives. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 53: 17-20.
- Hartman, B. G., and Hillig, F. 1934. Acid constituents of food products: Special reference to citric, malic and tartaric acids. J. Assoc. Off. Agric. Chem. 17: 522-531. quoted in Nagy, S., Shaw, P. E., and Veldhuis, M. K. Citrus Science and Technology. Vol.1 Westport : The AVI Publishing Company, Inc. 1977.
- Hou, H. J., Chang, K. C., and Shin, M. C. 1997. Yield and textural properties of soft tofu as affected by coagulation method. J. Food Sci. 62(4): 824-827.
- Hui, Y. H. 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology. Vol. 1. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kimball, D. A. 1991. Citrus Processing Quality Control and Technology. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of soy proteins. J. Am. Oil Chemists' Soc. 56: 242-258.
- Kohyama, K., Sano, Y., and Doi, E. 1995. Rheological characteristics and gelation mechanism of tofu (soybean curd). J. Agri. Food Chem. 43: 1808-1812.

- Kohyama, K., and Nishinari, K. 1993. Rheological studies on the gelation process of soybean 7S and 11S proteins in the presence of glucono-delta-lactone. J. Agri. Food Chem. 41: 8-14.
- Kubota, S., Fukui, H., and Anao, S. 1972. Free amino acids, organic acids, and sugars in citrus juices. Bull. Shikoku Agric. Exp. Stn. 24: 97-107. quoted in Nagy, S., Shaw, P. E., and Veldhuis, M. K. Citrus Science and Technology. Vol.1 Westport: The AVI Publishing Company, Inc. 1977.
- Lee, C.H., and Rha, C. 1978. Microstructure of soybean protein aggregates and relation to the physical and textural properties of the curd. J. Food Sci. 43: 79-84.
- Leviton, R. 1980. Tofu production problems. J. Soycrafters Association of North America. 1(2): 42-49.
- Metussin, R., Alli, I., and Kermasha, S. 1992. Micronization effects on composition and properties of tofu. J. Food Sci. 57: 418-422.
- Nagy, S., Shaw, P. E., and Veldhuis, M. K. 1977. Citrus Science and Technology. Vol.1 Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Nelson, E. K. 1927. The non-volatile acids of the pear, quince, apple, loganberry, blueberry, cranberry, lemon and pomegranate. J. Am. Chem. Soc. 49: 1300-1302. quoted in Nagy, S., Shaw, P. E., and Veldhuis, M. K. Citrus Science and Technology. Vol.1 Westport : The AVI Publishing Company, Inc. 1977.
- Potecorvo, A. J., and Bourme, M. C. 1978. Simple methods for extending the shelf life of Soy curd (tofu) in tropical areas. J. Food Sci. 43: 969-972.
- Saio, K. 1979. Tofu-relationships between texture and fine structure. Cereal Food World. 24: 342-354.
- Saio, K., Kamiya, M., and Watanabe, T. 1969. Food processing characteristics of soybean 11S and 7S protein. Agri. Biol. Chem. 32: 1301-1305.

- Scurti, F., and de Plato, G. 1908. The chemical process of ripening; ripening of oranges. Stn. Sper. Agrar. Ital. 41: 435-455. quoted in Nagy, S., Shaw, P. E., and Veldhuis, M. K. Citrus Science and Technology. Vol.1 Westport: The AVI Publishing Company, Inc. 1977.
- Shurtleff, W., and Aoyagi, A. 1975. The Book of Tofu. Lafayette: New-age Foods Study Center.
- Shurtleff, W., and Aoyagi, A. 1979. Tofu and Soymilk Production. Lafayette: New-age Foods Study Center.
- Snyder, H. E., and Kwon, T. W. 1987. Soybean Utilization. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Tajiri, T. 1993. Physical properties of tofu produced using citrus fresh fruit juice and umezu as coagulation agent. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. (Technical report) 40: 814-823.
- Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S., and Chen, S. C. 1981. Studies on the yield and quality characteristics of tofu. J. Food Sci. 46: 1734-1737, 1740.
- Van Buren, J. P., Steinkraus, K. H., Hackler, L. R., Rawi, I.E., and Hand, D. B. 1964. Indices of protein quality in dried soymilks. J. Agri. Food Chem. 12: 524-529.
- Wang, H. L., and Hesselstine, C. W. 1982. Coagulation conditions in tofu processing. Process Biochemistry. 7-12.
- Watanabe, T., Fukamachi, C., Nakayama, O., Teramachi, Y., Abe, K., Suruga, S., and Miyanaga, S. 1964. Research into the standardisation of the tofu making process. National Food Research Institute Reports. quoted in Shurtleff, W., and Aoyagi, A. Tofu and Soymilk Production. Lafayette: New-age Foods Study Center. 1979.
- Wolf, W. J. 1970. Soybean proteins: Their functional, chemical and physical properties. J. Agri. Food Chem. 18: 969-976.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ก.1 วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC , 1990

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งละเอียด ประมาณ 2-5 กรัมใส่ในภาชนะออลูมิเนียมซึ่งแห้งสนิท (โดยนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $110 \pm 3^{\circ} \text{C}$ นาน 30 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่ แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator จากนั้นชั่งน้ำหนักภาชนะออลูมิเนียมเปล่าเก็บไว้) สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลวต้องนำไประเหยน้ำออกให้หมดใน Water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิ 100°C
2. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิ $110 \pm 3^{\circ} \text{C}$ 5 ชั่วโมง
3. นำออกจากตู้อบใส่ desiccator ทิ้งให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักภาชนะออลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง
5. นำไปอบต่ออีก 15-30 นาที จนน้ำหนักคงที่
6. ชั่งน้ำหนักภาชนะออลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างแล้วห้กลับด้วยน้ำหนักภาชนะออลูมิเนียมเปล่า จะได้น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ
7. คำนวณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC , 1990

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 N. ที่ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50
4. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้น 4 %
5. สารเร่งปฏิกิริยา (Kjeltabs Cu 3.5)
6. โมดิฟายด์เมธิลเรดิอินดิเคเตอร์ (เตรียมโดยละลายเมธิลเรดิ 0.125 กรัมและเมธิลีนบลู 0.0825 กรัมในเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 90 100 มิลลิลิตร)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักที่ทราบแน่นอนประมาณ 0.3 กรัม สำหรับตัวอย่างที่เป็นของแข็ง และ 2 กรัม สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลว ใส่ใน Kjeldahl tube แล้วใส่ antibumping beads ลงไป 2-3 เม็ด
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา (Kjeltabs Cu 3.5) 2 เม็ด และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldatherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็นช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลาประมาณ 15-20 นาที
ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลาประมาณ 30-45 นาที หรือจนตัวอย่างใส เป็นสีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสี แล้วย่อยต่อไปอีกนาน 30 นาที
4. ทิ้งให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร แล้วนำ Kjeldahl tube ต่อเข้ากับเครื่อง Vapodest I เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 จนสารละลายตัวอย่างกลายเป็นสีดำ
5. รองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ซึ่งเติมโมดิฟายด์เมธิลเรดิอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด
6. กลั่นตัวอย่างจนในขวดรองรับมีสารละลายปริมาตร 250 มิลลิลิตร
7. นำสารละลายในขวดรองรับมาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง
8. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน} = \frac{\text{ปริมาณกรดซัลฟูริกที่ไตเตรท (ml) \times ความเข้มข้นกรดซัลฟูริก (N) \times 14}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g) \times 10}}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} \times 6.25$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ AOAC , 1990

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบ 5 กรัม แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1
2. ใส่ใน Thimble ลงในชุดสกัดไขมัน โดยเติมสารทำละลายปิโตรเลียมอีเธอร์ 25 มิลลิลิตรใน Soxhlet flask (ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน)
3. ให้ความร้อนจนสารทำละลายที่ควบแน่นหยดใส่ตัวอย่างในอัตรา 150 หยดต่อนาที ระวังไม่ให้สารทำละลายระเหยหมด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นก่อนนำ Soxhlet flask ออกมา
5. ระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออกจนหมดกลิ่น
6. นำ Soxhlet flask ที่มีน้ำมันไปอบที่ 100°C 30 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่
7. ทิ้งให้เย็นใน desiccator
8. ชั่งน้ำหนัก Soxhlet flask แล้วคำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

4. การวิเคราะห์เส้นใยอาหาร

ตามวิธีของ AOAC , 1990

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25 %
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25 %

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์แล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 600

มิลลิลิตร

2. เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25 % ที่ต้มเดือดปริมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์

3. ย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที โดยให้สารละลายเดือดตลอดเวลา และสังเกตไม่ให้
ปริมาตรของสารละลายลดลง หากลดลงให้เติมน้ำร้อนลงไป

4. กรองผ่านกระดาษ Whatman No. 41

5. ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด

6. นำกากมาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25 % ที่ต้มเดือด
ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ควบคุมปริมาตรของสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3

7. กรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอนและล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ต่าง
สุดท้ายล้างด้วยอัลกอฮอล์ 25 มิลลิลิตร

8. นำกากที่ได้พร้อมกระดาษกรองไปอบที่ $130 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

9. ทิ้งให้เย็นใน desiccator

10. ชั่งน้ำหนักกากพร้อมกระดาษกรอง จากนั้นนำมาลบกับน้ำหนักกระดาษกรองที่ทราบ
ก่อนแล้ว จะได้เป็นน้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา

11. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ใน Crucible แล้วเผาที่อุณหภูมิ $600 \pm 15^{\circ}\text{C}$
2 ชั่วโมง หรือจนเป็นเถ้าสีขาว

12. ทิ้งให้เย็นใน desiccator

13. ชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา นำมาคำนวณหาปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
ตามวิธีของ AOAC , 1990

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างทราบน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ใน Crucible ที่เผาทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างไปเผาบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน
3. นำไปเผาค่อยใน muffle furnace ที่ 600 °C 2 ชั่วโมง หรือจนได้เถ้าสีขาว
4. ทิ้งให้เย็นใน desiccator
5. ชั่งน้ำหนักคำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักหลังเผา (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

6. การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)} = 100 - (\text{ปริมาณโปรตีน} + \text{ปริมาณไขมัน} + \text{ปริมาณเถ้า} + \text{ปริมาณเส้นใย})$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 2 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity, %) ในน้ำผลไม้

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N เตรียมโดยชั่ง NaOH 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเทลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1 ลิตร (น้ำกลั่นที่ใช้จะต้องต้มจนเดือดเพื่อไล่ก๊าซ CO₂ แล้วตั้งทิ้งไว้จนเย็นก่อน)

2. สารละลายมาตรฐาน Potassium hydrogen phthalate (KHC₈H₄O₄) เตรียมโดยอบ KHC₈H₄O₄ ที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วนำมาชั่งอย่างละเอียดให้น้ำหนักอยู่ในช่วง 2.0 – 2.4 กรัม จุดน้ำหนักที่แน่นอนไว้ จากนั้นนำมาละลายใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

การหา Normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

เปิดสารละลายมาตรฐาน Potassium hydrogen phthalate มา 25 มิลลิลิตร ใส่ใน flask นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต จากนั้นคำนวณหา Normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสูตร

$$N \text{ NaOH} = \frac{\text{น้ำหนักของ KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 \text{ (กรัม)} \times 1000 \times 25}{\text{ปริมาตรเฉลี่ยของ NaOH (ml)} \times 204.23 \times 100}$$

การหาปริมาณกรดทั้งหมด

นำตัวอย่างน้ำผลไม้ 1 มิลลิลิตรใส่ลงใน flask ที่มีน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตรบรรจุอยู่ นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ แล้วคำนวณปริมาณกรดทั้งหมดโดยคิดในรูปของกรดซิตริก ตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{ปริมาตรของ NaOH (ml)} \times N \text{ NaOH} \times 100 \times 64}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างน้ำผลไม้ (ml)} \times 1000}$$

ก.3 การวิเคราะห์ชนิด และปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้ด้วยวิธี HPLC
ดัดแปลงมาจากวิธีของ HPLC

สารเคมี

1. กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, HPLC grade) ความเข้มข้น 0.2%
2. กรดแอสมาลิก (L-Malic acid, AR grade)
3. กรดซิตริก (Citric acid, AR grade)

เครื่องมือ

เครื่อง HPLC ของ Shimadzu รุ่น LC-3A โดยใช้ flow rate 0.4 ml/min ความดัน 60 kg/cm² เครื่อง detector ของ LDC Analytical รุ่น 4100 โดยใช้ความยาวคลื่นเท่ากับ 210 nm และคอลัมน์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 mm ยาว 25 cm บรรจุด้วย Hypersil 5C8 ของ HPLC mobile phase เป็นกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 0.2%

การสร้างกราฟมาตรฐานของกรดซิตริกและกรดแอสมาลิก

1. เตรียมสารละลายกรดซิตริก Stock solution โดยชั่งกรดซิตริก 40.0 กรัมละลายในน้ำกลั่น แล้วเทใส่ใน Volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบปริมาตร จะได้สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 20%
2. เตรียมสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นต่าง ๆ โดยมีเปตสารละลาย Stock ของกรดซิตริกมา 30, 25, 20, 15, 10 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 12%, 10%, 8%, 6%, 4% และ 2% ตามลำดับ
3. สารละลายกรดแอสมาลิก Stock solution เตรียมโดยชั่งกรดแอสมาลิก 4.0 กรัมละลายในน้ำกลั่น แล้วเทใส่ใน Volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบปริมาตร จะได้สารละลายกรดแอสมาลิกความเข้มข้น 2%
4. สารละลายกรดแอสมาลิกความเข้มข้นต่าง ๆ เตรียมโดยใช้วิธีเดียวกันกับกรดซิตริกในข้อ 2 จะทำให้ได้สารละลายกรดแอสมาลิกความเข้มข้น 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0% และ 1.2%
5. นำสารละลายกรดซิตริกและกรดแอสมาลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 แล้วจึงกรองด้วยกระดาษกรองมิลลิพอร์ (Millipore) ขนาด 0.45 μm จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC injection volume ครั้งละ 2 μl แล้วเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้

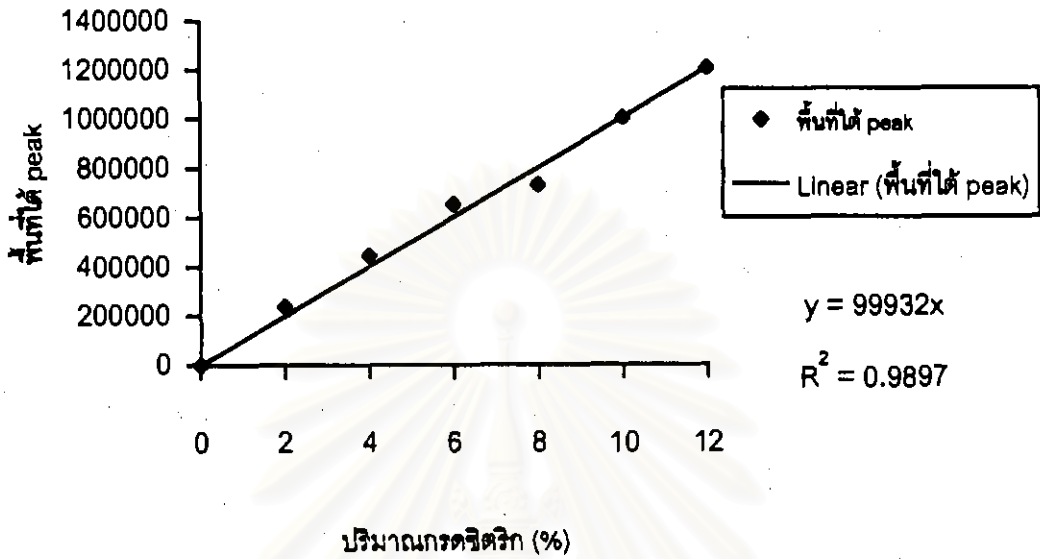
peak ของกรดซิตริก และกรดแอสมาติก (แกน Y) กับความเข้มข้นของกรดซิตริก และกรดแอสมาติก (แกน X) จะได้กราฟเส้นตรง แสดงดังรูป ก.1 และ ก.2

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำผลไม้

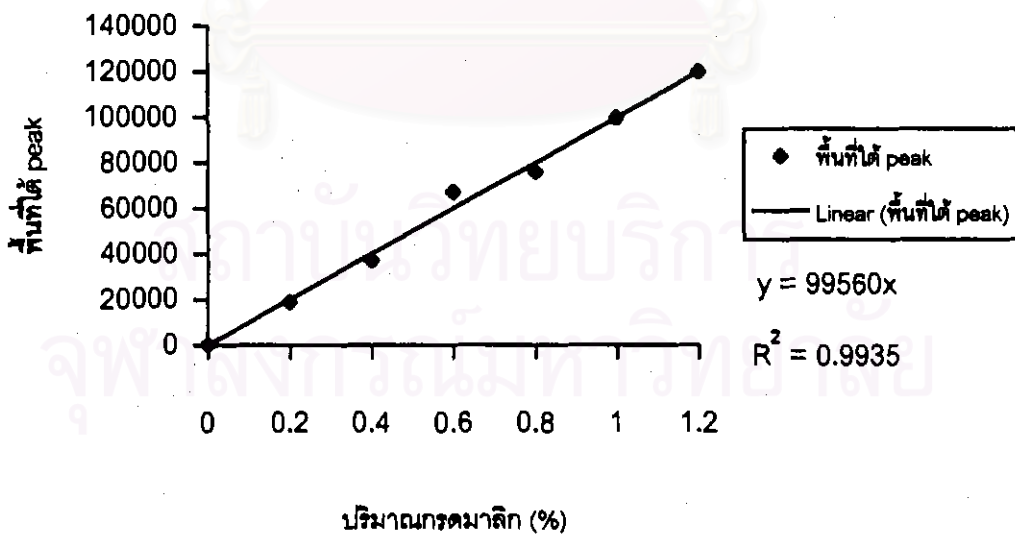
1. นำน้ำผลไม้มากรองด้วยกระดาษกรองมิลลิพอร์ (Millipore) ขนาด 0.45 μm จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC injection volume ครั้งละ 1 μl โดยตัวอย่าง peak และ retention time ของกรดซิตริก และกรดแอสมาติก แสดงดังรูป ก.3 สำหรับ peak และ retention time กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำมะนาวแสดงดังรูป ก.4 ในน้ำส้มจี๊ดแสดงดังรูป ก.5 และน้ำส้มเขียวหวานแสดงดังรูป ก-6
2. พิจารณา retention time ของ peak ต่าง ๆ ที่ได้ว่าตรงกับกรดชนิดใด แล้วจึงนำพื้นที่ใต้ peak ที่มี retention time ตรงกับกรดชนิดนั้น ไปคำนวณหาปริมาณของกรดโดยใช้กราฟมาตรฐานที่ทำเตรียมไว้แล้ว



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.1 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ได้ peak กับปริมาณกรดซิดริก (%)



รูปที่ ๑.2 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ได้ peak กับปริมาณกรดมาลิก (%)

START 12.11.13.51.

2.53 15 (1)
5.35
STOP

4.116
(2)

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 2
REPT # 13
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.53	0.3134		809
0		3.15	7.2476		18708
0		4.06	91.9639	V	237384
0		5.35	0.4749	T	1226
TOTAL			99.9999		258127

รูปที่ ก.3 โครมาโตแกรมของกรดมาลิกความเข้มข้น 0.2% (1) และกรดซิตริกความเข้มข้น 2% (2) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

START 12.11.13.10.

2.62 1 (1)
5.37
6.64
7.67
STOP

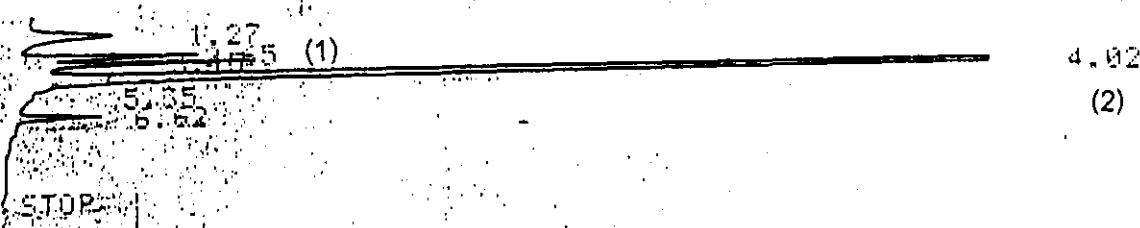
4.02
(2)

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 2
REPT # 10
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.62	6.209		47817
0		3.14	6.4098	V	49363
0		4.02	82.78	V	637506
0		6.64	4.3363		35394
0		7.67	0.2647		2039
TOTAL			99.9999		770121

รูปที่ ก.4 โครมาโตแกรมของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำมะนาว วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (1) กรดมาลิก และ (2) กรดซิตริก

START 12.11.13.38.



C-R1A
 SMPL# 00
 FILE# 2
 REPT# 12
 METHOD# 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.27	4.576		23225
0		2.65	5.0386		25573
0		3.15	5.0284	V	25511
0		4.02	83.1563	V	422050
0		6.62	2.2024	V	11178
TOTAL			99.9999		507537

รูปที่ 0.5 โครมาโตแกรมของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำส้มจัด วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC
 (1) กรดมาลิก และ (2) กรดซิตริก



C-R1A
 SMPL# 00
 FILE# 2
 REPT# 12
 METHOD# 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.67	12.1436		86395
0		3.19	16.1587	V	114961
0		4.02	36.2892	V	258179
0		4.67	25.5699	V	181917
0		6.17	1.3824	V	9835
0		6.54	7.3834	V	52529
0		7.52	1.0724	V	7629
TOTAL			99.9999		711442

รูปที่ 0.6 โครมาโตแกรมของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำส้มเขียวหวาน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC
 (1) กรดมาลิก และ (2) กรดซิตริก

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์

ข.1 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็ง

เครื่องมือ

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA.XT2) แสดงดังรูป ข.1

วิธีทดลอง

1. ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. ประกอบหัววัดรูปทรงกระบอก (probe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 cm เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

3. Calibrate force และ probe ก่อนการวัดทุกครั้ง โดยตั้งระยะ probe ไว้ที่ 15 mm
4. เลือกรูปแบบการวัดเป็น

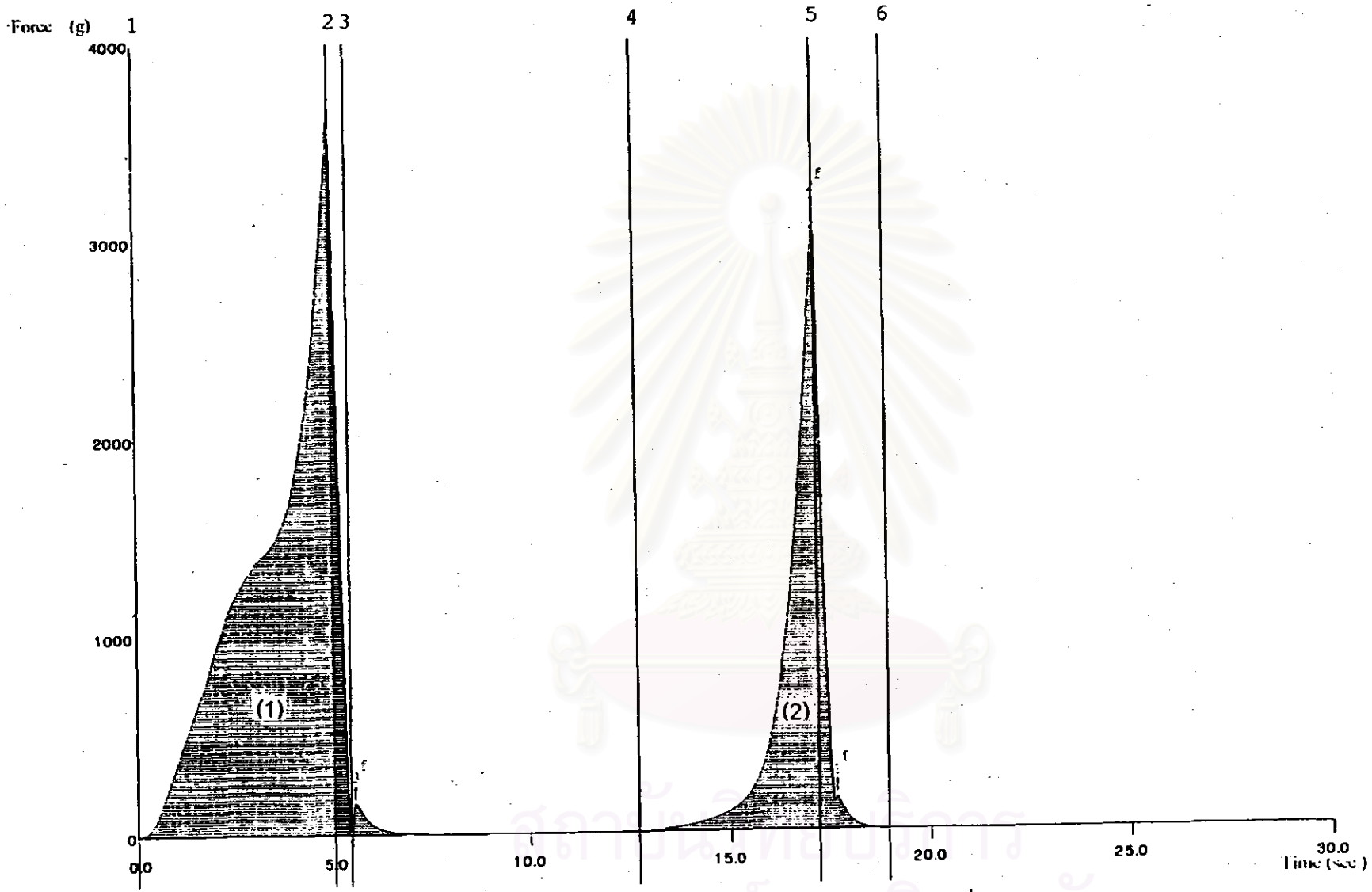
Mode	: Measure Force in Compression
Option	: Texture Profile Analysis
Force Unit	: Gram
Test speed	: 2 mm/s
Distance Format	: % Strain
Strain	: 75% ของระยะความสูงของตัวอย่าง
Graph Type	: Force v Time

5. วางชิ้นเต้าหู้ขนาด $13 \times 13 \times 13 \text{ mm}^3$ บนแท่นวัดครั้งละ 1 ชิ้น ให้อยู่ในลักษณะ cross section ทุกครั้ง เมื่อเริ่มการวัดเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงกราฟที่วัดได้ออกมาลักษณะดังรูปที่ ข.2 โดยค่าสูงสุดของ peak แรก ได้ผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) มีหน่วยเป็นกรัม และเมื่อนำพื้นที่ใต้ peak ที่ 2 หารด้วยพื้นที่ใต้ peak ที่ 1 จะได้ผลเป็นค่าความเหนียว (Cohesiveness) ทำการวัด 5 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ



รูปที่ ๗.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA.XT2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.๒ กราฟแรงและเวลาในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้านู้แข็งด้วยเครื่อง Texture Analyser

๗. 2 การศึกษาโครงสร้างของเต้านู้แข็งด้วย SEM (Scanning electron microscope) ตามวิธีของ deMan, deMan และ Gupta (1986)

สารเคมี

1. glutaraldehyde solution 5%
2. phosphate buffer (pH 6.7) 0.1 M
3. osmium tetroxide solution 1%
4. ethanol
5. chloroform

เครื่องมือ

Scanning electron microscope ของ JEOL รุ่น JSM-35

วิธีทดลอง

1. ตัดตัวอย่างเต้านู้แข็งเป็นรูปลูกบาศก์ขนาด $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$
2. แช่ตัวอย่างใน glutaraldehyde solution 5% ที่อยู่ใน phosphate buffer (pH 6.7) 0.1 M นาน 90 นาที
3. ล้างตัวอย่างด้วย phosphate buffer (pH 6.7) 0.1 M 5 ครั้ง แต่ทุกครั้งทิ้งระยะห่างของเวลาไว้ 10 นาที
4. แช่ตัวอย่างใน osmium tetroxide solution 1% ที่อยู่ใน phosphate buffer (pH 6.7) 0.1 M นาน 90 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
5. ล้างตัวอย่างด้วย phosphate buffer (pH 6.7) 0.1 M 5 ครั้ง แต่ทุกครั้งทิ้งระยะห่างของเวลาไว้ 10 นาที
6. นำไปกำจัดน้ำออกโดยแช่ใน 10% incremental ethanol series แต่ทุกครั้งแช่ตัวอย่างไว้ นาน 15 นาที หลังจากนั้นล้างตัวอย่างด้วย 100% ethanol 3 ครั้ง
7. ล้างตัวอย่างด้วย chloroform 3 ครั้ง
8. นำตัวอย่างไปทำแห้งโดยวิธี Critical point drying (CPD)
9. ฉาบทองคำหนา 20-30 nm ด้วยเครื่อง ion sputter
10. ศึกษาพร้อมกับบันทึกภาพโครงสร้างของตัวอย่างเต้านู้แข็งด้วยเครื่อง SEM กำลังขยาย 500 เท่า

ข.3 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

ดัดแปลงมาจากวิธีของ มอก. (2533)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar สำหรับการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. Potato dextrose agar สำหรับการวิเคราะห์ยีสต์และรา

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมลงใน sterile blender
2. เติมน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 90 มิลลิลิตร ลงไป
3. ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย blender เป็นเวลา 2 นาที สารละลายนี้ถือเป็น dilution 10^{-1}
4. เจือจางจนถึง dilution 10^{-2} , 10^{-3}
5. ปิเปตสารละลายเจือจาง 10^{-1} , 10^{-2} และ 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใน sterile plate dilution ละ 2 plate
6. pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อที่หมอมเหลว และมีอุณหภูมิประมาณ 45°C
7. incubate ที่อุณหภูมิ $35-37^{\circ}\text{C}$ นาน 48 ชั่วโมง
8. นับ plate ที่มีโคโลนีขึ้นระหว่าง 30 ถึง 300 โคโลนี หากค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

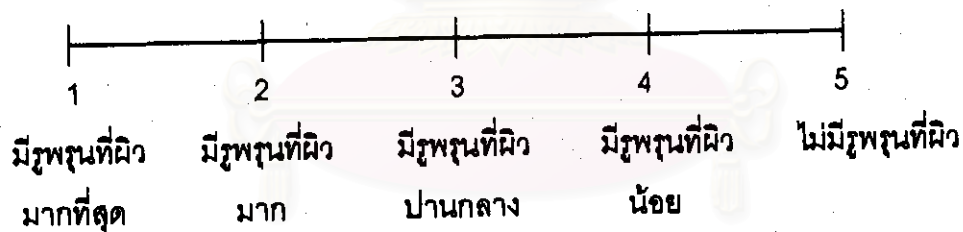
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ค. 1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้
ตระกูลส้มเป็นตัวอย่าง

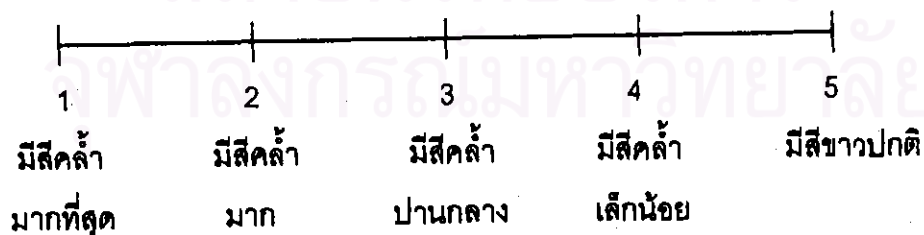
ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดทำการประเมินตัวอย่างเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวอย่างต่อไปนี้
ในด้าน ลักษณะปรากฏของผิวเต้าหู้ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวม
ทดสอบชิมในแต่ละตัวอย่าง และให้คะแนนที่สามารถอธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด โดย
เขียนหมายเลขตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลงบนสเกลที่กำหนดไว้

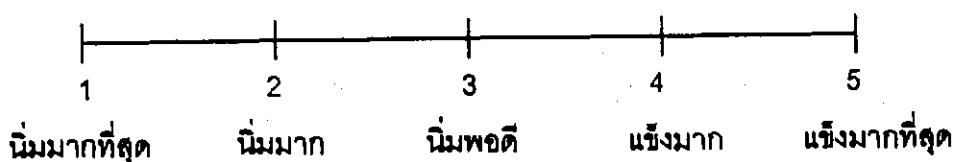
1. ลักษณะปรากฏของผิวเต้าหู้



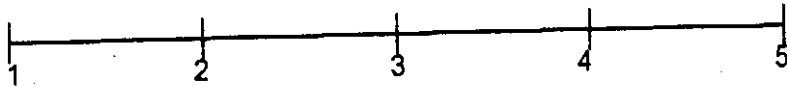
2. สี



3. ลักษณะเนื้อสัมผัส

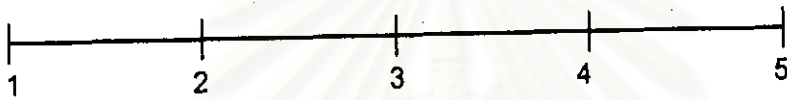


4. กลิ่นและรสชาติ



มีกลิ่นและรส	มีกลิ่นและรส	มีกลิ่นและรส	มีกลิ่นและรส	ไม่มีกลิ่นและรส
ของน้ำผลไม้	ของน้ำผลไม้	ของน้ำผลไม้	ของน้ำผลไม้	ของน้ำผลไม้
ปนมากที่สุดใน	ปนมาก	ปนมาปานกลาง	ปนมาเล็กน้อย	ปนมาเลย

5. ความชอบรวม



ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบปานกลาง	เฉย ๆ	ชอบปานกลาง	ชอบมากที่สุด
-----------------	---------------	-------	------------	--------------

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....ขอบคุณค่ะ

ค.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของเต้าหู้แข็งที่ได้จาก
ตัวตกตะกอนที่ต่างกัน และใช้ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้
น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน

ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดทำการประเมินตัวอย่างเต้าหู้แข็งที่ใช้ น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอนต่อไปนี้
ในด้าน ลักษณะปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวม ทดสอบชิม
ในแต่ละตัวอย่าง และให้คะแนนที่สามารถอธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

คุณภาพ	ระดับของความชอบ	ผลิตภัณฑ์		
ลักษณะ ปรากฏ	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1, 2, 3) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉย ๆ, ชอบเล็กน้อย (4, 5, 6) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (7, 8, 9)			
สี	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1, 2, 3) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉย ๆ, ชอบเล็กน้อย (4, 5, 6) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (7, 8, 9)			
ลักษณะ เนื้อสัมผัส	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1, 2, 3) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉย ๆ, ชอบเล็กน้อย (4, 5, 6) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (7, 8, 9)			
กลิ่นและ รสชาติ	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1, 2, 3) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉย ๆ, ชอบเล็กน้อย (4, 5, 6) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (7, 8, 9)			
ความชอบ รวม	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1, 2, 3) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉย ๆ, ชอบเล็กน้อย (4, 5, 6) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (7, 8, 9)			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ง.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย % Solids recovery และ % Protein recovery ของนมถั่วเหลืองที่ได้จากการแปรอัตราส่วนน้ำต่อถั่วเป็น 5:1, 6:1, 7:1, 8:1 และ 9:1

SOV	df	MS		F	
		% Solids recovery	% Protein recovery	% Solids recovery	% Protein recovery
Between groups	4	30.258*	55.562*	36.144*	65.353*
Within groups	10	0.837	0.850		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (s) เมื่อแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำมะนาวเป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS	F
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	223.547*	1371.409*
ปริมาณน้ำมะนาว (B)	2	155.414*	953.426*
AB	4	43.860*	269.072*
Error	9	0.163	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้ที่ได้จากการแปรรูปอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำมะนาวเป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	6.604×10^{-4} *	14.849*	10.208*	36.916*	241.281*	62.421*
ปริมาณน้ำมะนาว (B)	2	2.417×10^{-4} *	5.717*	5.270*	13.512*	92.894*	32.224*
AB	4	9.864×10^{-5} *	1.336*	1.964*	5.514*	21.710*	12.010*
Error	9	1.789×10^{-5}	0.061	0.163			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (s) เมื่อแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดเป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมแก้วเหลือง

SOV	df	MS	F
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	425.675*	1659.877*
ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (B)	2	809.252*	3155.594*
AB	4	98.525*	384.189*
Error	9	0.256	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๖.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้ที่ได้จากการแปรรูปอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มจืดเป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	1.143 x 10 ⁻³ *	16.904*	15.183*	53.034*	68.672*	94.475*
ปริมาณน้ำส้มจืด (B)	2	6.172 x 10 ⁻⁴ *	17.016*	20.048*	28.631*	69.125*	124.744*
AB	4	1.238 x 10 ⁻⁵ *	1.917*	0.977*	5.745*	7.790*	6.082*
Error	9	2.156 x 10 ⁻⁵	0.246	0.160			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.05)

ตารางที่ ๖.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (s) เมื่อแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเป็น 8, 10 และ 12% โดยน้ำหนักของนมตัวเหลือง

SOV	df	MS	F
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	655.959*	9290.476*
ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (B)	2	1340.036*	18979.192*
AB	4	199.076*	2819.551*
Error	9	0.071	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้ที่ได้จากการแปรรูปอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มเชี้ยวหวานเป็น 8, 10 และ 12% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	9.485 x 10 ⁻⁴ *	19.318*	14.248*	183.581*	177.062*	109.995*
ปริมาณน้ำส้มเชี้ยวหวาน (B)	2	4.762 x 10 ⁻⁴ *	17.007*	13.602*	92.161*	155.875*	105.008*
AB	4	1.142 x 10 ⁻⁴ *	0.742*	0.634*	22.097*	6.804*	4.894*
Error	9	5.167 x 10 ⁻⁶	0.109	0.129			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.05)

ตารางที่ ๓.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้	น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้
Between groups	4	1.047×10^{-3} *	3.845*	1.847*	16.024*	8.159*	4.782*
Within groups	10	6.530×10^{-5}	0.471	0.386			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	6.160	1.127×10^{-4}	3.018	1.542
Within groups	10	2.041	7.313×10^{-5}		

ตารางที่ ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มจืดเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้	น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้
Between groups	4	3.762×10^{-4}	1.761*	3.115*	12.215*	10.594*	8.127*
Within groups	10	3.080×10^{-5}	0.166	0.383			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มจืดเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	0.099	5.743×10^{-5}	0.021	0.193
Within groups	10	4.775	2.980×10^{-4}		

ตารางที่ ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเด้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเด้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเด้าหู้	น้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเด้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเด้าหู้
Between groups	4	5.093×10^{-4} *	2.331*	2.635*	13.916*	4.861*	14.732*
Within groups	10	3.660×10^{-5}	0.479	0.179			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเด้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	4.700	1.229×10^{-4}	2.627	2.669
Within groups	10	1.789	4.607×10^{-5}		

ตารางที่ ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักรูปก่อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
Between groups	4	2.313×10^{-4}	7.096*	1.036	10.841*	46.010*	0.840
Within groups	10	2.133×10^{-5}	0.154	1.234			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักรูปก่อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	7.790*	5.415×10^{-4}	7.506*	21.043*
Within groups	10	1.038	2.573×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้านู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มจืดเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้	น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้
Between groups	4	9.783×10^{-5}	5.889*	0.330	6.271*	83.010*	0.451
Within groups	10	1.560×10^{-5}	0.071	0.732			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้านู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มจืดเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	24.685*	1.294×10^{-4}	22.078*	5.846*
Within groups	10	1.118	2.213×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเชียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
Between groups	4	1.164×10^{-4} *	5.064*	0.206	4.608*	32.121*	0.699
Within groups	10	2.527×10^{-5}	0.158	0.295			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเชียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	27.833*	3.260×10^{-5} *	186.019*	4.702*
Within groups	10	0.150	6.933×10^{-6}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเด้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเด้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเด้าหู้	น้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเด้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเด้าหู้
Between groups	4	4.769×10^{-4} *	66.152*	8.314*	22.147*	46.135*	7.357*
Within groups	10	2.153×10^{-5}	1.434	1.130			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเด้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	940.834*	6.246×10^{-4} *	466.009*	12.027*
Within groups	10	2.019	5.193×10^{-6}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหูแข็ง ที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	Df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ปริมาณน้ำมะนาว	4	0.419*	3.518*	14.076*	7.046*	17.564*	2.453*	88.707*	354.156*	322.141*	300.602*
Panelist	19	0.280	0.552*	0.031	0.069*	0.205*	1.642	13.919*	0.779	3.146*	3.504*
Error	76	0.171	0.040	0.040	0.022	0.058					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจืดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้
Between groups	3	1.090×10^{-3}	65.895*	14.259*	238.845*	293.790*	27.764*
Within groups	12	4.600×10^{-6}	0.224	0.513			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจืดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	3	940.302*	7.741×10^{-4}	837.544*	19.443*
Within groups	12	1.123	3.981×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้านู้แข็ง ที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจืดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	Df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้านู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้านู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ปริมาณน้ำส้มจืด	3	0.846*	2.300*	27.430*	0.515*	12.747*	7.215*	26.293*	417.137*	3.787*	155.124*
Panelist	19	0.438*	0.618*	0.074	0.140	0.220*	3.738*	7.063*	1.126	1.028	2.673*
Error	57	0.117	0.087	0.066	0.136	0.082					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g,dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% , dry basis) ในเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS			F		
		น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้	น้ำหนักเต้านู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้านู้	ปริมาณโปรตีนในเต้านู้
Between groups	4	8.612×10^{-4} *	70.361*	13.171*	192.813*	999.999*	15.591*
Within groups	10	4.467×10^{-6}	0.042	0.845			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้านู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	318.823*	4.944×10^{-4} *	478.966*	22.272*
Within groups	10	0.666	2.220×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเจียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอน เป็น 4, 5, 6, 7 และ 8% โดยน้ำหนักของนมตัวเหลือง

SOV	Df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ปริมาณน้ำส้ม เจียวหวาน	4	0.448*	2.005*	19.826*	3.237*	23.562*	3.586*	13.541*	284.088*	56.011*	111.254*
Panelist	19	0.172	0.337*	0.233*	0.184*	0.068	1.375	2.278*	3.338*	3.187*	0.320
Error	76	0.124	0.148	0.070	0.058	0.212					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (s) และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้

ตัวตกตะกอนต่าง ๆ

SOV	df	MS		F	
		เวลาในการตกตะกอน	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	เวลาในการตกตะกอน	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง
Between groups	6	4449.278*	3.732×10^{-4} *	519.391*	10.751*
Within groups	14	8.566	3.471×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้ตัวตกตะกอนต่าง ๆ

SOV	df	MS					F				
		ปริมาณของแข็ง	ปริมาณโปรตีน	ปริมาณไขมัน	ปริมาณเถ้า	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	ปริมาณของแข็ง	ปริมาณโปรตีน	ปริมาณไขมัน	ปริมาณเถ้า	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
Between groups	6	39.078*	4.303*	0.526	3.025*	17.592*	389.019*	9.205*	2.435	140.797*	57.324*
Within groups	14	0.100	0.467	0.216	0.021	0.307					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเด้าแห้งที่ผลิตโดยใช้ตัวตกตะกอนต่าง ๆ

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	6	39.644*	4.824 x 10 ⁻⁴ *	84.222*	2.825*
Within groups	14	0.471	1.708 x 10 ⁻⁴		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L, a และ b) ของเด้าแห้งที่ผลิตโดยใช้ตัวตกตะกอนต่าง ๆ

SOV	df	MS			F		
		L	a	b	L	a	b
Between groups	6	5.035*	0.939*	1.627*	15.337*	152.399*	8.986*
Within groups	14	0.328	0.006	0.181			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้านู้แข็งที่ผลิตโดยใช้ตัวตกตะกอนต่าง ๆ

SOV	df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้านู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้านู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ชนิดของ ตัวตกตะกอน	6	20.964*	7.735*	1.688*	0.090	3.431*	43.271*	19.978*	2.328*	56.011	3.197*
Panelist	19	3.133*	3.864*	2.936*	1.487*	2.132*	6.467*	9.980*	4.049*	3.187*	1.987*
Error	114	0.484	0.387	0.725	0.387	1.073					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้านู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้านู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		% Syneresis	pH	% Syneresis	pH
Between groups	4	7.462*	1.333×10^{-1}	192.755*	0.645
Within groups	10	0.039	2.067×10^{-1}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้านูแข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	0.009	2.400 x 10 ⁻⁶	0.055	0.086
Within groups	10	0.172	2.793 x 10 ⁻⁵		

ตารางที่ ง.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L, a และ b) ของเต้านูแข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			F		
		L	a	b	L	a	b
Between groups	4	0.445	8.900 x 10 ⁻⁴	7.177 x 10 ⁻³	2.581	0.257	0.020
Within groups	10	0.172	3.460 x 10 ⁻³	0.367			

ตารางที่ ๓.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ระยะเวลาเก็บ	4	0.021	0.021	0.016	0.016	0.031	0.890	0.392	0.578	0.712	1.727
Panelist	19	1.351*	2.643*	1.649*	0.584*	0.724*	56.551*	48.807*	58.717*	25.568*	40.000*
Error	76	0.024	0.054	0.028	0.023	0.018					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		% Syneresis	pH	% Syneresis	pH
Between groups	4	6.524*	1.667×10^{-5}	474.765*	0.114
Within groups	10	0.014	1.467×10^{-1}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเด้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจืด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาคพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	3.833×10^{-3}	1.617×10^{-5}	0.353	0.224
Within groups	10	0.011	7.207×10^{-5}		

ตารางที่ ง.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L, a และ b) ของเด้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจืด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาคพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			F		
		L	a	b	L	a	b
Between groups	4	0.015	1.173×10^{-3}	3.556×10^{-3}	0.725	0.871	0.019
Within groups	10	0.021	1.347×10^{-3}	0.189			

ตารางที่ ๓.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจืด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาคพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ระยะเวลาเก็บ	4	0.150	0.031	0.009	0.034	0.048	0.919	1.044	0.526	1.541	1.438
Panelist	19	2.464*	2.163*	1.821*	1.274*	0.559*	151.000*	72.264*	109.439*	58.162*	16.936*
Error	76	0.016	0.030	0.017	0.022	0.033					

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาคพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		% Syneresis	pH	% Syneresis	pH
Between groups	4	6.654*	2.433×10^{-4}	698.476*	0.760
Within groups	10	0.009	3.200×10^{-4}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm²) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเด้าแห้งที่ใช้ส่วนผสมเหี่ยวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
Between groups	4	0.038	8.733×10^{-6}	0.561	0.293
Within groups	10	0.068	2.980×10^{-5}		

ตารางที่ ง.44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่าสี (L, a และ b) ของเด้าแห้งที่ใช้ส่วนผสมเหี่ยวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			F		
		L	a	b	L	a	b
Between groups	6	0.043	2.323×10^{-3}	0.044	0.237	2.640	0.394
Within groups	14	0.181	8.800×10^{-4}	0.112			

ตารางที่ ๓.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเชียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัว
 ตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS					F				
		ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม	ลักษณะ ปรากฏ ของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น และ รสชาติ	ความชอบ รวม
ระยะเวลาเก็บ	4	0.016	0.054	0.040	0.029	0.054	0.805	2.424	2.269	1.297	2.058
Panelist	19	1.228*	1.896*	1.566*	0.647*	1.799*	60.821*	85.525*	88.836*	29.175*	68.897*
Error	76	0.020	0.022	0.018	0.022	0.026					

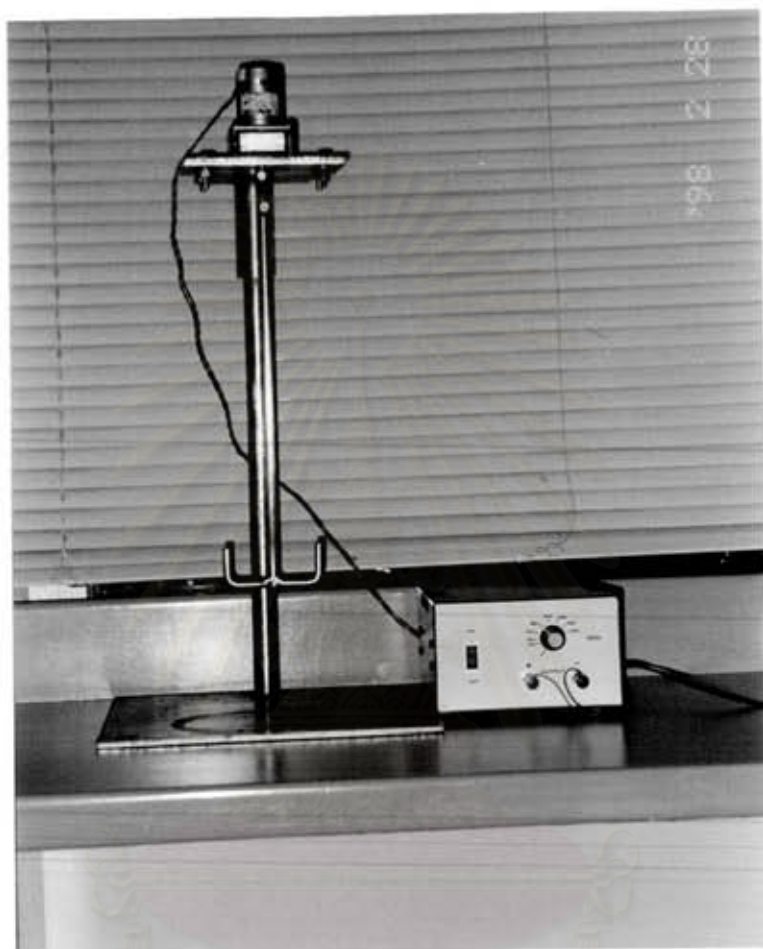
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ๑

แสดงรูปเครื่องมือการผลิตเต้าหู้แข็ง
และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งโดยใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน



รูปที่ ๑.1 เครื่องคั้นน้ำและแยกกาก Vitamix



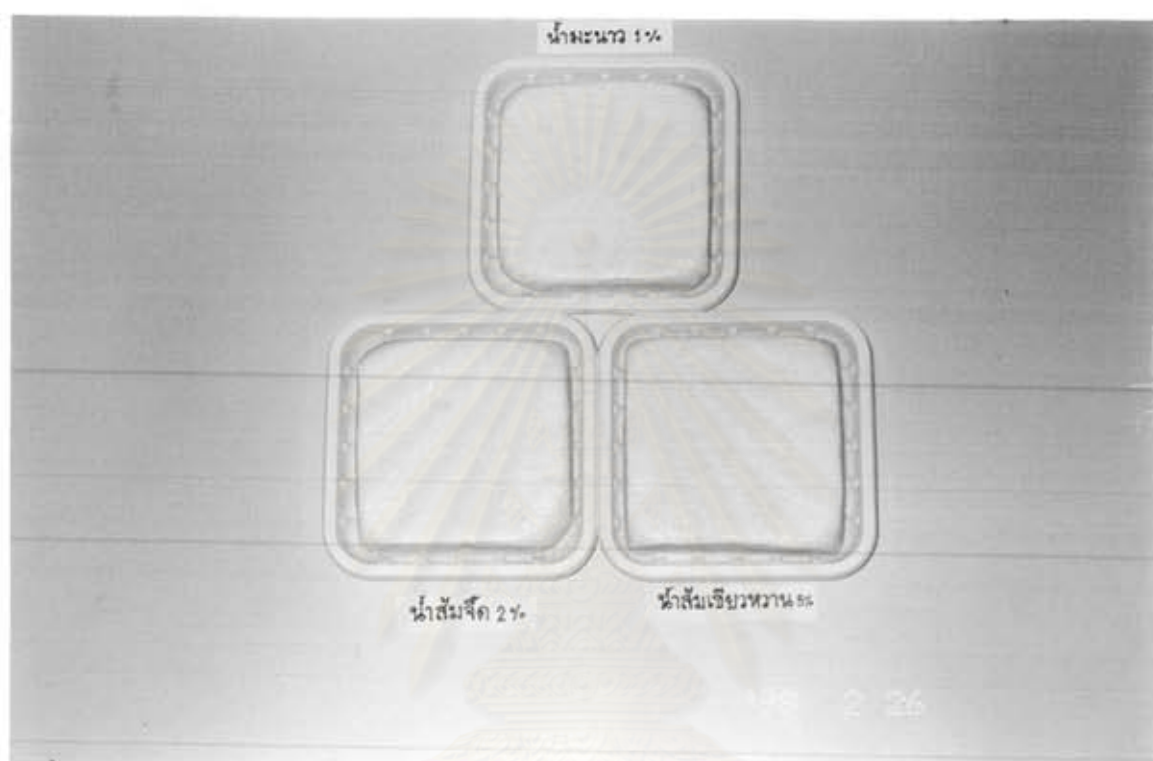
รูปที่ ๑.๒ เครื่อง Motor stirrer

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.๓ อุปกรณ์ในการขึ้นรูปก้อนเต้านุ้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.4 ผลึกภัณฑ์เต้านุ้แฉงที่ใช้น้ำมะนาว น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดวงพร สามัตถิยะ เกิดวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2515 ที่กรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีเดียวกัน



สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย