รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จิระพันธุ์ ห้วยแสน . 2542. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยอดหวายในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง . วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชวาลวุฒฒ ไชยวัติ และ ศิลป์ชัย ยุกติรัตน. 2535. ถั่วเหลืองฝักสดพืชใหม่เพื่อการบริโภคและส่งออก.ในรายงานผลการดำเนินงานวันรณรงค์โครงการส่งเสริมและพัฒนาการปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมการส่งออก . หน้า 3. 18 – 20 กันยายน 2535 ณ ห้างสรรพสินค้าเดอะมอลล์งามวงศ์วาน และโรงแรมโกลเด็นดราก้อน อ.เมือง จ. นนทบุรี.

ทนง ภัครัชพันธุ์. 2542. การใช้ความร้อนในขบวนการแปรรูป . ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ , สงขลา.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , สำนักงาน . 2523 . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา . พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพมหานคร : กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัชฎา ตั้งวงค์ไชย . 2542 . อิทธิพลของความร้อนในกระบวนการแปรรูปต่อปริมาณน้ำตาล สี และเนื้อสัมผัสของข้าวโพดหวานพันธุ์ต่างๆ วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ละอองวรรณ เหมจินดา . 2530 . ผลของพันธุ์ อายุการเก็บ และปริมาณแป้งต่อคุณภาพของข้าวโพดกระป๋อง . วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เลิศศักดิ์ หล่อจิตต์เสียง . 2530 . หน่อ ไม้ไผ่ตง (Dendrocalamus asper Back.) : การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกรรมวิธีการแปรรูปให้เป็นทรงกระบอกบรรจุในกระป๋อง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สินธนา สุคันธา . 2535. เอกสารประกอบการสอนวิชา FI 402 การแปรรูปผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่.

สินธนา สุคันธา. 2536. หลักการถนอม และการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน. ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่. .

อัญชลี ศิริโชติ , 2531. การแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน เอกสารประกอบการสอนวิชา 667322 (การแปรรูปอาหาร 2).ภาคเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาลัยวิทยาลัยขอนแก่น , ขอนแก่น.

อเนก โชติญาณวงษ์ และ พิมพร โชติญาณวงษ์ 2535. การเก็บเกี่ยวและคัดเลือกเกรดถั่วเหลืองฝักสด. ในเอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรม. หน้า 1. 16 – 19 สิงหาคม 2536 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

อารมณ์ เทศแก้ว. 2536. สถานการณ์การผลิตและการตลาดถั่วเหลืองฝักสดปี 2535/36. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร : การใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตถั่วเหลืองฝักสด. หน้า 1 . 16-19 สิงหาคม 2536 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ

Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis, 15 th ed. Washington D.C. Association of Official Analytical Chemists.

Baker, R.C., Hahn, P.W., and Robbins, K.R. 1988. Developments in food science Fundamentals of New Food Product Develoment. New York : Elsevier science Publishing.

Bigelow, W.D. 1920. Heat Penetration in Processing Canned Food. pp 653 – 783. In. Goldblith,S.A., Joslyn, M.A., and Nickerson, J.T.R. (eds). 1961. Introduction to Thermal Processing of Food. Westport, Connecticut : The AVI Pubishing.

Brandt, L.M., Jeltema, M.A., Zabik, M.E., Jeltema, B.D. 1984. Effect of cooking in solution of varying pH on the dietary fiber components of vegetable. J. Food Sci. 49: 900 – 904.

Buckle, K.A., and Edwards, R.A. 1970 a. Chlorophyll color and pH changes in HTST processed green pea puree J. Food Tech. 24 :173-186.

Buckle, K.A., and Edward, R.A. 1970b. Chlorophyll, degradation and lipid oxidation in frozen unblanched peas. J. Sci. Food Agric. 21(6) : 307 – 312.

Buescher, R.W., and Burgin,C. 1988. Effect of calcium chloride and alum on fermentation, desalting and firmness retention of cucumber pickles. J. Food Sci. 53 : 296-300.

Charley, H. 1982. Food Science : Vegetable. 2nd ed. New York : John Wiley & Sons.

Clydesdale, F.M., and Francis, F.J. 1968. Chlorophyll changes in thermally processed spinach as influenced by enzyme conversion and pH adjustment. J. Food Tech. 22 (6) : 793 – 796.

Clydesdale, F.M., and Francis, F.J. 1975. Food Colorimetry :Theory and Application. Westport, Connecticut : The AVI Pubishing.

Chiba, Y. Postharvest processing, marketing and quality degradation of vegetable soybeans in Japan. In S. Shaumugasundaram. (ed.), Vegetable Soybean Research Needs for Production And Quality Improvement, Proceedings of a workshop held at Kenting, Taiwan, 1991, pp. 108 – 112. Taiwan.

Cochram, W.G., and Cox, G.M. 1957. Experiment Design. New York : John Willey & Sons.

Desrosier, N.W., and Desrosier, J.W. 1997. Principles of Food Preservation by Canning the Technology of Food Preservation. Westport, Connecticut.:The AVI Pubishing.

Drake, S.R., and Muehlbauer, F.J.1985. Dry pea (*Pisum sativum* L.) canning quality as Influenced by soak time, soak solution, and cultivar. J. Food Sci. 50 :238 – 240.

Fennema, O.R. 1975. Principles of Food Science. Westport, Connecticut : The AVI Pubishing.

Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry. 3 rd ed. New York : Marcel Dekker.

Gupte, S.M. and Francis, F.J.1964. Effect of pH adjustment and high temperature short time processing on color and pigment retention in spinach puree. Food Technology. 18(10) :141 – 144.

He, F., Purcell, A.E., Huber, C.S., and Hell,W.M. 1989. Effects of calcium,sucrose, and aging on the texture of canned Great Northern beans (*Phaseolus vulgaris* , L.). J. Food Sci. 54 :315 - 318.

Hudson, J.M., and Buescher, R.W. 1980. Prevention of soft center development in large whole cucumber pickles by calcium. J. Food Sci. 45:1450-1453.

Jackson, J. M., and Shinn, B.M. 1979. Fundamentals of Food Canning Technology. Westport, Connecticut : The AVI Pubishing.

John, M. D. 1980. Principle of Food Chemistry. Westport, Connecticut.: The AVI Pubishing.

Junek , J.J., Sistrunk, W. A., and Neely, M. B. 1980. Influence of processing methodology on quality attributes of canned dry beans. J. Food Sci. 45 : 821 – 824.

Jones, D. I., White, C.R., Gibbs, E., Butler, S. L., and Nelson, A. L. 1977. Experimental formation of zinc and copper complexes of chlorophyll derivatives in vegetable tissue by thermal processing. J. Arg. Food Chem . 25(1) : 149 – 153.

Labelle, R.L. 1971. Heat and calcium treatments for firming red tart cherries in a hot fill process. J. Food Sci. 36 : 323 – 326.

Lajolo, F.M., and Marquez. U.M. 1982. Chlorophyll degradation in a spinach system at low and intermediate water activities J. Food. Sci. 47 :1995 – 1998.

Luh, B.S., Leonards, S., Simone, M., and Villareal, F. 1964. Aseptic canning of foods. Food Technology. 18, 363 – 366.

Luh, B.S., and Woodroof, J.G. 1975. Commercial Vegetables Processing. Westport, Connecticut : The AVI Pubishing.

Luh, B.S. , Wang , C., and Daoud, H.N. 1975 Several factors affecting color , texture and drained weight of canned dry lima beans J. Food Sci. 40 : 557 – 561.

Masuda , R. Quality Requirement and Improvement of vegetable Soybean. In S. Shanmugasundaram, (ed). , Vegetable Soybean Research Needs for Production and Quality Improvement . Proceeding of a workshop held at Kenting , Taiwan , 1991 , pp.92 – 102. Taiwan.

Mccurdy , S.W. , Drake , S. R. , Swanson , B.G. , Leung , H. K., and Power , J. R. 1983. Influence of cultivars, soak solution , blanch method , and brine composition on canned dry pea quality. J. Food Sci. 48 : 394 – 399

Meyer, L.H. 1978. Food Chemistry 3rd ed. Westport, Connecticut. : The AVI Pubishing.

Micheal, E.A.1990. Biochemistry of Food. 2nd ed. New York: Academic Press.

Nordstrom, C.L., and Sistrunk.,W.A. 1977. Effect of type of beans, soak time, canning media and storage time on quality attributes and nutritional value of canned dry beans J. Food Sci. 42 : 795 – 798.

Nordstrom, C.L., and Sistrunk., W.A. 1979. Effect of type of bean, moisture level, blanch,treatment and storage time on quality attributes and nutrient content of canned dry beans.J. Food Sci. 44: 392 – 403.

Pearson ,D. 1970. The Chemical Analysis of Food. 6th ed. New York : Chemical Publishing.

Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. New Delhi : Tata Mcgraw – Hill.

Schwartz, S.J., and Von Elbe. J.H. 1983. Kinetics of chlorophyll degradation to pyropheophytin in vegetables. J. Food. Sci. 48 :1303 – 1306.

Schwartz, S.J. and Lorenzo, V.T. 1990. Chlorophyll in food. Food Sci. and Nutri. 29(1) : 1 – 2.

Segner, W.P., Ragusa T.J., Nank W.K., and Hoyle. W.C.1984. Process for the preservation of green color in canned vegetables. U.S. Patent. No 4,473,591.

Sweeney, J.P. and Martin M.E.1961. Stability of chlorophyll in vegetables as affected by pH. J. Food Tech. 15 : 263 – 241.

Tan, C.T. and Francis F.J. 1962. Effect of processing temperature on pigments and color of spinach. J. Food. Sci. 27 : 232 – 241.

Tsay, L.M. and Sheu, S.C. Studies on the Effect of Cold Storage and Precooling on the Quality of Vegetable Soybean. In S. Shanmugasundaram. (ed)., Vegetable Soybean Research Needs for Production and Quality Improvement. Proceeding of a workshop held at Kenting. Taiwan, 1991, pp. 113 – 119.Taiwan.

Van Buran, J., Buren, M., Downing, D., Queale, D., Chase, E., and Comstock S. 1986. Processing factors influencing splitting and other quality characteristics of canned Kidney beans. J. Food. Sci. 51(5) :1228–1230.

Van Buran, J. P., Kean, W. P., Gavitt, B.K., and Sajjaanantakul, T.1990. Effect of salts and pH on heating related softening of snap beans. J. Food Sci. 55: 1312 -1314.

Wang, C.R., Chang, K.C., and Grafton, K. 1988. Canning quality evaluation of Pinto and Navy Beans. J. Food Sci. 53 : 772 – 776.

Wlliams, D.C., Lim, M. H., Chen, A.O., Pangborn, R.M., and Whitaker,J.R.1986. Blanching of vegetable for freezing which indicator enzyme to choose. Food Technology. 40 : 130 – 140.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก. 1 การวัดสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Minolta chroma meter

เครื่องมือ

Minolta chroma meter , CR 300 series

วิธีการวัด

การวัดสีของเมล็ดถั่ว โดยการนำเมล็ดถั่วใส่ลงไปในภาชนะที่มีสีดำ วัด 10 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง จากนั้นเฉลี่ยเป็นหนึ่งค่าในแต่ละซ้ำ

การวัดของสีซอสมะเขือเทศ โดยใส่ซอสมะเขือเทศลงไปในหลอดทดลอง วัด 5 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง จากนั้นเฉลี่ยเป็นหนึ่งค่าในแต่ละซ้ำ

ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง คือ ค่า L, a และ b โดยที่

ค่า L แทนค่าความสว่าง

ค่า a แทนค่าสีแดง โดย (+) แทนค่าสีแดง

(-) แทนค่าสีเขียว

ค่า b แทนค่าสีเหลือง โดย (+) แทนค่าสีเหลือง

(-) แทนค่าสีน้ำเงิน

ก. 2 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer

เครื่องมือ

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย Texture analyzer รุ่น (TA. XT 2I)

วิธีการวัด

1. ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. Calibrate force ก่อนการวัดทุกครั้ง
3. ประกอบชุดเครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดโดยมีหัววัด P2 = 2 mm Dia cylinder stainless และฐานวางตัวอย่าง

4. เลือกรูปแบบการวัดดังต่อไปนี้

Model	Measure force in compression
Option	Return to start
Pre - test speed	2.0 mm/s
Test - speed	2.0 mm/s
Post - test speed	10.0 mm/s

5. วางเมล็ดถั่วลงบนฐาน เมื่อเริ่มการวัด เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงกราฟที่วัดออกมา โดยเครื่องจะวัดค่าสูงสุดของ peak แสดงออกมาเป็นค่าความแน่นเนื้อ

ก. 3 การวัดความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer

เครื่องมือ

Brookfield Viscometer, DV II Plus

วิธีการวัด

การวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศ ใช้หัววัด No 52 ใช้ตัวอย่างครั้งละ 0.5 ml กำหนด speed ที่ 0.5 RPM ควบคุมอุณหภูมิในการวัดที่ 20 ^{0}C จับเวลาในการวัดแต่ละตัวอย่าง 30 วินาที

ก.4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อ (% Drain weight) ดัดแปลงจาก A.O.A.C. (1995)

1. ชั่งน้ำหนักถั่วทั้งกระป๋อง
2. เปิดกระป๋อง เทถั่วผ่านตะแกรงทิ้งไว้เป็นเวลา 2 นาที แล้วจึงชั่งน้ำหนักเนื้อถั่วและน้ำหนักน้ำเกลือ
3. นำกระป๋องเปล่าไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50 ^{0}C ชั่งน้ำหนักกระป๋องเปล่า คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อ (% Drain weight)

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อ (\% Drain weight)} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อถั่ว} \times 100}{\text{น้ำหนักถั่วทั้งกระป๋อง - น้ำหนักกระป๋องเปล่า}}$$

ก. 5 **ความใสของน้ำเกลือ** (Transmittance) Chang **และคณะ**(1996)

วิธีการวัด

1. นำน้ำเกลือที่ได้จากการหาน้ำหนักเนื้อ
2. ปิเปตน้ำเกลือมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร
3. นำมาวัดความใส (% T) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเกลือความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณภาพเคมี

ข.1 <u>การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น</u> A.O.A.C.(1995)

1. ชั่งตัวอย่าง 2 - 5 กรัม ใส่ใน Aluminium dish (ซึ่งอบแห้งที่ 100 ^{0}C ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นใน Desiccator จนน้ำหนักคงที่)
2. นำมาอบที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 ^{0}C โดยเปิดฝาไว้เป็นเวลา 16 – 18 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
3. ปิดฝา Aluminium dish แล้วใส่ใน Desiccator 1/2 ชั่วโมงจนเย็น และชั่งน้ำหนัก

<u>การคำนวณ</u>

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

ข.2 <u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u> A.O.A.C. (1995)

1. ชั่งน้ำหนักที่ทราบแน่นนอน 1.0 กรัม ใส่ใน Kjeldahl flask แล้วใส่ Antibumping beads ไป 2 – 3 เม็ด
2. เติมสารเร่งปฏิกริยา (Kjeltabs Cu 3.5) 1 เม็ด และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldahtherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น
   ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 ^{0}C เป็นเวลา 15 – 20 นาที
   ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 400 ^{0}C เป็นเวลา 30 – 45 นาที หรือจน
   ตัวอย่างใสเป็นสีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสี แล้วย่อยต่อไปอีก 30 นาที
4. ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร Kjeldahl tube ต่อเข้ากับเครื่อง Vapodest เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50% จนตัวอย่างกลายเป็นสีดำ

5. รองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4% 50 มิลลิลิตร ซึ่งโมดิฟายด์เมธิลเรดอินดิเคเตอร์ 3 – 4 หยด
6. กลั่นตัวอย่างจนในขวดรองรับมีสายละลายปริมาตร 300 มิลลิลิตร
7. หยุดกลั่นแล้วนำสารละลายในขวดรองรับมารับไตรเตรทด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรท (ml) x ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก (N) x 14}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)x10}}$$

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

ข.3 **การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน** A.O.A.C. (1995)

1. เตรียมตัวอย่างที่แห้งโดยตัดผลิตภัณฑ์น้ำหนักประมาณ 2 กรัม บรรจุลงใน Thimble ซึ่งภายในมีกระดาษกรอง Whatman NO.1 จากนั้นนำทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 – 105 ^{0}C จนน้ำหนักคงที่
2. ใส่ Thimble ซึ่งมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นนอน
3. เติม Petroleum ether ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 80 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 150 ^{0}C ของ silicone oil ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับอุปกรณ์ที่ใช้สกัด
5. ระเหย Petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นใน Desicator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด

การคำนวณ

$$\text{ไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ข.4 **การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า** A.O.A.C. (1995)

1. ชั่งตัวอย่างทราบน้ำหนักแน่นนอน 2 กรัม ใส่ใน Crucible ที่เผาทราบน้ำหนักแน่นนอน
2. นำตัวอย่างไปเผาจนหมดควัน
3. นำไปเผาต่อใน Muffle furnace ที่ 600 ^{0}C เวลา 2 ชั่วโมง จนเถ้าสีขาว
4. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator
5. ชั่งน้ำหนักหาปริมาณเถ้า

การคำนวณ

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

ข. 5 **การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย** A.O.A.C. (1995)

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมแล้ว 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟุริก 1.25% ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ต้มให้เดือดภายใน 1 นาที
3. ต้มย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที โดยให้สารละลายเดือดตลอดเวลา
4. กรองผ่านกระดาษ Whatman No. 41
5. ล้างด้วยน้ำร้อนให้หมดฤทธิ์กรด

6. นำมาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25% ที่ต้มเดือด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร
7. กรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นนอนและล้างด้วยน้ำร้อนให้หมดฤทธิ์ด่าง
8. อบที่ 130 $\pm$ 2 ^{0}C เวลา 2 ชั่วโมง
9. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator
10. ชั่งน้ำหนัก
11. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ใน Crucible แล้วเผาที่อุณหภูมิ 600 $\pm$ 15 ^{0}C เวลา 2 ชั่วโมง
12. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator
13. ชั่งน้ำหนักหลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ Crude fiber แล้วคำนวณหาปริมาณเส้นใย

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ข. 6 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คำนวณหาโดยหาองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และเส้นใย รวมกันในรูปร้อยละ แล้วหักออกจาก 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

ข. 7 การหาค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด Ranganna (1977)

1. สุ่มตัวอย่างที่แน่นนอน 3 กรัม เติม $CaCO_3$ 0.1 กรัม
2. สกัดตัวอย่างด้วย 85% Acetone ครั้งละ 25 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน 2 นาที ตั้งทิ้งให้เกิดการแยกส่วน Supernatant และตะกอนนาน 20 นาที
3. กรองเก็บส่วน supernatant สกัดตะกอนซ้ำจน supernatant ที่ได้ใหม่แต่ละครั้งไม่มีสีเขียว

4. รินส่วน Supernatant ที่ได้ทั้งหมดรวมกัน ปรับปริมาตรด้วย 85% Acetone ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร
5. ปิเปต Supernatant 50 มิลลิลิตรลงใน Separating funnel เติม Ethyl ether 50 มิลลิลิตร เขย่าในเป็นเนื้อเดียว
6. ล้างชั้น Ether ด้วยน้ำกลั่น 2 – 3ครั้งละ 10 ml ปรับปริมาตร Ether extract ด้วย Ethyl ether ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
7. เติม Anhydrous Na_2SO_4 5 กรัม
8. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรและที่ 642.5 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer และคำนวณค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

<u>การคำนวณ</u>

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
= (7.12 x OD ที่ 660 นาโนเมตร) + (6.80 x OD ที่ 642.5 นาโนเมตร)

ข. 8 <u>การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity %) ในถั่ว</u> A.O.A.C. (1995)

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N เตรียมโดยชั่ง NaOH 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเทลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1 ลิตร(น้ำกลั่นที่ใช้จะต้องต้มจนเดือดเพื่อไล่ก๊าซ CO_2 แล้วตั้งทิ้งไว้จนเย็นก่อน)

2. สารละลายมาตรฐาน Potassium hydrogen phathalate ($KHC_8H_4O_4$) เตรียมโดยอบ $KHC_8H_4O_4$ ที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็น desiccator แล้วนำมาชั่งอย่างละเอียดให้น้ำหนักอยู่ในช่วง 2.0 – 2.4 กรัม จดน้ำหนักที่แน่นนอนไว้ จากนั้นนำมาละลายใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

<u>การหา Normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์</u>

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Potassium hydrogen phathalate มา 25 มิลลิลิตร ใส่ใน flask นำไปไตเตรทกับสารละลายกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

ในการไตเตรต จากการคำนวณหา Normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสูตร

$$N\ NaOH = \frac{\text{น้ำหนักของ } KHC_8H_1O_4 \text{ (กรัม) x 1000 x 25}}{\text{ปริมาตรเฉลี่ยของ NaOH (ml) x204.23 x 100}}$$

การหาปริมาณกรดทั้งหมด

นำตัวอย่างถั่ว 1 มิลลิลิตรใส่ลงใน Flask ที่มีน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตรบรรจุอยู่ นำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ที่ใช้ แล้วคำนวณปริมาณกรดทั้งหมดโดยคิดในรูปของกรดซิตริก ตามสูตรดังนี้

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

ข. 9 **การตรวจหาปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์** A.O.A.C. (1995)

1. นำตัวอย่างมาล้างบนตะแกรงโดยใช้น้ำปริมาณ 2 เท่าของตัวอย่างตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำประมาณ 2 นาที ชั่งตัวอย่างอาหารที่ล้างแล้วมา 200 กรัม เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ปั่นให้ละเอียดนานประมาณ 2 นาที
2. นำตัวอย่างอาหารที่ปั่นแล้วมา 40 กรัม ใส่ลงไปในบีกเกอร์ เติมแอลกอฮอล์ร้อยละ 80 จำนวน จำนวน 300 มิลลิลิตร
3. นำไปต้มให้เดือด และคนอย่างช้า ๆ นานประมาณ 30 นาทีในขณะที่ต้มให้ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา
4. กรองตัวอย่างอาหารด้วย Buchner funnel ผ่านกระบวนการกระดาษกรองเบอร์ 1. ที่ (ผ่านการอบอุณหภูมิ 100 ^{0}C นาน 30 นาทีและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว) แล้วเปิดเครื่อง vacuum pump ล้างตะกอนด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ ร้อยละ 80
5. นำกระดาษกรองพร้อมกากใส่จานอบอุณหภูมิ 100 ^{0}Cนานประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

คำนวณ

$$AIS\ (\%) = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}}$$

ข.10 การทดสอบแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Pearson.1970)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักถั่วที่ลวกมาแล้วมาประมาณ 100 – 200 กรัม

2. บดโดยใช้เครื่องบดเป็นเวลา1 นาที ที่ความเร็วปานกลาง หรือความเร็วสูง โดยเติมน้ำกลั่นลงไป 3มิลลิลิตร / กรัมของตัวอย่าง แล้วนำมากรองผ่านสำลี

3. เตรียม blank โดยเติมส่วนที่กรองได้ 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มีน้ำกลั่น 22 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้เป็นหลอดเปรียบเทียบสี (ไม่เติมกูไอคอลและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในหลอดนี้)

4 เตรียมตัวอย่างโดยเติมส่วนที่กรองได้ 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มีน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายกูไอคอลที่มีความเข้มข้น 0.5 % 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดสอบโดยไม่ต้องเขย่า จากนั้นเติมสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.08 % 1 มิลลิลิตร ลงไป ผสมให้เข้ากัน โดยพลิกหลอดกลับไปกลับมา

5. สังเกตการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้น ในหลอดตัวอย่าง โดยเทียบกับ blank ถ้ามีการเปลี่ยนสีภายใน 3.5 นาที ถือว่าผลเป็นบวก (+) แต่ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี หรือการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้นหลังจาก 3.5 นาที ถือว่าผลเป็น (-) และถือว่าตัวอย่างที่ได้รับการลวกพอเพียง

ข.11 การหาปริมาณความเป็นกรดด่าง (พีเอช)

เครื่องมือ

เครื่องวัดพีเอช (pH meter) Horiba,F-21

วิธีการวัด

สำหรับการวัดพีเอชถั่วเหลืองฝักสด(เมล็ดสด)นั้นให้สกัดเอาเฉพาะน้ำนำมาวัด

ส่วนการวัดพีเอชของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือและในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง โดยการนำถั่วและน้ำเกลือ หรือถั่วและซอสมะเขือเทศมาบดรวมกันให้ละเอียดก่อนที่จะนำมาวัด

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ค. 1 การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 : 10 , 1 : 100 และ 1:1000 โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 : 10 ปั่นตัวอย่างอาหารด้วยเครื่องปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปเตรียมตัวอย่างเจือจาง 1 : 100 , 1 : 1000

2. ปิเปตสารละลาย ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4. เทอาหารเลี่ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ที่หลอมเหลวแล้วอุณหภูมิประมาณ 45 ^{0}C ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน

4. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง กลับจานเพาะเชื้อ นำไปอบเพาะเชื้อ (Incubate) ที่อุณหภูมิ 35 – 37 ^{0}C นาน 48 ชั่วโมง

5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีประมาณ 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณเป็น จำนวนโคโลนีต่อกรัมหรือลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 2 การตรวจวิเคราะห์ แฟลตซาวร์ (Fat sour) ชนิดเทอร์โมฟิลิก (Thermophilic) และชนิดมีโซฟิลิก (Mesophilic)

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 g ใส่ลงในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่น

2. ปิเปตสารละลาย ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซโตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เพิลอะการ์ 4 จานและอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซโตรสทริปโตน บรอมครีซอลเพอร์เพิลบรอทอีก 4หลอด

3. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง37^{0}C และ 55 ^{0}C อย่างละ 2 หลอด และ 2 จาน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีพวกเชื้อแฟลตซาวร์ (*Bacillius stearothermophilus*) จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

ค. 3 <u>การตรวจวิเคราะห์เทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์</u> (Thermophilic anaerobes) ได้แก่

C. thermosaccharolyticum

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่น

2. ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบีฟอาร์ตอินฟิวชั่นมีเดียม ซึ่งได้ไล่อากาศออกและทำให้เย็นแล้วจำนวน 4 หลอด

5. เติมอะการ์ 2% (ที่ปราศจากเชื้อ) เททับผิวหน้าอาหารในหลอดทั้ง 4

4. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55 ^{0}C นาน 48 – 72 ชั่วโมง จะมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดทดลองให้นำไปย้อมสีด้วยวิธีแกรมสเตน ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นแกรมบวก (Gram positive) มีรูปร่างเป็นแท่ง มีสปอร์อยู่ปลายหรือค่อนข้างไปทางปลาย แสดงว่าเป็นเชื้อพวกเทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์

ค. 4 <u>การวิเคราะห์ พิวทริแฟกตีฟแอนแอโรบส์</u> (Putrefactive anaerobes) ได้แก่

C.botulinum , *C. sporogenes* และ *C. perfringens*

วิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3 แต่อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 ^{0}C เวลาถึง 72 ถึง 96 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อจะมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดและมีกลิ่นเหม็นเน่า

ค. 5 <u>อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. เพลตเคานต์อะการ์ (Plate count agar)

ทริปโตน	5 กรัม
กลูโคส	1 กรัม
ยีสต์ เอกซแตรกต์	2.5 กรัม
อะการ์	15 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายให้หมด แบ่งใส่ขวดแล้วปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C เวลา 15 นาที

2. เดกซโตรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เพิลบรอท (Dextrose tryptone bromcresol purple broth)

ทริปโตน	10 กรัม
เดกซโตรส	5 กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล	0.04 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

3 บีฟฮาร์ตอินฟิวชันมีเดียม (Beef heart infusion medium)

เปปโตน	10 กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5 กรัม
หัวใจวัว (ปราศจากไขมัน)	500 กรัม

นำหัวใจวัวมาบดเติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นหนึ่งคืน ต้มให้เดือด นาน 15 นาที แยกเอาส่วนที่เป็นเนื้อและเป็นน้ำออกจากกัน โดยกรองผ้าหนาๆ 2 ครั้ง เติมเปปโตน และโซเดียมคลอไรด์ลงในส่วนที่เป็นน้ำ เติมน้ำจนมีปริมาตรครบ 1000 มิลลิลิตร ปรับให้มีความเป็นกรด – ด่าง 7.6 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมล ต้มน้ำให้เดือด 15 ถึง 20 นาที

แบ่งส่วนที่เป็นเนื้อลงในหลอดทดลอง ให้มีปริมาณของเนื้อสูง 2 เซนติเมตร แล้วเติมส่วนที่เป็นน้ำลงไปครึ่งหลอด ปิดฝาฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121 ^{0}C เป็นเวลา 20 นาที ถ้าไม่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อในวันที่เตรียมก่อนนำไปใช้จะต้องต้มไล่อากาศออกที่อุณหภูมิ 100 ^{0}Cประมาณ 3 นาที และทำให้เย็นทันที

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบการประเมินทางประมาณสัมผัส

ง. 1 แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

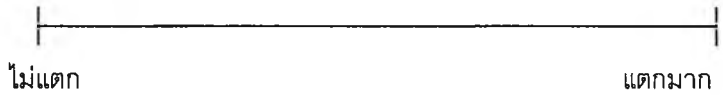
ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....เพศ.....ชาย.....หญิง.....อายุ.....ปี

คำชี้แจง โปรดทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์และทำเครื่องหมายเส้นตรง(I) ในแนวตั้งให้ตั้งฉากกับเส้นสเกลแนวนอนที่ให้ตามลักษณะที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุดและเขียนชื่อรหัสสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง

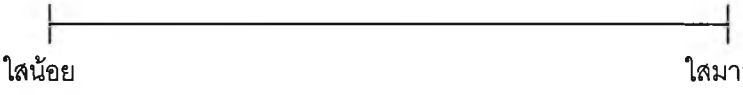
1. สีของเมล็ดถั่ว

2. ความแน่นเนื้อของเมล็ดถั่ว

3. การแตกของเมล็ดถั่ว



4. ความใสของน้ำเกลือ



5. การยอมรับรวม

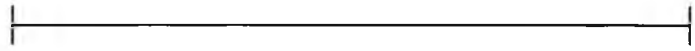
ข้อเสนอแนะ.....

ง. 2 <u>แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศ สำหรับคัดเลือกสูตรต้นแบบ และปรับปรุงรสชาติสูตรต้นแบบ</u>

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....เพศ.....ชาย.....หญิง.....อายุ.....ปี

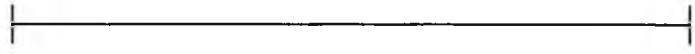
<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์และทำเครื่องหมายเส้นตรง(I) ในแนวตั้งให้ตั้งฉากกับเส้นสเกลแนวนอนที่ให้ตามลักษณะที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุดและเขียนชื่อรหัสสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างและทำเครื่องหมาย I (ideal) บนเส้นที่เป็นความรู้สึกที่ต้องการให้มี

1. สีของซอสมะเขือเทศ



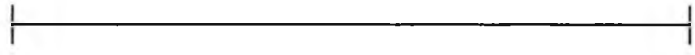
ส้ม แดง

2. กลิ่นรสเครื่องเทศ



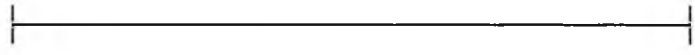
ไม่มีกลิ่น กลิ่นแรง

3. รสหวาน



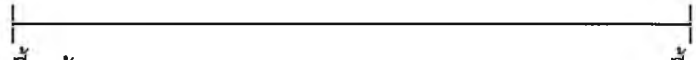
รสหวานน้อย รสหวานมาก

4. รสเค็ม



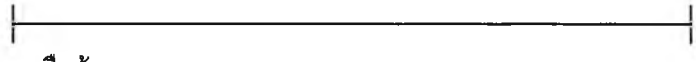
รสเค็มน้อย รสเค็มมาก

5. รสเปรี้ยว



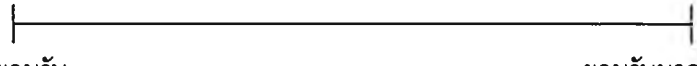
รสเปรี้ยวน้อย รสเปรี้ยวมาก

6. ความหนืด



ความหนืดน้อย ความหนืดมาก

7. การยอมรับรวม



ไม่ยอมรับ ยอมรับมาก

ข้อเสนอแนะ.....

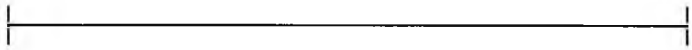
.....

ง. 3 <u>แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่ศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม</u>

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....เพศ.....ชาย.....หญิง.....อายุ.....ปี

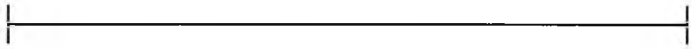
<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์และทำเครื่องหมายเส้นตรง(I) ในแนวตั้งให้ตั้งฉากกับเส้นสเกลแนวนอนที่ให้ตามลักษณะที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุดและเขียนชื่อรหัสสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง

1. สีของเมล็ดถั่ว



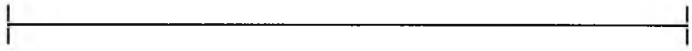
เหลือง เขียว

2. สีของซอสมะเขือเทศ



ส้ม แดง

3. ความข้นหนืดของซอสมะเขือเทศ



น้อย มาก

4. ลักษณะปรากฏ

ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เป็นเนื้อเดียวกันดี

5. การยอมรับรวม

ไม่ยอมรับ ยอมรับมาก

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

การคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

1. ความหมายของสัญลักษณ์

1. ค่า D (Death rate constant หรือ Decimal reduction time) ความสามารถในการทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ถูกกำหนดให้แสดงในรูปของ D value ซึ่ง หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ลง 90 % ของที่มีอยู่ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า D แตกต่างกัน

2. ค่า Z (Z value) จำนวน ^{0}F หรือ ^{0}C ที่ต้องการเพื่อเปลี่ยน TDT curve ไป 1 log cycle หรือจำนวนอุณหภูมิที่เปลี่ยนค่า D ไป 10 เท่า

3. ค่า Fo (Sterilizing value) หมายถึง จำนวนเวลาเป็นนาทีที่อุณหภูมิ 250 ^{0}F สำหรับใช้เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์จำนวนหนึ่ง เมื่อ Z = 18 (ค่า Z เป็น 18 ปกติจะเป็นของ *Clostridium botulinum*)

4. ค่า f_h หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำให้กราฟผ่าน 1 วงจร log cycle

5. ค่า Come- up time (CUT) หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดไอน้ำจนอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

6. ค่า Corrected zero หมายถึง เวลาเริ่มต้นของการฆ่าเชื้อที่แก้ไขแล้วซึ่งเท่ากับผลคูณของ Come- up time กับ 0.58

7. ค่า IT' (Theorefical initial temperature) หมายถึง อุณหภูมิเริ่มต้นที่จุด Cold point ของกระป๋องที่เป็นค่าจริง

8. ค่า jI (Pseudo- initial temperature) หมายถึง อุณหภูมิเริ่มต้นโดยสมมุติของการฆ่าเชื้อ ซึ่งหาได้โดยลากจากจุด Corrected zero บนแกน X ตั้งฉากขึ้นไปตัดกับกราฟ จากจุดตัดเส้นขนานกับแกน X ไปตัดแกน Y จะได้อุณหภูมิที่จุดตัด นำไปลบอุณหภูมิที่อ่านได้จากอุณหภูมิหม้อที่ฆ่าเชื้อจะได้ค่า jI

9.ค่า log g และ f_h /u สามารถอ่านค่าได้จากกราฟความสัมพันธ์ของ log g กับ F_h /u จากตารางที่ จ. 4 และ จ. 5

10. ค่า F_i หมายถึง จำนวนนาทีที่ต้องการใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ เมื่อ F มีค่าเท่ากับ 1 ที่ 250 ^{0}F

$$F_i = \log^{-1} (250 - RT/Z)$$

11. ค่า B_B หมายถึง เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (นาที)

<u>การหาระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ</u>

1. นำกระป๋อง C- enamel ขนาด 300 x 407 มาเจาะรูด้านข้างที่ตำแหน่ง 19 mm จากก้นกระป๋อง ซึ่งเป็นจุด Cold point สำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง โดยใช้น้ำหนักถั่ว 233 g ต่อน้ำเกลือ 192 g บรรจุให้เหลือ Head space ไว้ประมาณ 10/32 นิ้ว สำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องใช้กระป๋องขนาดเดียวกันคือ 300 x 407 โดยเจาะรูด้านข้างที่ตำแหน่ง ½ ของความสูงของกระป๋อง ซึ่งเป็นจุด Cold point เพื่อเสียบเทอร์โมคัปเปิล โดยใช้น้ำหนักถั่ว 210 g ต่อน้ำเกลือ 190 g บรรจุให้เหลือ Head space ไว้ประมาณ 15/32 นิ้ว

2. ไล่อากาศใน Steam exhauster เป็นเวลา 5 นาที ควบคุมอุณหภูมิตอนปิดกระป๋องประมาณ 75 – 80 ^{0}C สำหรับถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องและ 65 – 75 ^{0}C สำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง และผนึกฝากระป๋องทันที

3. นำอาหารกระป๋องเข้าหม้อฆ่าเชื้อปิดฝา แล้วเปิดไอน้ำ จับเวลากระทั่งอุณหภูมิภายในหม้อฆ่าเชื้อ (RT) เป็น 121^{0}C ซึ่งเป็นเวลาดังกล่าวนี้เรียกว่า Come-up time (CUT) บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋องเป็น (IT) ที่จุด Cold point ตั้งแต่เริ่มเปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็น Zero time และให้บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที สำหรับถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือ และทุกๆ 3 นาที สำหรับถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศ

4. บันทึกอุณหภูมิจนกระทั่งอุณหภูมิของจุดร้อนช้าที่สุดเท่ากับเครื่องฆ่าเชื้อหรือมีค่าคงที่ แล้วจึงปล่อยไอน้ำออกจากเครื่องฆ่าเชื้อ แล้วเริ่ม Cooling จากนั้นทำการบันทึกอุณหภูมิต่อไป จนกระทั่งอุณหภูมิลดเหลือ 40^{0}C จึงหยุดการบันทึก ข้อมูลที่บันทึกระหว่างเวลากับอุณหภูมิที่ได้เรียกว่า Heat penetration data และสำหรับตารางที่ จ.1และ จ.2 ซึ่งเป็น Heat penetration data ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือ และในซอสมะเขือเทศตามลำดับ

ตารางที่ จ.1 Heat penetration data **ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ** 121 ^{0}C **ที่** CUT = 9 **นาที เวลาปิดไอน้ำนาทีที่** 24

เวลา (นาที	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}C)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}F)
0	75.1	167.18
1	74.8	166.64
2	74.1	165.38
3	73.4	164.12
4	72	161.6
5	75	167
6	80.5	176.9
7	92.3	198.14
8	105.4	221.72
9	110.2	230.36
10	113.3	235.94
11	116	240.8
12	117.7	243.86
13	118.6	245.48
14	119.4	246.92
15	119.8	247.64
16	120.1	248.18
17	120.3	248.54
18	120.4	248.72
19	120.6	249.08
20	120.7	249.26
21	120.8	249.44
22	120.8	249.44
23	120.9	249.62
24	121	249.8

ตารางที่ จ1 ต่อ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}C)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}F)
26	112.9	235.22
27	110.9	231.62
28	107.4	225.32
29	104	219.2
30	100.5	212.9
31	84.4	176.72
32	75.2	167.36

ตารางที่จ.2 Heat penetration data **ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องซึ่งกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 121 ^{0}Cที่ CUT = 8 นาที เวลาปิดไอน้ำนาทีที่ 95**

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}C)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}F)
0	63.1	145.58
3	63.5	146.3
6	64	147.2
9	64.2	147.56
12	65.8	150.44
15	69.1	156.38
18	73.5	164.3
21	78.2	172.76
24	83	181.4
27	87.5	189.5
30	91.9	197.42
33	95.3	203.54
36	98.6	209.48
39	101.5	214.7
42	104.1	219.38
45	106.4	223.52
48	108.3	226.94
51	110	230
54	111.6	232.88
57	112.8	235.04
60	113.9	237.02
63	114.9	238.82
66	115.2	239.36
69	116.4	241.52
72	117.1	242.78

ตารางที่ จ. 2 ต่อ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}C)	อุณหภูมิ ณ Cold point (^{0}F)
75	117.6	243.68
78	118	244.4
81	118.5	245.3
84	118.8	245.84
87	119	246.2
90	119.4	246.92
93	119.6	247.28
96	119.8	247.64
99	118.3	244.94
102	114.5	238.1
105	109.7	229.46
108	104.9	220.82
111	99.9	211.82
114	94.6	202.28
117	88.8	191.84
120	82.9	181.22
123	77.2	170.96
126	71.8	161.24
129	67.2	152.96
132	61.4	142.52
135	58.1	136.58
138	55.5	131.9
141	50.9	123.62
144	47.5	117.5
147	44.4	111.92
150	43.5	110.3

5.นำข้อมูล Heat penetration data มาเขียนกราฟ โดยใช้กราฟ Semilog ชนิด 3 cycle โดยกลับระดาษกราฟ โดยเส้นบนสุดทางซ้ายมือของกระดาษกราฟเขียนอุณหภูมิรีทอร์ตลบหนึ่ง (RT – 1) เส้นล่างสุดของ cycle แรกเขียนอุณหภูมิ (RT – 10) เส้นล่างสุดของ cycle ที่สองเขียนอุณหภูมิ (RT – 100)

6. เขียนกราฟแสดงเวลา (นาที) บนแกนนอนและอุณหภูมิของจุดร้อนช้าที่สุด (^{0}F) บนแกนตั้งและ Heat penetration data curve ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือและซอสมะเขือเทศแสดงดังรูปที่ จ.1 และรูป จ. 2 ตามลำดับ

7. จากราฟจะได้ค่า 2 ค่า ซึ่งใช้ในการคำนวณดังนี้

1. J คือ lag factor

2. f_h คือ Slope of heat penetration curve

<u>การคำนวณค่า J</u>

1. หาค่า Corrected zero of process คือ ความร้อนที่มีผลในการฆ่าเชื้อ (Heating value) ของ Corrected zero of process (CUT) จะคิดเพียง 0.42 หรือ 42 % ของ CUT เท่านั้น นั่นคือ Corrected zero of process เท่ากับ 0.58 หรือ 58% ของ CUT เช่น CUT = 9 นาที

Corrected zero = 0.58 x 9 = 5.22 นาที

2. หาค่า JI ให้ลากเส้นตั้งฉากจากจุด Corrected zero ขึ้นไปตัดกับส่วน ที่เป็นเส้นตรงของ Heating curve ซึ่งต่อออกมา แล้วอ่านค่า I'T' (theoretical IT) ด้วยสเกลทางซ้ายมือ คำนวณค่า JI ได้ดังนี้

JI = RT – I'T'

3. หาค่า I

I = RT – IT, IT = Initial Temperature

4. หาค่า J (lag factor)

J = JI / I

ในการหาค่า B_B (Process time) ต้องทราบค่า RT, IT, J, f_h และ Fo

สูตรคำนวณ Fo

$$\log g = \log JI - \frac{B_B}{f_h} \quad \text{.....1}$$

$$Fo = \frac{f_h}{(f_h/u)\,Fi} \quad \text{.....2}$$

สูตรหาค่า B_B

$$\frac{f_h}{u} = \frac{f_h}{Fo \times Fi} \quad \text{.....3}$$

$$B_B = f_h\,(\log JI - \log g) \quad \text{.....4}$$

โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. J และ f_h หาจาก heat penetration curve
2. ทราบค่า B_B หรือ Fo ค่าใดค่าหนึ่ง
3. I = RT – IT
4. คำนวณค่า log g หรือ f_h/u ค่าใดค่าหนึ่งจากสูตรและอ่าน ค่าอีกค่าหนึ่งได้จากตารางที่ จ. 4 หรือ จ. 5
5. หาค่า Fi จากตารางที่ จ. 3 ขึ้นกับค่า RT ที่ใช้ หรือคำนวณได้จากสูตร

$$Fi = \log^{-1} \frac{(250 - RT)}{18}$$

การคำนวณหาค่า B_B (Process time) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง (จากภาพที่ จ.1)

โดย Z = 18 ^{0}F

Fo = 6 นาที

RT = 250 ^{0}F

IT = 167.18 ^{0}F CUT = 9 นาที

จาก Heat penetration curve นำมาคำนวณค่า

1. f_h (เวลาใน 1 log cycle) = 10.7 - 4.5 = 6.2 นาที
2. Corrected zero ที่ Come up time 9 นาที
   = 0.58 x 9 = 5.22 นาที
3. JI = RT – I'T' = 250 – 172 = 78 ^{0}F
4. I = RT - IT = 250 – 167.18 = 82.82 ^{0}F
5. J = JI/ I = 78 / 82.82 = 0.942
6. log JI = log 78 = 1.892
7. Fi จากตารางที่ จ. 3 หรือ $10^{(250-RT)/Z}$ = 1
8. จากสูตร $f_h / u = \frac{f_h}{Fo \times Fi} = \frac{6.2}{6} = 1.033$

   เมื่อ f_h/u = 1.033 หาค่า log g ได้เท่ากับ –0.237 จากตารางที่ จ. 4
9. log JI – log g = 1.89 – (-0.237) = 2.127
10. $B_B = f_h$ (log JI - log g) = 6.2 x 2.127 = 13.19 นาที
11. การกำหนด Process time มักจะกำหนดเป็น Operator's process time (Pt)

    จากสูตร

    B = Pt + 0.42 I

    ดังนั้น Pt = B - 0.42 I

    โดย Pt = Operator's process time

    I = Come up time (CUT)

    ดังนั้น Pt = 13.19 - 0.42 (9)

    = 13.19 - 3.78 = 9.41 นาที

แต่สำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องสำหรับงานวิจัยนี้ เพื่อความปลอดภัย จึงใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C ดังนั้น จึงคำนวณดูว่า ที่เวลาฆ่าเชื้อ 15 นาที จะมีค่า Fo เท่าไร

<u>การคำนวณหาค่า Fo</u> ที่ฆ่าเชื้อ 15 นาที

1. J = JI / I = 78 / 82.82 = 0.942
2. f_h = 10.7 – 4.5 = 6.2 นาที
3. B_B = 15 , RT = 250 , IT = 167.18
4. I = RT - IT = 250 - 167.18 = 82.82
5. JI = J x I = 0.942 x 82.82 = 78.01
6. log JI = log 78.01 = 1.892
7. $$\log g = \log JI - \frac{B_B}{f_h}$$

   $$= \frac{1.892 - 15}{6.2} = 1.892 - 2.419 = -0.527$$
8. log g = - 0.527 ดังนั้น $\frac{f_h}{u}$ = 0.810 (จากตารางที่ จ .4)
9. จากสูตร Fo $= \frac{f_h}{(f_h / u)\, Fi} = \frac{6.2}{0.810 \times 1}$ = 7.65 นาที

<u>การคำนวณหาค่า B_B</u> (Process time) ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง จากภาพที่(จ. 2)

โดย Z = 18 ^{0}F

Fo = 6 นาที

RT = 250 ^{0}F

IT = 145.58 ^{0}F CUT = 8 นาที

จาก Heat penetration curve นำมาคำนวณหาค่า

1. f_h = 65 – 17 = 48 นาที
2. Corrected zero = 0.58 x 8 = 4.64
3. JI = RT – I'T' = 250 – 105 = 145
4. I = RT - IT = 250 – 145.58 = 104.42
5. J = JI / I = 145 / 104.42 = 1.389
6. Fo = 6 , log JI = log 45 = 2.161
7. Fi จากตาราง จ 3 หรือ จากสูตร $10^{(250 - RT)/Z}$ = 1
8. จากสูตร $f_h / u = \frac{f_h}{Fo \times Fi} = 48 / 6 = 8$
9. เมื่อ f_h / u = 8 ได้ log g = 0.894 (จากตารางที่ จ.5)
10. log JI – log g = 2.161 – 0.894 =1.267
11. $B_B = f_h$ (log JI – log g)
    = 48 x 1.267 = 60.81 นาที
12. Operator's process time (Pt)

    Pt = B - 0.42 I

    = 60.81 - 0.42 (8)

    = 60.81 - 3.36

    = 57.45 นาที

ตารางที่ จ.3 แสดงค่า Fi ของอุณหภูมิเครื่องฆ่าเชื้อระดับต่าง ๆ

Fi VALUES FOR VARIOUS RETORT TEMPERATURES (°F.)

RT	F_i	RT	F_i	RT	F_i
214	100.00	233	8.799	252	0.7743
215	87.99	234	7.743	253	0.6813
216	77.43	235	6.813	254	0.5995
217	68.13	236	5.995	255	0.5275
218	59.92	237	5.275	256	0.4642
219	52.75	238	4.642	257	0.4085
220	46.42	239	4.085	258	0.3594
221	40.85	240	3.594	259	0.3163
222	35.94	241	3.163	260	0.2783
223	31.63	242	2.783	261	0.2449
224	27.83	243	2.449	262	0.2154
225	24.48	244	2.154	263	0.1896
226	21.54	245	1.896	264	0.1668
227	18.96	246	1.668	265	0.1468
228	16.68	247	1.468	266	0.1292
229	14.68	248	1.292	267	0.1136
230	12.92	249	1.136	268	0.1000
231	11.36	250	1.000	269	0.0880
232	10.000	251	0.8799	270	0.0774

Reprinted from Calculation of Processes for Canned Foods,
American Can Company, Barrington, Illinois.

ตารางที่ จ.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า fh/u กับ log g

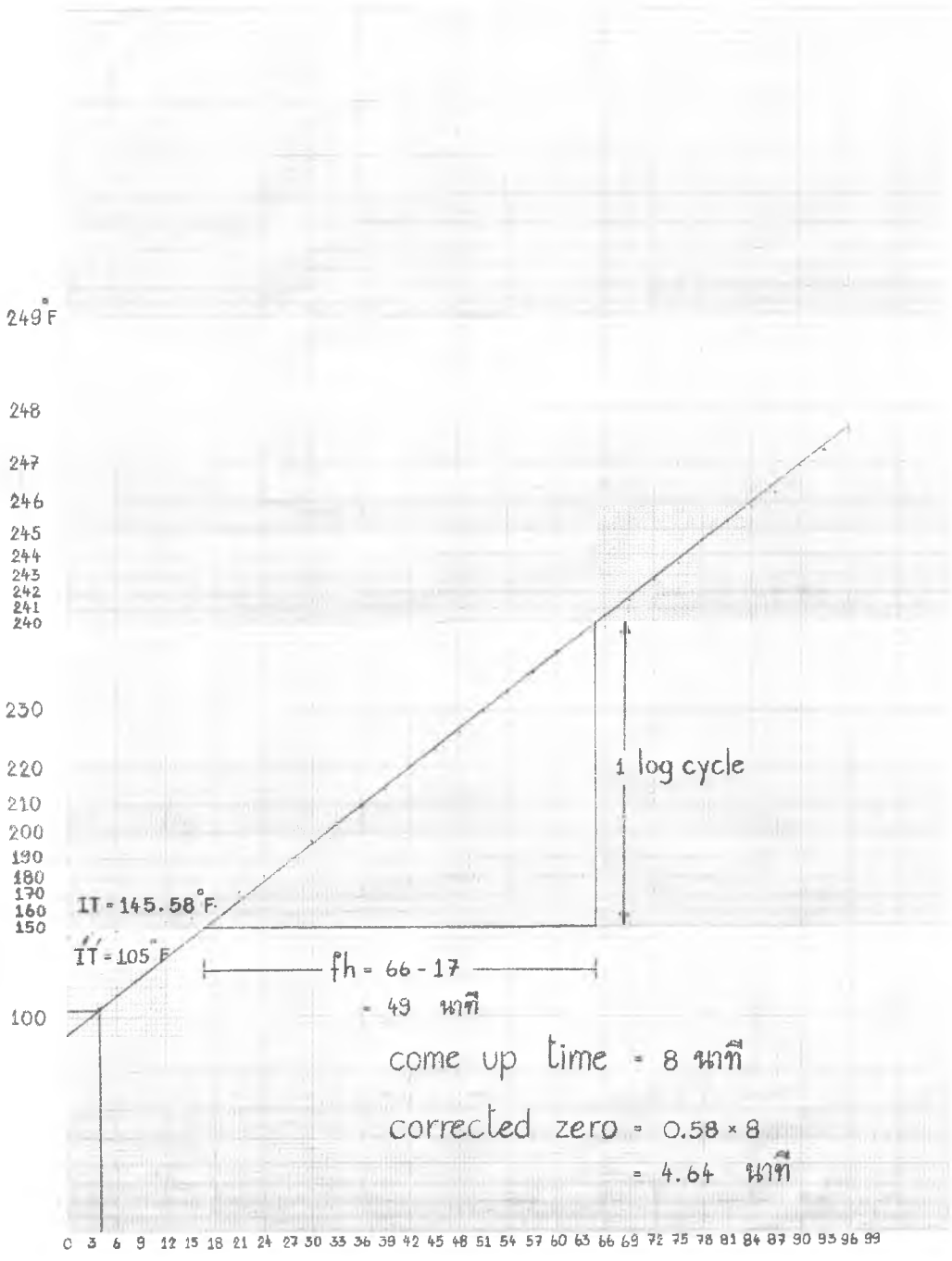
LOG G GIVEN FH/U

FH/U	LOG G	FH/U	LOG G	FH/U	LOG G	FH/U	LOG G
0.710	-0.715	0.800	-0.544	0.890	-0.406	0.980	-0.293
0.712	-0.711	0.802	-0.541	0.892	-0.403	0.982	-0.291
0.714	-0.707	0.804	-0.537	0.894	-0.400	0.984	-0.289
0.716	-0.703	0.806	-0.534	0.896	-0.397	0.986	-0.287
0.718	-0.699	0.808	-0.530	0.898	-0.395	0.988	-0.285
0.720	-0.694	0.810	-0.527	0.900	-0.392	0.990	-0.282
0.722	-0.690	0.812	-0.524	0.902	-0.389	0.992	-0.280
0.724	-0.686	0.814	-0.520	0.904	-0.387	0.994	-0.278
0.726	-0.682	0.816	-0.517	0.906	-0.384	0.996	-0.276
0.728	-0.678	0.818	-0.514	0.908	-0.381	0.998	-0.274
0.730	-0.674	0.820	-0.511	0.910	-0.379	1.000	-0.271
0.732	-0.670	0.822	-0.507	0.912	-0.376	1.005	-0.266
0.734	-0.666	0.824	-0.504	0.914	-0.373	1.010	-0.261
0.736	-0.662	0.826	-0.501	0.916	-0.371	1.015	-0.255
0.738	-0.658	0.828	-0.498	0.918	-0.368	1.020	-0.250
0.740	-0.654	0.830	-0.494	0.920	-0.366	1.025	-0.245
0.742	-0.651	0.832	-0.491	0.922	-0.363	1.030	-0.240
0.744	-0.647	0.834	-0.488	0.924	-0.361	1.035	-0.235
0.746	-0.643	0.836	-0.485	0.926	-0.358	1.040	-0.230
0.748	-0.639	0.838	-0.482	0.928	-0.355	1.045	-0.225
0.750	-0.635	0.840	-0.479	0.930	-0.353	1.050	-0.220
0.752	-0.631	0.842	-0.476	0.932	-0.350	1.055	-0.215
0.754	-0.627	0.844	-0.473	0.934	-0.348	1.060	-0.210
0.756	-0.624	0.846	-0.469	0.936	-0.345	1.065	-0.205
0.758	-0.620	0.848	-0.466	0.938	-0.343	1.070	-0.201
0.760	-0.616	0.850	-0.463	0.940	-0.341	1.075	-0.196
0.762	-0.612	0.852	-0.460	0.942	-0.338	1.080	-0.191
0.764	-0.609	0.854	-0.457	0.944	-0.336	1.085	-0.187
0.766	-0.605	0.856	-0.454	0.946	-0.333	1.090	-0.182
0.768	-0.601	0.858	-0.451	0.948	-0.331	1.095	-0.177
0.770	-0.597	0.860	-0.448	0.950	-0.328	1.100	-0.173
0.772	-0.594	0.862	-0.445	0.952	-0.326	1.105	-0.168
0.774	-0.590	0.864	-0.443	0.954	-0.324	1.110	-0.164
0.776	-0.586	0.866	-0.440	0.956	-0.321	1.115	-0.160
0.778	-0.583	0.868	-0.437	0.958	-0.319	1.120	-0.155
0.780	-0.579	0.870	-0.434	0.960	-0.317	1.125	-0.151
0.782	-0.576	0.872	-0.431	0.962	-0.314	1.130	-0.147
0.784	-0.572	0.874	-0.428	0.964	-0.312	1.135	-0.142
0.786	-0.568	0.876	-0.425	0.966	-0.309	1.140	-0.138
0.788	-0.565	0.878	-0.422	0.968	-0.307	1.145	-0.134
0.790	-0.561	0.880	-0.420	0.970	-0.305	1.150	-0.130
0.792	-0.558	0.882	-0.417	0.972	-0.303	1.155	-0.126
0.794	-0.554	0.884	-0.414	0.974	-0.300	1.160	-0.122
0.796	-0.551	0.886	-0.411	0.976	-0.298	1.165	-0.118
0.798	-0.548	0.888	-0.408	0.978	-0.296	1.170	-0.114

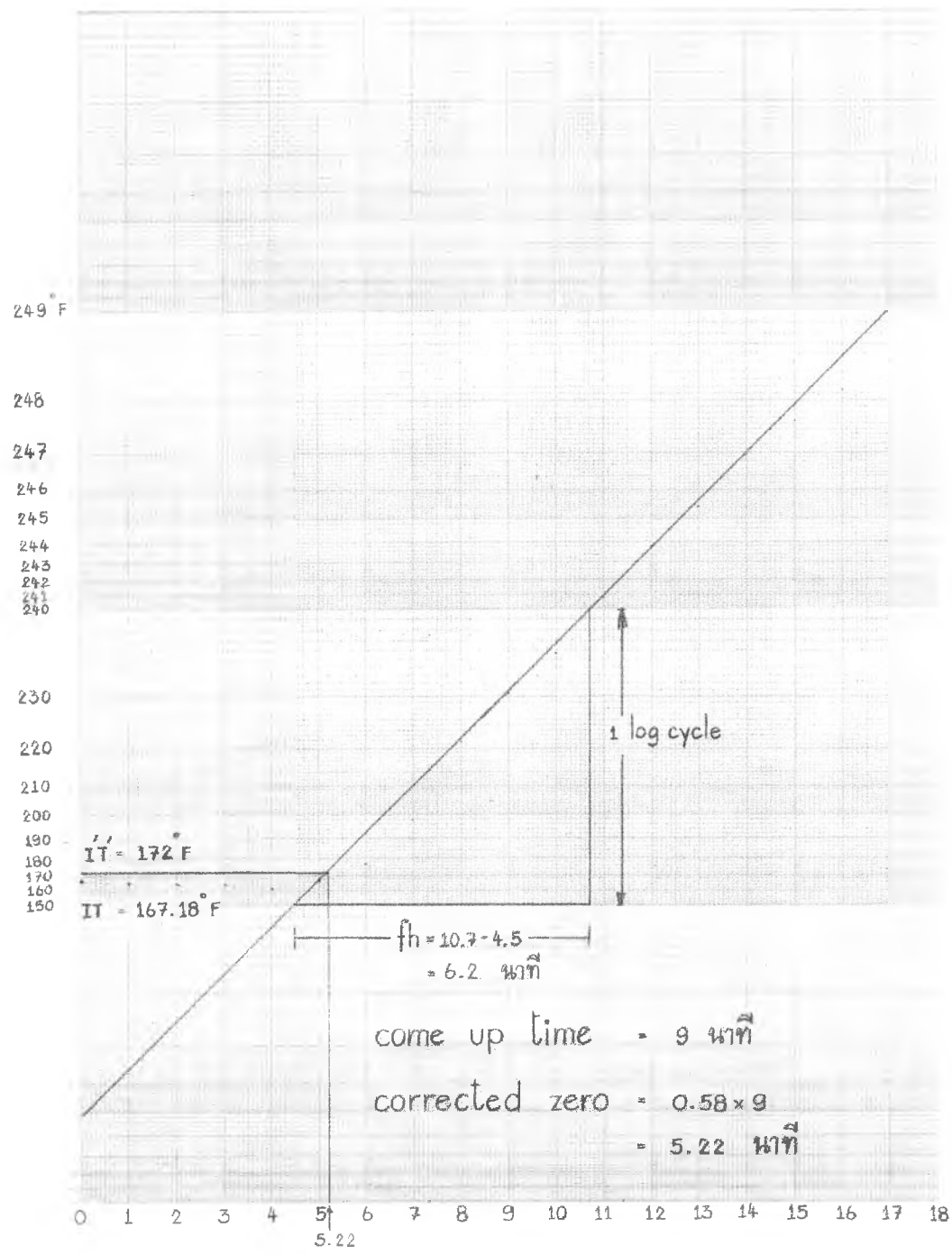
ตารางที่ จ.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า fh/u กับ log g

LOG G GIVEN FH/U

FH/U	LOG G	FH/U	LOG G	FH/U	LOG G	FH/U	LOG G
4.45	0.698	4.90	0.734	6.75	0.843	9.00	0.927
4.46	0.699	4.91	0.735	6.80	0.845	9.05	0.929
4.47	0.700	4.92	0.736	6.85	0.848	9.10	0.930
4.48	0.701	4.93	0.737	6.90	0.850	9.15	0.931
4.49	0.701	4.94	0.737	6.95	0.852	9.20	0.933
4.50	0.702	4.95	0.738	7.00	0.854	9.25	0.934
4.51	0.703	4.96	0.739	7.05	0.857	9.30	0.936
4.52	0.704	4.97	0.740	7.10	0.859	9.35	0.937
4.53	0.705	4.98	0.740	7.15	0.861	9.40	0.939
4.54	0.706	4.99	0.741	7.20	0.863	9.45	0.940
4.55	0.707	5.00	0.742	7.25	0.865	9.50	0.942
4.56	0.707	5.05	0.745	7.30	0.867	9.55	0.943
4.57	0.708	5.10	0.749	7.35	0.869	9.60	0.944
4.58	0.709	5.15	0.753	7.40	0.871	9.65	0.946
4.59	0.710	5.20	0.756	7.45	0.873	9.70	0.947
4.60	0.711	5.25	0.759	7.50	0.875	9.75	0.948
4.61	0.712	5.30	0.763	7.55	0.877	9.80	0.950
4.62	0.712	5.35	0.766	7.60	0.879	9.85	0.951
4.63	0.713	5.40	0.769	7.65	0.881	9.90	0.952
4.64	0.714	5.45	0.773	7.70	0.883	9.95	0.954
4.65	0.715	5.50	0.776	7.75	0.885	10.0	0.955
4.66	0.716	5.55	0.779	7.80	0.887	10.2	0.960
4.67	0.716	5.60	0.782	7.85	0.889	10.4	0.965
4.68	0.717	5.65	0.785	7.90	0.890	10.6	0.970
4.69	0.718	5.70	0.788	7.95	0.892	10.8	0.975
4.70	0.719	5.75	0.791	8.00	0.894	11.0	0.979
4.71	0.720	5.80	0.794	8.05	0.896	11.2	0.984
4.72	0.720	5.85	0.797	8.10	0.898	11.4	0.988
4.73	0.721	5.90	0.800	8.15	0.899	11.6	0.992
4.74	0.722	5.95	0.802	8.20	0.901	11.8	0.997
4.75	0.723	6.00	0.805	8.25	0.903	12.0	1.001
4.76	0.724	6.05	0.808	8.30	0.905	12.2	1.005
4.77	0.724	6.10	0.811	8.35	0.906	12.4	1.008
4.78	0.725	6.15	0.813	8.40	0.908	12.6	1.012
4.79	0.726	6.20	0.816	8.45	0.910	12.8	1.016
4.80	0.727	6.25	0.819	8.50	0.911	13.0	1.020
4.81	0.728	6.30	0.821	8.55	0.913	13.2	1.023
4.82	0.728	6.35	0.824	8.60	0.914	13.4	1.027
4.83	0.729	6.40	0.826	8.65	0.916	13.6	1.030
4.84	0.730	6.45	0.829	8.70	0.918	13.8	1.033
4.85	0.731	6.50	0.831	8.75	0.919	14.0	1.037
4.86	0.731	6.55	0.834	8.80	0.921	14.2	1.040
4.87	0.732	6.60	0.836	8.85	0.922	14.4	1.043
4.88	0.733	6.65	0.838	8.90	0.924	14.6	1.046
4.89	0.734	6.70	0.841	8.95	0.925	14.8	1.049



ภาพที่ จ.1 Heat penetration curve ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง



ภาพที่ จ.2 Heat penetration curve ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

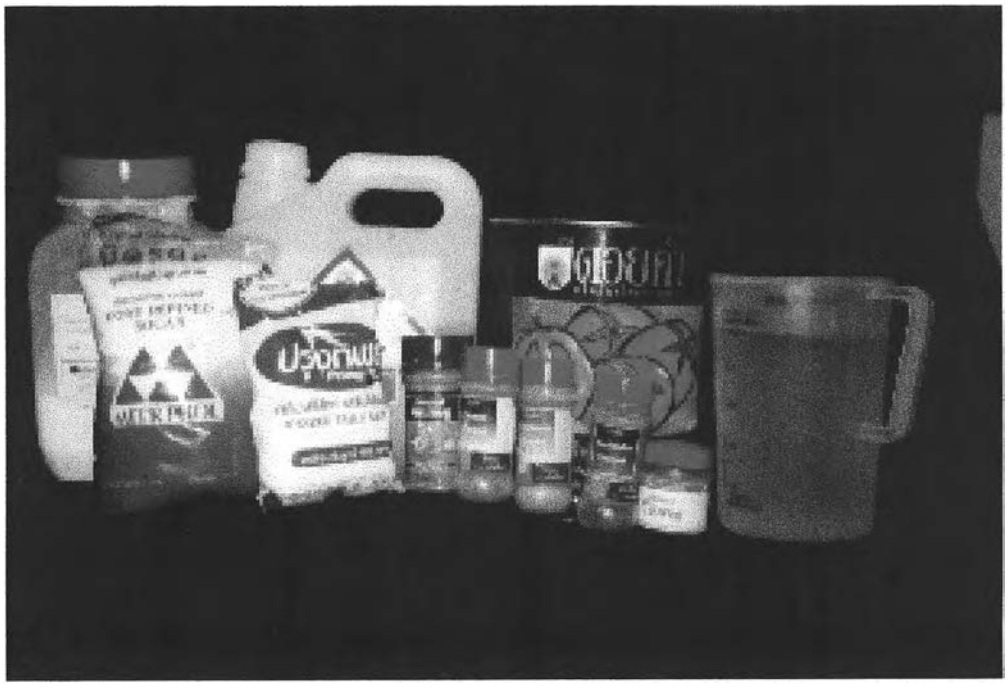
ภาคผนวก ฉ

รูปวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิต

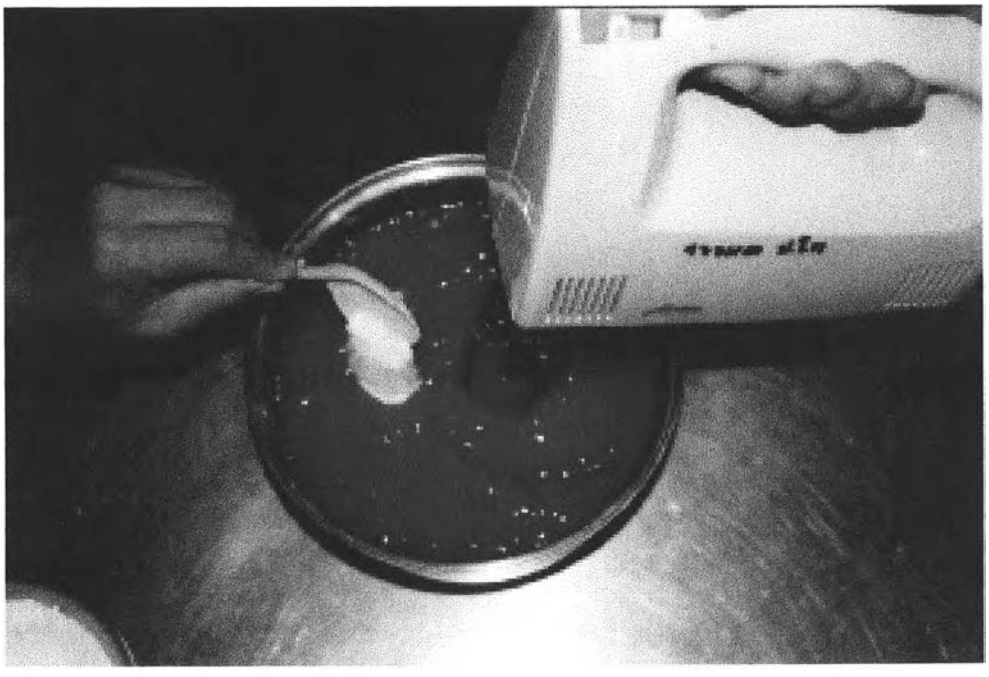
ภาพที่ ฉ.1 ไร่ถั่วเหลืองฝักสด

ภาพที่ ฉ.2 ลักษณะของต้นถั่วเหลืองฝักสด

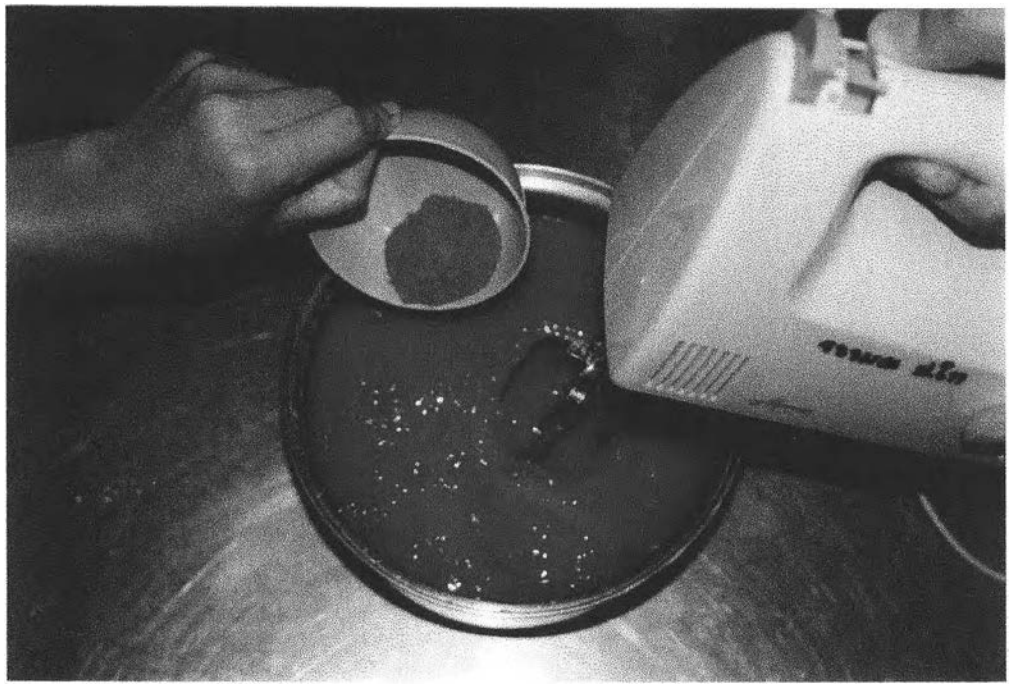
การผลิตซอสมะเขือเทศ



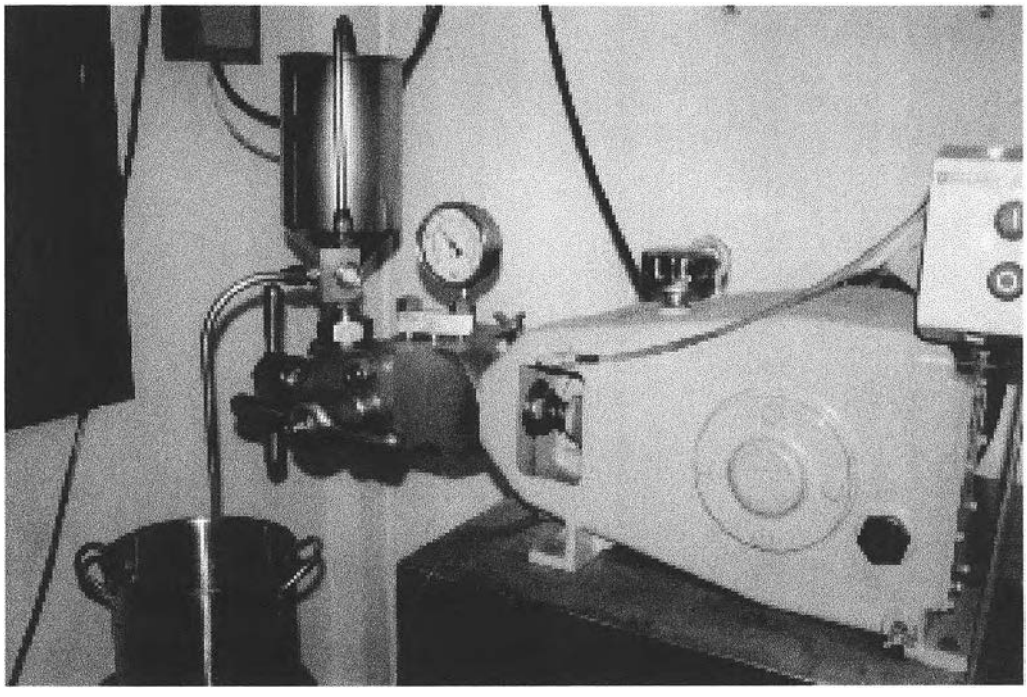
ภาพที่ ฉ.3 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตซอสมะเขือเทศ



ภาพที่ ฉ.4 การเติมส่วนผสม

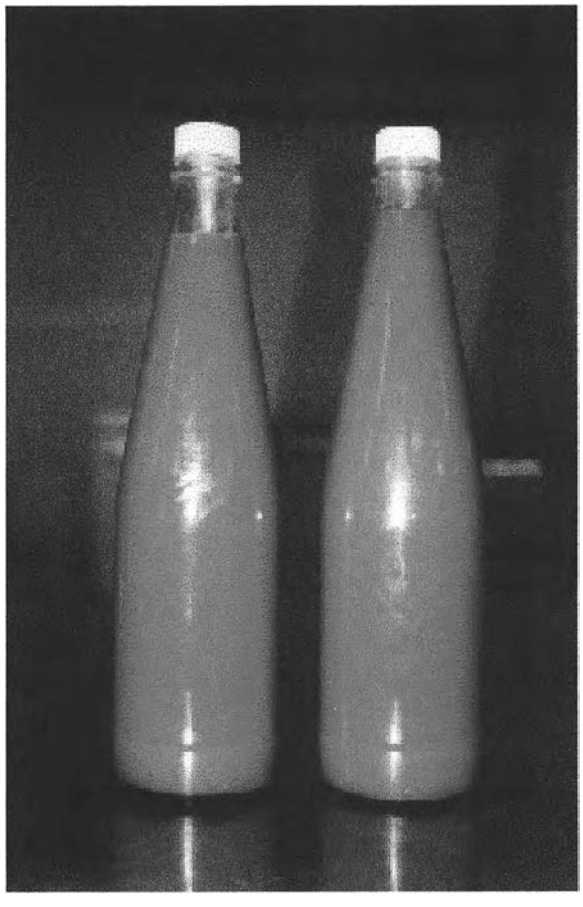


ภาพที่ ฉ.5 การเติมส่วนผสม



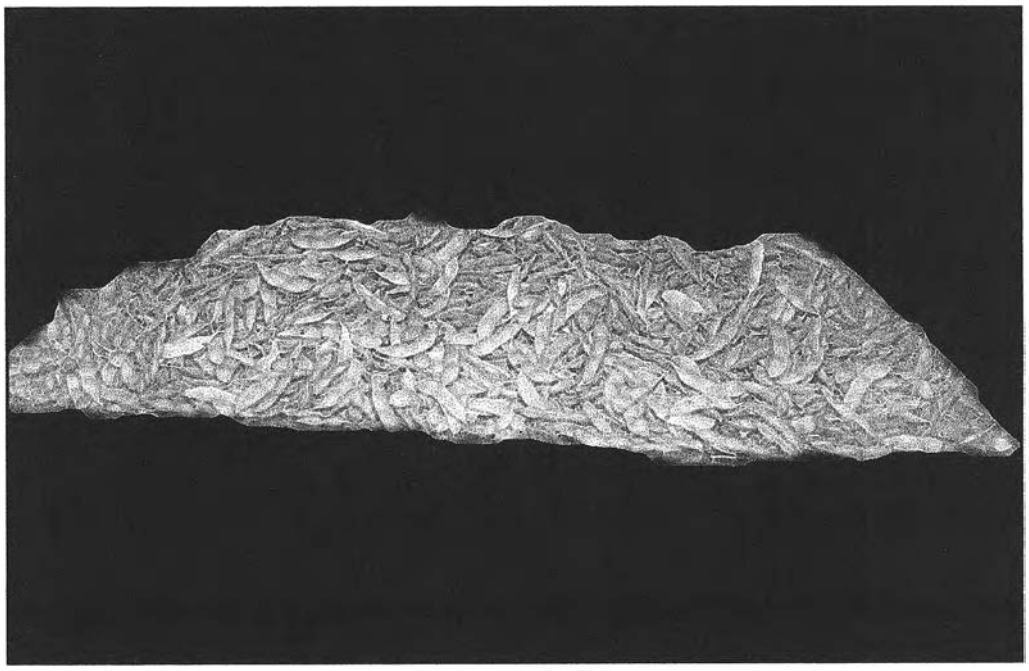
ภาพที่ ฉ.6 การโฮโมจีไนซ์ซอสมะเขือเทศ

ภาพที่ ฉ.7 การพาสเจอร์ไรซ์ซอสมะเขือเทศ

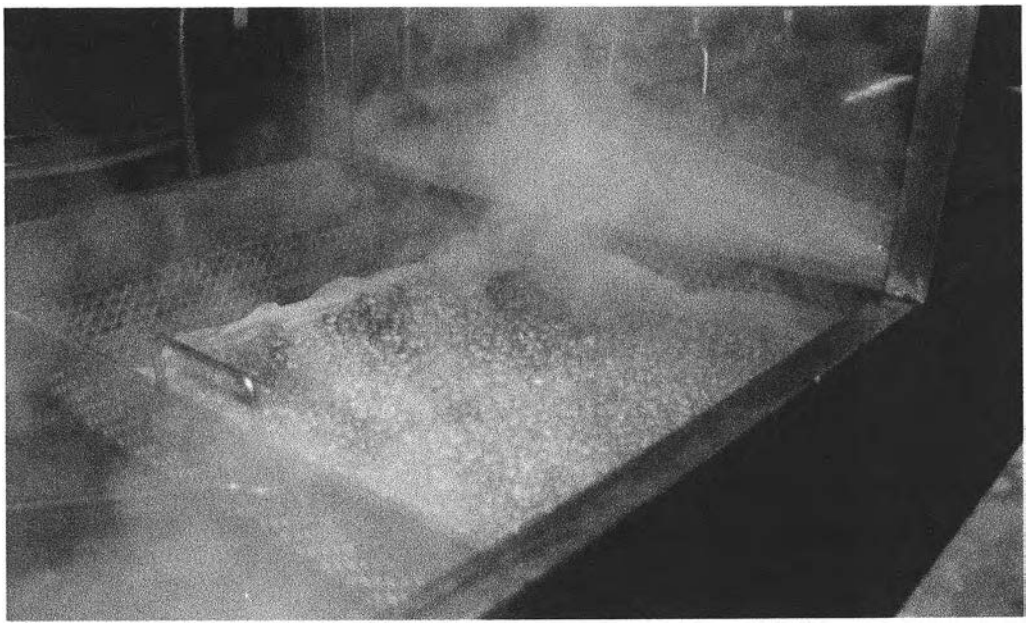


ภาพที่ ฉ.8 ซอสมะเขือเทศที่ผลิตเสร็จแล้ว

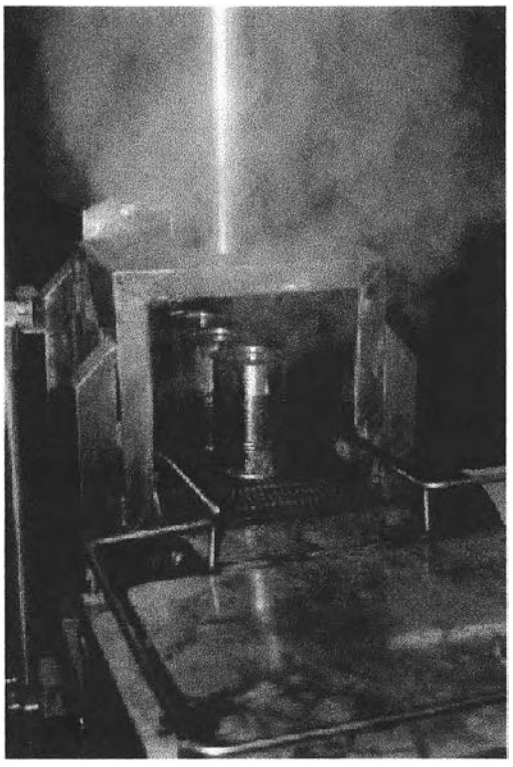
การผลิตถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋อง



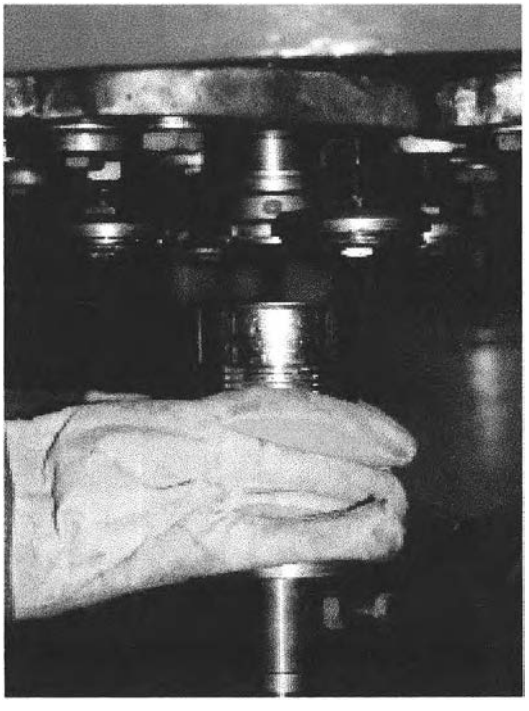
ภาพที่ฉ.9 ถั่วเหลืองฝักสดก่อนการแกะเมล็ด



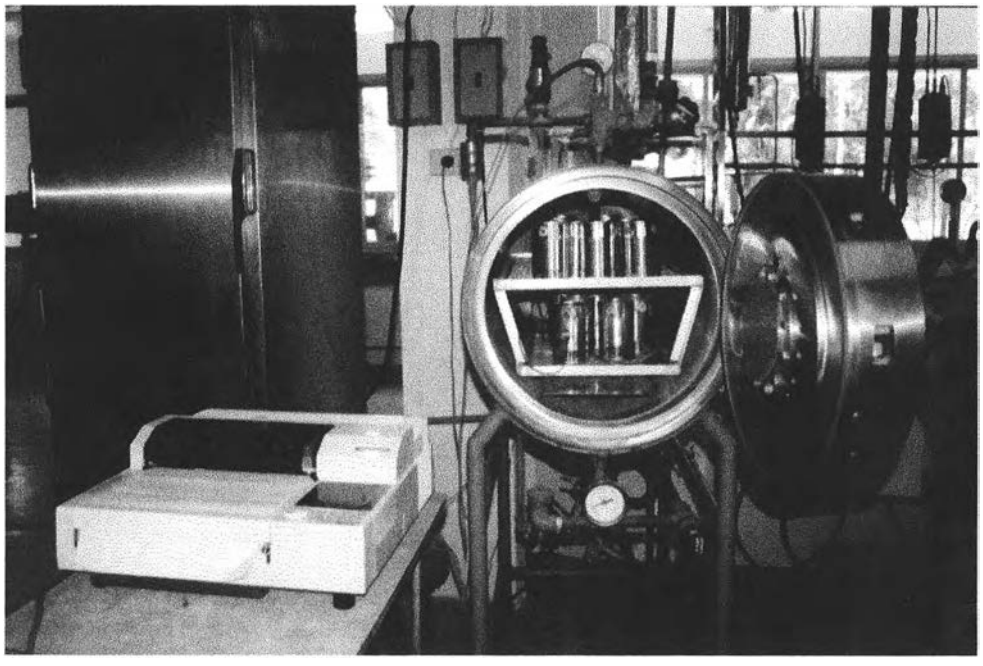
ภาพที่ ฉ.10 การลวกเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด



ภาพที่ ฉ.11 การไล่อากาศ



ภาพที่ ฉ.12 การปิดฝากระป๋อง



ภาพที่ ฉ.13 การฆ่าเชื้อ

ภาพที่ ฉ.14 ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือและในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ภาพที่ ฉ.15 ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือหลังจากเปิดกระป๋องและบรรจุในขวดแก้ว

ภาพที่ ฉ.16 ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศหลังจากเปิดกระป๋องและบรรจุในขวดแก้ว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุวิมล กะตากูล เกิดวันที่ 5 กรกฎาคม 2515 ที่จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเมื่อปีการศึกษา 2538 ปัจจุบันรับราชการที่สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัด กาญจนบุรี