

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการเผยแพร่ความรู้และผลงานทางวิชาการผ่านสื่อมวลชน. 9 กุมภาพันธ์ 2535. การใช้ไนโตรเจนเหลวในการรักษาคุณภาพอาหาร. เคล็ดลับ: 17.
- ธนาคารกสิกรไทย, ฝ่ายวิชาการ. 2536. ไก่เนื้อและผลิตภัณฑ์: อนาคตส่งออก...สดใสรังหรือ. สรุปข่าวธุรกิจ 24(10): 3-7.
- ธนาคารกสิกรไทย, ฝ่ายวิชาการ. 2537. ตลาดไก่เนื้อ: ผู้ส่งออกเร่งปรับตัวเพื่ออนาคตที่สดใส. สรุปข่าวธุรกิจ 25(24): 3-10.
- ธนาคารกสิกรไทย, ฝ่ายวิชาการ. 2538. ตลาดไก่เนื้อในประเทศ: แนวรุกใหม่ของผู้ส่งออกไก่สดแช่แข็ง. สรุปข่าวธุรกิจ 26 (1): 3-10.
- ธนาคารนครธน, ฝ่ายวิชาการ, ส่วนวิเคราะห์เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม. 2539. ไก่สดแช่เยือกแข็ง: ดันทุนการผลิตสูงปัญหาเรื้อรังที่ต้องแก้ไข. ใน รวมบทวิเคราะห์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมครึ่งหลังปี 2539. หน้า 7-12 บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2537. ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีอนาคต. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- สมชาย กล้าหาญ. 2535. แนวทางการใช้ไนโตรเจนเหลวเก็บรักษามังคุดและลำไย. นสพ.กสิกร 65(2): 171-174.
- สมาคมเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์. 2538. สัมมนาทิศทางเศรษฐกิจไทย ปี 2538. กรุงเทพมหานคร: สมาคมเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์.
- สิริธร เป้าสีลา และ กิตติ คำรงวิวัฒน์. 21 มิถุนายน 2518. ธุรกิจที่น่าสนใจ: อุตสาหกรรมการผลิตไนโตรเจนเหลว. ข่าวพาณิชย: 8.

### ภาษาอังกฤษ

- Adamcic, M., and Clark, D. S. 1970. Bacteria-induced biochemical changes in chicken skin stored at 5 °C. Journal of Food Science 35: 103.
- Anon, M. C., and Calvelo, A. 1980. Freezing rate effects on the drip loss of frozen beef. Meat Science 4: 1-14.
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official methods of analysis. 13th ed. Washington D.C. Association of Official Analytical Chemists.
- Astrom, S., and Lacelles, A. 1976. Freon opens the way to new processing techniques. Food Process Ind. April: 19. quoted in Fellows, P.J. 1990. Food processing technology: Principles and practice. New York: Ellis Horwood.
- Atlas, R. M., Brown, A. E., Dobra, W. K., and Miller, L. 1984. Experimental microbiology: Fundamentals and applications. New York: MacMillan Publishing.
- Awad, A., Powrie, W. D., and Fennema, O. 1968. Chemical deterioration of frozen bovine muscle at -4 °C. Journal of Food Science 33: 227-235.

- Awad, A., Powrie, W. D., and Fennema, O. 1969. Deterioration of fresh-water white fish muscle during frozen storage at  $-10^{\circ}\text{C}$ . Journal of Food Science 34: 1-9.
- Bandman, E. 1987. Protein. In J.F. Price and B.S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products: Third edition, pp.61-102, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Bell, E. T. 1909. On the occurrence of fat in the epithelium, cartilage and muscle fibers of the ox. Am. J. Anat. 9: 401.
- Bendall, J. R. 1969. Muscle, Molecules and Movement. London: Heinemann Educational Books.
- Blanshard, J. M. V., and Franks, F. 1987. Ice crystallization and its control in frozen food systems. In J. M. V. Blanshard and P. Lillford (eds.), Food structure and behaviour, pp. 51-65, London: Academic Press.
- Bloom, W., and Fawcett, D.W. 1975. A textbook of histology. 10<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W. B. Saunders.
- Bodwell, C. E., and Pearson, A. M. 1964. The activity of partially purified bovine catheptic enzymes on various natural and synthetic substrates. Journal of Food Science 29: 602-607.
- Bouton, P. E., Harris, P. V., and Shorthose, W. R. 1976. Dimensional changes in meat during cooking. Journal of texture studies 7: 179-192.
- Butkus, H. 1967. The reaction of myosin with malonaldehyde. Journal of Food Science 32: 432-434.
- Butkus, H. 1970. Accelerated denaturation of myosin in frozen solution. Journal of Food Science 35: 558-562.
- Calvelo, A. 1981. Recent studies on meat freezing. In R. Lawrie (ed.), Developments in meat science-2, pp. 125-158, London: Applied Science Publishers.
- Campbell, A., and Turkki, P. R. 1967. Lipids of raw and cooked ground beef and pork. Journal of Food Science 32: 143-146.
- Campbell, J. F., and Urbain, W. M. 1987. Meat preservation. In J. F. Price and B. S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products. 3<sup>rd</sup> ed., pp. 371-412, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Cassens, R. G. 1987. Structure of muscle. In J. F. Price and B. S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products. 3<sup>rd</sup> ed., pp. 11-59, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Chrystall, B. B. 1970. Macroscopic, microscopic and physicochemical studies of the influence of heating on muscle tissues and proteins. Ph.D. Food technology, University of Missouri, Columbia.
- Cochran, W.G., and Cox, G.M. 1957. Experimental designs. New York: John Wiley & Sons.
- Cross, H. R. 1987. Sensory characteristics of meat: Part I - Sensory factors and evaluation. In J.F. Price and B.S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products: Third edition, pp.307-327, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Daudin, J. D. 1992. Freezing. In J. P. Girard (ed.), Technology of meat and meat products, pp. 5-31, New York: Ellis Horwood.
- Davey, C. L., and Dickson, M. R. 1970. Studies in meat tenderness. 8. Ultrastructural changes in meat during aging. Journal of Food Science 35: 56-60.

- Davey, C. L., and Gilbert, K. V. 1969. Studies in meat tenderness. 7. Changes in the fine structure of meat during aging. Journal of Food Science 34: 69-74.
- Davidek, J., and Khan, A. W. 1968. Degradation of inosinic acid in poultry meat during frozen storage. Food Technology 22: 1317-1318.
- Davidkova, E., and Khan, A. W. 1967. Changes in lipid composition of chicken muscle during frozen storage. Journal of Food Science 32: 35-37.
- deFremery, D., Klose, A.A., and Sayre, R.N. 1977. Freezing poultry. In N.W. Desrosier (ed.), Fundamentals of food freezing, pp.240-272, Connecticut: AVI Publishing.
- Desrosier, N. N. 1970. The technology of food preservation. 3<sup>rd</sup> ed. Connecticut: AVI Publishing.
- Desrosier, N. W., and Desrosier, J. N. 1977. The technology of food preservation. 4<sup>th</sup> ed. Connecticut: AVI Publishing.
- Drake, R. M., Kline, S. J., and Vesper, K. H. 1966. Cryogenic systems. New York: McGraw-Hill.
- Dugan, L. R., Jr. 1987. Fats. In J. F. Price and B. S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products. 3<sup>rd</sup> ed., p. 103, Connecticut: Food & Nutrition press.
- Fellows, P. J. 1990. Food processing technology: Principles and practice. New York: Ellis Horwood.
- Fennema, O. R., Powrie, W. D., and Marth, E. H. 1973. Low temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hendrick, H. B., Judge, M. D., and Merkel, F. A. 1975. Principles of meat science. New York: W.H. Freeman and Company.
- Fox, J.B., Jr. 1987. The pigments of meat. In J.F. Price and B.S. Schewigert (eds.), The science of meat and meat products: Third edition, pp. 193-216, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Fukazawa, T., Briskey, E. J., Takahashi, F., and Yasui, T. 1969. Treatment and post-mortem aging effects on the Z-line of myofibrils from chicken pectorial muscle. Journal of Food Science 34: 606-610.
- Gault, N. F. S. 1992. Structural aspects of raw meat. In D. E. Johnston, M. K. Knight and D. A. Ledward (eds.), The chemistry of muscle-based foods, pp.79-105, Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Greaser, M.L., Cassens, R.G., Briskey, E.J., and Hoedstra, W.G. 1969. Post-mortem changes in subcellular fractions from normal and pale, soft, exudative porcine muscle. 1. Calcium accumulation and adenosine triphosphatase activity. Journal of Food Science 34: 120-124.
- Hamm, R. 1975. Water-holding capacity of meat. In D. J. A. Cole and R. A. Lawrie (eds.), Meat, p. 321, London: Butter Worths.
- Harder, E. L. 1979. Blast freezing. System for quantity foods. Massachusetts: CBI Publishing.
- Harris, N. D., and Lindsay, R. C. 1972. Flavor changes in reheated chicken. Journal of Food Science 37: 19-22.
- Hearne, L. E., Penfield, M. P., and Goertz, G. E. 1978. Heating effect of bovine semitendinosus: phase contrast microscopy and scanning electron microscopy. Journal of Food Science 43: 13-16.
- Heckman, E. 1977. Starch and its modifications for the food industry. In H. D. Graham (ed.), Food colloid, pp. 464-499, Connecticut: AVI Publishing.

- Honikel, K.O., and Hamm, R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In A.M. Pearson and T.R. Dutson (eds.), Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, pp.125-161, London: Blackie Academic & Professional.
- Hornstein, I., Crowe, P. F., and Heimberg, M. J. 1961. Fatty acid composition of meat tissue lipids. Journal of Food Science 26:581-586.
- Hornstein, I., Crowe, P. F., and Hiner, R. 1967. Composition of lipids in some beef muscles. Journal of Food Science 32:650-655.
- Hsieh, Y. P. C., Cornforth, D. P., Pearson, A. M., and Hooper, G. R. 1980. Ultrastructural changes in pre- and post-rigor beef muscle caused by conventional and microwave cookery. Meat Science 4: 299-311.
- Huber, C. S., and Stadelman, W. J. 1970a. Effect of freezing rate and freeze drying on the soluble protein of muscle. 1. Chicken muscle. Journal of Food Science 35: 229-232.
- Huber, C. S., and Stadelman, W. J. 1970b. . Effect of freezing rate and freeze drying on the soluble protein of muscle. 2. Turkey muscle. Journal of Food Science 35: 233-236.
- Janicki, L. J., and Appledorf, H. 1974. Effect of broiling, grill frying and microwave cooking on moisture, some lipid components and total fatty acid of ground beef. Journal of Food Science 39: 715-717.
- James, S.J., and Bailey, C. 1984. The theory and practice of food thawing. In P. Zeuthen et al. (eds.), Thermal processing and quality of foods, pp. 566-578, London: Elsevier Applied Science.
- James, S.J., Nair, C., and Bailey, C. 1983. The effect of the rate of freezing and thawing on drip loss from frozen beef. Proc. Cost91 . Athene: Seminaire. quoted in Daudin, J. D. Freezing. In J. P. Girard (ed.), Technology of meat and meat products, pp. 5-31, New York: Ellis Horwood, 1992.
- Jul, M. 1984. The quality of frozen foods. London: Academic Press.
- Keller, J.D., and Kinsella, J.E. 1973. Phospholipid changes and lipid oxidation during cooking and frozen storage of raw ground beef. Journal of Food Science 45: 178-181.
- Kraess, G. 1961. Freezer burn as a limiting factor in the storage of animal tissue I: Experiment with livers frozen without weight loss. Food Technology 15: 122-128.
- Kraess, G., and Weidemann, J. F. 1961. Freezer burn as a limiting factor in the storage of animal tissue II: Histological study of freezer burn of liver. Food Technology 15: 129-133.
- Kraess, G., and Weidemann, J. F. 1967. Freezer-burn as a limiting factor in the storage of animal tissue. Food Technology 21: 461-465.
- Kwon, T. W., Menzel, D. B., and Olcott, H. S. 1965. Reactivity of malonaldehyde with food constituents. Journal of Food Science 30: 808-813.
- Laroche, M. 1992. Cooking. In J.P. Girard (ed.), Technology of meat and meat products, pp. 33-82. New York: Ellis Horwood.
- Lawrie, R. A. 1966. Meat science. New York: Pergamon.
- Leander, R. C., Hedrick, H. B., Brown, M. F., and White, J. A. 1980. Comparison of structural changes in bovine *Longissimus* and *Semitendinosus* muscles during cooking. Journal of Food Science 45: 1-6,12.



- Ledward, D.A. 1979. Meat. In R.J. Priestley (ed.), Effect of heating on foodstuffs, pp. 157-193. London: Applied Science Publishers.
- Lee, F.A. 1983. Basic food chemistry. Connecticut: AVI Publishing.
- Lovern, J. A., and Olley, J. 1962. Inhibition and promotion of post-mortem lipid hydrolysis in the flesh of fish. Journal of Food Science 27: 551-559.
- Mackinney, G. 1946. Immersion freezing in liquid nitrous oxide. Food Inds. 18: 667-669, 816, 818, 820, 822. quoted in Tressler, D.K. 1968. Cryogenic freezing. In D.K. Tressler, W.B. Van Arsdell, and M.J. Copley (eds.), The freezing preservation of foods. Vol. 1, pp. 153-175. Connecticut: AVI Publishing.
- Marsden, J.L., and Henrickson, R.L. 1993. Meat and meat products. In C.P. Mallett (ed.), Frozen food technology, pp. 168-195, London: Blackie Academic & Professional.
- Marsh, B. B., Woodhams, P. R., and Leet, N. G. 1968. Studies in meat tenderness. 5. The effects on tenderness of carcass cooling and freezing before the completion of rigor mortis. Journal of Food Science 33: 12-18.
- Martin, C. B., and Whitaker, J. B. 1968. Catheptic enzymes and meat tenderization. 1. Purification fo cathepsin D and its action on actomyosin. Journal of Food Science 33: 59-64.
- Merkel, R.A. 1987. Inorganic constituents. In J.F. Price and B.S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products: Third edition, pp. 125-139, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Miller, J. P. 1991. The use of liquid nitrogen in food freezing. In W. B. Bald (ed.), Food freezing: Today and tomorrow, pp. 157-170. London: Springer-Valag.
- Mountney, G. J. 1966. Poultry products technology. Connecticut: AVI Publishing
- Mullin, J. 1995. Microwave processing. In G.W. Gould (ed.), New methods of food preservation, pp. 112- 134, London: Blackie Academic & Professional.
- Neurath, H., and Bailey, K. 1954. The Proteins. Vol 2. New York: Academic.
- O'Keefe, P. W., Wellington, G. H., Mattick, L. R., and Stouffer, J. R. 1968. Composition of bovine muscle lipids at various carcass locations. Journal of Food Science 33:118-192.
- Onc, K. 1970. Lysosomal-type enzymes in beef longissimus dorsi muscle. Journal of Food Science 35: 256-257.
- Pearson, A.M. 1987. Muscle function and postmortem changes. In J.F. Price and B.S. Schewigert (eds.), The science of meat and meat products: Third edition, pp. 155-191, Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Pedersen, J. W. 1987. Water. In J. F. Price and B. S. Schweigert (eds.), The science of meat and meat products. 3<sup>rd</sup> ed., p. 141, Connecticut: Food & Nutrition press.
- Rampton, J. H., Pearson, A. M., Price, J. F., Hasegawa, T., and Lechowich, R. V. 1970. Effect of microbial growth upon myofibrillar proteins. Journal of Food Science 35: 510-513.

- Reineccius, G. 1994. Flavor and aroma chemistry. In A.M. Pearson and T.R. Dutson (eds.), Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, pp. 184-201, London: Blackie Academic & Professional.
- Reid, D. S. 1983. Fundamental physicochemical aspects of freezing. Food Technology April: 110-115.
- Reid, D. S. 1993. Basic physical phenomena in the freezing and thawing of plant and animal tissues. In C.P. Mallett (ed.), Frozen food technology, pp. 1-19, London: Blackie Academic & Professional.
- Ristic, M. 1984. Shelf life of poultry parts in dependence of time of preparation. In P. Zeuthen et al. (eds.), Thermal processing and quality of foods, pp. 647-652, London: Elsevier Applied Science.
- Rosset, R. 1982. Chilling, freezing and thawing. Meat microbiology, pp. 265-278, London: Applied Science Publisher.
- Sale, P. 1973. Utilisation des micro-ondes pour la decongelation des viandes. Rev. Gen. Froid 64: 345-354. quoted in Daudin, J. D. 1992. Freezing. In J. P. Girard (ed.), Technology of meat and meat products, pp. 5-31, New York: Ellis Horwood.
- Schmidt-Lorenz, W. , and Gutschmidt, J. 1969. Fleischwirtschaft 49: 1033. quoted in Fennema, O. R., Powrie, W. D., and Marth, E. H.1973. Low temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker.
- Schock, D. R., Harrison, D. L., and Anderson, L. L. 1970. Effect of dry and moist heat treatments on selected beef quality factors. Journal of Food Science 35: 195-198.
- Scopes, R. K., In E. J. Briskey, R. G. Cassens, and B. B. Marsh (eds.), The physiology and biochemistry of muscle as a food vol. 2, Madison: Univ. Wisc. Press. quoted in Fennema, O. R., Powrie, W. D., and Marth, E. H.1973. Low temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker.
- Sebranek, J.G. 1982. Use of cryogenics for muscle foods. Food Technology (April 1982): 120-127.
- Seideman, S.C., Cross, H. R., Smith, G. C., and Durland, P. R. 1984. Factor associated with fresh meat color. Journal of Food Quality 6: 211-237.
- Shafer, T. A., Harrison, D. L., and Anderson, L. L. 1973. Effects of end point and oven temperature on beef roasts cooked in oven film bags and open pans. Journal of Food Science 38: 1205-1210.
- Sims, T. J., and Bailey, A. J. 1992. Structural aspects of cooked meat. In D. A. Ledward, D. E. Johnston and M. K. Knight (eds.), The chemistry of muscle-based foods, pp. 106-127, Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Trauberman, L. 1966. Cryogenic: for which products. Food Eng. 38: 86-89. Quoted in Tressler, D.K. 1968. Cryogenic freezing. In D.K. Tressler, W.B. Van Arsdel, and M.J. Copley (eds.), The freezing preservation of foods. Vol. 1, pp. 153-175. Connecticut: AVI Publishing.
- Tressler, D.K. 1968. Cryogenic freezing. In D.K. Tressler, W.B. Van Arsdel, and M.J. Copley (eds.), The freezing preservation of foods. Vol. 1, pp. 153-175. Connecticut: AVI Publishing.

- Wierbicki, E., Tiede, M. G., and Burrell, R. C. 1963. Determining of meat swelling as a method for investigating the waterbinding capacity of muscle proteins with low water holding forces. Fleischwirtschaft 15: 396-408.
- Wong, D. W. S. 1989. Mechanism and theory in food chemistry. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Wright, D. J., Leach, I. B., and Wilding, P. 1977. Differential scanning calorimetric studies of muscle and its constituent proteins. Journal of the Science of Food and Agriculture 28: 557-564.
- Zimmermann, W. J., Olson, O. G., Sandoval, A., and Rust, R. E. 1985. Efficiency of freezing in eliminating infectivity of *Trichinella spiralis* in boxed pork products. Journal of Food Protection 48: 196-199.
- Zinck, O. R. 1984. Nutritional consequences of food freezing. In P. Zeuthen et al. (eds.), Thermal processing and quality of foods, pp. 623-631, London: Elsevier Applied Science.

ภาคผนวก



## ภาคผนวก ก

### วิธีวิเคราะห์และวิธีคำนวณ

#### ก. 1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ AOAC 14.004 (1980)

##### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมซึ่งอบแห้ง และชั่งน้ำหนักไว้แล้ว
2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
3. นำมาทิ้งให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นของตัวอย่างจากสมการ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{[\text{น้ำหนักก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักหลังอบแห้ง}]}{\text{น้ำหนักก่อนอบแห้ง}} * 100$$

#### ก. 2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 2.057 (1980)

##### อุปกรณ์

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit และ Gerhardt Vapodest I

##### สารเคมี

1. สารละลายกรด sulfuric เข้มข้น
2. สารละลายกรด sulfuric ความเข้มข้น 0.1 %
3. สารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้น 50 %
4. สารละลายกรด boric ความเข้มข้น 4 %
5. Catalyst (ส่วนผสมของ  $K_2SO_4$  และ Se ในอัตราส่วน 100:1

##### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อย
2. เติม catalyst 10 กรัม
3. เติมสารละลาย sulfuric เข้มข้น 30 มิลลิลิตร
4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Kjeldatherm จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน

5. กลั่นตัวอย่างที่ข่อยได้ด้วยเครื่อง Vapodest I โดยใช้สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 50 % เป็นตัวทำปฏิกิริยา และเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรด boric ซึ่งเติม methyl red-methylene blue เพื่อใช้เป็น indicator 5-6 หยด
6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรด sulphuric ความเข้มข้น 0.1 N จำนวนปริมาณโปรตีนโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{A * B * 6.25 * 1.4}{C}$$

A = normality ของกรด sulphuric ที่ใช้ไตเตรท -

B = ปริมาตรของกรด sulphuric ที่ใช้ไตเตรท

C = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

### ก. 3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

สำหรับตัวอย่างส่วนเนื้อ

ใช้วิธีของ AOAC 14.0089 (1980)

#### อุปกรณ์

Soxhlet Apparatus

#### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัม แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 โดยห่อ 2 ชั้น
2. ใส่ห่อตัวอย่างลงใน thimble ซึ่งบรรจุในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. เติม petroleum ether เป็นตัวสกัด 100 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิของ silicone oil ซึ่งเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนที่ 150 °C
5. ระเหย petroleum ether ออกจากไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด จำนวน

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

## สำหรับซอสยาคิโคริ

ใช้วิธีของ AOAC 950.54 (1990)

### อุปกรณ์

Mojonnier tube

Desiccator

Water bath

Vacuum or forced air oven

### วิธีทดลอง

1. ผสมตัวอย่างให้เข้ากัน ชั่งน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ใน Mojonnier tube เติม HCl 10 ml. เขย่าให้เข้ากัน นำใส่ลงใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 70 °C แล้วให้ความร้อนต่อจนเดือด คัมต่อ 30 นาที เขย่า tube ทุกๆ 5 นาที นำ tube ออกจาก water bath เติมน้ำจนเต็มส่วนกระเปาะด้านล่าง แต่ไม่ถึงคอคของ tube และทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

2. เติม ether ใน tube 25 ml. เขย่าอย่างรุนแรงมากกว่า 1 นาที แล้วเติม petroleum ether อีก 25 ml. เขย่าอย่างรุนแรงมากกว่า 1 นาที นำ tube ไป centrifuge เพื่อแยก emulsion ที่ความเร็วรอบ 300 rpm 5-10 นาที

3. เตรียม flask อบแห้ง 2 ใบ ปรับน้ำหนักให้เท่ากันด้วย porcelain chips หรือ glass bead ที่อบแห้งที่ 100 °C และทิ้งให้เย็น เก็บ flask ใบหนึ่งเป็นน้ำหนักมาตรฐาน ส่วนอีกใบ รินส่วนใสที่อยู่ด้านบนใน tube ลงใน flask ใช้ ether จำนวนเล็กน้อยชะล้างที่บริเวณปาก tube ลงใน flask

4. สกัดซ้ำตามวิธีในข้อ 2 อีก 2 ครั้ง นำ flask ทั้งสองอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 90 นาที ชั่งน้ำหนักห้กลับเป็นน้ำหนักของไขมันในตัวอย่าง นำมาคำนวณเป็นร้อยละของไขมันทั้งหมด

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

#### ก. 4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ AOAC 7.009 (1980)

##### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัม ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างเผาใน muffle furnace ที่ 600 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก

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

#### ก. 5 การวิเคราะห์ค่า TBA

จากวิธีของ Pearson (1976)

การตรวจสอบการเกิดกลิ่นหืนด้วยวิธีการวัดค่า TBA เป็นการใส่ 2-Thiobarbituric acid ร่วมกับ glacial acetic acid ทำปฏิกิริยากับ malonaldehyde เกิดสารประกอบสีแดง ปริมาณ malonaldehyde ที่วัดได้เป็นดัชนีบ่งถึงความหืนที่เกิดในผลิตภัณฑ์

##### อุปกรณ์

- ชุดกลั่น
- Spectrophotometer

##### สารเคมี

- สารละลาย 2-Thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ใน Glacial acetic acid 90 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร
- สารละลายกรด hydrochloric 4 M.

##### วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 97.5 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรด hydrochloric 4 M. 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. ต่อเข้ากับชุดกลั่น กลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
4. ปิเปตตัวอย่างที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2-Thiobarbituric acid 5 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที ทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำประปาเป็นเวลา 10 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 nm. ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

$$\% \text{ TBA (มิลลิกรัม / กิโลกรัมตัวอย่าง)} = \frac{7.8 * OD. * 10}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ก. 6 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตามวิธีของ Atlas และคณะ (1984)

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ลงใน steriled blender
2. เติม 0.1 peptone water ปริมาตร 90 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย blender เป็นเวลา 2 นาที ได้สารละลาย dilution  $10^{-1}$
4. เจือจางให้ได้ dilution  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$
5. ปิ่เปิดสารละลายเจือจาง  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  และ  $10^{-3}$  1 มิลลิลิตร ลงใน steriled plate โดยปิ่เปิด dilution ละ 2 plate
6. pour plate ด้วย plate count agar
7. บ่มเชื้อที่  $37^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
8. นับ plate ที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี
9. คำนวนและรายงานผลเป็น จำนวนโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

## ภาคผนวก ข

## วิธีใช้เครื่องมือ

ข.1 เครื่อง Texurometer (Lloyd Instrument, T2000)วิธีเตรียมตัวอย่าง

นำยางกัโตรีที่จะทดสอบถอดไม้เอกโดยระวังมิให้เสียโครงสร้าง นำเนื้อยางกัโตรีที่ได้ตัดให้ได้ความยาว 5 ซม. พร้อมทดสอบต่อไป

วิธีใช้

1. ติดตั้งใบมีดตัดเข้ากับ load cell ของเครื่อง texturometer
2. ปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของ load cell เป็น 200 mm./min.
3. ยึดกระดาษกราฟกับเครื่อง recorder ตั้งปรับค่าแรงที่อ่านให้เป็นศูนย์
4. วางตัวอย่างบนแท่นวาง ให้ตัวอย่างอยู่ระหว่างรอยแยกของแท่นวางในแนวยาว
5. กดปุ่ม DOWN เพื่อเลื่อนใบมีดลงตัดตัวอย่างจนกระทั่งขึ้นตัวอย่างขาดและได้กราฟลักษณะแหลมที่เครื่อง recorder กดปุ่ม UP เพื่อเลื่อนใบมีดขึ้นกลับตำแหน่งเดิมพร้อมวัดตัวอย่างต่อไป
6. วัดความสูงของยอดแหลมของกราฟ คำนวณค่าแรงตามค่า factor ที่ตั้งที่เครื่อง texturometer และ เครื่อง recorder ได้ค่าแรงในหน่วย นิวตัน

ข.2 เครื่อง วัดสี (Gretag, SPM50)วิธีใช้

1. เตรียมตัวอย่างพร้อมขอสราด
2. นำแผ่นพลาสติกใสวางบนแท่น และนำเครื่องวัดวางลงบนพลาสติก เพื่อป้องกันขอสเข้าสู่ชิ้นส่วนภายในของเครื่อง
3. นำตัวอย่างวางทาบกับผิวพลาสติก กดปุ่มวัดค่าสี 20 ตำแหน่งต่อหนึ่งตัวอย่าง



## ภาคผนวก ก

## แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

SCORING TEST  
DESCRIPTIVE ANALYSIS

วันที่ ..... ผู้ทดสอบ .....

**คำแนะนำ** ตัวอย่างที่ท่านกำลังจะทดสอบในครั้งนี้ คือ ไก่ย่างเสียบไม้แบบญี่ปุ่น ( ยากิโคริ ) โปรดอาศัยความสามารถด้านประสาทสัมผัสของท่าน ในการอธิบายความแตกต่างของคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนของแต่ละลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

คุณภาพด้าน	รายละเอียด				
1.สี (color)	มีสีแปลกไปจากปกติ เช่น มีสีน้ำตาลเข้ม หรือสีอ่อนผิดปกติ (1-4) มีสีผิดปกติเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ (5-7) มีสีที่ดี ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของยากิโคริ (8-10)				
2.กลิ่น (odour)	มีกลิ่นแปลกปลอมเด่นชัด เช่น กลิ่นคาวหรือกลิ่นหืนหรือกลิ่นอ่อนมาก (1-4) มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อยหรือกลิ่นอ่อน แต่ยังเป็นที่ยอมรับ (5-7) มีกลิ่นหอมเฉพาะของยากิโคริ (8-10)				
3.กลิ่นรส (flavor) (taste & aroma)	มีกลิ่นรสจัดหรืออ่อนเกินไป หรือไม่มีกลิ่นรสเฉพาะของยากิโคริ (1-4) มีกลิ่นรสเฉพาะของยากิโคริเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ (5-7) มีกลิ่นรสอร่อยซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของยากิโคริ (8-10)				
4.ความนุ่มเนื้อ (tenderness)	เนื้อแข็งเหนียว หรือยุ่ยเกินไป ไม่เป็นที่ยอมรับ (1-4) เนื้อแข็งเหนียว หรือยุ่ยเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ (5-7) เนื้อมีความนุ่มพอเหมาะสำหรับลักษณะเฉพาะของยากิโคริ (8-10)				
5.ความชุ่มน้ำ (juiciness)	เนื้อแห้งมากเกินไป (1-4) เนื้อแห้งเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ (5-7) เนื้อมีความชุ่มน้ำพอดี (8-10)				
6.ความชอบรวม (overall acceptability)	ไม่ชอบมากที่สุด, ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบปานกลาง (1-4) ไม่ชอบเล็กน้อย, เฉยๆ, ชอบเล็กน้อย (5-7) ชอบปานกลาง, ชอบมาก, ชอบมากที่สุด (8-10)				

- ข้อเสนอแนะ หรือลักษณะผิดปกติต่างๆ (ถ้าท่านรู้สึกได้)

.....

.....

.....

.....

## ภาคผนวก ง

## วิธีการฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้วิธีการคัดเลือกและฝึกฝนที่ดัดแปลงจาก International Standard Organization (ISO 8586-1) และ วิธีของ Meilgaard, Coville และ Carr (1987) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. **Screening** เป็นขั้นตอนคัดเลือกผู้ที่มีพื้นฐาน ไม่มีโรคประจำตัวที่ขัดขวางการประเมิน และมีเวลาดำรงตลอดการฝึกฝนและการทดลอง โดยใช้แบบสอบถามของ Meilgaard, Coville และ Carr (1987) หน้า 172 คัดเลือกผู้ทดสอบ 40 คน
2. **Training** เป็นขั้นตอนสร้างความคุ้นเคยกับลักษณะผลิตภัณฑ์ยากิโตริปกิติด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ความนุ่มเนื้อ และความชุ่มน้ำ และระบุถึงลักษณะผิดปกติที่สำคัญคือ กลิ่น และกลิ่นรสของความหืน และความนุ่มเนื้อกับความชุ่มน้ำระดับต่างๆ และคัดเลือกแบบสอบถามที่ครอบคลุมลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 **สร้างความคุ้นเคยกับลักษณะปกติ** อธิบายธรรมชาติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วใช้ยากิโตริปกิตีให้ผู้ทดสอบอธิบายลักษณะต่างๆดังกล่าว ในความเข้าใจของคน ประชุมกลุ่มผู้ทดสอบเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

2.2 **แปรลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นหืน** นำยากิโตริแปรลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการแปรเวลาในการย่าง และแปรปริมาณกลิ่นหืน โดยแปรสัดส่วนน้ำมันไก่หืนที่ใช้ เติมเพิ่มในขั้นตอนการหมัก ให้ผู้ทดสอบประเมิน โดยใช้แบบทดสอบ Triangle test และ Ranking test 3 ครั้ง คัดเลือกผู้ทดสอบที่ตอบถูกต้องมากที่สุด 20 คน

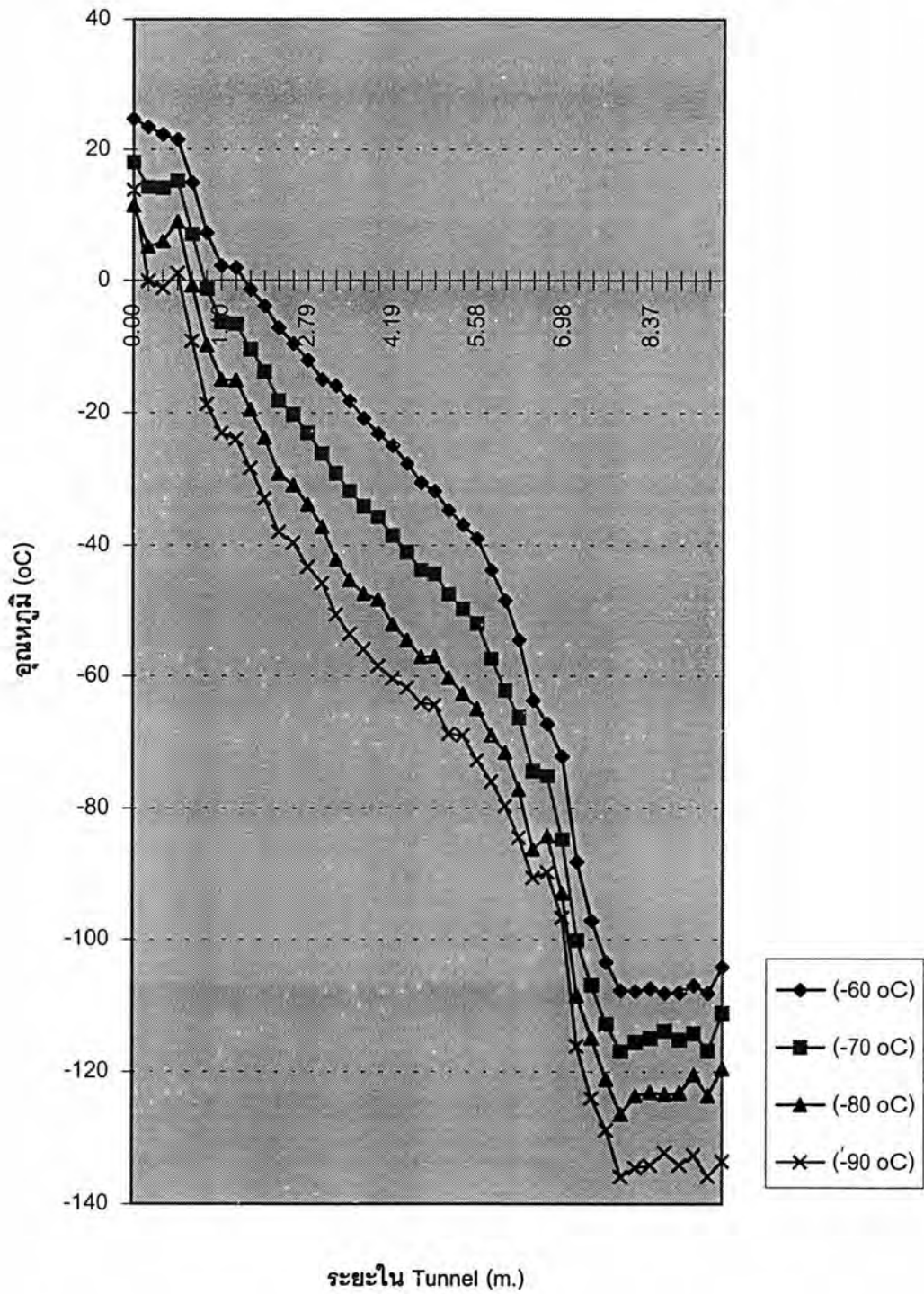
2.3 **คัดเลือกแบบสอบถาม** นำแบบสอบถามชนิด Scaling , Ranking, Hedonic และ Structured Scoring ให้ผู้ทดสอบคัดเลือก หาแบบสอบถามที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลง และนำข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติได้ง่ายที่สุด (ได้แบบสอบถามภาคผนวก ก)

3. **Selecting** เป็นขั้นตอนเลือกผู้ทดสอบอีกครั้งโดยใช้แบบสอบถามที่เลือกมา แปรระดับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และกลิ่นหืนดังกล่าว 6 ระดับ ทำการทดลอง 3 ครั้ง แสดงตัวอย่างในลักษณะสุ่ม นำมาคำนวณความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยผู้ทดสอบที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) สูง หรือการแปรลักษณะผลิตภัณฑ์ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ถือว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัด และไม่ควรถูกเลือกในการทดสอบผลิตภัณฑ์ คัดเลือกผู้ทดสอบที่เหมาะสมได้ 13 คน เป็นผู้ทดสอบตลอดการทดลอง

## ภาคผนวก จ

## การปรับอุณหภูมิจำลองภาวะการแช่เยือกแข็งของเครื่อง Cryo-QUICK™

1. หา temperature profile ของการแช่เยือกแข็งที่สูงสุดที่การตั้งค่า center temperature (CT.) ของ อุโมงค์ลมที่  $-60^{\circ}\text{C}$
2. หา temperature profile ของการเดินเครื่องที่ไม่มีผลิตภัณฑ์ใดๆอยู่ภายใน ตั้งอุณหภูมิ CT. ที่  $-60, -70, -80$  และ  $-90^{\circ}\text{C}$
3. หาผลต่างของอุณหภูมิของแต่ละ temperature profile ที่ระยะต่างๆภายในอุโมงค์ เปรียบเทียบ อุณหภูมิที่แต่ละระยะอุโมงค์ของการตั้ง CT. ที่  $-70, -80$  และ  $-90^{\circ}\text{C}$  กับอุณหภูมิของการตั้ง CT. ที่  $-60^{\circ}\text{C}$
4. นำผลต่างที่ได้จากข้อ 3 ปรับลด temperature profile ของอุโมงค์ที่มีผลิตภัณฑ์ (ข้อ 1) ได้ temperature profile ของอุโมงค์ขณะแช่เยือกแข็งที่การตั้ง CT. ที่  $-60, -70, -80$  และ  $-90^{\circ}\text{C}$  รูป ภาคผนวก จ.1
5. ปรับอุณหภูมิของเครื่อง CryoTest Chamber ให้ได้ลักษณะอุณหภูมิตาม temperature profile ที่ได้ โดยแปรอัตราการลดของอุณหภูมิตามการแปรแปรความเร็วของสายพาน หาเวลาการแช่เยือกแข็ง (อัตราเร็วสายพาน) ที่ทำให้อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของตัวอย่างยาภิโตริเป็น  $-18^{\circ}\text{C}$  พอดี และ ใช้เวลาในการแช่เยือกแข็งที่ได้ในการทดลองข้อ 3.3 และ 3.4
6. แช่เยือกแข็งตัวอย่างโดยใช้ temperature profile ที่ความเร็วสายพานที่หาได้ในข้อ 5 นำตัวอย่าง เปรียบเทียบลักษณะปรากฏในการทดลองข้อ 3.2.5.1



รูปที่ ๑.1 Temperature profile ของอุณหภูมิในเครื่องแช่แข็งด้วย liquid nitrogen ที่การตั้งค่าอุณหภูมิต่างๆ

## ภาคผนวก ก

## ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss, marinade gain weight และ cooking loss ของผลิตภัณฑ์ซากิโตรีคิปีที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS		
		thawing loss	marinade gain wt.	Cooking loss
ความเร็วลม (A)	1	0.294	0.102	18.426
ความเข้มข้น (B)	1	2.504**	0.027	0.851
AB	1	0.660*	0.012	4.763
error	12	0.088	0.663	5.635

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ก.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนด้านความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ซากิโตรีคิปีที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS		
		ความนุ่ม	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.250	0.174	2.507
ความเข้มข้น (B)	1	0.340	0.340	0.007
AB	1	0.007	0.007	0.063
Block	8	0.903*	0.734	4.031**
error	24	0.293	0.418	0.848

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss และ heating loss ของผลิตภัณฑ์ขากิโตริสกจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS	
		thawing loss	heating loss
ความเร็วลม (A)	1	0.010	0.400
ความเข้มข้น (B)	1	0.544	1.351
AB	1	10.033	0.047
error	12	2.721	0.324

ตารางที่ ๑.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ขากิโตริสกได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS				
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.506	0.264	0.756	0.827	0.039
ความเข้มข้น (B)	1	0.306	0.014	0.006	0.352	0.077
AB	1	0.006	0.189	0.506	0.127	0.039
Block	9	1.923**	2.379**	3.612**	1.771*	0.521
error	27	0.254	0.167	0.516	0.602	0.473

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss และ cooking loss ของผลิตภัณฑ์ขากิโตริสกที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศหนึ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS	
		thawing loss	cooking loss
ความเร็วลม (A)	1	0.006	1.205
อุณหภูมิ (B)	1	0.006	5.605
AB	1	0.761	6.566
error	12	0.788	3.375



ตารางที่ ๓.๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS				
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.444	0.085	0.340	0.028	0.085
อุณหภูมิ (B)	1	1.531	0.439	0.125	0.945	0.330
AB	1	0.028	0.085	0.340	0.007	0.085
Block	9	0.726	2.190*	2.344*	0.759	0.842
error	23	0.489	0.810	0.916	0.691	0.763

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss และ heating loss ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS	
		thawing loss	heating loss
ความเร็วลม (A)	1	0.098	0.107
อุณหภูมิ (B)	1	0.761	0.092
AB	1	0.806	0.154
error	12	1.416	0.043

ตารางที่ ๓.๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ที่ความเร็วลม 2.1 และ 1.5 m/s. และการละลายน้ำแข็งด้วย อากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.039	0.077	0.077	0.827	0.400	0.306
อุณหภูมิ (B)	1	0.127	0.039	0.002	0.189	0.625	0.625
AB	1	0.039	0.189	0.264	3.164*	2.756*	3.306*
Block	9	2.884**	2.772**	2.820**	1.445**	1.770**	1.569*
error	27	0.459	0.317	0.230	0.247	0.385	0.505

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า marinade gain weight และ cooking loss ของซากโคโรดิบที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS	
		marinade gain wt.	cooking loss
อุณหภูมิ (A)	1	0.035	1.177
ความเข้มข้น (B)	1	0.345	2.161
AB	1	0.014	0.783
error	12	0.399	4.157

ตารางที่ ๑.๑๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ซากโคโรดิบที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวน ที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS				
		กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
อุณหภูมิ (A)	1	0.127	0.039	0.056	0.225	0.306
ความเข้มข้น (B)	1	0.352	0.039	0.006	0.056	0.006
AB	1	0.002	0.002	1.600*	1.406*	0.025
Block	9	1.710**	1.064**	1.461**	1.281**	1.712**
error	27	0.199	0.327	0.313	0.280	0.505

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.๑๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss ของผลิตภัณฑ์ซากโคโรดิบจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS ของค่า thawing loss
อุณหภูมิ (A)	1	7.049
ความเข้มข้น (B)	1	1.946
AB	1	0.042
error	12	1.574

ตารางที่ ๑.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาคิโตรี  
สุกจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่น  
ไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
อุณหภูมิ (A)	1	0.518	0.189	0.306	0.025	0.506	0.039
ความเข้มข้น (B)	1	0.233	0.189	0.025	1.806	0.625	0.264
AB	1	2.048*	0.039	0.225	0.400	0.306	0.039
Block	9	1.352**	1.549**	3.292**	3.201**	2.878**	3.632**
error	27	0.320	0.213	0.338	0.707	0.521	0.818

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss, marinade gain weight และ cooking loss ของยาคิโตรี  
วิธีที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วย  
อากาศหนึ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS		
		thawing loss	marinade gain wt.	cooking loss
อุณหภูมิ (A)	1	0.334	0.000	2.379
อุณหภูมิอากาศหนึ่ง (B)	1	0.459	0.052	0.005
AB	1	0.013	0.311	1.607
error	12	0.237	0.190	0.943

ตารางที่ ๑.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมของ  
ผลิตภัณฑ์ยาคิโตรีวิธีที่ได้จากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการ  
ละลายน้ำแข็งด้วยอากาศหนึ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS				
		กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.189	0.127	0.039	0.039	0.452
อุณหภูมิอากาศหนึ่ง (B)	1	0.189	0.002	0.564	0.189	0.264
AB	1	2.139	0.564	0.014	0.039	0.452
Block	9	1.390**	1.953**	0.974*	0.793*	1.764**
error	27	0.536	0.282	0.375	0.300	0.542

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss ของผลิตภัณฑ์ซากิโตริสุกจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวนที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS ของค่า thawing loss
อุณหภูมิ (A)	1	1.177
อุณหภูมิอากาศนิ่ง(B)	1	0.235
AB	1	0.044
error	12	0.871

ตารางที่ ๑.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซากิโตริสุกจากการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวน ที่อุณหภูมิ -24 และ -30 °C และการละลายน้ำแข็งด้วย อากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเร็วลม (A)	1	0.014	0.100	0.264	0.189	0.014	0.014
อุณหภูมิอากาศนิ่ง (B)	1	0.039	0.625	0.014	0.264	0.189	0.077
AB	1	0.689	0.006	0.189	0.264	0.564	0.352
Block	9	0.571*	2.353**	1.911**	1.467**	1.175**	1.518*
error	27	0.245	0.341	0.364	0.399	0.406	0.548

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss, marinade gain weight และ cooking loss ของซากิโตริคิที่ได้จากการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS		
		thawing loss	marinade gain wt.	cooking loss
ระดับความเข้มข้น	1	1.968	0.407	0.006
error	10	0.614	0.163	4.551

ตารางที่ ๑.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาคิโตรี คีบผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเข้มข้น	1	0.153	0.153	0.013	0.003	0.113	0.113
Block	9	0.334	0.628*	1.318**	0.656*	1.251**	0.494**
error	9	0.194	0.125	0.096	0.184	0.196	0.057

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss และ heating loss ของผลิตภัณฑ์ยาคิโตรีสุก ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS	
		thawing loss	heating loss
ความเข้มข้น	1	0.012	0.258
error	10	1.833	0.115

ตารางที่ ๑.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาคิโตรีสุก ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และการละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 80 %

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ความเข้มข้น	1	0.028	0.703	0.903	0.800	0.378	2.813
Block	9	0.328	0.836	0.586	1.068	0.598	0.818
error	9	0.264	0.536	0.389	0.633	0.559	0.868

ตารางที่ ๑.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss, marinade gain weight และ cooking loss ของยาคิโตรีดิบที่ได้จากการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว และการละลายน้ำแข็งด้วย อากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS		
		thawing loss	marinade gain wt.	cooking loss
อุณหภูมิอากาศนิ่ง	1	2.521	0.958*	0.000
error	10	0.998	0.172	2.026

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาภิโตริ ดิบผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวและการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
อุณหภูมิอากาศนิ่ง	1	1.800	0.378	0.703*	0.800	1.128	3.613**
Block	9	1.228	1.223**	2.278**	2.006**	2.236**	3.422**
error	9	0.522	0.170	0.106	0.328	0.239	0.251

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )

ตารางที่ ๑.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า thawing loss และ heating loss ของผลิตภัณฑ์ยาภิโตริสุก ผ่านการ แช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวและการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ อุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS	
		thawing loss	heating loss
อุณหภูมิอากาศนิ่ง	1	0.047	1.021*
error	10	0.819	0.161

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาภิโตริสุก ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวและการละลายน้ำแข็งด้วยอากาศนิ่งที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิห้อง

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
อุณหภูมิอากาศนิ่ง	1	0.313*	1.250	1.378*	1.250	2.813	3.003*
Block	9	0.402**	1.300*	1.445**	1.818**	1.758	1.892*
error	9	0.035	0.333	0.267	0.278	0.625	0.378

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

\*\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.01$ )



ตารางที่ ๑.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า heating loss ของยางกิติโรสุก ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่ ลมเป่าแบบสายพานวน และ ไนโตรเจนเหลว ละลายน้ำแข็งด้วยคลื่นไมโครเวฟ และอากาศนิ่ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $-18^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 5 เดือน

SOV	d.f.	MS. ของค่า heating loss
วิธีแช่เยือกแข็ง (A)	2	0.152
วิธีละลายน้ำแข็ง (B)	1	1.008
อายุการเก็บ (C)	5	0.084
AB	2	0.108
AC	10	0.196
BC	5	0.569
ABC	10	0.184
error	36	0.247

ตารางที่ ๑.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความนุ่ม และความชุ่มน้ำ ของยางกิติโรสุก ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $-18^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 5 เดือน และอุ่นจากภาวะเยือกแข็งด้วยไมโครเวฟและน้ำเดือด

SOV	d.f.	MS.			
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชุ่มน้ำ
วิธีอุ่น (A)	1	2.720	0.063	2.195	2.032
อายุการเก็บ (B)	3	1.413	0.930	1.607	0.930
AB	3	0.620	0.099	0.111	0.272
Block	9	0.556	0.971	2.265*	0.605
error	63	0.696	0.623	0.876	0.971

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## ภาคผนวก ข

## รายละเอียดเครื่องแช่เยือกแข็ง

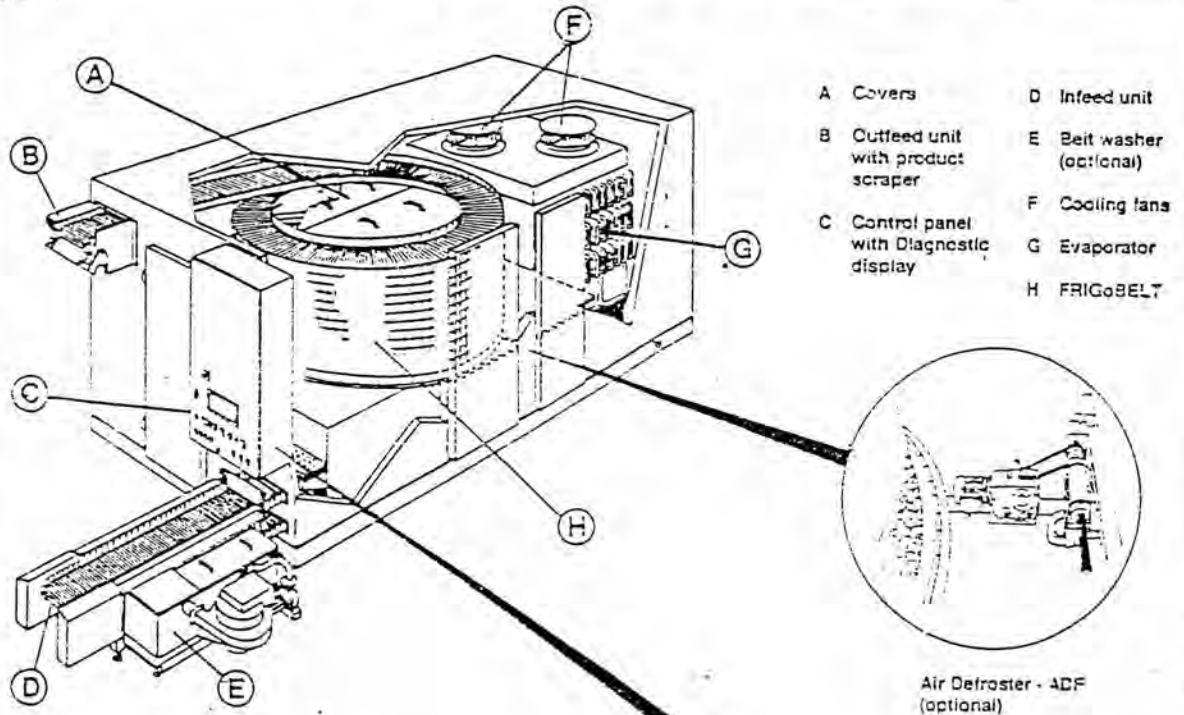
เครื่องแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบคงที่

จำนวนห้องแช่เยือกแข็ง	4 ห้อง
ขนาดห้อง ก*ข*ส	5.00*9.50*3.00 ม.
ความสามารถในการแช่เยือกแข็ง (แต่ละห้อง)	6 ตัน/4 ชม.
อุณหภูมิไวก่อนเข้าแช่เยือกแข็ง	12 °C
อุณหภูมิไวก่หลังเข้าแช่เยือกแข็ง	-22 °C
ความหนาของสินค้า	50 มม.
ขนาดรถเข็น	850*850*1800 มม.
น้ำหนักสินค้า/รถเข็น	324 กก.
เครื่องบันทึกอุณหภูมิ	CHINO (AH 620-WNN) มี sensor 12 ชุด

เครื่องแช่เยือกแข็งลมเป่าแบบสายพานวน (APV)

BELT WIDTH AND TYPE:	457 mm (18") * 3/4" Pitch Omni-grid with B60-16-16 Mesh 304 Stainless steel
EFFECTIVE BELT WIDTH:	407mm
TOTAL BELT LENGTH (APPROX.):	175 m
NUMBER OF DRUMS:	1
NUMBER OF TIERS (PER DRUM):	16
TIER PITCH:	132 mm
MAXIMUM PRODUCT HEIGHT:	50 mm
NUMBER OF EVAPORATOR:	1
EVAPORATOR TYPE:	Galvanised Steel
EVAPORATOR DUTY:	100 Kw
EVAPORATOR DEFROST SYSTEM:	Hot Gas/Water
DEFROST WATER QUANTITY:	Approx 10.5m <sup>3</sup> /h P=0.5 Bar
EVAPORATING TEMPERATURE:	-40 DEG.C
REFRIGERANT:	NH3 Gravity Flooded
CABINET CONSTRUCTION:	Customer Supply
FLOOR FINISH:	Galvanised mild steel
APPROX. OVERALL ENCLOSURE	
DIMENSIONS	Length: 7.44 m.
	Width: 5.00 m.
	Height: 3.51 m.

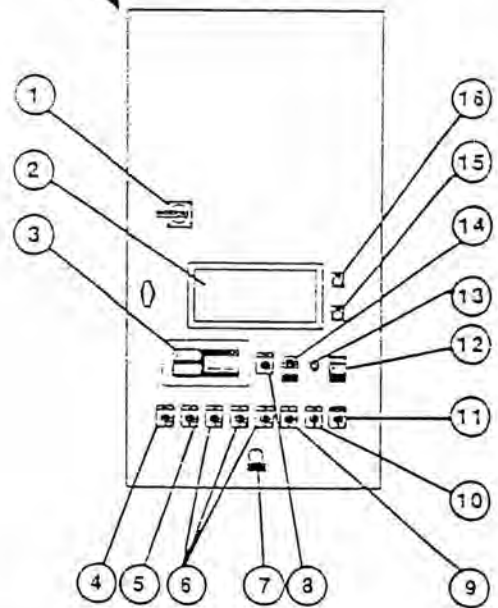
# MAIN COMPONENTS



- |   |                          |
|---|--------------------------|
| A Covers                                | D Infeed unit            |
| B Outfeed unit with product scraper     | E Belt washer (optional) |
| C Control panel with Diagnostic display | F Cooling fans           |
|   | G Evaporator             |
|   | H FRIGOBELT              |

Air Defroster - ADF (optional)

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1 Main switch   | 9 Air defroster switch         |
| 2 Diagnostic display  | 10 Lighting                    |
| 3 Digital displays<br>-Freezing time<br>-Air temperature inside freezer<br>-Evaporating temperature | 11 Product line control switch |
| 4 Belt washer pump switch   | 12 Belt drive hour counter     |
| 5 Belt washer fan switch  | 13 Bleeper                     |
| 6 Cooling fan switches  | 14 Belt speed potentiometer    |
| 7 Emergency stop  | 15 Alarm reset pushbutton      |
| 8 Belt drive switch   | 16 Alarm silence pushbutton    |



รูปที่ ข.1 ภาพแสดงลักษณะเครื่องแช่แข็งลมเป่าแบบสายพานวน

เครื่องแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว (Air Products: Cryo-Quick Tunnel)

ELECTRICAL SUPPLY	3 phase 380 V 50 Hz
TYPICAL LIN SUPPLY PRESSURE	30 psig
DESIGN PRESSURE, LIN PIPEWORK	19 barg
EXHAUST DUCT SIZE	300 mm OD between tunnel body and fan connection
BELT WIDTH	1.22 m.
TUNNEL LENGTH	10 m.
PNEUMATIC SUPPLY	Clean dry instrument air or nitrogen, 300kPa (3.0 bar, 44 psig) max.
LIN CONTROL VALVE PNEUMATIC SUPPLY	
-PRESSURE	140 kPa (1.4 bar, 21 psig)
-FLOW RATE	0.5 m <sup>3</sup> /hour (0.3 cfm)
OXYGEN ANALYSER	
-VENTURI SUPPLY FLOW RATE	2-5 litre/min
-SAMPLE FLOW RATE	1 litre/min normal
-FLOW SENSOR SETTING	75 ml/min
NO. OF SPRAY BAR	4
NO. OF AC NOZZLES PER SPRAY BAR	6

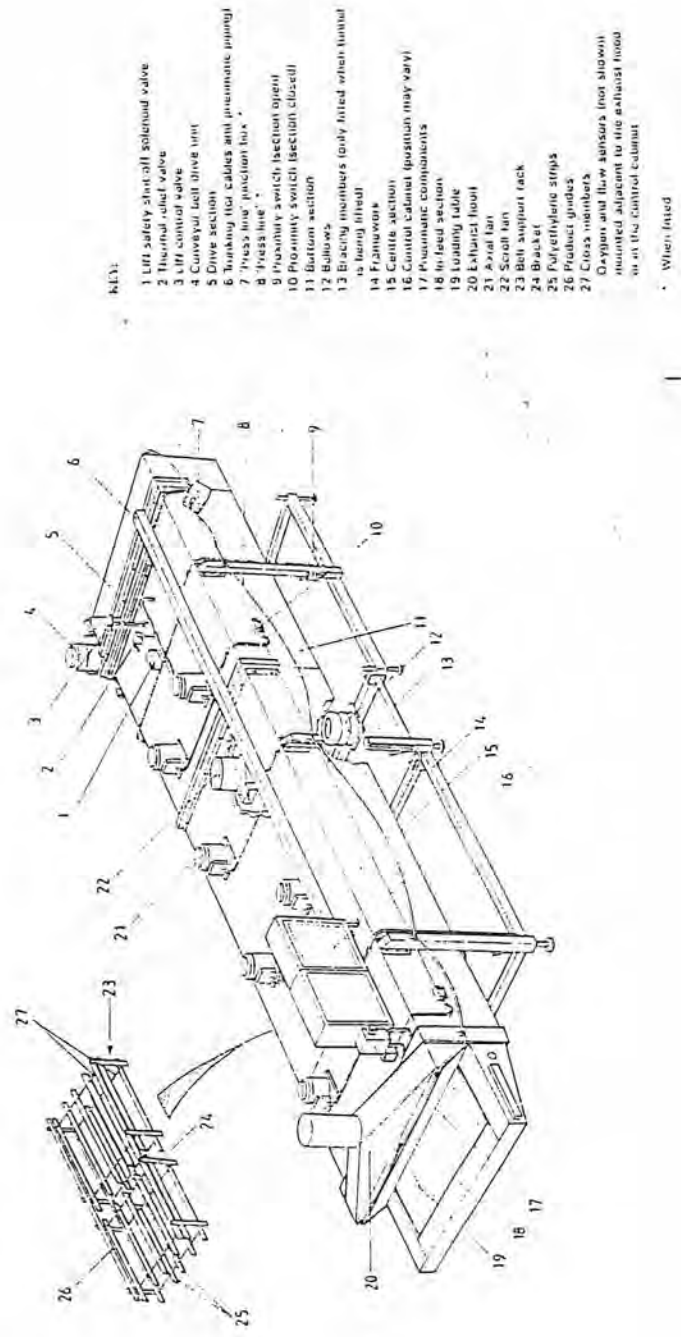
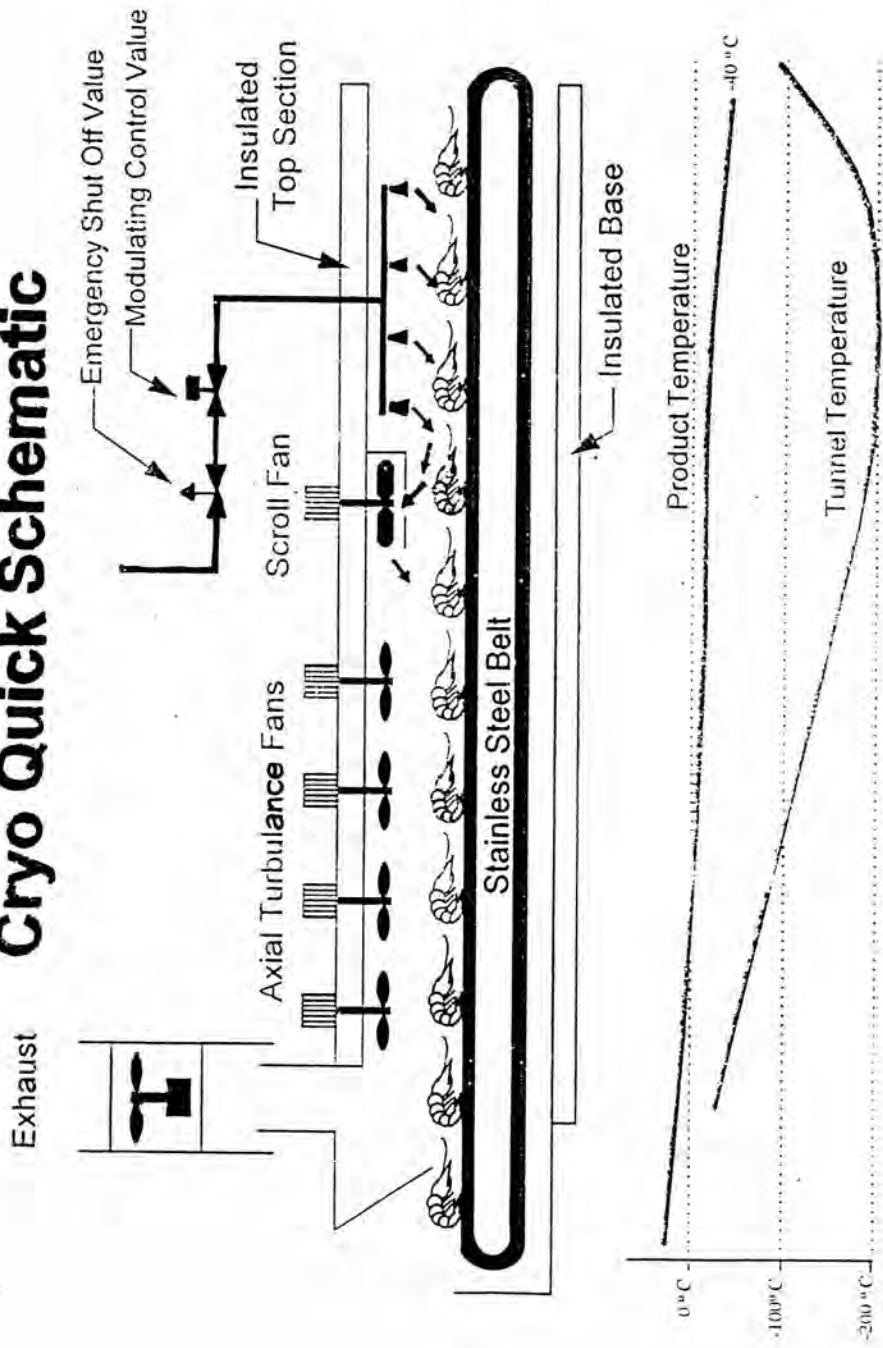


FIGURE 1 TYPICAL FREEZER

รูปที่ ข.2 ภาพแสดงลักษณะเครื่องแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว

# Cryo Quick Schematic



รูปที่ ๓.๓ ภาพแสดงลักษณะการทำงานของเครื่องแช่แข็งด้วยไนโตรเจนเหลว



## ภาคผนวก ช

## ค่า Liquid nitrogen consumption ของผลิตภัณฑ์

เป็นค่าแสดงอัตราส่วน โดยน้ำหนักของการใช้ในโตรเจนเหลวแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ และ  
 ภาวะ ในการลดอุณหภูมิลงจนถึง  $-20^{\circ}\text{C}$

ผลิตภัณฑ์	ช่วงอุณหภูมิที่ลด ( $^{\circ}\text{C}$ )	ค่า Liquid nitrogen consumption <sup>a</sup> (g. liquid nitrogen / g. product)
ผลิตภัณฑ์คิป 5 ไม้ ในถุง HDPE	19.05 ลดถึง $-20.0$	1.44
ผลิตภัณฑ์สุก 5 ไม้ พร้อมซอส	25.14 ลดถึง $-20.0$	1.05
ราคา 50 กรัม ในถุง Nylon/PE		
ถุง HDPE	28.0 ลดถึง $-20.0$	0.26
ถุง Nylon/PE	28.0 ลดถึง $-20.0$	0.04

a ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

## ประวัติผู้เขียน

นาย คม กมลพัฒนะ เกิดวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับ  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2536