รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรูญ คำนวนตา. 2509. การค้นคว้าเรื่องแหนมไทย ตอนที่หนึ่งว่าด้วยจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการในแหนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนะไกรกานต์, วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา และ สุธยา บุญถนอม. 2536ก. จลนพลศาสตร์ของเชื้อบริสุทธิ์ไนเตรทรีดิวซิงแบคทีเรียสำหรับใช้ในการผลิตแหนม. วารสารเกษตร. (กำลังตีพิมพ์)

_____. ลักขณา รุจนะไกรกานต์, วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา และ สุธยา บุญถนอม. 2536ข. จลนพลศาสตร์ของเชื้อบริสุทธิ์แลคติคแบคทีเรียสำหรับใช้ในการผลิตแหนม. วารสารเกษตร. (กำลังตีพิมพ์)

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และอำพัน กันธิยะ. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 1. แหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนม. วารสารเกษตร. 9: 51.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2533. การผลิตแหนม. ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์, อรัญ หันพงศ์กิตติกุล และไพโรจน์ วิริยจารี. 2531. ผลของเชื้อบริสุทธิ์ต่อคุณภาพของแหนมที่ผลิตในฤดูร้อน. วารสารเกษตร. 4: 183.

วรรณา เตียงพิทักษ์ และสาวิตรี ลิ้เจริญผล. 2533. การศึกษาผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถุงบรรจุและฟอสเฟตที่มีต่ออัตราเร็วของการหมักแหนมและศึกษาวิธีการหยุดปฏิกิริยาการหมักในกระบวนการผลิตแหนม. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อและสัตว์ปีก. ใน วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2518. การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการหมักแหนม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุขใจ โสมาฐิติ. 2525. การสำรวจเชื้อที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารในแหนม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2527. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.

อัจฉรา มีวาสนา. 2507. ตารางส่วนประกอบของอาหารพื้นเมือง. วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 6: 113.

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2533. ผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติคต่อซาลโมเนลลาในการหมักแหนม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ, พูลศักดิ์ สัมภาวะผล และไมตรี สุทธจิตต์. 2525. การตรวจหาไนไตรท์ ไนเตรท และไนโตรซามีน ในอาหารชนิดต่างๆในจังหวัดเชียงใหม่โดย Thin-layer chromatography. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ

Acton, J.C., and Dick, R.L. 1975. Improved characteristics for dry fermented turkey sausage. Food Product Devel. 9: 91.

Acton, J.C., and Keller, J.E. 1974. Effect of fermented meat pH on summer sausage properties. J. Milk Food Technol. 37: 570.

Acton, J.C. 1977. The chemistry of dry sausages. In Proc. 30th Ann. Recip. Meat Conf. Am. Meat Sci. Assoc., Auburn, Alabama. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Adams, M.R. 1986. Progress in Industrial Microbiology. In Microorganisms in the Production of Food. Vol.23. Elsevier Science Publishers, B.V., The Netherlands.

AMI. 1982. "Meat facts : A statistical summary about America's largest food industry". Am. Meat Inst., Washington, DC.

Anon. 1964. Slashes smokehouse cure time. Food Eng. 36: 152.

Anon. 1978. "Bactoferment 61, Duploferment 66, Technical Bullentin" Rudolf Muller and Co. Federal Republic of Germany.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. (13rd ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Bacus, J.N., and Brown, W.L. 1981. Use of microbial cultures : Meat products. Food Technol. 35: 74.

_____. and Brown, W.L. 1985a. The pediococci : Meat products. In Gilliand, S.E., ed. Bacterial Starter Cultures for Foods, p.85. CRC Press, Inc., Baca Raton, Florida.

_____. and Brown, W.L. 1985b. The lactobacilli : Meat products. In Gilliland, S.E., ed. Bacterial Starter Cultures for Foods, p.57. CRC Press, Inc., Baca Raton, Florida.

Baran, W.L., and Stevenson, K.E. 1975. Survival of selected pathogens during processing of a fermented turkey sausage. J. Food Sci. 40: 618.

Barber, L.E., and Deibel, R.H. 1972. Effect of pH and oxygen tension on staphylococcal growth and enterotoxin formation in fermented sausage. Appl. Microbiol. 24: 891.

Bate-Smith, E.C. 1948. The physiology and chemistry of rigor mortis with special references to the aging of beef. Adv. Food Res. 1: 1.

Brankova, R., Radeva, M., Dineva, B., Krustev, A., and Barilska, E. 1985. Studies into the possibilities of preparing fast-ripening meat products using starter cultures instead of GDL. In Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers 1985, No.31, 5.29, 463.

Brotsky, E., and Everson, C.W. 1973. Polyphosphate use in meat and

other muscle foods. In Proc. Meat Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst. Washington, DC. อ้างถึงใน ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนในอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Buchanan, R.E., and Gibbons, N.E. 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The Williams and Wilkin Company, Baltimore, USA.

Buchanan, R.E., and Solberg, M. 1972. Interaction of sodium nitrite, oxygen and pH on growth of Staphylococcus aureus. J. Food Sci. 37: 81.

CAST. 1978. Nitrite in meat curing : Risks and benefits. Council for Agricultural Science and Technology. Rep. No.74, March 6.

Christiansen, L.N., Tompkin, R.B., Shaparis, A.B., Johnston, R.W., and Kautter, D.A. 1975. Effect of sodium nitrite and nitrate on Clostridium botulinum growth and toxin production in summer style sausage. J. Food Sci. 40: 488.

Conner, D.E., Scott, V.N., and Bernard, D.T. 1990. Growth, inhibition, and survival of Listeria monocytogenes as affected by acidic conditions. J. Food Prot. 53: 652.

Crosby, N.T., and Sawyer, R. 1976. N-nitrosamines : A review of chemical and biological properties and their estimation in food stuffs. Adv. Food Res. 22: 1.

Daly, C., Chance, M.L., Sandine, W.E., and Elliker, P.R. 1973. Control of Staphylococcus aureus in sausage by starter cultures and chemical acidulation. J. Food Sci. 38: 426.

Deibel, R.H. 1974. Technology of fermented, semi-dried and dried sausages. In Proc. Meat Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst., Washington, DC. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Precessing. Research Studies Press, Ltd., England.

Deibel, R.H., and Niven, C.F., Jr. 1957. Pediococcus cerevisiae : A starter culture for summer sausage. Bacterial. Proc. 14-15.

De Ketelaere, A., Demeyer, D., Vandekerckhove, P., and Vervaeke, I. 1974. Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. J. Food Sci. 39: 297.

Duncan, C.L., and Foster, E.M. 1968. Role of curing agents in the preservation of shelf-stable canned meat products. Appl. Microbiol. 16: 401.

Egbert, W.R., Huffman, D.L., Bradford, D.D., and Jones, W.R. 1992. Properties of low-fat ground beef containing potassiun lactate during aerobic refrigerated storage. J. Food Sci. 57: 1033.

Everson, C.W. 1981. Acidulation. In Proc. Meat Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst. p.95-101.

Everson, C.W., Danner, W.E., and Hammes, P.A. 1970. Bacterial starter cultures in sausage products. J. Agr. Food Chem. 18: 570.

_____. Danner, W.E., and Hammes, P.A. 1974. Process for curing dry and semi-dry sausages. U.S. Patent 3,814,817. Ferderal Register. 1970. 35(193): 15590.

Fox, J.B. Jr., and Thomson, J.S. 1963. Formation of bovine nitrosylmyoglobin. I. pH 4.5-6.5 Biochemistry. 2: 465.

Genigeorgis, C., Foda, M.S., Mantis, A., and Sadler, W.W. 1971. Effect of sodium chloride and pH on enterotoxin C production. Appl. Microbiol. 21: 862.

Geoffrey, C. 1987. Fermented Food of the World - A dictionary and guide. Cambridge University Press, Great Britain.

Geopfert, J.M., and Chung, K.C. 1970. Behavior of salmonella during the manufacture and storage of a fermented sausage product. J. Milk Food Technol. 33: 185.

Gibbs, P.A. 1987. Novel uses for lactic acid fermentation in food

preservation. J. Appl. Bacterial. Symposium Supplement, 51s.

Gilliland, S.E. 1985. Bacterial starter cultures for foods. CRC Press, Inc., Baca Raton, Florida.

Grau, R., Hamm, R., and Baumann, A. 1953. In Pedersen, J.W., Water. p177-197.

Gray, J.I., and Randall, C.J. 1979. The nitrite N-nitrosamine problem in meat and update. J. Food Prot. 42: 168.

Gray, J.I., Reddy, S.K., Price, J.F., Mandagere, A., and Welkens, W.F. 1982. Inhibition of N-nitrosamines in bacon. Food Technol. 36: 39.

Gryczka, A., and Shah, R.B. 1979. Process for the treatment of meat with compositions including M.varians and a lactic acid producing bacteria. U.S. Patent 4,147,807.

Haines, W.C., and Harmon, L.G. 1973a. Effect of variations in conditions of incubation upon inhibition of Staphylococcus aureus by Pediococcus cerevisiae and Streptococcus lactis. Appl. Microbiol. 25: 169.

_____. and Harmon, L.G. 1973b. Effect of selected lactic acid bacteria on growth of Staphylococcus aureus and production of enterotoxin. Appl. Microbiol. 25: 436.

Hamm, R., and Neraal, R. 1977. On the enzymatic breakdown of tripolyphosphate and diphosphate in comminuted meat. XIII. Influence of the breakdown of tripolyphosphate and diphosphate on the water-holding capacity of meat. 2. Lebensm. Unters. Forsh. 164: 243. อ้างถึงใน วรรณา เตียงพิทักษ์ และ สาวิตรี ลี้เจริญผล. 2533. การศึกษาผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถุงบรรจุฟอสเฟตที่มีต่ออัตราเร็วของการหมักแหนม และศึกษาวิธีการหยุดปฏิกิริยาการหมักในกระบวนการหมักแหนม. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Hellendoorn, E.W. 1962. Water-binding capacity of meat as affected by phosphates. I. Influence of sodium chloride and phosphates on the water retention of comminuted meat at various pH values. Food Technol. 16: 119.

Herborg, L., and Johansen, S. 1977. Fish cheese : The preservation of minced fish by fermentation. In Proceedings Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish, Ministry of Fisheries, Denmark. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Hutchings, J.B. 1994. Food Colour and Appearance. Great Britain University Press, Cambridge.

Ivey, F.J., and Robach, M.C. 1978. Effect of sorbic acid and sodium nitrite on Clostridium botulinum outgrowth and toxin production in canned comminuted pork. J. Food Sci. 43: 1782.

Jaruis, B., Rhodes, A.C., and Patel, M. 1979. Proceedings of International Meeting on Food Microbiology and Technology. Medicina Viva Servizio Congressi, Parma, Italy.

Jensen, L.B. 1942. Microbiology of Meats. Urbarna - Champaign, Illinois, Garrard Press, 252 p.

Jensen, L.B., and Paddock, L.S. 1940. Sausage treatment. U.S. Patent 2,225,783.

Kamphake, L., Hannah, S., and Cohen, J. 1967. Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. Water Res. 1: 205.

Kiss, I. 1984. Testing Methods in Food Microbiology. Elsevier, Amsterdam - Oxford.

Klettner, P.G., and Baumgartner, P.A. 1980. The technology of raw dry sausage manufacture. Food Technol. in Australia, 32: 380.

Kotter, L., Palitzsch, A., and Geiger, G. 1969. The use of glucono-delta-lactone in the manufacture of sausage products. FSTA. 1: 78.

Kotter, L., Palizsch, A., and Kundrat, W. 1969. The importance of glucono-delta-lactone in the ripening of dry sausage. FSTA. 1: 1049.

Lee, F.A. 1975. Basic Food Chemistry. The AVI publishing company, INC. West Port, Connecticut, USA.

Lee, I.C., Harmon, L.G., and Price, J.F. 1977. Growth and enterotoxin production by staphylococci in Genoa salami. J. Food Prot. 40: 325.

Lin, H.S., Sebranek, J.G., Galloway, D.E., and Lind, K.D. 1980. Effect of sodium erythorbate and packaging conditions on color stability of sliced bologna. J. Food Sci. 45: 115.

Mahon, J.H. 1961. Tripolyphosphate-salt synergism and its effect on cured meat volume. In Proc. Meat Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst. p.59. Washington, DC.

Maijala, R.L., Eerola, S.H., Aho, M.A., and Hirn, J.A. 1993. The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. J. Food Prot. 56: 125.

Masters, B.A. 1979. Fate of Salmonella inoculated into fermented sausage. In Master's Thesis, Florida University, Gainesville, FL.

Mathey, R. 1980. Effect of different curing aids on nitrite/nitrate breakdown in raw cured meats. FSTA. 12: 237.

Meester, J. 1965. The application of glucono delta lactone in meat products. In 11th European Meeting of Meat Research Workers Beograd.

Meyer, L.H. 1960. Food Chemistry. Reinhold Publishing corporation, NY.

Mihályi, V., and Körmendy, L. 1967. Changes in protein solubility and associated properties during the ripening of Hungarian dry sausages. Food Technol. 21: 1398.

Mill, F., Ginsberg, D.S., Giner, B., Wier, C.E., and Wilson, G.D. 1958. The effect of sodium ascorbate and sodium iso-ascorbate on the quality of frankfurters. Food Technol. 12: 311.

Minolta Camera Co.,Ltd. 1991. Instruction Manual. Minolta Camera Co., Ltd. Japan.

Mirna, A. 1980. Replacement of ascorbic acid or sodium ascorbate by sodium erythorbate. FSTA. 12: 216.

Monagle, C.W., Toledo, R.T., and Saffle, R.L. 1974. Effect of smokehouse temperature, humidity and air velocity on rate of heating and quality of frankfurters. J. Food Sci. 39: 602.

Niinivaara, F.P. 1955. The influence of pure bacterial cultures on aging and changes of the red color of dry sausage. Suomen Maataloustieteelisen Seuran Julkaisuja. Acta. Agr. Fenn. 84:

Niinivaara, F.P., and Pohja, M.S. 1954. Zur theorie der wasserbindung des fleisches. Die Fleischwirtschaft. 6: 192. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Niinivaara, F.P., Pohja, M.S., and Komulainen, S.E. 1964. Some aspects about using bacterial pure cultures in the manufacture of fermented sausages. Food Technol. 18: 25.

Niven, C.F.Jr. 1961. Microbiology of meats. Cir. No.68, Am. Meat Inst. Found, Washington, DC. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Niven, C.F. Jr., Deibel, R.H., and Wilson, G.D. 1958. The AMIF sausage starter culture. Cir. No.41, Am. Meat Inst. Found., Chicago, IL. quoted in Daly, C., Chance, M.L., Sandine, W.E., and Elliker, P.R. 1973. Control of Staphylococcus aureus in sausage by starter cultures and chemical acidulation. J. Food Sci. 38: 426.

Nurmi, E. 1966a. Effect of bacterial inoculations on characteristics and microbial flora of dry sausage. Acta. Agr. Fenn. 108: 1.

_____. 1966b. Studies on the acceleration of the ripening process of dry sausage. In The 12th European Meeting of Meat Research Workers, Sandefjord. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Pairote Wiriyacharee. 1990. The systematic development of a controlled fermentation process using mixed bacterial starter cultures for Nham, a Thai semi-dry sausage. In Doctoral dissertation, Massey Unversity.

Pairote Wiriyacharee, Brook, J.F., Earle, M.D., and Page, G. 1990. The improvement of a traditional Thai fermented pork sausage by use of mixed starter cultures. In Fermentation Technologies : Industrial Applications Conference, Massey University; Palmerston North, New Zealand.

Park, H.S., and Marth, E.H. 1972. Behavior of Salmonella typhimurium in skimmilk during fermentation by lactic acid bacteria. J. Milk Food Technol. 35: 482.

Pate, T.D., Shuler, R.O., and Mandigo, R.W. 1971. The influence of glucono delta lactone on cured ham color and color stability. J. Food Sci. 36: 48.

Pederson, C.S. 1979. Microbiology of Food Fermentations. (2nd ed.). AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.

Pezold, H.V. 1969. Verderben und vorrathaltung von fette und fettprodukte. In Handbuch der Lebensmittelchemie, Vol.IV (Edited by J.Schormuller), Springer Verlag, Berlin. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Pisanu Vichiensanth. 1982. The design of a shelf-stable sausage for Thailand. Master's Thesis, Massey University.

Prescott, S.C., and Dunn, C.G. 1959. Industrial Microbiology. 3rd ed. Mc Graw Hill Book Co., New York.

Price, L.G., and Greene, B.E. 1978. Factors affecting panelist perceptions of cured meat flavors. J. Food Sci. 43: 319.

Price, J.F., and Schweigert, B.S. 1973. The Science of Meat and Meat Products. 2nd ed., W.H. Freeman Co., San Francisco.

Raccach, M. 1986. Lactic acid fermentation using high levels of culture and the fate of Staphylococcus aureus in meat. J. Food Sci. 51: 520.

Raevuori, M. 1975. Effect of nitrite and erythorbate on growth of Bacillus cereus in cooked sausage and in laboratory media. FSTA. 8: 209.

Rhia, W.E.Jr., and Solberg, M. 1975. Clostridium perfringens inhibition by sodium nitrite as a function of pH, inoculum size and heat. J. Food Sci. 40: 439.

Riemann, H., Lee, W.H., and Genigeorgis, C. 1972. Control of Clostridium botulinum and Staphylococcus aureus in semi-preserved meat products. J. Milk Food Technol. 35: 514.

Roberts, T.A., and Ingram, M. 1966. The effect of sodium chloride, potassium nitrate and sodium nitrite on the recovery of heated bacterial spores. J. Food Technol. 1: 147.

Sair, L. 1961. Production of meat emulsions. U.S. Patent 2,992,116.

_____. 1963. Band I of meat curing. In Nation Provisioner, 148: 18.

Salzer, U.J., Broeker, U., Klie, H.F., and Leipe, H.U. 1977. Effect of pepper and pepper constituents on the microflora of sausage products. Fleischwirtschaft. 57: 2011. quoted in Bacus, J.N. 1984. Utilization of Microorganism in Meat Processing. Research Studies Press, Ltd., England.

Schubring, R., and Kuhlmann, W. 1978. Prelimenary studies on application of starter cultures in the manufacture of fish products. Lebensmittel-Industrie, 25: 455.

Sebranek, J.G., Schroder, B.G., Rust, R.E., and Topel, D.G. 1977. Influence of sodium erythorbate on color development, flavor and overall acceptability of frankfurters cured with reduced levels of sodium nitrite. J. Food Sci. 42: 1120.

Sender, J. 1970. The significance of nitrite and nitrite contents of food for the formation of carcinogenic nitrosamines in human stomach. Physiol. Chem. 34: 429.

Shank, J.L., Silliker, J.H., and Harper, R.H. 1962. The effect of nitric oxide on bacteria. Appl. Microbiol. 10: 185.

Skulberg, A. 1966. In E.Nurmi (ed.), Effect of bacterial inoculations on characteristics and microbial flora of dry sausage. Helsinki: Sanoma Osakeyhtio.

Smith, J.L., Huhtanen, C.N., Kissinger, J.C., and Palumbo, S.A. 1975a. Survival of Salmonellae during pepperoni manufacture. Appl. Microbiol. 30: 759.

Smith, J.L., Palumbo, S.A., Kissinger, J.C., and Huhtanen, C.N. 1975b. Survival of Salmonella dublin and Salmonella typhimurium in Lebanon bologna. J. Milk Food Technol. 38: 150.

Smith, L.A., Simons, S.L., Mckeith, F.K., Bechtel, P.J., and Brady, P.L. 1984. Effect of sodium tripolyphospate on physical and sensory properties of beef and pork roasts. J. Food Sci. 49: 1636.

Tanaka, N., Traisman, E.H., Lee, M.H.,Cassens, R.G., and Foster, E.M. 1980. Inhibition of botulinum toxin formation in bacon by acid development. J. Food Prot. 43: 450.

Tompkin, R.B. 1984. Indirect antimicrobial effects in foods : Phosphates. J. Food Safety. 6: 13.

Trout, G.R., and Schmidt, G.R. 1984. The effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef roll. J. Food Sci. 49: 687.

USDA. 1973. Meat and Poultry Inspection Regulations. U.S.Government Printing Office, Washington, DC.

____. 1977. The staphylococcal enterotoxin problem in fermented sausage. Task Force Report. F.S.Q.S., Washington, DC.

Varga, C. 1973. Changes in the pH of pork as depending on the amount of admixtures. FSTA. 5: 200.

Vollmar, E.K., and Melton, C.C. 1981. Selected quality factors and sensory attributes of cured ham as influenced by different phosphate blends. J. Food Sci. 46: 317.

Wagner, M.K., and Busta, F.F. 1983. Effect of sodium acid pyrophosphate in combination with sodium nitrite or sodium nitrite/potassium sorbate on Clostridium botulinum growth and toxin production in beef/pork frankfurter emulson. J. Food Sci. 48: 990.

_____. and Busta, F.F. 1985. Influence of a minimal change in pH on germination of Clotridium botulinum 52 A in media containing sodium acid pyrophosphate and potassium sorbate. J. Food Prot. 48: 693.

Walonick, D.S. 1987. Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.

Wenderdel, B. 1980. Reduction of residual nitrite and nitrate contents of raw dry sausages. FSTA. 12: 205.

William, M.O. 1990. Practical Handbook of Microbiology. CRC Press, Inc. UK.

Zaika, L.L., and Kissinger, J.C. 1982. Fermentation enhancement by spices : Identification of active component. In Proc. 42nd Ann. IFT Meeting, Las Vegas. อ้างถึงใน ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Zaika, L.L., Zell, T.E., Palumbo, S.A., and Smith, J.L. 1978. Effect of spices and salt on fermentation of Lebanon bologna-type sausage. J. Food Sci. 43: 186.

ภาคผนวก ก

วิธีตรวจวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา และการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ก.1 การหาค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และ ความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติค (AOAC, 1984)

สารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ในน้ำกลั่น (ที่ต้มเดือดและทิ้งให้เย็น) ปรับให้ครบ 1 ลิตร
- สารละลายฟีนอลฟ์ธาลีนความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ละลายฟีนอลฟ์ธาลีน 1.0 กรัม ในสารละลายเอทธานอล ความเข้มข้นร้อยละ 90 จำนวน 60 มิลลิลิตร ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
- สารละลายโปแตสเซียมไฮโดรเจนพาธาเลท (สารละลายมาตรฐาน) ละลายเกลือโปแตสเซียมไฮโดรเจนพาธาเลท 2.0 กรัม (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นใน desiccator) ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

- ปั่นแหนมทั้งแท่งให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างที่ speed 1 เป็นเวลา 1 นาที
- สุ่มตัวอย่าง 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน ด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างที่ speed 1 เป็นเวลา 30 วินาที
- วัดค่า pH ด้วย pH meter กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4
- ปิเปตของเหลวที่กรองได้ 100 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สารละลายฟีนอลฟ์ธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (indicator) อ่านปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ คำนวณเป็นความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติคโดยใช้ความสัมพันธ์ที่ว่าปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่ใช้ในการไตเตรทจำนวน 1 มิลลิลิตร มีค่าเทียบเท่าปริมาณกรดแลคติค 0.009008 กรัม

การหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

บิเปตสารละลายมาตรฐาน 25.00 มิลลิลิตร ปรับให้มีปริมาตรประมาณ 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น และไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้ฟีนอลฟ์ธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ อ่านปริมาตรที่ใช้แล้วคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากสมการต่อไปนี้

$$KHC_8H_4O_4 + NaOH \rightleftharpoons KNaC_8H_4O_4 + H_2O$$

ก.2 การตรวจหาปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ (residual nitrite) โดย colorimetric method (AOAC, 1984)

สารเคมี

- สารละลาย NED ละลาย N-1-แนพธิลเอทธิลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ 0.2 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติคความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยปริมาตรจำนวน 150 มิลลิลิตร
- สารละลายซัลฟานิลาไมด์ ละลายสารซัลฟานิลาไมด์ 0.5 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยปริมาตร จำนวน 150 มิลลิลิตร

วิธีการ

- สุ่มตัวอย่างแหนมที่ปั่นละเอียดจำนวน 5 กรัม เติมน้ำกลั่นอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จำนวน 40 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เทใส่ volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร (ที่ทำเครื่องหมายที่ 300 มิลลิลิตรไว้แล้ว) ล้างบีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนแล้วเทรวมลงใน volumetric flask เดียวกัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 300 มิลลิลิตร
- วาง volumetric flask บน steam bath เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เขย่าเป็นครั้งคราว
- ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับให้เป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1
- บิเปตมา 30 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
- บิเปตสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 2.5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask เดียวกัน เขย่าและตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นบิเปตสารละลาย NED 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และปรับให้ครบ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที วัดค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐาน

การทำกราฟมาตรฐาน

- การเตรียมสารละลายไนไตรท์มาตรฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น

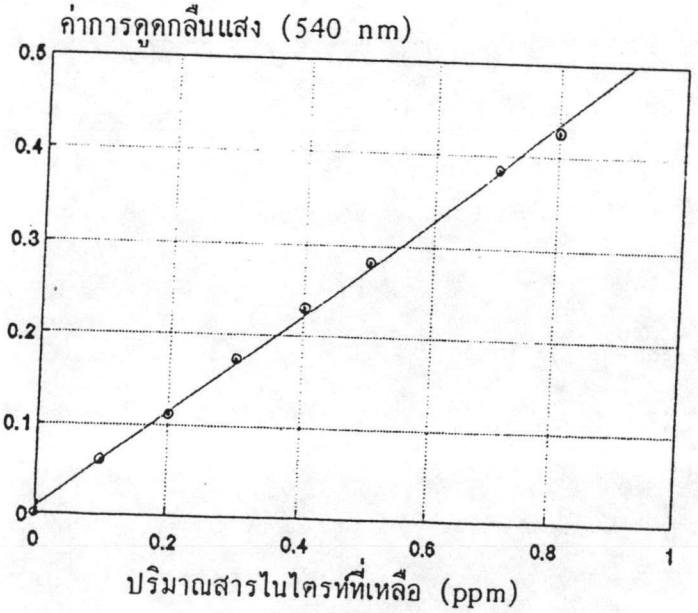
- stock solution ละลายโซเดียมไนไตรท์ 1.0 กรัม ในน้ำ ปรับให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายโซเดียมไนไตรท์ความเข้มข้น 1000 ppm

- intermediate solution เจือจาง stock solution 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น โดยปรับให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายโซเดียมไนไตรท์ความเข้มข้น 100 ppm

- working solution เจือจาง intermediate solution 10 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น โดยปรับให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายโซเดียมไนไตรท์ความเข้มข้น 1 ppm

- ปิเปต working solution ปริมาตร 5 10 15 20 25 30 35 40 45 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร

- ปิเปตสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 2.5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask เดียวกัน เขย่าและตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นปิเปตสารละลาย NED 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และปรับให้ครบ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที วัดค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐาน ซึ่งจะได้กราฟมาตรฐานของสารไนไตรท์ดังรูป



รูป ก.1 กราฟมาตรฐานระหว่าง ความเข้มข้นของสารไนไตรท์ที่เหลือกับค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

จากกราฟรูป ก.1 สามารถหาสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

ปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลือ = 1.8660 x optical density

(residual nitrite,ppm)

ก.3 การตรวจหาปริมาณสารไนเตรทโดย hydrazine reduction method (ประยุกต์จากวิธีของ Kamphake, Hannah, and Cohen, 1967)

สารเคมี

- สารละลายฟีนอล ละลายฟีนอล 4.6 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.45 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 15.6 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลายไฮดราซีนซัลเฟต ละลายไฮดราซีนซัลเฟต 0.725 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลาย ก เตรียมก่อนใช้งานโดยผสมสารละลายฟีนอลและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาตรที่เท่ากัน

- สารละลาย ข เตรียมก่อนใช้งานโดยผสมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายไฮดราซีนซัลเฟตในปริมาตรที่เท่ากัน

- สารละลาย ค ละลายสารซัลฟานิลาไมด์ 1 กรัม ในกรดไฮโรคลอริค (เข้มข้น) 10 มิลลิลิตร และปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- สารละลาย ง (มีอายุประมาณ 1 เดือน) ละลายสาร N-1-แนพธิลเอทธิ-ลีนไดเอมีนไดไฮโดรคลอไรด์ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- อะซิโตน

วิธีการ

- ปิเปตของเหลวที่ได้จากการหาปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ปริมาตร 0.1-10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

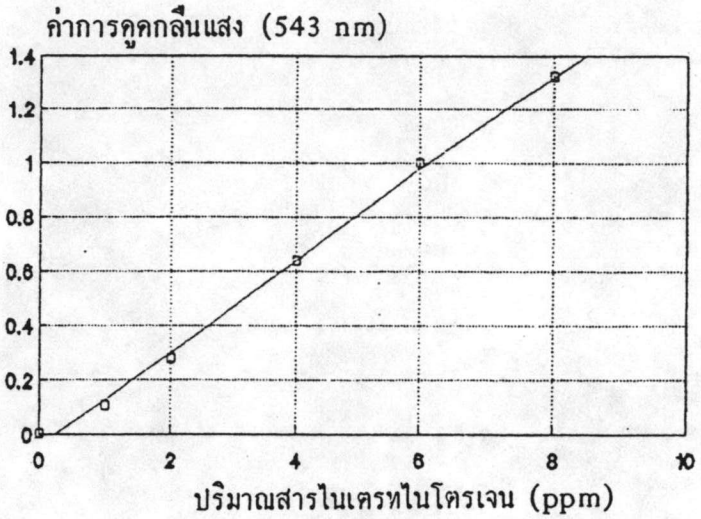
- เติมสารละลาย ก 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย ข 0.25 มิลลิลิตร ปิด

จุกและเขย่าให้เข้ากัน

- เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 15-20 ชั่วโมง ในที่ปราศจากแสง
- เติมอะซิโตน 0.4 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 2 นาที แล้วเติมสารละลาย ค ทิ้งไว้ 2 นาที จากนั้นเติมสารละลาย ง 0.2 มิลลิลิตร ทิ้งให้เกิดสี 5 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร
- เทียบค่าการดูดกลืนแสงที่ได้กับกราฟมาตรฐาน จะได้ปริมาณสารไนเตรทที่ตรวจพบในตัวอย่าง

การทำกราฟมาตรฐาน

- สารละลายไนเตรทมาตรฐาน (stock nitrate solution) เตรียมโดยอบโปแตสเซียมไนเตรทในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วละลายสารดังกล่าว 0.7218 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายไนเตรทความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
- ปิเปตสารละลายไนเตรทมาตรฐานปริมาตร 0.0 0.25 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 และ 4.0 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
- เติมสารละลายทั้งหมดตามวิธีการข้างต้น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
- วัดค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร ซึ่งจะได้กราฟมาตรฐานของสารไนเตรทดังรูป



รูป ก.2 กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารไนเตรทไนโตรเจนกับค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

จากกราฟรูป ก.2 สามารถหาสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ปริมาณสารไนเตรทไนโตรเจน = 5.8666 x optical density

ก.4 การหาค่าสีของผลิตภัณฑ์

วิธีการ

- ปั่นแหนมทั้งแท่งให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างที่ speed 1 เป็นเวลา 1 นาที
- ถ่ายตัวอย่างลงบนจานเพาะเชื้อ (petri dish) เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ
- วัดสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี chromameter ในระบบ CIE (L^*, a^*, b^*)

ก.5 การหาค่าแรงกดและแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์

วิธีการ

- เตรียมตัวอย่างโดยใช้ใบมีดตัดให้มีความยาว 2 เซนติเมตร เท่าๆกัน
- วัดค่าแรงกดด้วยเครื่อง material testing ซึ่งกำหนดความเร็วที่ 200 มิลลิเมตรต่อนาที และระยะในการกดเป็น 10 มิลลิเมตร โดยวางตัวอย่างในแนวตั้งให้พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างสัมผัสกับแท่นทดสอบ
- วัดค่าแรงตัดขาดด้วยเครื่อง material testing ซึ่งกำหนดความเร็วที่ 200 มิลลิเมตรต่อนาที และให้ใบมีดตัดตัวอย่างตามขวางจนขาด โดยวางตัวอย่างในแนวนอนให้ด้านยาวของตัวอย่างสัมผัสกับแท่นทดสอบ

ก.6 การหาปริมาณจุลินทรีย์พวก Enterobacteriaceae (Kiss, 1984)

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto violet red bile agar

Bacto yeast extract	3	กรัม
Bacto peptone	7	กรัม
Bacto bile salt No.3	1.5	กรัม
Bacto lactose	10	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
วุ้น	15	กรัม
Neutral red	0.03	กรัม
Bacto crystal violet	0.002	กรัม

การเตรียม

- เตรียมสารละลายกลูโคส ความเข้มข้นร้อยละ 10 ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส (ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที
- ละลายส่วนผสมทั้งหมดในสารละลายกลูโคส ปริมาตร 1 ลิตร ที่เตรียมไว้ นำไปต้มให้เดือดเพื่อให้เกิดการละลายที่สมบูรณ์ แต่อย่าให้เดือดเกิน 2 นาที และห้ามฆ่าเชื้อ
- ทิ้งให้มีอุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปใช้งาน

วิธีการ

- ชั่งตัวอย่าง 50.0 กรัม ใส่ในถุงปราศจากเชื้อ เติมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 2 นาที

- ปิเปตตัวอย่างในระดับความเจือจางที่เหมาะสม 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เลี้ยงเชื้อด้วยวิธี pour plate และเมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวแล้วให้ปิดทับอีกชั้นด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อเดียวกัน (layer plate)

- บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อที่มีโคโลนีสีชมพู

ก.7 การหาปริมาณ Staphylococcus aureus (Kiss, 1984)

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto Baird - Parker agar base

Bacto tryptone	10	กรัม
Bacto beef extract	5	กรัม
Bacto yeast extract	1	กรัม
Glycine	12	กรัม
Sodium pyruvate	10	กรัม
Lithium chloride	5	กรัม
วุ้น	15	กรัม

การเตรียม

- ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 950 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด และฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส

- เตรียม egg yolk emulsion โดยผสมไข่แดงกับน้ำเกลือที่ปราศจากเชื้อในอัตราส่วน 3:7 โดยปริมาตร ปิเปตมา 50 มิลลิลิตร ผสมกับ potassium tellurite ความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส

- ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อ 95 มิลลิลิตร กับ egg yolk emulsion ที่มี potassium tellurite 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เทลงจานเพาะเชื้อ เปิดฝาให้ผิวหน้า

อาหารเลี้ยงเชื้อแห้งภายใต้แสง ultraviolet (UV) ในเครื่องเขี่ยเชื้อปลอดโรค เก็บไว้ใช้งานได้

วิธีการ

- ปิเปตของเหลวที่เตรียมไว้ในข้อ ก.6 ความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ อาศัยเทคนิคการ spread plate ในการหาจำนวนเชื้อ S.aureus
- บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีสีดำ วาว มีขอบขาว และให้ clear zone
- ทดสอบเอนไซม์ที่เชื้อสร้างขึ้นกับ plasma ซึ่งผลบวกจะทำให้ plasma แข็งตัว

ก.8 การหาปริมาณ Salmonella sp. (AOAC, 1984 และอดิศร เสวตวิวัฒน์, 2533)

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto trypticase soy broth (TSB)

Bacto tryptone	17	กรัม
Bacto soytone	3	กรัม
Bacto dextrose	2.5	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Dipotassium phosphate	2.5	กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร ปิเปตใส่หลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร และฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที เก็บไว้ใช้งานได้

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto selenite cystine broth

Bacto tryptone	5	กรัม
Bacto lactose	4	กรัม
Disodium phosphate	10	กรัม

Sodium acid selenite	4	กรัม
L-cystine	0.01	กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 10 นาที บิเปต ใส่หลอดทดลองที่ปราศจากเชื้อ 9 มิลลิลิตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อ เก็บไว้ใช้งานได้ (ควรเตรียมในวันที่ต้องการใช้)

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto bismuth sulfite agar

Bacto beef extract	5	กรัม
Bacto peptone	10	กรัม
Bacto dextrose	5	กรัม
Disodium phosphate	4	กรัม
Ferrous sulphate	0.3	กรัม
Bismuth sulfite indicator	8	กรัม
ผงวุ้น	20	กรัม
Bacto brilliant green	0.025	กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 1-2 นาที แล้วทิ้งให้มีอุณหภูมิประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส เทใส่จานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เปิดฝาให้ผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแห้งภายใต้แสง UV ในเครื่องเขี่ยเชื้อปลอดโรค เก็บไว้ใช้งานได้

ส่วนประกอบ อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto triple sugar iron agar

Bacto beef extract	3	กรัม
Bacto yeast extract	3	กรัม
Bacto peptone	15	กรัม
Proteose peptone	5	กรัม
Bacto dextrose	1	กรัม
Bacto lactose	10	กรัม

Bacto sucrose	10	กรัม
Ferrous sulfate	0.2	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Sodium thiosulfate	0.3	กรัม
ผงวุ้น	12	กรัม
Bacto phenol red	0.024	กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดและแบ่งใส่หลอดทดลอง ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จะได้อาหารสีแดง ทิ้งให้เย็นในรูปของ slant และตั้งตรง เก็บไว้ใช้งานได้

ส่วนผสม อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto lysine decarboxylase broth

Bacto peptone	5	กรัม
Bocto yeast extract	3	กรัม
Bacto dextrose	1	กรัม
Bacto brom cresol purple	0.02	กรัม
L-lysine	5	กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดและแบ่งใส่หลอดทดลอง ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จะได้อาหารสีม่วง เก็บไว้ใช้งานได้

ส่วนผสม อาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto urea agar base

Bacto peptone	1	กรัม
Bacto dextrose	1	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Potassium phosphate, monobasic	2	กรัม
Urea	20	กรัม

Bacto phenol red 0.012 กรัม

การเตรียม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อด้วยการกรอง แล้วเติมลงในสารละลายวุ้น (วุ้น 15 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที) ที่มีอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ด้วยวิธีปลอดเชื้อ เขย่าให้เข้ากันจะได้อาหารสีส้มแดง ทิ้งให้เย็นในรูปของ slant เก็บไว้ใช้งานได้

การเตรียม

Bacto differentiation disk ONPG (O-nitrophenol beta-D-galactopyranoside) ควรเตรียมก่อนใช้งาน โดยหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ลงบน ONPG ในหลอดทดลอง

วิธีการ

- ปิเปตของเหลวที่เตรียมไว้ในข้อ ก.6 ความเจือจาง $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$ ใส่ใน trypticase soy broth ความเจือจางละ 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตรบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง
- ถ่ายเชื้อจาก tripticase soy broth ใส่ใน selenite cystine broth หลอดละ 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง
- ถ่ายเชื้อจาก selenite cystine broth ลงบน bismuth sulfite agar โดยวิธี streak plate บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง หลอดที่ผลบวกจะให้โคโลนีสีดำ ขาว และรอบโคโลนีมีสีดำ
- ทำ confirm test (biochemical test) โดยเขี่ยโคโลนีที่ให้ผลบวกลงในอาหารต่อไปนี้ แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ซึ่งผลบวกของ Salmonella sp. จะมีดังนี้

ใน triple sugar iron agar จะให้ slant สีแดง และ butt สีเหลือง

ใน lysine decarboxylase broth จะทำให้อาหารเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม

ใน urea agar base อาหารจะไม่เปลี่ยนสี

บน differentiation ONPG disk จะไม่เปลี่ยนสี

- นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก แล้วนำไปเทียบกับตาราง MPN (most propable number) ชนิด 3 หลอด (AOAC ,1984)

ก.9 แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนม

ชื่อ_____ วันที่_____

โปรดทำเครื่องหมายเส้นตรงตามขวาง "|" ให้ตั้งฉากกับเส้นสเกลแนวนอนที่ให้ไว้ เพื่อแสดงตำแหน่งที่ท่านได้ให้กับตัวอย่างแต่ละตัวอย่างในลักษณะนั้นๆ ตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด และกรุณาเขียนรหัสแต่ละตัวอย่างกำกับเส้นตรงที่ท่านเขียนด้วย

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสครั้งนี้ ท่านจะได้รับผลิตภัณฑ์ 2 ชุด โดยทั้งสองชุดให้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แหนมในจิตนาการของท่าน ซึ่งแทนด้วยเครื่องหมาย "I" และกำกับไว้ให้แล้วบนสเกล

<u>ลักษณะของผลิตภัณฑ์แหนม</u>

ชุดที่ 1

1. สี แดงเข้ม ชมพูอ่อน
2. ความแน่นเนื้อ ร่วน แน่นมาก
3. ความชุ่มน้ำ ไม่ชุ่มน้ำ ชุ่มน้ำมาก
4. ความเปรี้ยว ไม่เปรี้ยว เปรี้ยวมาก
5. การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์

ไม่ยอมรับมากที่สุด ยอมรับมากที่สุด

ชุดที่ 2

1. สี แดงเข้ม ชมพูอ่อน
2. ความแน่นเนื้อ ร่วน แน่นมาก
3. ความชุ่มน้ำ ไม่ชุ่มน้ำ ชุ่มน้ำมาก
4. ความเปรี้ยว ไม่เปรี้ยว เปรี้ยวมาก
5. การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์

ไม่ยอมรับมากที่สุด ยอมรับมากที่สุด

ขอขอบคุณที่ได้เสียสละเวลาในการให้ความร่วมมือในครั้งนี้ ข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์มากในการศึกษาวิจัยต่อไป

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตาราง ข.1 จำนวนเซลเฉลี่ยของเชื้อ M.varians ในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI ที่มีความเข้มข้นของ GDL ระดับต่างๆ ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ M.varians เฉลี่ย (log CFU/ml) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ชุดควบคุม	0.25% GDL	0.50% GDL	0.75% GDL	1.00% GDL
0	6.63±0.04	6.60±0.16	6.54±0.07	6.48±0.17	6.59±0.00
4	6.98±0.00^{b}	7.07±0.04^{a}	6.75±0.01^{c}	6.50±0.06^{d}	6.54±0.03^{d}
8	8.00±0.01^{b}	8.09±0.02^{a}	6.89±0.01^{c}	6.50±0.06^{d}	6.50±0.05^{d}
12	8.20±0.05^{a}	8.07±0.02^{b}	6.80±0.03^{c}	6.50±0.01^{d}	6.46±0.03^{d}
20	8.43±0.04^{a}	8.26±0.02^{b}	7.10±0.04^{c}	6.40±0.05^{d}	6.42±0.02^{d}
28	8.28±0.00^{a}	8.13±0.05^{b}	6.93±0.01^{c}	6.46±0.02^{d}	6.27±0.00^{e}
36	8.14±0.09^{a}	8.10±0.08^{a}	6.96±0.03^{b}	6.26±0.01^{c}	6.19±0.01^{c}
48	8.14±0.09^{a}	8.14±0.02^{b}	6.93±0.07^{b}	6.25±0.00^{c}	6.14±0.01^{c}

อักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวนอนที่ช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.2 (ก) (ข) ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติคตามลำดับ ของเชื้อ L.plantarum ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ที่มีความเข้มข้นของ GDL ระดับต่างๆในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

(ก)

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ชุดควบคุม	0.25% GDL	0.50% GDL	0.75% GDL	1.00% GDL
0	6.10 ± 0.19^{a}	5.64 ± 0.12^{b}	5.25 ± 0.07^{c}	4.96 ± 0.06^{d}	4.74 ± 0.05^{d}
4	5.09 ± 0.03^{a}	4.98 ± 0.01^{b}	4.84 ± 0.01^{c}	4.72 ± 0.01^{d}	4.58 ± 0.02^{e}
8	4.28 ± 0.02	4.26 ± 0.01	4.28 ± 0.02	4.27 ± 0.01	4.28 ± 0.01
12	3.98 ± 0.01	3.98 ± 0.02	3.97 ± 0.03	4.00 ± 0.02	4.04 ± 0.02
18	3.78 ± 0.01	3.80 ± 0.01	3.80 ± 0.01	3.82 ± 0.02	3.86 ± 0.04
24	3.76 ± 0.01	3.76 ± 0.01	3.77 ± 0.03	3.78 ± 0.04	3.81 ± 0.04

(ข)

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ชุดควบคุม	0.25% GDL	0.50% GDL	0.75% GDL	1.00% GDL
0	0.12 ± 0.01^{e}	0.20 ± 0.00^{d}	0.31 ± 0.00^{c}	0.42 ± 0.00^{b}	0.54 ± 0.00^{a}
4	0.42 ± 0.00^{e}	0.47 ± 0.00^{d}	0.53 ± 0.00^{c}	0.60 ± 0.01^{b}	0.69 ± 0.00^{a}
8	1.00 ± 0.01^{b}	1.03 ± 0.01^{a}	1.03 ± 0.00^{a}	1.00 ± 0.01^{b}	0.97 ± 0.00^{c}
12	1.40 ± 0.01^{b}	1.44 ± 0.02^{a}	1.38 ± 0.02^{b}	1.33 ± 0.01^{c}	1.30 ± 0.01^{c}
18	1.78 ± 0.00^{a}	1.77 ± 0.01^{a}	1.76 ± 0.00^{a}	1.73 ± 0.00^{b}	1.66 ± 0.00^{c}
24	1.90 ± 0.02^{a}	1.90 ± 0.00^{a}	1.90 ± 0.01^{a}	1.88 ± 0.01^{a}	1.83 ± 0.00^{b}

อักษร a-e แตกต่างกันในแนวนอนของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.3 (ก) (ข) ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติคตามลำดับของเชื้อ P.cerevisiae ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ที่มีความเข้มข้นของ GDL ระดับต่างๆในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

(ก)

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ชุดควบคุม	0.25% GDL	0.50% GDL	0.75% GDL	1.00% GDL
0	6.20 ± 0.01^{a}	5.73 ± 0.03^{b}	5.30 ± 0.01^{c}	5.01 ± 0.01^{d}	4.77 ± 0.03^{e}
4	5.86 ± 0.01^{a}	5.48 ± 0.02^{b}	5.16 ± 0.08^{c}	4.92 ± 0.04^{d}	4.74 ± 0.01^{e}
8	5.04 ± 0.02^{a}	$4.90\pm0.14^{a,b}$	$4.80\pm0.07^{b,c}$	$4.68\pm0.03^{c,d}$	4.55 ± 0.07^{d}
12	4.34 ± 0.03	4.30 ± 0.01	4.32 ± 0.03	4.34 ± 0.01	4.29 ± 0.03
18	4.00 ± 0.01^{a}	4.00 ± 0.01^{a}	4.00 ± 0.02^{a}	4.05 ± 0.01^{b}	4.06 ± 0.01^{b}
24	3.91 ± 0.01	3.91 ± 0.03	3.92 ± 0.01	3.94 ± 0.03	3.96 ± 0.02

(ข)

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ชุดควบคุม	0.25% GDL	0.50% GDL	0.75% GDL	1.00% GDL
0	0.12 ± 0.01^{e}	0.20 ± 0.00^{d}	0.31 ± 0.01^{c}	0.43 ± 0.01^{b}	0.54 ± 0.01^{a}
4	0.18 ± 0.00^{e}	0.26 ± 0.01^{d}	0.37 ± 0.00^{c}	0.47 ± 0.00^{b}	0.60 ± 0.01^{a}
8	0.43 ± 0.01^{e}	0.49 ± 0.00^{d}	0.55 ± 0.00^{c}	0.65 ± 0.01^{b}	0.71 ± 0.00^{a}
12	0.92 ± 0.02	0.96 ± 0.00	0.96 ± 0.00	0.95 ± 0.00	0.94 ± 0.02
18	1.32 ± 0.02^{a}	1.34 ± 0.01^{a}	1.35 ± 0.01^{a}	1.27 ± 0.00^{b}	1.23 ± 0.00^{c}
24	$1.50\pm0.00^{a,b}$	1.52 ± 0.01^{a}	1.47 ± 0.00^{b}	1.42 ± 0.00^{c}	1.36 ± 0.03^{d}

อักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวนอนของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.4 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	6.38±0.01^{a}	6.38±0.01^{a}	4.93±0.01	4.83±0.16	4.54±0.01
ชุดควบคุม+M. varians	6.36±0.01^{ab}	6.16±0.03^{b}	5.03±0.03	4.80±0.14	4.53±0.04
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	6.34±0.02^{bc}	6.38±0.01^{a}	5.25±0.35	4.82±0.03	4.46±0.01
กรดแลคติค	5.83±0.01^{f}	5.85±0.03^{c}	5.17±0.03	4.82±0.01	4.60±0.01
กรดแลคติค+M. varians	5.83±0.03^{f}	5.86±0.01^{c}	5.09±0.01	4.84±0.01	4.52±0.03
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	5.90±0.01^{e}	5.86±0.08^{c}	5.05±0.07	4.80±0.06	4.46±0.01
GDL	6.08±0.01^{d}	5.52±0.04^{d}	5.03±0.04	4.84±0.01	4.57±0.03
GDL+M. varians	6.08±0.01^{d}	5.50±0.01^{d}	5.13±0.04	4.88±0.03	4.60±0.14
GDL+หัวเชื้อผสม	6.08±0.01^{d}	5.51±0.01^{d}	5.27±0.01	4.79±0.03	4.43±0.01

อักษร a-f ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.5 ค่าแรงกด (compression force) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าแรงกดเฉลี่ย (นิวตัน) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	4.21 ± 0.33^{e}	10.31 ± 0.31^{df}	18.67 ± 0.34^{e}	25.25 ± 0.36^{d}	32.58 ± 0.46^{b}
ชุดควบคุม+M.varians	4.81 ± 0.19^{d}	10.00 ± 0.46^{f}	21.56 ± 0.27^{d}	27.54 ± 0.46^{b}	28.66 ± 0.53^{c}
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	5.94 ± 0.60^{b}	10.56 ± 0.32^{bd}	25.50 ± 0.40^{a}	26.27 ± 0.62^{c}	32.83 ± 0.33^{b}
กรดแลคติค	6.75 ± 0.25^{a}	9.28 ± 0.31^{gh}	14.38 ± 0.33^{g}	20.56 ± 0.20^{e}	18.74 ± 0.33^{f}
กรดแลคติค+M.varians	5.52 ± 0.50^{bc}	7.44 ± 0.31^{e}	12.77 ± 1.10^{h}	14.67 ± 0.32^{f}	18.38 ± 0.34^{f}
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	6.64 ± 0.34^{a}	9.73 ± 0.46^{fg}	16.61 ± 0.18^{f}	20.03 ± 0.65^{e}	21.39 ± 0.34^{e}
GDL	4.88 ± 0.50^{d}	10.71 ± 0.40^{cd}	24.50 ± 0.92^{b}	25.76 ± 0.59^{cd}	34.71 ± 0.51^{a}
GDL+M.varians	5.27 ± 0.41^{cd}	11.03 ± 0.49^{bc}	23.51 ± 0.60^{c}	25.34 ± 0.70^{d}	28.83 ± 0.66^{c}
GDL+หัวเชื้อผสม	5.01 ± 0.46^{cd}	11.26 ± 0.44^{a}	25.47 ± 0.36^{a}	31.44 ± 0.27^{a}	30.81 ± 0.57^{d}

อักษร a-h ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.6 ค่า a^* เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่า a^* เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	6.25±0.41^{f}	9.57±0.49^{e}	11.19±0.12^{e}	11.32±0.18^{hk}	12.07±0.59^{ef}
ชุดควบคุม+M. varians	7.48±0.20^{e}	9.45±0.32^{e}	11.65±0.19^{be}	11.85±0.23^{cfg}	12.34±0.23^{de}
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	7.23±0.67^{e}	9.23±0.22^{e}	11.45±0.23^{ce}	11.41±0.50^{ghj}	11.74±0.28^{f}
กรดแลคติค	12.49±0.38^{a}	11.83±0.23^{a}	13.06±0.37^{a}	11.67±0.73^{dgh}	12.81±0.06^{ac}
กรดแลคติค+M. varians	11.46±0.38^{b}	11.34±0.56^{c}	11.30±1.30^{de}	11.04±0.29^{ijk}	12.48±0.10^{cd}
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	10.78±0.21^{c}	11.40±0.12^{b}	12.65±2.23^{ab}	11.47±0.15^{efhi}	12.84±0.23^{bc}
GDL	6.58±0.35^{f}	10.73±0.16^{d}	12.25±0.28^{abcd}	12.70±0.13^{ab}	12.73±0.20^{c}
GDL+M. varians	6.30±0.29^{f}	10.76±0.28^{d}	12.48±0.62^{abc}	11.93±0.28^{cde}	12.48±0.37^{cd}
GDL+หัวเชื้อผสม	8.47±0.88^{d}	10.84±0.15^{d}	11.78±0.25^{de}	12.70±0.30^{b}	13.13±0.21^{ab}

อักษร a-k ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.7 ค่า b^* เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่า b^* เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	13.91 ± 0.68^{a}	11.52 ± 0.30^{bc}	11.59 ± 0.41^{ad}	10.53 ± 0.93	10.32 ± 0.46
ชุดควบคุม+M. varians	12.71 ± 1.28^{d}	11.73 ± 0.08^{b}	11.27 ± 0.73^{cde}	9.92 ± 0.67	10.26 ± 0.78
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	13.68 ± 0.33^{ac}	11.26 ± 0.42^{cd}	11.12 ± 0.38^{cdg}	10.15 ± 0.53	10.30 ± 0.44
กรดแลคติค	11.92 ± 0.16^{e}	10.33 ± 0.29^{h}	11.02 ± 0.63^{df}	10.97 ± 0.79	10.46 ± 0.16
กรดแลคติค+M. varians	12.11 ± 0.56^{e}	10.93 ± 0.33^{dfg}	11.15 ± 1.36^{adf}	11.02 ± 0.67	10.23 ± 0.26
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	12.36 ± 0.24^{de}	10.67 ± 0.32^{gh}	10.50 ± 2.30^{fgh}	10.84 ± 0.71	9.88 ± 0.20
GDL	13.86 ± 0.62^{ab}	11.15 ± 0.43^{cef}	10.71 ± 0.40^{efg}	10.01 ± 0.64	10.00 ± 0.38
GDL+M. varians	14.09 ± 0.33^{a}	11.33 ± 0.21^{ace}	11.12 ± 0.73^{bdf}	10.29 ± 0.54	10.11 ± 0.27
GDL+หัวเชื้อผสม	13.30 ± 0.48^{bc}	13.30 ± 0.62^{a}	11.74 ± 0.63^{abc}	10.23 ± 0.57	10.18 ± 0.98

อักษร a-h ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลือ (residual nitrite) ในผลิตภัณฑ์แหนมที่ช่วงเวลาการหมักต่างๆใน 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลือ (ppm) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	150.73±2.76^{b}	119.41±1.24^{b}	27.36±1.69^{c}	5.31±1.46^{d}	2.10±0.19^{d}
ชุดควบคุม+M. varians	146.92±2.03^{c}	112.93±0.78^{c}	38.16±3.50^{a}	6.61±0.42^{bc}	4.74±0.14^{a}
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	159.02±1.75^{a}	125.08±3.64^{a}	29.42±1.64^{c}	6.17±0.27^{cd}	1.93±0.14^{d}
กรดแลคติค	123.59±4.09^{a}	65.85±0.99^{a}	34.94±0.88^{b}	10.24±0.60^{a}	2.81±0.66^{c}
กรดแลคติค+M. varians	115.00±1.69^{f}	64.10±0.73^{a}	21.73±0.93^{d}	6.08±1.42^{cd}	1.93±0.09^{d}
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	111.75±2.65^{f}	55.18±0.70^{f}	22.96±0.72^{d}	5.81±0.66^{cd}	3.32±0.22^{b}
GDL	140.74±3.28^{d}	89.26±2.43^{d}	22.02±1.55^{d}	6.22±0.32^{cd}	2.06±0.15^{d}
GDL+M. varians	153.66±1.98^{b}	88.19±0.56^{d}	35.19±1.48^{b}	6.06±0.38^{cd}	2.02±0.14^{d}
GDL+หัวเชื้อผสม	140.96±2.27^{d}	54.73±1.48^{f}	30.61±2.24^{c}	6.07±0.34^{cd}	1.50±0.38^{a}

อักษร a-f ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.9 ปริมาณเฉลี่ยของเชื้อในกลุ่ม Enterobacteriaceae ในผลิตภัณฑ์แหนม ในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อเฉลี่ย (log CFU/ml) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
ชุดควบคุม	6.26 ± 0.18^{a}	6.20 ± 0.11^{c}	5.79 ± 0.02^{b}	5.18 ± 0.03^{a}	4.03 ± 0.11^{b}
ชุดควบคุม+M.varians	$6.36\pm0.35^{a,d}$	6.64 ± 0.01^{a}	6.03 ± 0.01^{a}	5.31 ± 0.03^{a}	4.34 ± 0.01^{a}
ชุดควบคุม+หัวเชื้อผสม	6.08 ± 0.17^{a}	6.43 ± 0.00^{b}	6.13 ± 0.15^{a}	4.51 ± 0.10^{b}	$4.11\pm0.03^{a,b}$
กรดแลคติค	$5.20\pm0.01^{c,d}$	$4.83\pm0.08^{e,f}$	3.71 ± 0.04^{e}	3.24 ± 0.08^{d}	2.35 ± 0.07^{d}
กรดแลคติค+M.varians	5.63 ± 0.28^{b}	4.71 ± 0.08^{f}	4.20 ± 1.02^{d}	$3.68\pm0.03^{c,d}$	2.40 ± 0.05^{d}
กรดแลคติค+หัวเชื้อผสม	4.92 ± 0.01^{c}	4.78 ± 0.02^{f}	3.72 ± 0.06^{e}	$3.45\pm0.76^{c,d}$	1.95 ± 0.24^{e}
GDL	6.12 ± 0.05^{a}	4.99 ± 0.12^{e}	5.01 ± 0.01^{c}	$4.60\pm0.08^{a,b}$	3.98 ± 0.08^{b}
GDL+M.varians	6.06 ± 0.08^{a}	6.10 ± 0.09^{c}	5.80 ± 0.23^{b}	$5.05\pm0.06^{a,b}$	3.99 ± 0.00^{b}
GDL+หัวเชื้อผสม	6.15 ± 0.07^{a}	5.54 ± 0.09^{d}	4.31 ± 0.00^{d}	3.84 ± 0.04^{c}	3.43 ± 0.09^{c}

อักษร a-f ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.10 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	6.32±0.03	5.10±0.03^{c}	4.70±0.01	4.54±0.01	4.52±0.01
a	6.30±0.01	5.18±0.05^{ac}	4.71±0.04	4.50±0.04	4.52±0.02
b	6.28±0.03	5.19±0.03^{ab}	4.68±0.33	4.52±0.02	4.52±0.02
ab	6.28±0.03	5.18±0.01^{ac}	4.68±0.01	4.54±0.04	4.50±0.01
cp_1	6.28±0.03	5.24±0.01^{ab}	4.70±0.01	4.49±0.01	4.50±0.01
cp_2	6.28±0.06	5.26±0.06^{ab}	4.70±0.04	4.47±0.03	4.49±0.01

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.11 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	0.29 ± 0.00^{a}	0.42 ± 0.00^{b}	0.64 ± 0.01^{a}	0.80 ± 0.02^{a}	0.82 ± 0.03
a	0.17 ± 0.00^{c}	0.52 ± 0.18^{a}	0.63 ± 0.02^{a}	0.78 ± 0.04^{ab}	0.85 ± 0.02
b	0.28 ± 0.00^{a}	0.46 ± 0.03^{ab}	0.57 ± 0.01^{b}	0.72 ± 0.00^{de}	0.80 ± 0.00
ab	0.28 ± 0.00^{a}	0.51 ± 0.00^{a}	0.66 ± 0.00^{a}	0.77 ± 0.01^{ac}	0.84 ± 0.01
cp_1	0.29 ± 0.00^{a}	0.40 ± 0.06^{b}	0.55 ± 0.02^{b}	0.73 ± 0.02^{cd}	0.84 ± 0.00
cp_2	0.25 ± 0.01^{b}	0.31 ± 0.00^{c}	0.49 ± 0.00^{c}	0.75 ± 0.01^{bce}	0.80 ± 0.01

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ช.12 ค่าความสุกสว่าง (L^*) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าความสุกสว่าง (L^*) เฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	55.31 ± 0.33^{d}	61.72 ± 0.14^{c}	55.73 ± 0.09^{ab}	56.62 ± 0.19^{a}	57.22 ± 0.23^{a}
a	55.78 ± 0.30^{bd}	62.10 ± 0.26^{b}	54.83 ± 0.24^{c}	56.05 ± 0.14^{b}	55.57 ± 0.19^{f}
b	54.40 ± 0.60^{e}	62.78 ± 0.09^{a}	55.09 ± 0.20^{c}	56.72 ± 0.24^{a}	56.29 ± 0.24^{e}
ab	55.85 ± 0.39^{cd}	59.80 ± 0.23^{e}	56.10 ± 0.32^{a}	56.62 ± 0.16^{a}	56.82 ± 0.10^{bc}
cp_1	56.59 ± 0.55^{a}	61.11 ± 0.24^{d}	55.61 ± 0.57^{b}	56.43 ± 0.28^{a}	56.85 ± 0.19^{b}
cp_2	56.03 ± 0.37^{abc}	61.94 ± 0.29^{bc}	55.68 ± 0.19^{b}	56.44 ± 0.33^{a}	56.56 ± 0.23^{cd}

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.13 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลือ (residual nitrite) ในผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลือ (ppm) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	62.56±3.28^{e}	39.60±4.38	10.64±1.17	3.67±0.28	3.35±0.23
a	72.31±0.93^{d}	42.52±4.81	10.96±1.63	3.76±0.18	3.50±0.19
b	137.39±9.39^{a}	39.96±1.86	11.28±0.72	3.82±0.27	3.24±0.20
ab	130.02±3.77^{b}	35.94±6.60	10.57±1.07	3.59±0.19	3.33±0.13
cp_1	97.07±0.89^{c}	38.30±3.13	10.64±0.73	4.02±0.16	3.19±0.11
cp_2	97.88±1.91^{c}	40.58±2.32	9.02±0.24	3.56±0.15	3.28±0.18

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.14 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนมในช่วงเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารไนเตรท (ppm) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	41.83 ± 3.58^{d}	31.68 ± 7.98^{d}	16.82 ± 0.47^{b}	7.47 ± 0.80	0.85 ± 0.25
a	124.31 ± 4.99^{a}	68.47 ± 6.42^{b}	7.92 ± 0.90^{c}	7.78 ± 1.48	0.84 ± 0.15
b	36.24 ± 3.82^{d}	29.40 ± 9.30^{d}	16.94 ± 0.67^{b}	7.18 ± 0.77	0.84 ± 0.47
ab	102.18 ± 6.87^{b}	82.41 ± 4.23^{a}	17.12 ± 0.91^{b}	7.43 ± 0.60	0.68 ± 0.46
cp_1	66.69 ± 7.48^{c}	44.18 ± 4.94^{c}	20.23 ± 1.54^{a}	7.42 ± 0.50	0.96 ± 0.48
cp_2	66.52 ± 2.44^{c}	48.58 ± 4.58^{c}	17.66 ± 0.77^{b}	7.52 ± 0.42	0.85 ± 0.52

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-d ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ตาราง ข.15 ปริมาณเชื้อในกลุ่ม Enterobacteriaceae โดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แหนมในเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อเฉลี่ย (log CFU/ml) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	0	12	24	36	48
(1)	6.23 ± 0.02^{b}	6.00 ± 0.06^{a}	4.82 ± 0.02^{a}	4.72 ± 0.02^{a}	4.00 ± 0.16^{b}
a	6.13 ± 0.08^{c}	5.84 ± 0.01^{b}	4.84 ± 0.22^{a}	4.72 ± 0.10^{a}	4.26 ± 0.03^{a}
b	6.23 ± 0.05^{b}	5.18 ± 0.03^{d}	4.19 ± 0.10^{c}	3.98 ± 0.04^{cd}	4.01 ± 0.00^{b}
ab	6.36 ± 0.01^{a}	5.24 ± 0.00^{cd}	4.42 ± 0.03^{bc}	3.93 ± 0.04^{d}	3.39 ± 0.07^{d}
cp_1	6.16 ± 0.01^{bc}	5.23 ± 0.08^{cd}	4.62 ± 0.08^{ab}	4.08 ± 0.06^{c}	3.89 ± 0.02^{bc}
cp_2	6.36 ± 0.02^{a}	5.30 ± 0.00^{c}	4.71 ± 0.01^{a}	4.56 ± 0.02^{b}	3.79 ± 0.04^{c}

(1) = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

a = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 100 ppm

b = $NaNO_3$ 200 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

ab = $NaNO_3$ 500 ppm, $NaNO_2$ 200 ppm

cp_1, cp_2 = $NaNO_3$ 350 ppm, $NaNO_2$ 150 ppm

อักษร a-d ที่แตกต่างกันในแนวคอลัมน์ของช่วงเวลาหนึ่งๆ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

กำหนดให้

1) Correction fator ; C.R. = ค่าปรับ = $\frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$

2) Total Sum Square ; TSS = ผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 - ค่าปรับ

3) Block Sum Square ; BSS = $\frac{\text{ผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละซ้ำ)}^2}{\text{จำนวนสิ่งทดลอง}}$ - ค่าปรับ

4) Treatment Sum Square ; TrSS

$= \frac{\text{ผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง)}^2}{\text{จำนวนซ้ำ}}$ - ค่าปรับ

5) Error Sum Square ; ESS = TSS - BSS - TrSS

ตาราง ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Complete Block Design

Source of Variation	df	SS	MS	F-test	F-test (table)
Block (B)	r-1	BSS	BSS/r-1	MS_B/MS_E	$f(\%sig., df_B, df_E)$
Treatment (Tr)	t-1	TrSS	TrSS/t-1	MS_{Tr}/MS_E	$f(\%sig., df_{Tr}, df_E)$
Error (E)	(r-1)(t-1)	ESS	ESS/(r-1)(t-1)		
Total	rt-1	TSS			

เมื่อ df = degree of freedom

SS = Sum of Square

MS = Mean Square

ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design (CRD)

กำหนดให้

1) Correction fator ; C.R. = ค่าปรับ = $\frac{\text{(ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง)}^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$

2) Total Sum Square ; TSS = ผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 - ค่าปรับ

3) Treatment Sum Square ; TrSS

$$= \frac{\text{ผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง)}^2}{\text{จำนวนซ้ำ}} - \text{ค่าปรับ}$$

4) Error Sum Square ; ESS = TSS - BSS - TrSS

ตาราง ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design

Source of Variation	df	SS	MS	F-test	F-test (table)
Treatment (Tr)	t-1	TrSS	TrSS/t-1	MS_{Tr}/MS_E	$f(\%sig., df_{Tr}, df_E)$
Error (E)	(r-1)(t-1)	ESS	ESS/(r-1)(t-1)		
Total	rt-1	TSS			

เมื่อ df = degree of freedom

SS = Sum of Square

MS = Mean Square

ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2^2 Factorial Design in Completely Randomized Design

กำหนดให้

1) Correction fator ; C.R. = ค่าปรับ = $\frac{\text{(ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง)}^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$

2) Total Sum Square ; TSS = ผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 - ค่าปรับ

3) Treatment Sum Square ; TrSS

$$= \frac{\text{ผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละสิ่งทดลอง)}^2}{\text{จำนวนซ้ำ}} - \text{ค่าปรับ}$$

4) Error Sum Square ; ESS = TSS - BSS - TrSS

จาก TrSS สามารถแยกความคลาดเคลื่อนเพื่อหา Sum Square เนื่องมาจาก Main effect (A และ B) และ interaction (AB)

5) SS(A) = $\frac{\text{ผลรวมของ (ผลรวมแต่ละ A)}^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบเป็นผลรวมแต่ละ A}}$ - ค่าปรับ

6) SS(B) = $\frac{\text{ผลรวมของ (ผลรวมแต่ละ B)}^2}{\text{จำนวนข้อมูลที่ประกอบเป็นผลรวมแต่ละ B}}$ - ค่าปรับ

7) SS(AB) = TrSS - SS(A) - SS(B)

ตาราง ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2^2 Factorial Design in Completely Randomized Design

Source of Variation	df	SS	MS	F-test	F-test (table)
Treatment (Tr)	ab-1	TrSS	TrSS/ab-1	MS_{Tr}/MS_E	$f(\%sig., df_{Tr}, df_E)$
A	a-1	SS(A)	SS(A)/a-1	MS_A/MS_E	$f(\%sig., df_A, df_E)$
B	b-1	SS(B)	SS(B)/b-1	MS_B/MS_E	$f(\%sig., df_B, df_E)$
AB	(a-1)(b-1)	SS(AB)	SS(AB)/(a-1)(b-1)	MS_{AB}/MS_E	$f(\%sig., df_{AB}, df_E)$
Error (E)	ab(r-1)	ESS	ESS/(r-1)(t-1)		
Total	abrt-1	TSS			

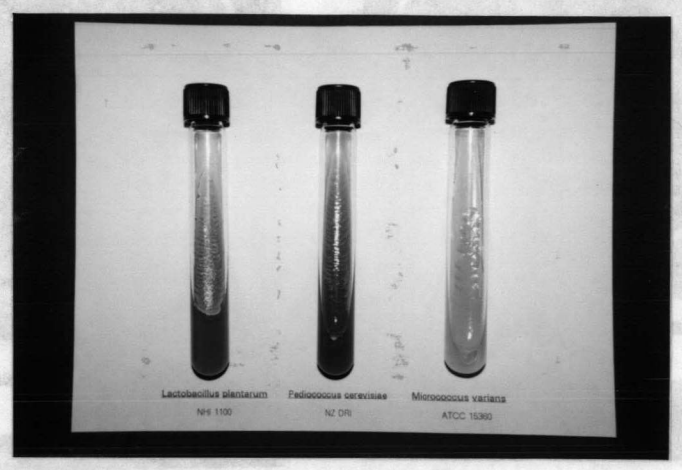
เมื่อ df = degree of freedom

SS = Sum of Square

MS = Mean Square

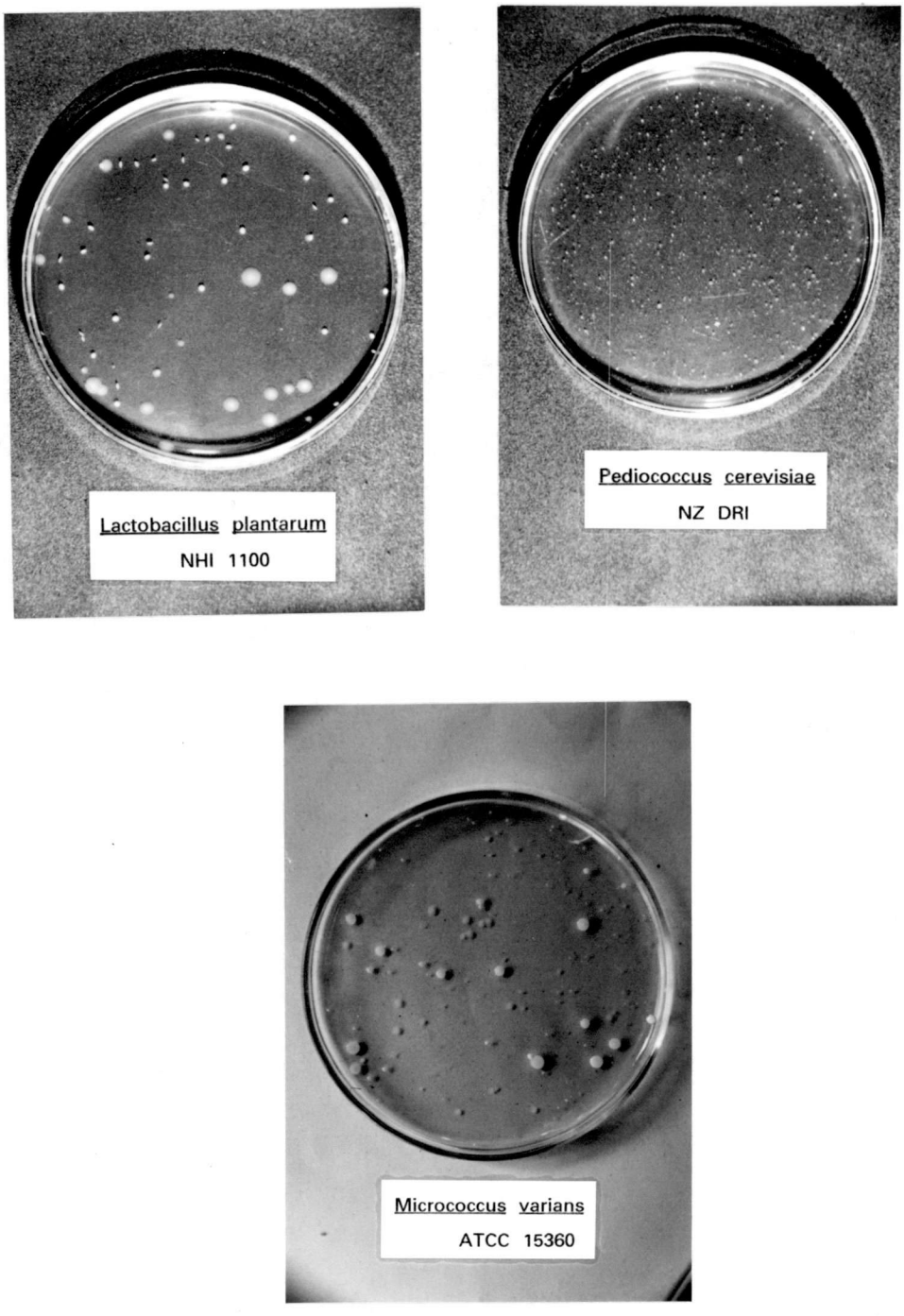
ภาคผนวก ง

รูปเชื้อจุลินทรีย์และเครื่องมือในการวิจัย

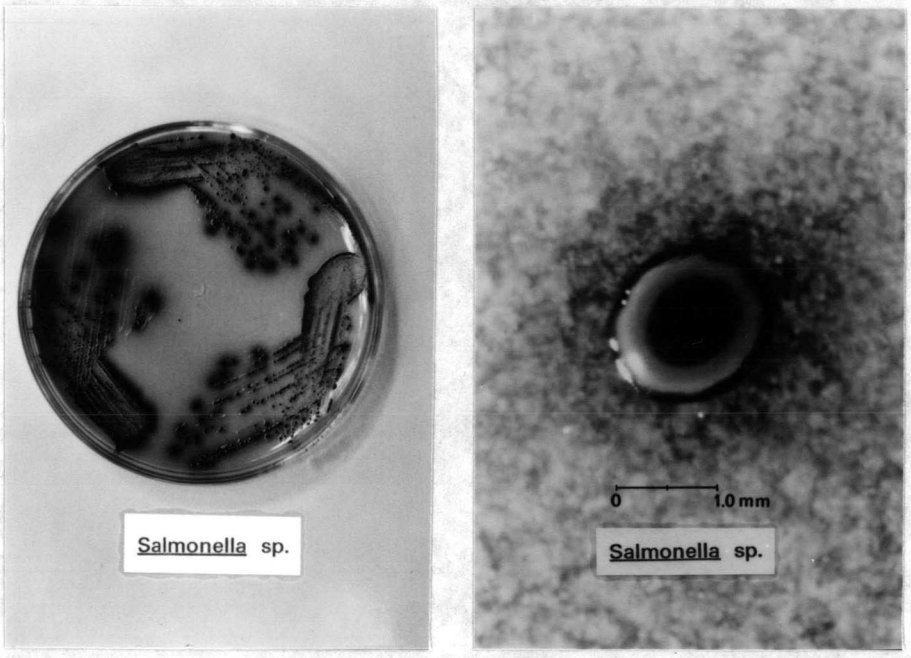


รูป ง.1 หัวเชื้อบริสุทธิ์ Lactobacillus plantarum NHI 1100 Pediococcus cerevisiae NZ DRI บน slant ของอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ Micrococcus varians ATCC 15360 บน slant ของอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI

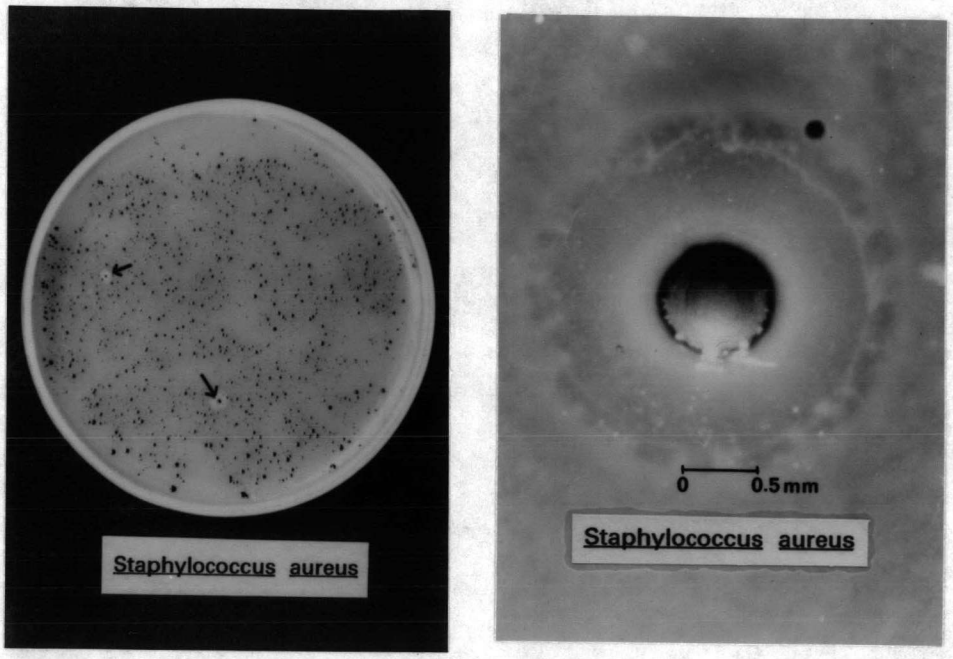
รูป ง.2 หัวเชื้อบริสุทธิ์ L.plantarum P.cerevisiae ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth และ M.varians ในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI broth



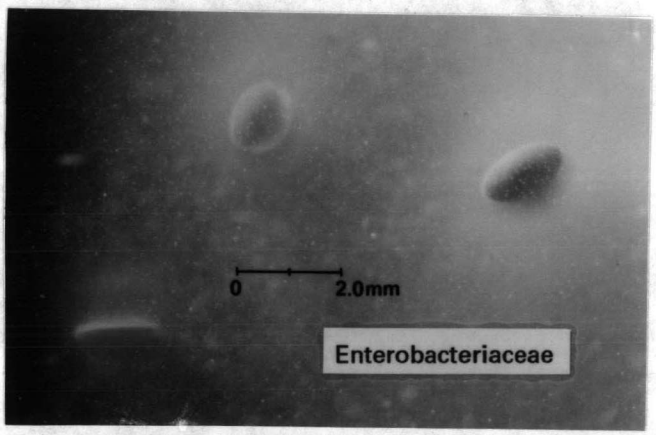
รูป ง.3 ลักษณะโคโลนีของหัวเชื้อบริสุทธิ์ L.plantarum P.cerevisiae บนวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ M.varians บนวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI



รูป ง.4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อ Salmonella sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto bismuth sulfite agar



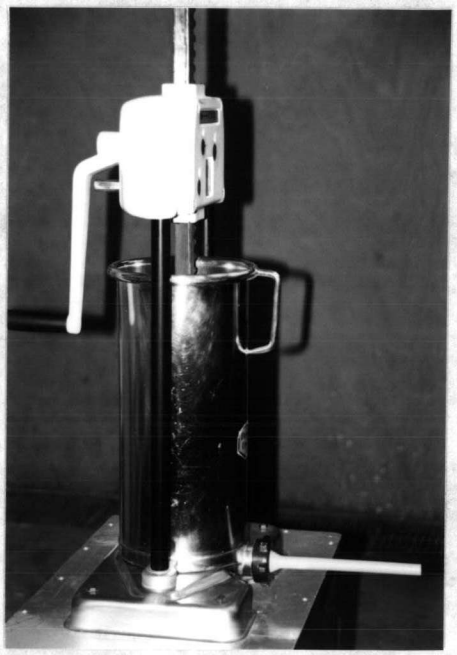
รูป ง.5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อ Staphylococcus aureus บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto Baird-Parker agar base



รูป ง.6 ลักษณะโคโลนีของเชื้อในกลุ่ม Enterobacteriaceae บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Bacto violet red bile agar

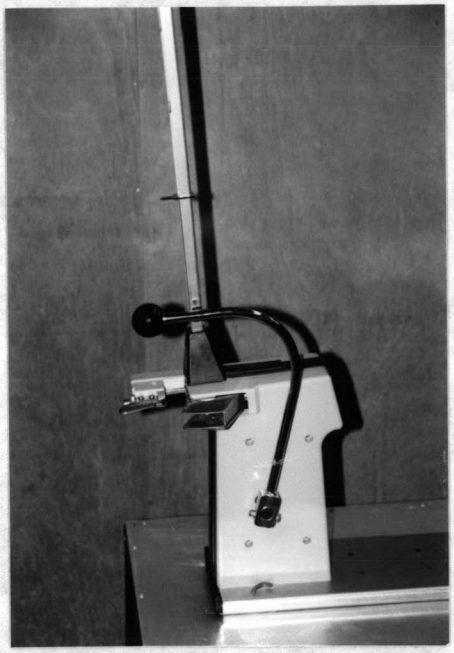
(ก)

(ข)

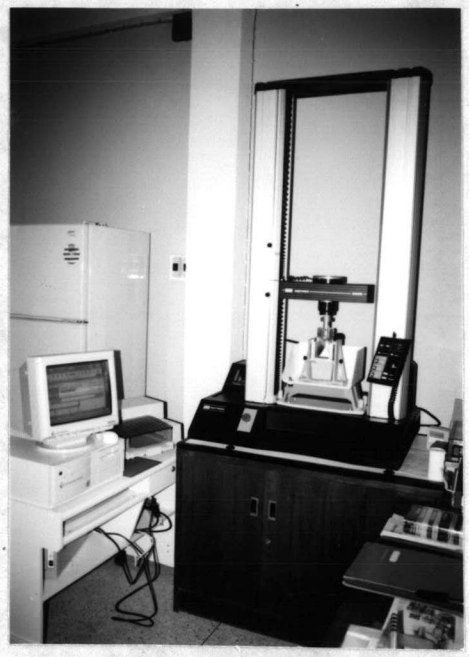


(ค)

รูป ง.7 (ก) (ข) (ค) เครื่องบดเนื้อ (mincer) เครื่องผสม (mixer) และเครื่องอัดไส้ (stuffer) ที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ



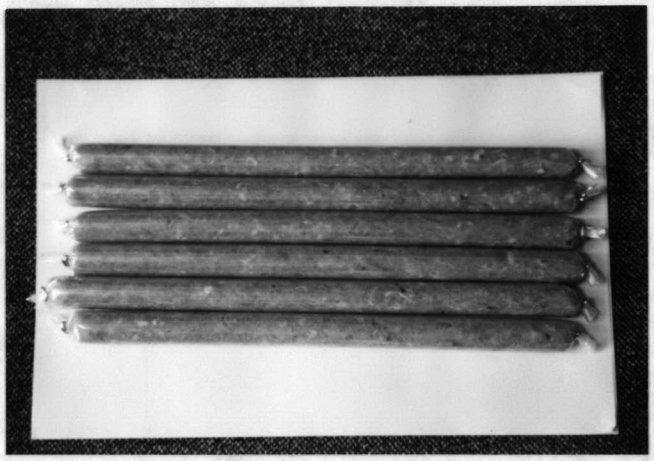
(ก)



(ข)

(ค)

รูป ง.8 (ก) (ข) (ค) เครื่องรัดไส้กรอก (polyclip) เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (material testing) และ เครื่องวัดสี (chromameter)



รูป ง.9 ผลิตภัณฑ์แหนม

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุชยา บุญถนอม เกิดวันที่ 8 เมษายน 2513 ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 239/4 หมู่บ้านฝายหิน ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ในปี พ.ศ 2535 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535