บรรณานุกรม

วิไลลักษณ์ กลมกลาง. 2538. **การศึกษาการหมักน้ำปลาโดยใช้เชื้อแบคทีเรียชอบเกลือร่วมกับโคจิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abe, K., and Uchida, K. (1989). Correlation between depression of catabolite control of xylose metabolism and a defect in the phosphoenolpyruvate: mannose phosphotransferase system in *Pediococcus halophilus*. **J. Bacteriol**. 171: 1793-1800.

Adler-Nissen, J. (1979). Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysate by trinitrobenzensulfonic acid. **J. Agric. Food Chem**. 27: 1256–1262.

Ali, N.E-H., Hmidet, N., Ghorbel-Bellaaj, O., Fakhfakh-Zouari, N., Bougatef, A., and Nasri, M. (2011). Solvent-Stable Digestive Alkaline Proteinases from Striped Seabream (*Lithognathus mormyrus*) Viscera: Characteristics, Application in the Deproteinization of Shrimp Waste, and Evaluation in Laundry Commercial Detergents. **Appl. Biochem. Biotechnol**.164: 1096–1110.

An, H., Seymour, T.A., Wu, J., and Morrissey, T. (1994). Assay system and characterization of pacific whiting (*Merluceius productus*) protease. **J. Food Sci**. 59: 277-281.

AOAC. (2000). Official Method of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Aoki, T., and Ueno, R. (1997). Involvement of cathepsins B and L in the post-mortem autolysis of mackerel muscle. **Food Res. Int**. 30: 585- 591.

Aranishi, F., Ogata, H., Hara, K., Osatomi, K., and Ishihara, T. (1997). Purification and characterization of cathepsin L from hepatopancreas of carp (*Cyprinus carpio*). **Comp. Biochem. Physiol**. 118B: 531-537.

Axelsson, L.T. (1993). **Lactic acid Bacteria**. New York, Marcel Dekker. pp. 1-77.

Bebzerra, R., Lins, E.J.F., Alencar, R.B., Paiva, P.M.G., Chaves, M.E.C., Coelho, L.C.B.B., and Carvalho, L.B. (2005). Alkaline proteinase from intestine of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Proc. Biochem**. 40: 1829-1834

Beddows, C. G., and Ardeshir, A. G. (1979). The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture I. The use of added enzymes. **J. Food Technol**. 14: 603–612.

Beddows, C. G., Ardeshir, A. G., and Daud, W. J. (1979). Biochemical changes occurring during the manufacture of Budu. **J. Sci. Food Agric.** 30(11): 1097-1103.

Beddows, C. G., Ardeshir, A. G., and Daud, W. J. (1980). Development and origin of volatile fatty acid in Budu. **J. Sci. Food Agric.** 31: 86-92.

Benjakul, S., Visessanguan, W., and Leelapongwattana, K. (2003). Purification and characterization of heat-stable alkaline proteinase from bigeye snapper (*Priacanthus macracanthus*) muscle. **Comp. Biochem. Physiol. Part B.** 134: 579–591.

Beynon, R., and Bond, J.S. (2001). **Proteolytic enzymes** (2nd ed.). Oxford, Oxford: University Press.

Bing-Xin Liu, Xue-Li Du, Li-Gen Zhou, Kenji Hara, Wen-Jin Su, Min-Jie Cao. (2008). Purification and characterization of a leucine aminopeptidase from the skeletal muscle of common carp (*Cyprinus carpio*). **Food Chem.** 108: 140–147.

Boye, S.W., and Lanier, T.C. (1988). Effects of heat stable alkaline proteinase activity of Atlantic menhaden (*Brevoorti tyrannus*) on surimi gels. **J. Food Sci.** 53: 1340-1342,1398.

Cao, M.J., Hara, K., Osatomi, K., Tachibana, K., Izumi, T., and Ishihara, T. (1999a). Myofibril-bound serine proteinase (MBP) and its degradation of myofibrillar proteins. **J. Food Sci.** 64: 644- 647.

Cao, M.J., Hara, K., Weng, L, Zhang, N., and Su, W.J. (2005). Further characterization of a sarcoplasmic serine proteinase from skeletal muscle of white croaker (*Argyrosomus argentatus*). Biochem Biokhimiia. 70(10): 1163-1166.

Cao, M.J., Jiang, X.J., Zhong H.C., Zhang, Z.J., and Su, W.J. (2006). Degradation of myofibrillar proteins by a myofibril-bound serine proteinase in the skeletal muscle of crucian carp (*Carasius auratus*). **Food Chem.** 94: 7-13.

Cao, M.J., Osatomi, K., Pangkey, H., Hara, K., and Ishihara, T. (1999b). Cleavage specificity of myofibril-bound serine proteinase from carp (*Cyprinus carpio*) muscle. **Comp. Biochem. Physiol.** 123: 399- 405.

Cao, M.J., Osatomi, M., Hara, K., and Ishihara, T. (2000). Identification of a myofibril-bound serine proteinasee (MBSP) in the skeletal muscle of lizardfish Saurida wanieso which specifically cleaves the arginine site. **Comp. Biochem. Physiol.** 125B: 255-264.

Castillo-Yanez, F.J., Pacheco-Aguilar, R., Garcia-Carreno, F.L., and Navarrete-Del Toro, M.A. (2004). Characterization of acidic proteolytic enzymes from Monterey sardine (*Sardinops sagax caerulea*) viscera. **Food Chem.** 85: 343-350.

Castillo-Yanez, F.J., Pacheco-Aguilar, R., Garcia-Carreno, F.L., and Toro, M.A.N. (2005). Isolation and characterization of trypsin from pyloric ceca of Monterey sardine *Sardinops sagax caerulea*. **Comp. Biochem. Phys.** Part B: 140, 91–98.

[CFIA] Canadian Food Inspection Agency. (2003). Fish Inspection. Act. Ottawa, Canada: Dept. of Justice.

Cha, Y.J., and Cadwallader, K.R., 1998. Aroma active compounds in skipjack tuna sauce. **J. Agric. Food Chem.** 46: 1123–1128.

Chaiyanan, S., Maugel, T., Huq, A., Robb, F.T., and Colwell, R.R. (1999). Polyphasic taxonomy of a novel halobacillus, *Halobacillus thailandensis* sp. nov. isolated from fish sauce. **Syst. Appl. Microbiol.** 22: 360-365.

Che´ret, R., Delbarre-Ladrat, C., de Lamballerie-Anton, M., Verrez-Bagnis, V., and Haard N.F. (2007). Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. **Food Chem.** 101: 1474–1479.

Choi, Y.J. Heu, M.S., Kim, H.R., and Pyeun, J.H. (2004). Properties of proteases responsible for degradation of muscle proteins during anchovy sauce fermentation. In M. Sakaguchi (Ed.). **More Efficient Utilization of Fish and Fisheries Products** (pp.425-439). New York: Elsevier Ltd.

Choi, Y.J., Lanier, T.C., Lee, H.G., and Cho, Y.J. (1999). Purification and characterization of alkaline proteinase from Atlantic menhaden muscle. **J. Food Sci.** 64: 768-771.

Christensen, J.E., Dudley, E. G., Pederson, J.A., and Steele, J.L. (1999). Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. **Int. J. Gen. Mol. Microbiol.** 76: 217-246.

Collins, M.D., Williams, A.M., and Wallbanks, S. (1990). The phylogeny of *Aerococcus* and *Pediococcus* as determined by 16S rRNA sequence analysis: description of *Tetragenococcus* gen. nov. **FEMS Microbiol. Lett.** 70: 255-262.

Curioni, P. M. G., and Bosset, J. O. (2002). Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography–olfactometry. **Int. Dairy J.** 12: 959-984.

Devos, M., Patte, F., Roualt, J., Laffort, P., and Gemert, L. J. (1995). Standardized human olfactory thresholds. **J. Odor Res. Eng.** 26: 27-47.

Dougan, J., and Harward, G. E. (1975). Some flavoring constituents of fermented fish sauces. **J. Sci. Food Agric.** 26: 887.

du Toit, M., Franz, C.M., Dicks, L.M., Schillinger, U., Haberer, P., Warlies, B.,Ahrens, F., and Holzapfel, W.H. (1998). Characterization and selection of probiotic lactobacilli for a preliminary minipig feeding trial and their effect on serum cholesterol levels, faeces pH and faeces moisture content. **Int. J. Food Microbiol.** 40: 93-104.

Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E., Hirvi, T. (1993). Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry suasages. **J. AOAC Int.** 76(3): 575-577.

El-Beltagy, A.E., El-Adawy, T.A., Rahma, E.H., and El-Bedawey, A.A. (2004). Purification and characterization of an acidic proteinase from viscera of bolti fish (*Tilapia nilotica*). **Food Chem.** 86: 33-39.

Ennahar, S., and Cai, Y. (2005). Biochemical and genetic evidence for the transfer of *Enterococcus solitarius* Collins et al. 1989 to the genus *Tetragenococcus* as *Tetragenococcus solitarius* comb. nov. **Int. J. Syst. Evol. Microbiol.** 55: 589-592.

Fukami, K., Funatsu, Y., Kawasaki, K., and Watabe, S. (2004). Improvement of fish sauce odor by treatment with bacteria isolated from the fish-sauce mush (moromi) made from frigate mackerel. **J. Food Sci.** 69(2): 45-49.

Fukami, K., Ishiyama, S., Yaouramaki, H., Masuzawa, T., Nabeta, Y., Endo, K., and Shimoda, M. (2002). Identification of distinctive volatile compounds in fish sauce. **J. Agric. Food Chem.** 50: 5412-5416.

Geesink, G.H., Morton, J.D., Kent, M.P., and Bickerstafee, R. (2000). Partial purification and characterization of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) calpains and an evaluation of their role in postmortem proteolysis. **J. Food Sci.** 65: 1318-1324.

Gildberg, A., and Shi, X. Q. (1994). Recovery of tryptic enzymes from fish sauce. **Proc. Biochem.** 29: 151-155.

Gildberg, A., Hermes, J.S., and Orejana, F.M. (1984). Acceleration of autolysis during fish sauce fermentation by adding acid and reducing the salt content. **J. Sci. Food Agric.** 35: 1363-1369.

Goldman-Levkovitz, S., Rimon, A., and Rimon, S. (1995). Purification proterties and specificity of cathepsin D from Cyprinus carpio. **Comp. Biochem. Physiol.** 112B: 147-151.

Haard, N.F. (1994). Protein hydrolysis in seafoods. In F. Shahidi and J.R. Botta (Eds.). **Seafoods Chemistry, Processing Technology and Quality** (pp.10-26). London: Chapman & Hall.

Hans, G. H. J., Erwin, G. Z., Elaine E. V., Marteau, P., Akkermans, A. D. L., and Willem, M. V. (2002). Molecular diversity of *Lactobacillus* spp. and other lactic acid bacteria in the human intestine as determined by specific amplification of 16S ribosomal DNA. **Appl. Environ. Microbiol.** 68(1): 114-123.

Helinck, S., Bars, D. L., Moreau, D., and Yvon, M. (2004). Ability of thermophilic lactic acid bacteria to produce aroma compounds from amino acids. **Appl. Environ. Microbiol.** 70: 3855-3861.

Heu, M.S., Kim, H.R., and Pyeun, J.H. (1995). Comparison of trypsin and chymotrypsin from the viscera of anchovy (*Engraulis japonica*). **Comp. Biochem. Physiol.** 112B: 557-567.

Heu, M.S., Kim, H.R., Cho, D.M., Godber, J.S., and Pyeun, J.H. (1997). Purification and characterization of cathepsin L-like enzymes from the muscle of anchovy (*Engraulis japonica*). **Comp. Biochem. Physiol.**118B: 523-529.

Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., and Williams, S.T. (1994). **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.** Baltimore, Maryland:Williams & Wilkins.

Hozapfel, W. H., Franz, M. A. P., Ludwig, W., Back, W., and Dicks, M. T. (2006). The genera *Pediococcus* and *Tetragenococcus*. **Prokaryotes.** 4: 229-266.

http://fic.nfi.or.th/th/home/default.asp

http://www.manager.co.th/Daily/ViewNews.aspx?NewsID=9540000063910

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/ Blast.cgi

Hu, Y., Morioka, K., and Itoh, Y. (2008). Actomyosin nonbinding cathepsin L in walleye Pollock surimi. **J. Food Biochem.** 32: 143–152.

Inaba, K., Buerano, C.C., Natividad, F.F., and Morisawa, M. (1997). Degradation of vitellogenins by 170 kDa trypsin-like proteinase in the plasma of the tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Comp. Biochem. Physiol.** 118B: 85-90.

Ishida, M., Niizeki, S., and Nagayama, F. (1994). Thermalstable proteinase in salted anchovy muscle. **J. Food Sci.** 59: 781-785,791.

Ishida, M., Sugiyama, N., Sato, M., and Nagayama, F. (1995). Two kinds of neutral serine proteinases in salted muscle of anchovy, *Engraulis japonica*. **Biosci. Biotech. Biochem.** 59: 1107-1112.

Jiang, S.T., Lee, J.J., and Chen, H.C. (1994). Purification and characterization of a novel cysteine proteinase from mackerel (*Scomber australasicus*). **J. Agric. Food Chem.** 42: 1639-1649.

Jiang, S.T., Tsao, C.Y., Wang, Y.T., and Chen, C.S. (1990). Purification and characterization of proteinases from milkfish muscle (*Chanos chanos*). **J. Agric. Food Chem.** 38: 1458- 1463.

Jiang, S.T., Wang, Y.T., and Chen C.S. (1991). Purification and characterization of a proteinase identified as cathepsin D from tilapia muscle (*Tilapia nilotica* X *Tilapia aurea*). **J. Agric. Food Chem.** 39: 1597-1601.

Kandler, O., and Weiss, N. (1989). Regular, Non-Sporing Gram Positive Rods. In Sneath, P.H., Mair, N.S., Sharpe, M.E., and Holt J.G. eds.). **Bergeys Manual of Systematic Bacteriology** (Vol.2 pp. 1208-1234. Baltimore, Maryland:Williams & Wilkins.

Ke, D., Picard, F. J., Martineau, F., Nard, C., Roy, P. H., Ouellette, M., and Bergeron, M. G. (1999). Development of a PCR assay for rapid detection of enterococci. **J. Clin. Microbiol.** 37: 3497-3503.

Kimura, B., Konagaya, Y., and Fujii, T. (2001). Histamine formation by *Tetragenococcus muriaticus*, a holophilic lactic acid bacterium isolated from fish sauce. **Int. J. Food Microbiol.** 70: 71-77.

Kinoshita, M. Toyohara, H., and Shimizu, Y. (1990). Purification and properties of a novel latent protein showing myosin heavy chain degrading activity from threadfin bream muscle. **J. Biochem.** 107: 587-591.

Kishimura, H., and Hayashi, K. (2002). Isolation and characteristics of carboxypeptidase B from the pyloric ceca of the starfish *Asterias amurensis*. **Comp. Biochem. Phys. Part B: Biochem Mol. Biol.** 133: 183-189.

Kishimura, H., Hayashi, K., and Ando, S. (2006a). Characteristics of carboxypeptidase B from starfish (*Asterina pectifera*). **Food Chem.**95: 264-269.

Kishimura, H., Hayashi, K., Miyashita, Y., & Nonami, Y. (2006b). Characteristics of trypsins from the viscera of true sardine (*Sardinops melanostictus*) and the pyloric caeca of arabesque greenling (*Pleuroprammus azonus*). **Food Chem**.97: 65–70.

Klomklao, S., Benjakul, S., Visessanguan, W., Kishimura, H., and Simpson, B.K. (2006). Proteolytic degradation of sardine (*Sardinella gibbosa*) proteins by trypsin from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) spleen. **Food Chem**.98: 14–22.

Klomklao, S., Kishimura, H., Benjakul, S., and Simpson, B.K. (2009). Autolysis and biochemical properties of endogenous proteinases in Japanese sandfish (*Arctoscopus japonicus*). **Int. J. Food Sci Tech**. 44: 1344–1350

Kobayashi, T., Kajiwara, M., Wahyuni, M., Kitakado, T., Hamada-Sato, N., Imada, C., and Watanabe, E. (2003). Isolation and characterization of halophilic lactic acid bacteria isolated from terasi shrimp paste: A traditional fermented seafood product in Indinesia. **J. Gen. Appl. Microbiol.** 49: 279-286.

Kobayashi, T., Kimura, B., and Fuji, T. (2000). Differentiation of *Tetragenococcus* populations occurring in products and manufacturing process of puffer fish ovaries fermented with rice-bran. **Int. J. Food Microbiol**. 56: 211-218.

Konings, W.N. (202). The cell membrane and the struggle for life of lactic acid bacteria. **Antonie Van Leeuwenkoek**. 82: 3-27.

Kristjansson, M.M. (1991). Purification and characterization of trypsin from pyloric caeca of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **J. Agric. Food Chem**. 39: 1738-1742.

Kumar, S., Tamura, K., Jakobsen, I. B., and Nei, M. (2004). MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis software. **Bioinformatics**. 17: 1244-1245.

Ladrat, C., Chaplet, M., Verrez-Bagnis, V., Noel. J., and Fleurence, J. (2000). Neutral calcium-activated proteinases from European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) muscle: polymorphism and biochemical studies. **Comp. Biochem. Physiol**. 125B: 83-95.

Law, J., and Haandrikman, A. (1995). Proteolytic enzymes of lactic acid bacteria. **Int. Dairy. J**. 7: 1-11.

Lee, M., Kim, M. K., Vancanneyt, M., Swings, J., Kim, S. H., Kang. M.S., and Lee, S. T. (2005). *Tetragenococcus koreensis* sp. nov., a novel rhamnolipid-producing bacterium. **Int. J. Syst. Evol. Microbiol.** 55: 1409-1413.

Leisner, J. J., Vancanneyt, M., Rusul, G., Pot, B., Lefebvre, K., Fresi, A., and Tee, L.K. (2001). Identification of lactic acid bacteria constituting the predominating microflora in an acid-fermented condiment (tempoyak) popular in Malaysia. **Int. J. Food Microbiol.** 63: 149-157.

Liu, H., Yin, J., Zhang, N., Li, S., and Ma, C. (2008). Isolation of cathepsin B from the muscle of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and comparison of cathepsins B and L actions on surimi gel oftening. **Food Chem.** 110: 310–318.

Lopetcharat, K., and Park, J. W. (2002). Characteristics of fish sauce made from Pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage. **J. Food Sci.** 67: 511-516.

Lopetcharat, K., Choi, Y. J., Park, J. W., and Daeschel, M. A. (2001). Fish sauce products and manufacturing : a review. **Food. Rev. Int.** 17(1): 65-88.

Lowry O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193: 265–275.

Lugo-Sanchez, M.E., Pacheco-Aguilar, R., and Yepiz-Plascencia, G. (1997). Catalytic Activities of crude enzyme fractions from Monterey sardine. **J. Food Sci.** 62: 976-979.

Magboul, A. A., and McSweeney, P. (1999). Purification and characterization of an aminopeptidase from *Lactobacillus curvatus* DPC2024. **Int. Dairy.** J. 9: 107-116.

Malle, P., Valle, M., and Bouquelet, S. (1996). Assay of biogenic amines involved in fish decomposition. **J. AOAC Int.** 79(1): 43-49.

Manome, A., Okada, S., Uchimura, T., and Komagata, K. (1998). The ratio of L-form to D-form of lactic acid as a criteria for the identification of lactic acid bacteria. **J. Gen. Appl. Microbiol.** 44: 371-374.

Marilley, L., and Casey, M. G. (2004). Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. **Int. J. Food Microbiol.** 90: 139-159.

Martinez, A., and Serra, J. L. (1989). Proteolytic activities in digestive tract of anchovy *Engraulis encrasicholus*. **Comp. Biochem. Phys. Part B.** 93: 61–66.

Martinez, A., Olsen, R. L., and Serra, J. L. (1988). Purification and characterization of two trypsin-like enzymes from the digestive tract of anchovy *Engraulis encrasicholus*. **Comp. Biochem. Phys. Part B.** 91: 677–684.

Martone, C.B., Busconi, L., Folco, E.J.E., and Sanchez, J.J. (1991). Detection of a trypsin-like serine and its endogenous inhibitor in hake skeletal muscle. **Arch. Biochem. Biophys.** 289: 1- 5.

Masson, F., Hinrichsen, L., Talon, R., and Montel, M. C. (1999). Factors influencing leucine catabolism by a strain of *Staphylococcus carnosus*. **Int. J. Food Microbiol.** 49:173-178.

McIver, R. C., Brooks, R. I., and Reineccius, G. A. (1982). Flavor of fermented fish sauce. **J. Agric. Food Chem.** 30: 1017.

Michihata, T., Sado, Y., Yano, T., and Enomoto, T. (2000). Preparation of Ishiru (fish sauce) by a quick ripening process and changes in the composition of amino acids, oligopeptides and organic acids during processing. **J. Japan Soc. Food Sci. Technol.** 47(5): 369-77.

Michihata, T., Yano, T., and Enomoto, T. (2002). Volatile compounds of headspace gas in the Japanese fish sauce ishiru. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** 66: 2251-2255.

Nakagawa, A., and Kitahara, K. (1959). Taxonomic studies on the genus Pediococcus. **J. Gen. Appl. Microbiol.** 5: 95-126.

Nielsen, L.B., and Nielsen, H.H. (2001). Purification and characterization of cathepsin D from the herring muscle (*Clupea harenus*). **Comp. Biochem. Physiol.** 128B: 351-363.

Ohkubo, M., Miyagawa, K., Osatomi, K., Hara, K., Nozaki, Y., and Ishihara, T. (2004a). Purification and characterization of myofibril-bound serine proteinase from lizardfish (*Saurida undosquamis*) muscle. **Comp. Biochem. Physiol.** 137B: 139-150.

Ohkubo, M., Miyagawa, K., Osatomi, K., Hara, K., Nozaki, Y., and Ishihara, T. (2004b). A novel serine protease complexed with α2-macoglobulin from skeletal muscle of lizardfish (*Saurida undosquamis*). **Comp. Biochem. Physiol.** 139B: 637-647.

Orejana, F. M., and Liston, J. J. (1982). Agents of proteolysis and its inhibition in patis (fish sauce) fermentation. **J. Food Sci.** 47: 198-209.

Osatomi, K., Sasai, H., Cao, M.J., Hara, K., and Ishihara, T. (1997). Purification and characterization of myofibril-bound serine proteinase from carp (*Cyprinus carpio*) ordinary muscle. **Comp. Biochem. Physiol.** 116B: 183-190.

Park J. N., Fukumoto, Y., Fujita, E., Tanaka, T., Washio, T., Otsuka, S., Shimazu, T., Watanabe, K., and Abe, H. (2001). Chemical composition of fish sauces produced in Southeast and East Asian countries. **J. Food. Comp. Anal.** 14: 113-125.

Peralta, R., Shimoda, M., and Osajima, Y. (1996). Further identification of volatile compounds in fish sauce. **J. Agric. Food Chem.** 44: 3606-3610.

Phrommao, E., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2011). Identification of novel halotolerant bacillopeptidase F-like proteinases from a moderately halophilic bacterium, *Virgibacillus* sp. SK37. **J. Appl. Microbiol.** 110(1): 191-201.

Porntaveewat, W., Padongkeittiwong, P., and Chaiyana, S. (2002). Characterization of halophilic extracellular proteases of halophilic bacteria isolated from fermenting fish sauce. **Protein Research Network Symposium**, August 29-30, Bangkok: Mahidol University.

Raksakulthai, N., and Haard, N. F. (1992). Peptides and amino acids and the flavor of fish sauce. **Asean Food. J.** 7-86.

Roling, W. F. M and Verseveld, H. W. (1996). Characterization of *Tetragenococcus halophil*us populations in Indonesian soy mash (Kecap) fermentation. **J. Appl. Environ. Microbiol.** 62: 1203-1207.

Saisithi, P. (1994). Traditional fermented fish: fish sauce production. In A.M. Martin (ed). **Fisheries Processing: Biotechnological Application** (pp. 111-131). London: Chapman & Hall.

Sambrook, J. and Russell, D. W. (2001). **Molecular Cloning: A Laboratory Manual** (3rd ed.). New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor.

Sanceda, N. G., Kurata, T., Suzuki, Y., and Arakawa, N. (1992). Oxygen effect on volatile acids formation during fermentation in manufacture of fish sauce. **J. Food Sci.** 57(5): 1120-1123.

Sanceda, N. G., Suzuki, E., and Kurata, T. (2001). Development of normal and branched chain volatile fatty acids during the fermentation process in the manufacture of fish sauce. **J. Sci. Food Agric.** 81: 1013-1018.

Satomi, M., Kimura, B., Mizoi, M., Sato, T., and Fuji, T. (1997). *Tetragenococcus muriaticus* sp. nov., a new moderately halophilic lactic acid bacterium isolated from fermented squid liver sauce. **Int. J. Syst. Bact.** 47: 832-836.

Seymour, T.S., Morrissey, M.T., Peters, M.Y., and An, H. (1994). Purification and characterization of Pacific whiting proteinases. **J. Agric. Food Chem.** 42: 2421- 2427.

Shahidi, F. and Kamil, Y.V.A.J. 2001. Enzyme from fish and aquatic invertebrates and their application in the food industry- a review. **Trends Food Sci.Technol.** 12: 435- 464.

Shahidi, F., Sikorski, Z. E, and Pan, B. S. (1994). Proteins from seafood processing discards. **Seafood Protein** (pp. 171-193). New York: Chapman & Hall.

Shimoda, M., Peralta, R., and Osajima, Y. (1996). Headspace gas analysis of fish sauce. **J. Agric. Food Chem.** 44: 3601-3605.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). A NaCl-stable serine proteinase from *Virgibacillus* sp. SK33 isolated from Thai fish sauce. **Food Chem.** 119(2): 573–579.

Siringan, P., Raksakulthai, N., and Yongsawatdigul, J. (2006a). Autolytic activity and biochemical characteristics of endogenous proteinases in Indian anchovy (*Stolephorus indicus*). **Food Chem.**98: 678–684.

Siringan, P., Raksakulthai, N., and Yongsawatdigul, J. (2006b). Source and changes of proteinase activities of Indian anchovy (*Stolephorus* spp.) during fish sauce fermentation. **J. Sci. Food Agric.** 86: 1970–1976.

Siringan, P., Raksakulthai, N., and Yongsawatdigul, J. (2007). Partial purification and characterization of trypsin-like proteinases in Indian anchovy (*Stolephorus* spp.). **Food Chem.** 101:82–89.

Smit, B. A., and Engels, W. J (2004). Chemical conversion of alpha-keto acids in relation to flavor formation in fermented foods. **J. Agric. Food Chem.** 52(5): 1263-1268.

Smit, B. A., and Engels, W. J. (2004). Chemical conversion of alpha-keto acids in relation to flavor formation in fermented foods. **J. Agric. Food Chem.** 52(5): 1263-1268.

Smit, B. A., Engels, W. J. M., and Smit, G. (2009). Branched chain aldehydes: production and breakdown pathways and relevance for flavour in foods. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 81: 987-999.

Smit, G., Smit, B. A., and Engels, W. J. M. (2005). Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. **FEMS. Microbiol.** 29: 591-610.

Tanasupawat, S. and Komagata, K. (1995). Lactic acid bacteria in fermented foods in Thailand. **World J. Micro. Biotech.** 11: 253-256.

Taylor, S.L. (1986). Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. **Crit. Rev. Toxicol.** 17: 91-128.

Thongsanit, J., Tanasupawat, S., Keeratipibul, S., and Jitikavanich, S. (2002). Characterization and identification of *Tetragenococcus halophilus* and *Tetragenococcus muriaticus* strains from fish sauce (Nam-pla). **Japan J. Lactic Acid Bact.** 13(1): 46-52.

Thongthai, C., and Suntinanalert, P. (1991). Halophiles in thai fish sauce (Nam pla). **General and applied aspects of halophilic microorganism.** New York: Plenum Press.

Thongthai, C., McGenity, T. J., Suntinanalert, P., and Grant, W. D. (1992). Isolation and characterization of an extremely halophilic archeaebacterium from fermented Thai fish sauce (Nam pla). **Lett. Appl. Microbiol.** 14: 111-114.

Thongsanit, J. (1999). **DNA-DNA hybridization in the identification of *Tetragenococcus* species isolated from fish sauce fermentation,** Master Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok.

Tungkawachara, S., Park, J. W., and Choi, Y. J. (2003). Biochemical properties and consumer acceptance of pacific whiting fish sauce. **J. Food Sci.** 68 (3): 855-860.

Udomsil, N. (2008). **Role of Lactic Acid Bacteria on Chemical Compositions of Fish Sauce.** Master thesis. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

Udomsil, N., Rodtong , S., Tanasupawat, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). Proteinase-producing halophilic lactic acid bacteria isolated from fish sauce fermentation and their ability to produce volatile compounds. **Int. J. Food Microbiol.** 141(3): 186–194.

Vassu, T., Smarandache, D., Stoica, I., Sasarman, E., Fologea, D., Musat, F., Csutak, O., Nohit, A., Iftime, O., and Gherasim, R. (2002). Biochemical and genetic characterization of Lactobacillus Plantarum cmgb-1 strain used as probiotic. **Biotechnol. Lett.** 7: 585-598.

Villalba-Villalba, A.G., Pacheco-Aguilar, R., Ramirez-Suarez, J.C., Valenzuela-Soto, E.M., Castillo-Yanez, F.J., and Ma´rquez-Rı´os, E. (2011). Partial characterization of alkaline proteases from

viscera of vermiculated sailfin catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* Weber, 1991. **Fish Sci.** 77: 697–705.

Villar, M., Ruiz-Holgado, A. P., Sanchez, J. J., Trucco, R. E., and Oliver, G. (1985). Isolation and characterization of *Pediococcus halophilus* from salted anchovies (*Engraulis anchoita*). **Appl. Environ. Microbiol.** 49: 664-666.

Vissesanguan, W., Benjakul, S., and An, H. (2003). Purification and characterization of cathepsin L in arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*). **Comp. Biochem. Physiol.** 134B: 477-487.

Vo Van, T., Kusakabe, I., and Murakami, K. (1984). The aminopeptidase activity in fish sauce. **Agric. Biol. Chem.** 48: 525-527.

Weisburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A., and Lane, D. J. (1991). 16S Ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. **J. Bacteriol.** 173: 697-703.

Weng, W.Y., Hamaguchi, P.Y. Osako, K., and Tanaka, M. (2007). Effect of endogenous acid proteinases on the properties of edible films prepared from Alaska pollack surimi. **Food Chem.** 105: 996–1002.

Yamashita, M. and Konagaya, S. (1990). Purification and characterization of cathepsin B from white muscle of chum salmon (*Oncorhychus keta*). **Comp. Biochem. Physiol.** 96B: 733-737.

Yaqin Hu, Katsuji Morioka and Yoshiaki Itoh. 2007. Existence of Cathepsin L and its Characterization in Red Bulleye Surimi. **Pakistan J. Biol.Sci.**10(1): 78-83.

Yongsawatdigul, J., Choi, Y.S., and Udomporn, S. (2004). Biogenic amines formation in fish sauce prepared from fresh and temperature-abused Indian anchovy (*Stolephorus indicus*). **J. Food Sci.** 69(4): FCT312-319.

Yongsawatdigul, J., Rodtong, S., and Raksakulthai, N. (2007). Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter cultures. **J. Food Sci.** 72(9): 382-390.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ก. สารละลายและสีย้อม

1. Acetone alcohol

Alcohol (95%)	700.0	มิลลิลิตร
Acetone	300.0	มิลลิลิตร

ผสมสารที่เป็นส่วนประกอบให้เข้ากัน

2. Crystal violet (Gram stain)

Crystal violet	2.0	กรัม
Ethanol (95%)	20.0	กรัม

ละลายให้เข้ากัน แล้วจึงเติม

Ammonium oxalate (1% Aqueous solution)	80.0	มิลลิลิตร

3. Hydrogen peroxide (3% solution)

Hydrogen peroxide	3.0	กรัม
น้ำกลั่น	100.0	มิลลิลิตร

4. Iodine solution (Gram's iodine)

Iodine*	1.0	กรัม
Potassium iodide*	2.0	กรัม

*ละลายสารทั้งสองชนิดในน้ำ โดยค่อยๆ เติมน้ำทีละน้อยจนกระทั่ง Iodine ละลายหมด

เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	300.0	มิลลิลิตร

เก็บไว้ในขวดสีชา

5. Safranin (Gram stain)

Safranin O (2.5% solution ใน 95% Ethanol)	10.0	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	90.0	มิลลิลิตร

ถ้ามีตะกอนให้กรองก่อนใช้ทุกครั้ง

6. Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride (1%)

Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride	1.0	กรัม
น้ำกลั่น	100.0	มิลลิลิตร

ละลาย Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร

สุดท้ายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตรใน Volumetric flask เก็บไว้ในขวดสีชา

7. Tris-Borate buffer

Tris-Base	10.77	กรัม
EDTA (di-Sodium salt)	0.93	กรัม
Boric acid	5.54	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

8. SDS (10% w/v)

Sodium dodecylsulfate (SDS)	100.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

9. TE buffer (10 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA)

Tris-HCl	0.79	กรัม
EDTA (di-Sodium salt)	0.37	กรัม
Boric acid	5.54	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

10. Turbidity standard

1% Barium chloride

1% Sulfuric acid

เตรียม McFarland nephelometer scale ดังนี้

McFarland tube no.	Sulfuric acid 1% aqueous solution (มิลลิลิตร)	Barium chloride 1% aqueous solution (มิลลิลิตร)	Corresponding density of bacteria (10^6)
1	9.9	0.1	300
5	9.5	0.5	1500

ข. อาหารเลี้ยงจุลินทรีย์

1. GYT medium

Glycerol	10.0	กรัม
Yeast extract	1.25	กรัม
Tryptone	2.5	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบในน้ำกลั่นโดยใช้ความร้อนช่วย นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 15 นาที

2. Luria-Bertani broth (LB broth)

Tryptone	10.0	กรัม
Yeast extract	5.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบในน้ำกลั่นโดยใช้ความร้อนช่วย นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. Luria-Bertani agar (LB agar)

เตรียมได้จาก LB broth ที่เติม Agar 15.0 กรัมต่อลิตร ทำให้ปลอดเชื้อโดย การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ

121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

4. JCM 168 broth

Casamino acids (Peptone 5, GIBCO หรือ Acidicase, BBL หรือ L41, Oxoid)	5.0	กรัม
Yeast extract	5.0	กรัม
Sodium glutamate	1.0	กรัม
tri-Sodium citrate	3.0	กรัม
Potassium chloride	2.0	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	20.0	กรัม
Sodium chloride	250.0	กรัม
$FeCl_2.4H_2O$	36.0	มิลลิกรัม
$MnCl_2.4H_2O$	0.36	มิลลิกรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

pH 7.0 ± 0.2

ละลายส่วนประกอบในน้ำกลั่นโดยใช้ความร้อนช่วย นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

5. JCM 168 Medium

ส่วนประกอบและวิธีการเตรียมเช่นเดียวกับ JCM 168 broth และเติม Agar 20 กรัมต่อลิตร

6. Plate count agar (PCA)

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Dextrose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ละลายสารทั้งหมดเข้าด้วยกันในน้ำกลั่น นำไปให้ความร้อนเพื่อให้ Agar หลอมละลาย ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.0±0.2 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

หรืออาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India)

7. MRS broth

MRS broth เป็นอาหารสำเร็จจากบริษัท Merck (Merck KGaA, Germany) มีการดัดแปลงโดยเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5 และ 10% ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

8. MRS agar

เตรียมได้จาก MRS broth ที่เติม Agar 15.0 กรัมต่อลิตร และมีการดัดแปลงโดยเติม 5 และ 10% NaCl และอาจเติม 1% $CaCO_3$ หลอมให้ Agar ละลายด้วยความร้อน ทำให้ปลอดเชื้อด้วยความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

9. Rogosa agarที่เติม 1% Soluble starch หรือ 1% Tween 80 เพื่อทดสอบการสร้างเอนไซม์

Amylase หรือ Lipase ดัดแปลงจาก Rogosa SL agar (Atlas, 2004)

Tryptone	5.0 หรือ 10.0	กรัม
K_2HPO_4	6.0	กรัม
Yeast extract	3.0	กรัม
tri-Ammonium citrate	1.0	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.57	กรัม
$MnSO_4.4H_2O$	0.12	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.03	กรัม
Soluble starch หรือ Tween 80	10.0	กรัม

Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

pH 7.0 ± 0.2

ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

10. Rogosa agarที่เติม 1% Skim milk เพื่อทดสอบการสร้างเอนไซม์ Proteinase คัดแปลงจาก Rogosa SL agar (Atlas, 2004)

1) Rogosa agar:

K_2HPO_4	6.0	กรัม
Yeast extract	4.0	กรัม
tri-Ammonium citrate	1.0	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.57	กรัม
$MnSO_4.4H_2O$	0.12	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.03	กรัม
Glucose	10.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	900.0	มิลลิลิตร

pH 7.0 ± 0.2

ละลายส่วนประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้ปลอดเชื้อ โดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2) Reconstituted skim milk (10% solids) 100.0 มิลลิลิตร

ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ผสม Reconstituted skim milk (10% solids) กับ Rogasa agar ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

11. Skim milk broth (ที่เติม 25% NaCl)

1) Standard methods agar:

Tryptone	5.0	กรัม
Sodium chloride	250.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Dextrose หรือ Glucose	1.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	900.0	มิลลิลิตร

pH 7.0 ± 0.2

ละลายส่วนประกอบโดยใช้ความร้อน นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2) Reconstituted skim milk (10% solids) 100.0 มิลลิลิตร

ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ผสม Reconstituted skim milk (10% solids) กับ Standard methods agar ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

12. Skim milk agar (ที่เติม 25% NaCl)

ส่วนประกอบและการเตรียมเช่นเดียวกับ Skim milk broth และเติม Agar 20 กรัมต่อลิตร

13. Skim milk salt agar

1) Salt solution

$MgSO_4.H_2O$	10.0	กรัม
KNO_3	2.0	กรัม
Sodium chloride	250.0	กรัม
Ferric citrate	trace	
Neopeptone	5.0	กรัม
Glycerol	10.0	มิลลิลิตร
Agar	20.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	900.0	มิลลิลิตร

pH 7.0 ± 0.2

ละลายส่วนประกอบโดยใช้ความร้อน นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2) Reconstituted skim milk (10% solids) 100.0 มิลลิลิตร

ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ผสม Reconstituted skim milk (10% solids) กับ Salt solution ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

14. Skim milk salt broth

ส่วนประกอบและวิธีการเตรียมเช่นเดียวกับ Skim milk salt agar ยกเว้นไม่เติม Agar

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำปลา

QDA

ชื่อผู้ทดสอบ..... **รหัสตัวอย่าง**.....

วัน .....

กรุณา ประเมินตัวอย่างตามคุณลักษณะที่กำหนดโดยการดูสี ดมกลิ่น และชิมตัวอย่าง แล้วขีดเส้นให้ระดับตามคุณลักษณะของตัวอย่างที่ประเมินได้

ลักษณะปรากฏ

1. สี

เหลืองอ่อน ---------- น้ำตาลแดงอมดำ

2. ความใส

ขุ่น ---------- ใส

กลิ่น

1. กลิ่นคาวปลา

น้อย ---------- มาก

2. กลิ่นทะเล

น้อย ---------- มาก

3. กลิ่นน้ำปลา

น้อย ---------- มาก

รส

1. รสเค็ม

น้อย ---------- มาก

2. รสหวาน

น้อย ---------- มาก

3. รสอร่อย

น้อย ---------- มาก

ข้อเสนอแนะ _____

ผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

กรุณา ดูสีดมกลิ่นและชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างตามลำดับ

1. สี	ไม่ชอบมากที่สุด	1	**2. กลิ่น**	ไม่ชอบมากที่สุด	1
	ไม่ชอบมาก	2		ไม่ชอบมาก	2
	ไม่ชอบ	3		ไม่ชอบ	3
	เฉยๆ	4		เฉยๆ	4
	ชอบเล็กน้อย	5		ชอบเล็กน้อย	5
	ชอบมาก	6		ชอบมาก	6
	ชอบมากที่สุด	7		ชอบมากที่สุด	7
3. รสชาติ	ไม่ชอบมากที่สุด	1	**4. ความชอบโดยรวม**	ไม่ชอบมากที่สุด	1
	ไม่ชอบมาก	2		ไม่ชอบมาก	2
	ไม่ชอบ	3		ไม่ชอบ	3
	เฉยๆ	4		เฉยๆ	4
	ชอบเล็กน้อย	5		ชอบเล็กน้อย	5
	ชอบมาก	6		ชอบมาก	6
	ชอบมากที่สุด	7		ชอบมากที่สุด	7

ตัวอย่าง.....

1. สี .....

2. กลิ่น .....

3. รสชาติ .....

4. ความชอบโดยรวม .....

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค1 ปริมาณโอลิโกเพปไทด์ในรูปปริมาณกลุ่มแอลฟาอะมิโน (α-Amino group content) ในตัวอย่างปลากะตักที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35, 50 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างๆ

NaCl content (%)	Incubation time (h)	TCA soluble-oligopeptide (mmol/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
0	0	0.64±0.04	0.58±0.03	0.4±0.05
	2	0.86±0.03	1.65±0.08	2.13±0.10
	4	0.97±0.04	2.28±0.03	2.89±0.09
	8	1.63±0.05	-	3.44±0.04
	12	-	-	3.90±0.13
	24	-	-	4.37±0.05
	36	-	-	5.05±0.05
	48	-	-	5.32±0.17
	72	-	-	5.53±0.15
	96	-	-	6.05±0.13
	120	-	-	6.38±0.22
5	0	0.49±0.01	0.51±0.00	0.27±0.01
	2	0.61±0.02	1.20±0.08	1.26±0.06
	4	0.76±0.01	1.83±0.03	1.38±0.04
	8	0.94±0.01	2.98±0.10	1.83±0.02
	12	1.82±0.02	3.41±0.07	2.25±0.11
	24	-	4.23±0.08	2.33±0.15
	36	-	4.62±0.06	2.63±0.01
	48	-	5.03±0.02	2.99±0.14
	72	-	6.45±0.03	3.32±0.01
	96	-	7.97±0.38	3.78±0.28
	120	-	9.18±0.44	4.18±0.27

ตารางที่ ค1 (ต่อ)

NaCl content (%)	Incubation time (h)	TCA soluble-oligopeptide (mmol/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
10	0	0.47±0.01	0.38±0.01	0.31±0.01
	2	0.52±0.00	0.87±0.04	0.90±0.07
	4	0.64±0.01	1.62±0.06	1.38±0.09
	8	0.87±0.02	2.33±0.02	1.77±0.11
	12	1.11±0.03	2.63±0.00	2.05±0.01
	24	1.90±0.02	3.77±0.12	2.48±0.02
	36	3.59±0.08	4.02±0.06	2.72±0.17
	48	4.33±0.05	4.40±0.23	3.19±0.04
	72	5.23±0.16	4.92±0.18	3.07±0.02
	96	5.71±0.25	6.02±0.31	3.49±0.20
	120	6.01±0.04	7.10±0.09	3.44±0.04
15	0	0.43±0.00	0.34±0.00	0.29±0.01
	2	0.57±0.02	0.78±0.04	0.81±0.02
	4	0.60±0.00	1.12±0.02	1.16±0.06
	8	0.76±0.01	1.79±0.05	1.47±0.03
	12	1.04±0.01	2.21±0.04	1.48±0.00
	24	1.66±0.07	2.74±0.04	1.94±0.18
	36	2.82±0.25	2.95±0.13	1.89±0.01
	48	3.28±0.01	3.74±0.03	2.10±0.07
	72	3.56±0.09	4.28±0.00	3.08±0.12
	96	4.02±0.02	4.66±0.11	3.02±0.01
	120	3.27±0.02	6.45±0.03	3.82±0.04

ตารางที่ ค2 กิจกรรมโปรติเนสกลุ่ม Trypsin-like ในตัวอย่างปลากะตักที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35, 50 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างๆ

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
0	0	4586.1	7948.5	7573.3
	2	4814.8	7692.1	5975.3
	4	4535.0	5654.9	4478.2
	8	4369.6	-	4298.4
	12	-	-	3728.2
	24	-	-	2268.0
	36	-	-	1356.7
	48	-	-	195.5
	72	-	-	571.2
	96	-	-	0.94
	120	-	-	0.97
5	0	3330.4	5794.0	7861.7
	2	3842.2	5026.5	6750.5
	4	3590.5	5196.8	5990.4
	8	3851.7	4928.0	4967.0
	12	3088.0	4384.0	4052.3
	24	-	4882.0	1449.4
	36	-	4046.8	627.9
	48	-	3916.7	198.4
	72	-	4189.6	346.4
	96	-	4749.8	4.98
	120	-	4954.2	3.43

ตารางที่ ค2 (ต่อ)

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
10	0	3930.8	7011.7	7376.1
	2	4323.5	8045.2	8099.1
	4	3958.1	6563.9	7097.9
	8	4568.2	7163.6	4972.2
	12	4556.5	5770.6	3003.7
	24	4180.7	6367.8	0.37
	36	3830.4	5612.3	14.37
	48	3463.9	5613.1	3.73
	72	3402.3	5135.7	2.53
	96	3325.0	4317.2	1.88
	120	3751.2	4507.2	1.37
15	0	4925.2	7699.0	9021.2
	2	4476.5	8494.7	8884.5
	4	4967.5	8090.0	8367.7
	8	4490.8	6944.9	2569.0
	12	5175.1	6876.3	736.8
	24	3500.3	5729.4	19.03
	36	3792.9	5580.5	7.98
	48	4025.1	5568.9	3.43
	72	3298.0	3665.7	2.73
	96	4362.8	2106.1	1.61
	120	3815.0	1626.9	1.24

ตารางที่ ค3 กิจกรรมโปรติเนสกลุ่ม Chymotrypsin-like ในตัวอย่างปลากะตักที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35, 50 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างๆ

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
0	0	29.7	43.8	54.82
	2	35.2	41.4	0.53
	4	33.4	26.7	0.20
	8	30.5	-	0.12
	12	-	-	0.09
	24	-	-	0.04
	36	-	-	0.04
	48	-	-	-
	72	-	-	-
	96	-	-	-
	120	-	-	-
5	0	22.7	44.8	44.33
	2	35.5	48.2	1.89
	4	29.6	39.0	0.51
	8	32.8	24.5	0.28
	12	25.3	18.0	0.24
	24	-	10.9	0.10
	36	-	5.1	0.11
	48	-	4.3	0.06
	72	-	3.1	0.04
	96	-	1.3	0.02
	120	-	1.7	-

ตารางที่ ค3 (ต่อ)

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
10	0	37.7	68.2	52.26
	2	45.3	62.0	14.67
	4	40.8	53.6	3.49
	8	41.6	35.4	7.39
	12	43.4	29.9	0.36
	24	35.2	23.0	0.19
	36	24.6	11.2	0.11
	48	26.0	8.3	0.08
	72	19.2	3.9	0.03
	96	21.0	1.0	0.03
	120	18.1	0.8	0.00
15	0	41.8	75.8	69.28
	2	46.9	74.2	18.88
	4	44.8	65.5	6.96
	8	43.8	46.5	1.06
	12	44.8	49.4	1.01
	24	41.8	28.1	0.14
	36	29.7	14.5	0.09
	48	34.3	9.5	0.06
	72	22.0	3.1	0.06
	96	25.5	1.3	0.03
	120	31.9	1.0	0.03

ตารางที่ ค4 กิจกรรมโปรติเนสกลุ่ม Cathepsin L-like ในตัวอย่างปลากะตักที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35, 50 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างๆ

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
0	0	18.8	20.1	20.74
	2	16.3	13.0	5.72
	4	16.8	12.0	4.55
	8	14.7	-	3.21
	12	-	-	2.33
	24	-	-	0.45
	36	-	-	0.31
	48	-	-	0.22
	72	-	-	0.21
	96	-	-	0.09
	120	-	-	0.13
5	0	13.2	19.3	17.10
	2	14.0	15.2	1.14
	4	12.7	13.0	0.94
	8	12.9	10.1	0.86
	12	11.5	9.0	0.74
	24	-	9.1	0.27
	36	-	8.5	0.21
	48	-	8.8	0.16
	72	-	8.0	0.11
	96	-	8.5	0.12
	120	-	9.0	0.08

ตารางที่ ค4 (ต่อ)

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
10	0	14.6	24.5	16.31
	2	16.7	22.8	1.32
	4	16.0	13.1	0.99
	8	15.1	10.5	0.79
	12	16.4	11.9	0.68
	24	14.4	10.2	0.25
	36	12.4	11.0	0.16
	48	12.9	10.0	0.10
	72	11.7	7.7	0.06
	96	12.6	6.5	0.04
	120	11.9	6.6	0.04
15	0	17.4	31.5	16.63
	2	16.4	17.6	4.68
	4	15.3	15.7	1.11
	8	14.9	12.3	0.75
	12	15.7	12.3	0.57
	24	14.6	11.8	0.23
	36	13.8	7.5	0.18
	48	12.1	8.3	0.12
	72	10.5	5.4	0.09
	96	12.9	4.1	0.04
	120	11.5	5.4	0.06

ตารางที่ ค5 กิจกรรมโปรติเนสกลุ่ม Luecine aminopeptidase ในตัวอย่างปลากะตักที่เติมเกลือโซเดียม-คลอไรด์ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 35, 50 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างๆ

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
0	0	0.186	0.1612	0.182
	2	0.159	0.1487	0.056
	4	0.160	0.1626	0.013
	8	0.150	-	0.007
	12	-	-	0.007
	24	-	-	0.005
	36	-	-	0.005
	48	-	-	0.006
	72	-	-	0.006
	96	-	-	0.005
	120	-	-	0.005
5	0	0.110	0.1304	0.135
	2	0.140	0.1504	0.022
	4	0.115	0.1630	0.009
	8	0.149	0.1585	0.009
	12	0.128	0.1487	0.010
	24	-	0.1050	0.007
	36	-	0.0551	0.008
	48	-	0.0436	0.007
	72	-	0.0298	0.005
	96	-	0.0313	0.005
	120	-	0.0225	0.005

ตารางที่ ค5 (ต่อ)

NaCl content (%)	Incubation time (h)	Specific activity (Unit/g.sample)		
		35 (°C)	50 (°C)	65 (°C)
10	0	0.129	0.1356	0.129
	2	0.156	0.1645	0.011
	4	0.156	0.1800	0.009
	8	0.167	0.1656	0.006
	12	0.182	0.1476	0.007
	24	0.170	0.0741	0.007
	36	0.186	0.0416	0.005
	48	0.184	0.0306	0.006
	72	0.176	0.0220	0.006
	96	0.177	0.0268	0.005
	120	0.126	0.0212	0.004
15	0	0.159	0.1378	0.157
	2	0.148	0.1721	0.010
	4	0.160	0.1777	0.010
	8	0.149	0.1421	0.007
	12	0.170	0.1087	0.008
	24	0.166	0.0514	0.006
	36	0.175	0.0259	0.006
	48	0.190	0.0272	0.005
	72	0.182	0.0192	0.005
	96	0.132	0.0151	0.004
	120	0.133	0.0187	0.003

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ(ภาษาไทย) นาย จิรวัฒน์ นามสกุล ยงสวัสดิกุล

   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Jirawat Yongsawatdigul

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3101200691826

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทร 044-22-4359 โทรสาร 044-224-387
E-mail: jirawat@ccs.sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันศึกษา	ประเทศ
2532	ปริญญาตรี	วท.บ.(วิทยาศาสตร์บัณฑิต) เกียรตินิยมอันดับ 2	เทคโนโลยีอาหาร	เทคโนโลยีอาหาร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย
2535	ปริญญาโท	M.S. (Master of Science)	Food Science	Food processing	University of Wisconsin-Madison	สหรัฐอเมริกา
2539	ปริญญาเอก	Ph.D. (Doctor of Philosophy)	Food Science and Technology	Seafood chemistry	Oregon State University	สหรัฐอเมริกา

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   -Food proteins, Food enzymes

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นต้น

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. Factors affecting histamine in fish sauce fermentation

2. Proteinases and transglutaminase activity in freshwater fish species
3. Reduction of biogenic amines content during fish sauce fermentation
4. Influence of freshness quality and actomyosin denaturation on gel-forming ability of threadfin bream (*Nemipterus* spp.) muscle proteins
5. Purification and characterization of transglutaminase from Tilapia (*Oreochromis niloticus*)
6. Covalent cross-linking of threadfin bream muscle proteins by transglutaminase(s)
7. Inhibition of proteolysis and application of microbial transglutaminase in lizardfish surimi
8. Process development of fish ball and fish sausage from freshwater fish species
9. Biogenic amine formation in anchovies and fermented fish products
10. Acceleration of fish sauce production using starter cultures and proteinases
11. Study in catalytic reaction of transglutaminase in threadfin bream surimi using MALDI-TOF
12. Conformation changes of muscle proteins from tropical fish species.

7.2 ผลงานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

Yongsawatdigul., J., Pivisan, S., Wongngam, W., and Benjakul, S. (2012). Gelation characteristics of mince and washed mince from small scale mud carp and common carp. **J. Aquat. Food Prod. Tech**. In press.

Wiriyapan, A., Chitsomboon, B., and Yongsawadigul, J. (2012). Antioxidant activity of protein hydrolysates derived from threadfin bream surimi byproducts. **Food Chem**. 132:104–111.

Udomsil, N., Rodtong,S., Choi, Y.J., Hua, Y., and Yongsawatdigul, J. (2011). The use of *Tetragenococcus halophilus* as a starter culture for flavor improvement in fish sauce fermentation. **J. Agric. Food Chem**. 59(15): 8401-08.

Piyadhammaviboon, P., Wongngam, W., Benjakul, S., and Yongsawatdigul, J. (2011). Antioxidant and Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitory Activities of Protein Hydrolysates Prepared from Threadfin bream (*Nemipterus* spp.) Surimi By-products. **J. Aquat. Food Prod**. In press.

Phrommao, E., Yongsawatdigul, J., Rodtong, S., and Yamabhai M. (2011). A novel subtilase with NaCl-activated and oxidant-stable activity from Virgibacillus sp. SK37. **BMC Biotech**. 11:65.

Sinsuwan, S, Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2011). Evidence of cell-associated proteinases from Virgibacillus sp. SK33 isolated from fish sauce fermentation. **J. Food Sci**. 76: C413-419.

Phrommao, E., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2011). Identification of novel halotolerant bacillopeptidase-like proteinases from a moderately halophilic bacterium, *Virgibacillus* sp. SK37. **J. Appl. Micro.** 1: 191-201.

Udomsil, N., Rodtong, S., Tanasupawat, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). Proteinase-producing halophilic lactic acid bacteria isolated from fish sauce fermentation and their ability to produce volatile compounds. **Int. Food Microbiol.** 141: 186–194.

Tadpitchayangkoon, P., Park, J., Mayer, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). Structural Changes and Dynamic Rheological Properties of Sarcoplasmic Proteins Subjected to pH-Shift Method. **J. Agric. Food Chem.** 58: 4241-4249.

Tadpitchayangkoon, P. Park, J.W., and Yongsawatdigul, J. (2010). Physicochemical and dynamic rheological properties of fish sarcoplasmic proteins treated at various pHs. **Food Chem.** 121: 1046-1052.

Yongsawatdigul, J., and Hemung, B. (2010). Structural changes and functional properties of threadfin bream sarcoplasmic proteins subjected to pH-shifting treatments and lyophilization. **J. Food Sci.** 75(3): C251-257.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). Purification and Characterization of a Salt-Activated and Organic Solvent-Stable Heterotrimer Proteinase from *Virgibacillus* sp. SK33 Isolated from Thai Fish Sauce. **J. Agric. Food Chem.** 58: 248-256.

Piyadhammaviboon, P., and Yongsawatdigul, J. (2010). Proteinase inhibitory activity of sarcoplasmic proteins from threadfin bream (*Nemipterus* spp.). **J. Sci Food Agric.** 90(2): 291-298.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2010). A NaCl-stable serine proteinase from *Virgibacillus* sp. SK33 isolated from Thai fish sauce. **Food Chem.** 119: 573-579.

Tadpitchayangkoon, P., and Yongsawatdigul, J. (2009). Comparative study of washing treatments and alkali extraction on gelation characteristics of striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) muscle protein. **J. Food Sci.** 74(3): C284-C291.

Hemung, B, Li-Chan, E.C.Y., and Yongsawatdigul, J. (2009). Identification of glutaminyl sites on β-lactoglobulin for threadfin bream liver and microbial transglutaminase activity by MALDI-TOF mass spectrometry. **Food Chem.** 115: 149-154.

Piyadhammaviboon, P., and Yongsawatdigul, J. (2009). Protein cross-linking ability of sarcoplasmic proteins extracted from threadfin bream. **LWT-Food Sci. Technol.** 42(1): 37-43.

Hemung, B, Li-Chan, E.C.Y., and Yongsawatdigul, J. (2008). Reactivity of fish and microbial transglutaminases on glutaminyl sites of peptides derived from threadfin bream myosin. **J. Agric. Food Chem.** 56(16): 7510-7516.

Hemung, B, Li-Chan, E.C.Y., and Yongsawatdigul, J. (2008). Thermal stability of fish natural actomyosin affects reactivity to cross-linking by microbial and fish transglutaminases. **Food Chem.** 111(2): 439-446.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2008). Characterization of Ca^{2+}-activated cell-bound proteinase from *Virgibacillus* sp. SK37 isolated from fish sauce fermentation. **LWT-Food Sci Technol.** 41: 2166-2174.

Hemung, B., and Yongsawatdigul, J. (2008). Partial purification and characterization of transglutaminase from threadfin bream (*Nemipterus* sp.) liver. **J. Food Biochem.** 32: 182-200.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2008). Production and characterization of NaCl-activated proteinases from *Virgibacillus* sp. SK33 isolated from fish sauce fermentation. **Proc. Biochem.** 43: 185-192.

Park, J.D., Yongsawatdigul, J., Choi, Y.J., and Park, J.W. (2008). Biochemical and conformational changes of myosin purified from Pacific sardine at various pHs. **J. Food Sci.** 73: C191-197.

Yongsawatdigul, J., Rodtong, S., and Raksakulthai, N. (2007). Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter culture. **J. Food Sci.** 72: M382-M390.

Panpipat, V, and Yongsawatdigul, J. (2008). Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids in fortified freshwater fish emulsion sausage. **LWT-Food Sci Technol.** 41: 483-492.

Sinsuwan, S., Rodtong, S., and Yongsawatdigul, J. (2007). NaCl-activated extracellular proteinase from *Virgibacillus* sp. SK37 isolated from fish sauce fermentation. **J. Food Sci.** 72: C264-C269.

Yongsawatdigul, J. and Piyadhammaviboon, P. (2007). Gel enhancing effect and protein cross-linking ability of tilapia sarcoplasmic proteins. **J. Sci Food Agric.** 87: 2810-2816.

Yongsawatdigul, J., and Sinsuwan, S. (2007). Aggregation and conformational changes of tilapia actomyosin as affected by calcium ion during setting. **Food Hydrocol.** 21: 359-367.

Sirighan, P., Raksakulthai, N., and Yongsawatdigul, J. (2007). Partial purification and characterization of trypsin-like proteinases in Indian anchovy (*Stolephorus indicus)*. **Food Chem.** 101: 82-89.

Sirighan, P., Raksakulthai, N., and Yongsawatdigul, J. (2006). Source and changes of proteinase activities of Indian anchovy (*Stolephorus indicus)* during fish sauce fermentation. **J. Sci. Food Agric.** 86(12): 1970-1976.

Yongsawatdigul, J., Piyadhammaviboon, P., and Singchan, K. (2006). Gel-forming ability of small scale mud carp unwashed and washed mince as related to endogenous proteinases and transglutaminase activities. **Eur. Food Res. Technol.** 223(6): 769-774.

Sirighan, P., Raksakulthai, N., amd Yongsawatdigul, J. (2006). Autolytic activity and biochemical characteristics of endogenous proteinases in Indian anchovy (*Stolephorus indicus*). **Food Chem.** 98(4): 678-684.

Kim, Y.S., Yongsawatdigul, J., Park, J., and Thawornchinsombat, S. (2005). Characterisitcs of sarcoplasmic proteins and their interaction with myofibrillar proteins. **J. Food Biochem.** 29: 517-532.

Hemung, B., and Yongsawatdigul, J. (2005). Ca^{2+} affects physicochemical and conformational changes of threadfin bream myosin and actin in a setting model. **Food Sci.** 70: C455-460.

Yongsawatdigul, J., and Piyadhammaviboon, P. (2005). Effect of microbial transglutaminase on autolysis and gelation of lizardfish surimi. **J. Sci Food Agric.** 85(9): 1453-1460.

Worratao, A., and Yongsawatdigul, J. (2005). Purification and characterization of transglutaminase from tropical tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Food Chem.** 93: 651-658.

Rodtong, S., Nawong, S, and Yongsawatdigul, J. (2005). Histamine accumulation and histamine-forming bacteria in Indain anchovy (*Stolephorus indicus*). **Food Microbiol.** 22(5): 475-482.

Yongsawatdigul, J., and Park, J.W. (2004). Effect of alkaline and acid solubilization on gelation characteristics of rockfish proteins. **J. Food Sci.** 69(7): C499-505.

Yongsawatdigul, J., Choi, Y.S., and Udomporn, S. (2004). Biogenic amines formation in fish sauce prepared from fresh and temperature-abused Indian anchovy (*Stolephorus indicus*). **J. Food Sci.** 69(4): FCT312-319.

Yongsawatdigul, J., and Piyadhammaviboon, P. (2004). Inhibition of autolytic activity of lizardfish surimi by proteinase inhibitors. **Food Chem.** 87: 447-455.

Yongsawatdigul, J., and Park, J.W. (2003). Thermal denaturation and aggregation of threadfin bream actomyosin. **Food Chem.** 83(3): 406-416.

Worratao, A., and Yongsawatdigul, J. (2003). Cross-linking of actomyosin by crude tilapia (*Oreochromis niloticus*) transglutaminase. **J. Food Biochem.** 27: 35-51.

Yongsawatdigul, J., Worratao, A., and Park, J. (2002). Effect of endogenous transglutaminase on gelation of threadfin bream surimi. **J. Food Sci.** 67(9): 3258-3263.

Yongsawatdigul, J., and Park, J.W. (2002). Biochemical and conformation changes of actomyosin from threadfin bream stored in ice. **J. Food Sci.** 67(3): 985-990.

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรีลักษณ์ รอดทอง

หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่

สาขาวิชาจุลชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-22 4297, 044-22 4633 โทรสาร 044-22 4633
e-mail sureelak@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (ชีววิทยา เลือกจุลชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ประเทศไทย
วท.ม. (จุลชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ประเทศไทย
PGDip. Sc. with Credit (Biotechnology)	University of Otago	New Zealand
Ph.D. (Microbiology)	University of Otago	New Zealand

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ

พันธุศาสตร์และสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ การหมักของจุลินทรีย์ (แบคทีเรียและเชื้อรา) และความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกและเชื้อรา

ผลงานทางวิชาการ

1. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ
   วารสารระดับชาติ จำนวน 17 เรื่อง และวารสารระดับนานาชาติ จำนวน 25 เรื่อง
2. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ใน Proceedings จำนวน 25 เรื่อง
3. ผลงานที่เผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 80 เรื่อง
4. ผลงานที่เผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 82 เรื่อง
5. สิทธิบัตรที่ยื่นคำขอจดทะเบียน จำนวน 4 คำขอ