# รายการอ้างอิง

## ภาษาไทย


เครือเจริญโภคภัณฑ์. 2542. การพัฒนาสายพันธุ์ปลาทับทิม และการจัดการการเลี้ยง. เอกสารเผยแพร่วิชาการ ประจำเดือนกันยายน. 6 หน้า.

เทคโนโลยีสารสนเทศ, สำนักงาน. 2546. สถิติมูลค่าการส่งออกเนื้อปลาบดแช่แข็ง. กรุงเทพมหานคร: กรมศุลกากร. กระทรวงการคลัง.

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. สงขลา: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2533. เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง 935-2533. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สถิติและสารสนเทศการประมง, ฝ่าย. 2540. สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2537. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถิติและสารสนเทศการประมง, ฝ่าย. 2545. สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ปี 2540. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุวรรณ วิรัชกุล, พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, อรวรรณ คงพันธุ์, จริยา วิรัชกุล, อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์, และ ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ. 2543. การผลิตซูริมิจากปลานิลเขตร้อน. แก่นเกษตร. 28(3): 146-159.

สุแพรวพันธ์ ชุมเรียง, มัทนา แสงจินดาวงษ์, และ คำนึง พฤกษาวานิช. 2542. การใช้โปแตสเซียมโบรเมตและไข่ขาวเพื่อเพิ่มความสามารถในการเกิดเจลของซูริมิ. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์). 33: 102-110.

อรวรรณ คงพันธุ์. 2539. ผลผลิตคุณภาพของซูริมิจากปลาดุกลูกผสมและผลของการใช้สารปรุงแต่งต่อคุณสมบัติในการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์. วารสารการประมง. 49(1): 48-54.

อรวรรณ คงพันธุ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, และ จิราภรณ์ รุ่งทอง. 2545. ซูริมิและการปรับปรุงคุณภาพ. อาหาร. 32(3): 213-222.

อุดม สุนทรวิภาต, จิราวรรณ แย้มประยูร, ผ่องเพ็ญ รัตตกุล และ เฉลิม พัฒนวิบูล. 2530. ซูริมิ. วารสารการประมง. 40: 70-71.

**ภาษาอังกฤษ**

A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. The Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Washington D.C.: The Association of Official Analytical Chemists.

Ackman, R. G. 1994. Seafood lipids. In Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality; F. Shahidi and J. R Botta, eds. London: Blackie Acadamic & Professional.

Alvarez, C., Couso, I., and Tejada, M. 1999. Thermal gel degradation (modori) in sardine surimi gels. Journal of Food Science. 64(4): 633-637.

An, H., Seymour, T. A., Wu, J., and Morrissey, M. T. 1994. Assay systems and characterization of pacific whiting (*Merluccius productus*) protease. Journal of Food Science. 59(2): 277-281.

An, H., Peters, M. Y., and Seymour, T. A. 1996. Roles of endogenous enzymes in surimi gelation. Trends in Food Science and Technology. 7: 321-326.

Belibagli, K. B., Speers, R. A., and Paulson, A. T. 2003. Thermophysical properties of silver hake and mackerel surimi at cooking temperature. Journal of Food Engineering. 60: 439-448.

Benjakul, S., Seymour, T. A., Morrissey, M. T., and An, H. 1997. Physicochemical changes in pacific whiting muscle proteins during iced storage. Journal of Food Science. 62(4): 729-733.

Benjakul, S., Visessanguan, W., Riebroy, S., Ishizaki, S., and Tanaka, M. 2002. Gel-forming properties of surimi produced from bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *P. macracanthus*, stored in ice. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 1442-1451.

Benjakul, S., Visessanguan, W., and Tueksuban, J. 2003. Changes in physico-chemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-mortem storage in ice. Food Chemistry. 80: 535-544.

Chan, J. K., Gill, T. A., and Paulson, A. T. 1992. Cross-linking of myosin heavy chains from cod, herring and silver hake during thermal setting. Journal of Food Science. 57(4): 906-912.

Chang-Lee, M. V., Pacheco-Aguilar, R., Crawford, D. L., and Lampila, L. E. 1989. Proteolytic activity of surimi from pacific whiting (*Merluccius productus*) and heat-set gel texture. Journal of Food Science. 54(5): 1116-1124.

Chang-Lee, M. V., Lampila, L. E., and Crawford, D .L. 1990. Yield and composition of surimi from pacific whiting (*Merluccius productus*) and the effect of various protein additives on gel strength. Journal of Food Science. 55(1): 83-86.

Charoen Pokphand Group. 1999. Aquaculture [On lline]. Available from: htpp://www.cpthailand.com/group_index_aqua.htm [2003 , May 8].

Chen, H. H., Chiu, E. M., and Huang, J. R. 1997. Color and gel formation properties of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) as related to washing conditions. Journal of Food Science. 62(5): 985-991.

Chen, W. L., Chow, C. J., and Ochiai, Y. 1999. Effects of some food additives on the gel-forming ability and color of milkfish meat paste. Fisheries Science. 65(5): 777-783.

Chen, H. H. 2000. Effect of non-muscle protein on the thermogelation of horse mackerel surimi and the resultant cooking tolerance of kamaboko. Fisheries Science. 66: 783-788.

Chen, H. H. 2002. Thermogelation in plasma protein-added surimi of horse mackerel and the changes in its physical characteristics in stewed products. Fisheries Science. 68: 190-196.

Cochran, W. C., and Cox, G. M. 1992. Experimental Design. New York: John Wiley & Sons.

Croguennec, T., Nau, E., and Brule, G. 2002. Influence of pH and salts on egg white gelation. Journal of Food Science. 67(2): 608-614.

de Jong, G. A. H., and Koppelman, S. J. 2002. Transglutaminase catalyzed reactions: Impact on food applications. Journal of Food Science. 67(8): 2798-2806.

Fukuda, Y., Chen, S., Cheng, Y., Wang, X., Zhou, L., Zhang, D., and Yuan, C. 2001. Development of frozen surimi from freshwater fish meat produced in China. JIRCAS Working Report No.20. 103-111.

Gel consultants Inc. 2004. New product development / product improvement. [Online]. Available from: htpp://www.gelconsultants.com/development.html [2004, March 3].

Gerrard, J. A. 2002. Protein-protein crosslinking in food: methods, consequences, applications. Trends in Food Science and Technology. 13: 391-399.

Gopakumar, K., Muraleedharan, V., and Bhattacharyya, S. K. 1992. Preparation and properties of surimi from tropical fish. Food Control. 3(2): 109-112.

Haard, N. F. 1994. Protein hydrolysis in seafoods. In Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality; F. Shahidi and J. R Botta, eds. London: Blackie Acadamic & Professional.

Hall, G. M., and Ahmad, A. H. 1997. Surimi and fish-mince products. In Fish processing Technology; G. M. Hall, ed. London: Blackie Acadamic & Professional.

Hamann, D. D., Amato, P. M., Wu, M. C., and Foegeding, E. A. 1990. Inhibition of modori (gel weakening) in surimi by plasma hydrolysate and egg white. Journal of Food Science. 55(3): 665-669,795.

Hastings, R. J., Keay, J. N., and Young, K. W. 1992. Properties of surimi and derived gels from pelagic fish. In Pelagic Fish the Resource and Its Exploitation; J. R. Burt, K. Hardy, and K. J. Whittle, eds. London: Fishing News.

Holmes, K. L., Noguchi, S. F. and McDonald, G. A. 1992. The Alaska pollock resource and other spices used for surimi. In Surimi Technology; T.C. Lanier and C.M. Lee, eds. New York: Marcel Dekker.

Hsieh, J. F., Tsai, G. J., and Jiang, S. T. 2002. Microbial transglutaminase and recombinant cystatin effects on improving the quality of mackerel surimi. Journal of Food Science. 67(8): 3120-3125.

Huang,C. H., Lai, H. T. and Weng Y. M. 1998. Suitability of hybrid tilapia (*Oreochromis Niloticus X Oreochromis aureus*) muscle for gel formation. International Journal of Food Science and Technology. 33(4): 339-344.

Huss, H. H. 1988. Fresh fish: quality and quality changes. A training prepared for the FAO/DANIDA Training Program on Fish Technology and Quality Control. (FAO Fisheries Series, No. 29)

Jiang, S. T., Hsieh, J. E., and Chung, Y.C. 2000. Microbial transglutaminase affects gel properties of golden threadfin-bream and pollock surimi. Journal of Food Science. 65(4): 694-699.

Joseph, D., Lanier, T. C., and Hamann, D. D. 1994. Temperature and pH affect transglutaminase-catalyzed "setting" of crude fish actomyosin. Journal of Food Science. 59(5): 1018-1023.

Kang, I. S., and Lanier, T. C. 1999. Bovine plasma protein functions in surimi gelation compared with cysteine protease inhibitors. Journal of Food Science. 64(5): 842-846.

Kim, B. Y., and Park, J. W. 2000. Rheology and texture properties of surimi gels. In Surimi and Surimi Seafood; (J. W. Park, ed.), New York: Marcel Dekker.

Klesh, K., Yongsawatdigul, J., Park, J. W., Viratchakul, S., and Virulhakul, P. 2000. Gel forming ability of tropical tilapia surimi as compares with Alaska pollock and pacific whiting surimi. Journal of Aquatic Food Product Technology. 9(3): 91-104.

Kongpun, O., and Suwansakornkul, P. 1997. Effects of bleeding and storage time on gel forming ability of carp (*Cyprinus carpio*). Kasetsart Journal (Natural Science). 31: 459-464.

Lanier, T. C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. In Surimi Technology; T.C. Lanier and C.M. Lee, eds. New York: Marcel Dekker.

Lanier, T. C. 2000. Surimi gelation chemistry. In Surimi and Surimi Seafood; J. W. Park, ed. New York: Marcel Dekker.

Lee, C. M., Wu, M. C., and Okada, M. 1992. Ingredient and formulation technology for surimi-based products. In Surimi Technology; T.C. Lanier and C.M. Lee, eds. New York: Marcel Dekker.

Lee, C. M. 1994. Surimi processing from lean fish. In Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality; F. Shahidi and J. R. Botta, eds. London: Blackie Acadamic & Professional.

Lee, H. G., Lee, C. M., Chung, K.H., and Lavery, S. A. 1992. Sodium ascorbate affects surimi gel forming properties. Journal of Food Science. 57(6): 1343-1347.

Lou, X., Wang, C., Xiong, Y. L. Wang, B., and Mims, S. D. 2000. Gelation characteristics of paddlefish (*Polyodon spathula*) surimi under different heating conditions. Journal of Food Science. 65(3): 394-398.

Luo, Y. K., Kuwahara, R., Keneniwa, M., Murata, Y., and Yokoyama, M. 2001. Comparison of gel properties of surimi from Alaska pollock and three freshwater fish species: Effect of thermal processing and protein concentration. Journal of Food Science . 66(4): 548-554.

Macdonald, G. A., Lelievre, J. and Wilson, N. D. C. 1990. Strength of gels prepared from washed and unwashed minces of hoki (*Macruronus novaezeiandiae*) stored in ice. Journal of Food Science. 55(4): 976-978.

Matsumoto, J. J., and Noguchi, S. F. 1992. Cryostabilization of protein in surimi. In Surimi Technology; (T.C. Lanier and C.M. Lee, eds.), New York: Marcel Dekker.

Matsumura, Y., and Mori, T. 1997. Gelation. In Methods of testing protein functionality; G. M. Hall, ed. London: Blackie Acadamic & Professional.

Mazorra-Manzano, M. A., Pacheco-Aguilar, R., Diazs-Rojas, E. I., and Lugo-Sanchez, M. E. 2000. Postmortem changes in black skipjack muscle during storage in ice. Journal of Food Science. 65(5): 774-779.

Mine, Y. 1992. Sulfhydryl groups changes in heat-induced soluble egg white aggregates in relation to molecular size. Journal of Food Science. 57(1): 254-255.

Mine, Y. 1995. Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. Trends in Food Science and Technology. 6: 225-232.

Morrissey, M. T., Wu, J. W., Lin, D., and An, H. 1993. Protease inhibitor effects on torsion measurements and autolysis of Pacific whiting surimi. Journal of Food Science. 58(5): 1050-1054.

National Fisheries Institute. 1991. A Manual of Standard Methods for Measuring and Specifying the Properties of Surimi. Prepared by the technical subcommittee of the surimi and surimi seafoods committee; T. C. Lanier, K. Hart, and R. E. Martin, eds. Washington D. C.: National fisheries Institute.

Ng, C. S. 1987. Determination of trimethylamine (TMA-N), total volatile basic nitrogen (TVB-N) by Conway's method. In Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products; H. Hasegawa, ed. Singapore: Southest Asean Fisheries Development Center.

Ni, S., Nozawa, H., and Seki, N. 1998. Effect of transglutaminase on thermal gelation of carp actomyosin sol. Fisheries Science. 64(3): 434-438.

Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In Surimi Technology; T.C. Lanier and C.M. Lee, eds. New York: Marcel Dekker.

Ockerman, H. W., and Yetim, H. 2001. The influence of egg white and tumbling on gel texture of catfish muscle. Research and Review: Meat. Special circular 183-02.

Ofstad, R., Grahl-Madsen, E., and Solberg, C. 1992. Surimi from blue whiting (*Micromesistius poutassou*) produced on board M/S Uksnoy: process and quality. In Pelagic Fish the Resource and Its Exploitation; J. R. Burt, K. Hardy, and K. J. Whittle, eds. London: Fishing News.

Ogawa, M., Kanamaru, J., Miyashita, H., Tamiya, T., and Tsuchiya, T. 1995. Alpha-helical structure of fish actomyosin: changes during setting. Journal of Food Science. 60(2): 297-299.

Ogawa, M., Nakamura, S., Horimoto, Y., An, H. Tsuchiya, T., and Nakai, S. 1999. Raman spectroscopic study of changes in fish actomyosin during setting. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47: 3309-3318.

Onibala, H., Yakayama, T., Shindo, J., Hayashi, S., and Miki, H. 1997. Influence of freshness on occurrence of setting and disintegrating in heat-induced gels from tilapia. Fisheries Science. 63(2): 276-280.

Pan, B. S. 1990. Minced fish technology. In Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation; Z. E. Sikorski, ed. Florida: CRC Press.

Park, J. K., and Lanier, T. C. 1989. Scanning calorimetric behavior of tilapia myosin and actin due to processing of muscle and protein purification. Journal of Food Science. 54(1): 49-51.

Park, J. W., Korhonen, R. W., and Lanier, T. C. 1990. Effect of rigor mortis on gel forming properties of surimi and unwashed minced prepared from tilapia. Journal of Food Science. 55(2): 353-355.

Park, J. W. 1994. Functional protein additive in surimi gels. Journal of Food Science. 59(3): 525-527.

Park, J. W. 1995. Surimi gel colors as affected by moisture content and physical conditions. Journal of Food Science. 60(1): 15-18.

Park, J. W. 2000. Surimi and Surimi Seafood. New York: Marcel Dekker.

Park, J. W., and Morissey, M. T. 2000. Manufacturing from light muscle fish. In Surimi and Surimi Seafood; J. W. Park, ed. New York: Marcel Dekker.

Pigott, G. M., and Tucker, B. W. 1990. Seafood: Effect of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker.

Prabhu, G. 2001. Beef plasma in processed meats. Asia Pacific Food Industry. March: 40-44.

Ramirez, J. A., Santos, I. A., Morales, O. G., Morrissey, M. T., and Vazques, M. 2000. Application of microbial transglutaminase to improve mechanical properties of surimi from silver carp. Ciencia y Tecnologia Alimentaria. 3 (1): 21-28.

Rattagool, P., and Ralston, R.A. 1988. Potential of surimi processing in Thailand. FAO Report No.401.:295 –302.

Remirez, J. A., Uresti, R., Tellez, S., and Vazquez, M. 2002. Using salt and microbial transglutaminase as binding agent in restructured fish products resembling hams. Journal of Food Science. 67(5): 1778-1784.

Reppond, K. D., Babbitt, J. K., Berntsen, S., and Tsuruta, M. 1995. Gel properties of surimi from pacific herring. Journal of Food Science . 60 (4): 707-710.

Reppond, K. D., and Babbitt, J. K. 1997. Gel properties of surimi from various fish species as affected by moisture content. Journal of Food Science . 62 (1): 33-36.

Saeki, H., Iseya, Z., Sugiura, S., and Seki, N. 1995. Gel forming characteristics of frozen surimi from chum salmon in the presence of protease inhibitors. Journal of Food Science. 60(5): 917-921.

Sakamoto, H., Kumazawa, Y., Toiguchi, S., Seguro, K., Soeda, T., and Motoki, M. 1995. Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture. Journal of Food Science. 60(2): 300-304.

Sankar, T. V., and Ramachandran, A. 2002. Rheological characteristics of suwari and kamaboko gels made of surimi from Indian major carps. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 1021-1027.

Seguro, K., kumazawa, Y., Ohtsuka, T., Toiguchi, S., and Motoki, M. 1995. Microbial transglutaminase and ε-(γ-glutamyl)–lysine crosslink effects on elastic properties of kamaboko gels. Journal of Food Science. 60(2): 305-311.

Seki, N., Nozawa, H., and Ni, S. 1998. Effect of transglutaminase on gelation of heat-denatured surimi. Fisheries Science. 64(6): 959-963.

Shahidi, F. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. In Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality; F. Shahidi and J. R. Botta, eds. London: Blackie Acadamic & Professional.

Shimizu, Y., Machida, R., and Takenami, S. 1981. Species variations in the gel-forming characteristics of fish meat paste. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 47(1): 95-104.

Sikorski, Z. E., Kolakowska, A., and Burt, J. R. 1990. Post harvest, biochemical and microbial change. In Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation; (Z. E. Sikorski, ed.), Florida: CRC Press.

Somboonyarithi, V. 1990. Effect of iced and frozen storage on quality of surimi produced from Tilapia (*Tilapia niloticus*). ASEAN Food Journal. 5 (4): 14-20.

Stone, A. P., and Stanley, D. W. 1992. Mechanisms of fish muscle gelation. Food Research International. 25: 381-388.

Suwansakornkul, P., Kongpun, O., and Oka, H. 1999. Improvement of the gel forming ability of threadfin bream surimi. Fish Technology: Research and Inspection. 3: 25-40.

Tellez-Luis, S. J., Uresti, R. M., Ramirez, J. A., and Vazquez, M. 2002. Low-salt restructured fish products using microbial transglutaminase as binding agent. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82: 953-959.

Totosaus, A., Montejano, J. G., Salazar, J. A., and Guerrero, I. 2002. A review of physical and chemical protein-gel induction. International Journal of Food Science and Technology. 37: 589-601.

Tsukamasa, Y., Miyake, Y., Ando, M., and Makinodan, Y. 2002. Total activity of transglutaminase at various temperatures in several fish meats. Fisheries Science. 68: 929-933.

Venugopal, V. 1997. Functionality and potential applications of thermostable water dispersions of fish meat. Trends in Food Science and Technology. 8: 271-276.

Vidyasagar Reddy, G., and Srikar, L. N., 1991. Preprocessing ice storage effects on functional properties of fish mince protein. Journal of Food Science. 56(4): 965-968.

Wang, X., Hiraoka, Y., Narita, K., Joh, A., Fukuda, Y., Oka, H., and Sakaguchi, M. 2001. Characteristics of surimi and kamaboko made from Japanese common carp. Department of technology for utilization and processing of freshwater fishes resources. JIRCAS Working Report No.20: 87-102.

Weerasinghe, V. C., Morrissey, M. T., and An, H. 1996. Characterization of active components in food-grade proteinase inhibitors for surimi manufacture. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44: 2584-2590.

Worratao, A., and Yongsawatdigul, J. 2002. Cross-linking of actomyosin by crude tilapia (*Oreochromis niloticus*) trasglutaminase. Journal of Food Biochemistry. 27(1): 35-53.

Xu, j., Shimoyamada, M., and Watanabe, K. 1997. Gelation of egg white proteins as affected by combined heating and freezing. Journal of Food Science. 62(5): 963-966.

Yokoyama, K., Ohtsuka, T., Kuraishi, C., Ono, K., Kita, Y., Arakawa, T., and Ejima, D. 2003. Gelation of food protein induced by recombinant microbial transglutaminase. Journal of Food Science. 68(1): 48-51.

Yongsawatdigul, J., Park, J. W., Virulhakul, P., and Viratchakul, S. 2000. Proteolytic degradation of tropical tilapia surimi. Journal of Food Science. 65(1): 129-133.

Yongsawatdigul, J., and Park, J. W. 2003. Thermal denaturation and aggregation of threadfin bream actomyosin. Food Chemistry (article in press).

Zayas, J. F. 1997. Functionality of proteins in food. New York: Springer-Vaerlag.

Zhang, D., Fukuda, Y., Yu, L., and Chen, S. 2001. Study on gel degradation of surimi prepared from Chinese freshwater fish. JIRCAS Working Report No. 20. 123-131.

Zhu, Y., Rinzema, A., Tramper, J., and Bol, J. 1995. Microbial transglutaminase - a review of its production and application in food processing. Applied Microbiology and Biotechnology. 44: 277-282.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## วิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

### ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีมาตรฐาน A.O.A.C (1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ 100 -110 $^{o}$C
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. ถ้วยอะลูมิเนียม
4. เดซิกเคเตอร์

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 $^{o}$ C เป็นเวลา 16 -18 ชั่วโมง หรือจนมีน้ำหนักคงที่
3. ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณปริมาณความชื้น โดยใช้สูตร

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

### ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ตามวิธีมาตรฐาน A.O.A.C (1995)

อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ชุดอุปกรณ์การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl method
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. กรด sulfuric เข้มข้น
4. สารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร
5. สารละลายกรด boric ความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยปริมาตร
6. catalyst (ส่วนผสมของ potassium sulfate 1.8 g และ copper sulfate

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0.32 g)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อปลา 2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงในหลอดย่อย
2. เติม catalyst 7 กรัม
3. เติมสารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 20 มิลลิลิตร
7. นำไปย่อยบนชุดอุปกรณ์ย่อยโปรตีนจนกระทั่งได้สารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
5. เติมน้ำกลั่นประมาณ 60 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่กลั่นได้
6. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยได้ด้วยเครื่อง Vapodest I โดยใช้สารละลาย sodium hydroxide เป็นตัวทำปฏิกิริยา และเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรด boric ซึ่งเติม indicator 2 -3 หยด
7. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรด sulfuric ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูม่วง

การคำนวณ

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

A คือ ความเข้มข้นของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท

B คือ ปริมาตรของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

C คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

**ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน**

อุปกรณ์ และ สารเคมี

1. เครื่อง 2050 Soxtec Automatic Extraction
2. thimble, thimble support
3. extraction cup
4. petroleum ether
5. เครื่องชั่งละเอียด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทดลอง

1. ใส่ adapter ที่ขอบ thimble
2. ชั่งตัวอย่างเนื้อปลาบดที่ผ่านการอบแห้งใส่ใน thimble โดยใช้ thimble support วางบนเครื่องชั่ง
3. ย้าย thimble ลงใน thimble stand โดยใช้ thimble holdler เมื่อกด handler จะปล่อย thimble ลงมา
4. ย้าย thimble ลงใน thimble support ที่ติดอยู่กับ holder ใส่ thimble ที่ extraction unit โดยใช้ holder
5. เติม petroleum ether (bp. 40-60 °C) ประมาณ 75 มิลลิลิตร ลงใน extraction cup เปิดเครื่องสกัด โดยปรับอุณหภูมิที่ 135 °C

extraction time : boiling time = 20 นาที

rinsing time = 40 นาที

recovery time = 20 นาที

6. เมื่อเสร็จสิ้นทุกขั้นตอนแล้ว รอจนเย็นนำ extraction cup ไปอบที่ 105 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
7. ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

**ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) และ ปริมาณไตรเมทิลามีน (TMA-N)**

ตามวิธีของ Ng (1987)

อุปกรณ์

1. จานคอนเวย์
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 3 ตำแหน่ง
3. volumetric pipette
4. micro burette
5. กระดาษกรอง whatman no. 41

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารเคมี

1. Mixed indicator : ละลาย 0.01 กรัม ของ bromocresol green และ 0.02 กรัม ของ methyl red ด้วย ethanol จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

2. Inner ring solution : ละลาย 10 กรัม ของ boric acid ใน 200 มิลลิลิตร ethanol แล้วเติม 10 มิลลิลิตร mixed indicator จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. 0.02 N hydrochloric acid

4. Saturated potassium carbonate : ละลาย 60 กรัม ของ $K_2CO_3$ ด้วย 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ต้มประมาณ 10 นาที จากนั้นทำให้เย็น แล้วกรอง

5. 4 % TCA : ละลาย 40 กรัม ของ TCA ใน 960 มิลลิลิตร ของน้ำกลั่น

6. 10 % formaldehyde solution : เติม 10 กรัม $MgCO_3$ ลงใน 100 มิลลิลิตร formalin (35 % formaldehyde solution) เขย่าให้เข้ากัน กรองผ่านกระดาษกรอง จากนั้นทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 3 เท่า

7. grease / vasaline

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อปลาบดประมาณ 2 กรัม
2. เติม 4 % TCA จำนวน 8 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปิดด้วยแผ่นฟลอยด์ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
4. กรองผ่านกระดาษกรอง ปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml ด้วย 4% TCA
5. เก็บตัวอย่างในตู้เย็นเพื่อรอวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์หาค่า TVB-N

1. ทา grease หรือ vasaline ที่ขอบฝาจานคอนเวย์
2. ปิเปต inner ring solution 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในวงกลมชั้นในของจานคอนเวย์
3. ปิเปต สารละลายตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตรลงที่วงกลมชั้นนอกของจาน คอนเวย์
4. เอียงจานคอนเวย์ โดยใช้ฝาปิดรองไว้
5. ปิเปตสารละลายอิ่มตัว $K_2CO_3$ 1.0 มิลลิลิตร ใส่วงนอกของจานคอนเวย์ แต่ให้อยู่คนละด้านกับสารละลายตัวอย่าง
6. ปิดฝาจานคอนเวย์ให้สนิท หมุนจานเบา ๆ ให้ $K_2CO_3$ ผสมกับตัวอย่าง (ระวังอย่าให้ผสมกับ indicator)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. บ่มที่ 37 $^{o}$ C เป็นเวลา 45 –60 นาที หรือที่อุณหภูมิห้อง 3 ชั่วโมง

8. เปิดฝา ไตเตรทสารละลายวงกลมชั้นในด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.02 N HCl จนสีเขียวจางหายไป

9. ทำ blank โดยใช้ 4 % TCA จำนวน 1 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{TVB-N (mg/100g sample)} = \frac{N \times 14 \times (A-B) \times V \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นของ HCl ที่ใช้

A คือ ปริมาตร HCl ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B คือ ปริมาตร HCl ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

V คือ ปริมาตรรวมของตัวอย่าง และ TCA ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์หาค่า TMA-N

1. ทา grease หรือ vasaline ที่ขอบฝาจานคอนเวย์

2. ดูด inner ring solution 1.0 มิลลิลิตร ลงที่วงกลมชั้นในของจานคอนเวย์

3. ดูดสารละลายตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร ใส่ชั้นนอกของจานคอนเวย์

4. เติม 10 % formaldehyde solution 1.0 มิลลิลิตร ผสมกับตัวอย่าง

5. ปิดฝาทันที แล้วค่อย ๆเอียง หรือหมุนเบา ๆ ให้สารละลายชั้นนอกผสมกัน

6. ดูดสารละลายอิ่มตัว $K_2CO_3$ 1.0 มิลลิลิตร ใส่ชั้นนอก แต่ให้อยู่คนละด้านกับสารละลายตัวอย่าง

7. ปิดฝาจานคอนเวย์ให้สนิท หมุนจานเบา ๆ ให้ $K_2CO_3$ ผสมกับตัวอย่าง (ระวังอย่าให้ผสมกับ indicator)

8. บ่มที่ 37 $^{o}$ C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

9. เปิดฝา ไตเตรทวงกลมชั้นในด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.02 N HCl จนสีเขียวจาง หายไป

10. ทำ blank โดยใช้ 4 % TCA จำนวน 1.0 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง

คำนวณ

$$\text{TMA-N (mg/100g sample)} = \frac{N \times 14 \times (C-B) \times V \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นของ HCl ที่ใช้

C คือ ปริมาตร HCl ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B คือ ปริมาตร HCl ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

V คือ ปริมาตรรวมของตัวอย่าง และ TCA ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง

**ก.5 การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน และ ตรวจสอบ protein pattern ด้วย SDS-PAGE**

1. ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม นำมา homogenized ด้วยสารละลาย 5 % SDS (90 $^{o}$C) จำนวน 27 มิลลิลิตร
2. นำ homogenate ที่ได้มาให้ความร้อนที่ 85 $^{o}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างละลายหมด
3. centrifuge ที่ 5,000 x g เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
4. เก็บสารละลายส่วนใส (supernatant) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และสำหรับใช้เป็นตัวอย่างในการตรวจสอบ protein pattern โดยวิธี SDS-PAGE

**ก.6 วิธีวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดย Modified Lowry Method**

ตามวิธีของ Peterson (1977)

สารเคมี

- Stock reagent
  1. Copper-tartrate-carbonate (CTC)
  2. 10% Sodium dodecyl sulfate (SDS)
  3. 0.8 N NaOH
  4. Folin-Ciocalteu reagent 2 N solution
- Working solution
  1. 0.15% Sodium deoxycholate (DOC)
  2. 72% Trichloroacetic acid (TCA)
  3. Bovine serum albumin (BSA)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ ก.5 ที่มีโปรตีน 1-100 µg ปรับปริมาตรให้เป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. เติม 0.15% DOC จำนวน 0.1 มิลลิลิตร
3. ผสมให้เข้ากัน จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที
4. เติม 72%TCA จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
5. centrifuge ที่ความเร็ว 12,000 x g เป็นเวลา 30 นาที
6. เท supernatant ทิ้ง โดยคว่ำหลอดลงบนกระดาษซับ
7. เติม reagent A (CTC+0.8 N NaOH+10% SDS+น้ำกลั่น) 1.0 มิลลิลิตร
8. ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที
9. เติม reagent B (Folin-Ciocalteu phenol ในน้ำกลั่น, 1:5) 0.5 มิลลิลิตร
10. ผสมให้เข้ากันทันที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
11. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 nm.
12. ทำกราฟมาตรฐานโดยใช้ BSA ในช่วงความเข้มข้น 1-100 µg

**ก.7 การตรวจสอบ protein pattern ด้วย SDS-PAGE**

สารเคมีที่ใช้ (stock solutions)

1. 2 M Tris-HCl (pH 8.8)
2. 1 M Tris-HCl (pH 6.8)
3. 10% SDS (w/v)
4. 50% glycerol (v/v)
5. 1% bromophenol blue (w/v)
6. 10% ammonium persulfate
7. Tank buffer (25 mM Tris, 192 mM glycine, 0.1% SDS)
8. Sample buffer (60 mM Tris-HCl, 25% glycerol, 2% SDS, 14.4 mM 2-Mercaptoethanol, 0.1% bromophenol blue)
9. Coomassie gel stain (coomassie blue R-250, methanol, glacial acetic acid และน้ำกลั่น)
10. Coomassie gel destain (methanol, glacial acetic acid และน้ำกลั่น)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมแผ่นอะครีลาไมด์เจล

- ล้างแผ่นกระจกสำหรับหล่อเจลด้วยน้ำสะอาด ตามด้วยน้ำ deionized จากนั้นเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์

- ประกบแผ่นกระจกทั้งสองแผ่นเข้าหากัน โดยใช้แผ่นพลาสติกสีขาว (spacer) ที่มีความหนา 1 mm. คั่นไว้ที่ขอบทั้ง 2 ด้าน

- ประกอบแผ่นกระจกเข้ากับตัวเครื่องโดยให้กระจกแผ่นที่มีรอยเว้าหันเข้าด้านในของตัวเครื่อง

- ใช้ไมโครปิเปตดูด resolving gel solution แล้วค่อย ๆหยอดลงในช่องระหว่างแผ่นกระจก ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ จนสารละลายอยู่ต่ำกว่าขอบบนของกระจกแผ่นที่มีรอยเว้าประมาณ 1.5-2 ซ.ม

- หยอดสารละลายบิวทานอลปิดทับหน้าเจล ตั้งทิ้งไว้บนพื้นที่เรียบ รอให้เจลแข็ง ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

- ใช้ไมโครปิเปตดูด stacking gel solution แล้วค่อย ๆ หยอดลงในช่องระหว่างแผ่นกระจก ระวังอย่าให้เกิดฟอง จนสารละลายสูงถึงขอบบน

- เสียบหวีพลาสติกลงในช่องระหว่างแผ่นกระจก เพื่อให้เกิดช่อง สำหรับหยอดตัวอย่าง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เจลชั้นบนแข็ง ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ดึงหวีออก จะได้แผ่นเจลที่พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่าง

- ปิเปตตัวอย่างโปรตีนที่เตรียมจากข้อ ก.5 ประมาณ 0.3 มิลลิลิตร เติมลงใน sample buffer ที่บรรจุใน eppendorf tubes ในปริมาณที่เท่ากัน จากนั้นผสมให้เข้ากัน

- ต้มในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิประมาณ 100 $^{o}$C เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นวางไว้ให้เย็น นำไปเขย่าให้เข้ากัน ก่อนหยอดในแผ่นเจล

3. ขั้นตอนการ electrophoresis

ประกอบส่วนแผ่นเจลเข้ากับแทงค์ คลายส่วนฐานของแท่นหล่อเจลออก แล้วใส่สารละลาย tank buffer ลงในช่องด้านหลังของแผ่นกระจกที่ใช้หล่อเจลจนสารละลายท่วมแผ่นเจล ต่อชุดวิเคราะห์เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำหนดกระแสไฟฟ้า 20-30 A 300 V กดปุ่ม start รอจนตัวอย่างวิ่งลงมาตามแผ่นเจลจนสุดของล่างแผ่นเจล ปิดเครื่องแล้วถอดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออก แกะแผ่นเจลออกจากแผ่นกระจกนำมาแช่ใน

staining solution เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำมาแช่ใน destaining solution เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

**ก.8 การวิเคราะห์ค่า expressible water และ water holding capacity**

ตามวิธีของ National Fisheries Institute (1991) และ Park (2000)

การเตรียมตัวอย่าง

โดยตัดตัวอย่างเจลซูริมิ ให้มีความหนาประมาณ 0.3 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร มาประกบด้วยแผ่นกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นอัดด้วยความดัน 10 $kg/cm^2$ เป็นเวลา 2 นาที

การคำนวณ

$$\text{ค่า expressible water (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนกด (g)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังกด (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนกด (g)}} \times 100$$

$$\text{ค่า WHC (\%)} = 100 - \left[\frac{\text{น้ำหนักที่ซึมบนกระดาษกรอง (g)}}{\text{น้ำหนักก่อนกด (g)} \times \text{M.C (\%)}}\right] \times 100$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ข

## ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

**ตารางที่ ข.1** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า force deformation และ gel strength เมื่อเติม microbial transglutaminase (MTGase) ในเจลซูริมิที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.2 และ 0.3% ของน้ำหนักซูริมิ

| SOV | df | MS | | |
|---|---|---|---|---|
| | | force | deformation | gel strength |
| ความเข้มข้นของ MTGase | 3 | 123644.561* | 1.088E-04 | 275841.270* |
| error | 4 | 901.158 | 1.564E-04 | 1687.193 |

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

**ตารางที่ ข.2** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า force deformation และ gel strength เมื่อเติม beef plasma protein (BPP) ในเจลซูริมิที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 3.0% ของน้ำหนักซูริมิ

| SOV | df | MS | | |
|---|---|---|---|---|
| | | force | deformation | gel strength |
| ความเข้มข้นของ BPP | 3 | 20346.500* | 3.046E-05 | 44646.798* |
| error | 4 | 385.346 | 1.999E-04 | 1175.961 |

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

**ตารางที่ ข.3** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีเมื่อเติม beef plasma protein (BPP) ในเจลซูริมิที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 3.0% ของน้ำหนักซูริมิ

| SOV | df | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | L | a | b | whiteness |
| ความเข้มข้นของ BPP | 3 | 0.434 | 2.100E-03 | 4.541* | 38.199*- |
| error | 4 | 8.405E-02 | 1.502E-02 | 0.239 | 2.373 |

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

**ตารางที่ ข.4** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า force deformation และ gel strength เมื่อเติม egg white (EW) ในเจลซูริมิที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 3.0% ของน้ำหนักซูริมิ

| SOV | df | MS | | |
|---|---|---|---|---|
| | | force | deformation | gel strength |
| ความเข้มข้นของ EW | 3 | 22631.851* | 1.535E-04 | 48059.903* |
| error | 4 | 713.213 | 1.504E-04 | 1730.070 |

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ค

## ใบรายงานผลการทดสอบเชิงพรรณนาเชิงปริมาณ

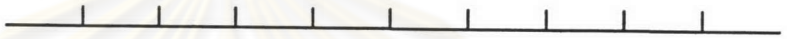
**ผลิตภัณฑ์** คามาโบโกะ

**ชื่อผู้ทดสอบ** ..... **วันที่ทดสอบ** .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอจากซ้ายไปขวา แล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นของแต่ละปัจจัย ตรงบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด พร้อมระบุรหัสตัวอย่างเหนือเส้น

รหัสตัวอย่าง ..... ..... ..... ..... .....

1. สี

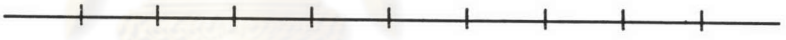


ขาว เหลือง

2. กลิ่นคาวปลา

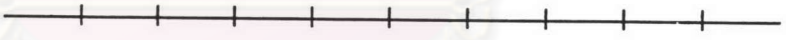
น้อย มาก

3. กลิ่นแปลกปลอม



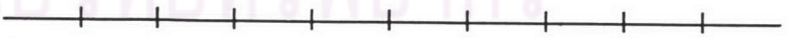
น้อย มาก

4. ความแข็ง
(ประเมินโดยแรงที่ใช้ ในการกัดให้ตัวอย่างขาด)



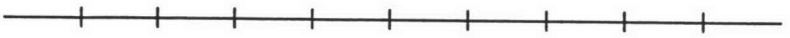
นุ่ม แข็ง

5. ความยืดหยุ่น
(ประเมินโดยการกัดแล้วปล่อย)



น้อย มาก

6. การยอมรับโดยรวม



ไม่ชอบ ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวอลิศรา ตลึงผล เกิดวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2521 เป็นคนจังหวัดนครศรีธรรมราช จบการศึกษาปริญญาตรี (วท.บ) จากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา เมื่อปีพ.ศ. 2542 หลังจากนั้นได้เข้าทำงานที่บริษัทรอแยลแคนนิ่ง จำกัด ในตำแหน่ง QC. Supervisor เป็นเวลา 1 ปี ก่อนที่จะตัดสินใจเข้ามาศึกษาในระดับปริญญาโท ที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีพ.ศ. 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย