



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- คเชนทร เฉลิมวัฒน์. 2544. การเพาะเลี้ยงหอย. กรุงเทพมหานคร: รั้วเขียว.
- งามจิตร ไฉวิฑูร. 2547. อาหารพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์. อาหาร 34(4): 284-286.
- จักรพันธ์ กังวาฬ. 2547. หอยเป่าฮื้อจากธรรมชาติสู่ฟาร์มเลี้ยง. สารคดี 20(231): 74-76.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2535. การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. อาหาร 22(4): 39-50.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นงลักษณ์ สุทธิวณิช. 2531. องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำ. ใน คุณภาพสัตว์น้ำ, หน้า 48-79.  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปรียา วิบูลย์ศาสตร์. 2538. จุลชีววิทยาของอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. อาหาร 25(2): 127-133.
- พายัพ ยังปักซี่. 2541. หอยเป่าฮื้อ. สัตว์น้ำฉบับพิเศษ 10 (มกราคม) : 169 – 174.
- ภิญโญ พานิชพันธ์. 2542. กรดอะมิโนและโปรตีน. ใน ชีวเคมี, หน้า 89-123. ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มะลิ บุญยรัตผลิน. 2545. การพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทยหอยเป่าฮื้อ. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย, หน้า 1-18. 2 กุมภาพันธ์ 2545  
ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์กรุงเทพมหานคร.
- มาลัยวรรณ อารยะสกุล และ วรรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร. 2540. เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, หน้า 248-281. กรุงเทพมหานคร:  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร. กรุงเทพมหานคร:  
โอเดียนสโตร์.
- ลิลลา เรื่องแป้น. 2543. การเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ. สัตว์น้ำฉบับพิเศษ 12 (มกราคม):126 – 131.
- วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์. 2542. บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ. ใน เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง retort pouch for low acid canned food, หน้า 1-12.  
29-30 กรกฎาคม 2542 ณ โรงแรมมารวยการ์เดนและภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง  
คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิวัฒน์ ปฐมโยธิน. 2542. หลักการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว. ใน  
เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง retort pouch for low acid canned food, หน้า 61-75.  
29-30 กรกฎาคม 2542 ณ โรงแรมมารวยการ์เดนและภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง  
คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- สุทรวัดณ์ เบญจกุล. 2536. การใช้ฟอสเฟตในอาหารทะเล. อาหาร 23(1): 7-12.
- สุมนทนา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สมปอง วิชญาวิเชียร. 2542. หอยเป่าฮื้อ. ข่าวกรมประมง 23 (มกราคม-มิถุนายน): 19-31.
- สมพงษ์ คูประมงอารักษ์. 2534. การผลิตเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋องปลอดซัลเฟอร์ไดออกไซด์และ  
เอทิลีนไดออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยี  
ทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2528. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาซาร์ดีน  
กระป๋อง. มอก. 89-2528. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา เล่ม 1  
อาหารกระป๋อง. มอก. 335-2533. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ศิวพร ศิวเวช. 2535. วัตถุดิบอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. นครปฐม:  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์. 2541. การเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อเชิง  
พาณิชย์. วารสารการประมง 51(5): 395-405.
- อรุณี สมมณี. 2547. หอยเป่าฮื้อ. วารสารการประมง 57(1): 47-51.
- อุบลวรรณ พึ่งฉิม. 2546. ผลของกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อต่อองค์ประกอบทางเคมี  
และเนื้อสัมผัสของหอยเป่าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* และ *Haliotis ovina*. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

## ภาษาอังกฤษ

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Virginia: The Association of Official  
Analytical Chemists.

- Abe, H. 1983. Distribution of free L-histidine and its related compounds in marine fishes. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 49: 1683-1687.
- Ang, C. Y. W. and Young, L. L. 1989. Factors relating to oxidative stability of cooked broiler breast patties treated with sodium tripolyphosphate. Journal of Food Science 54(5): 1151-1154.
- Ang, J. F. and Haard, N. F. 1985. Chemical composition and postmortem changes in soft textured muscle from intensely feeding Atlantic cods. Journal of Food Biochemistry 9(1): 49-51.
- Antoine, F. R., Wei, C. I., Littell, R. C., and Marshall, M. R. 1999. HPLC method for analysis of free amino acid in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47: 5100-5107.
- Arnold, S. H., and Brown, W. 1978. Histamine toxicity from fish products. Advance Food Research 24: 113-154.
- Ashie, I. N. A., Smith, J. P., and Simpson, B. K. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 36(1&2):87-121.
- Ateba, P. and Mittal, G. S. 1994. Dynamics of crust formation and kinetics of quality changes during frying of meatballs. Journal of Food Science 59(6): 1275-1278
- Baik, O. D. and Mittal, G. S. 2003. Kinetics of tofu color changes during deep-fat frying. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie 36: 43-48.
- Bailey, A. J. and Light, N. D. 1989. Connective Tissue in Meat and Meat Products. London: Elsevier Applied Science.
- Baldwin, J., Wells, R. M. G., Low, M., and Ryder, J. M. 1992. Tauropine and D-lactate as metabolic stress indicators during transport and storage of live paua, (New Zealand abalone) (*Haliotis iris*). Journal of Food Science 57:280-282.
- Bennion, M. 1980. Introductory Foods. 7<sup>th</sup> ed. New York: Macmillan. Cite in Pigott, G. M. and Tucker, B. W. 1990. Seafood: Effects of Technology on Nutrition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Bertola, N. C., Bevilacqua, A. E., and Zaritzky, N. E. 1994. Heat treatment effect on texture changes and thermal denaturation of proteins in beef muscle. Journal of Food Processing and Preservation 18: 31-46.

- Bermejo, A. and Mondaca, M. A. 2002. Growth and characterization of the histamine-producing bacteria of jack mackerel (*Thachurus symmetricus*). Journal of Food Processing Preservation 26: 401-414.
- Bourne, M. C. 1987. Effect of branch temperature on kinetics of thermal softening of carrots and green beans. Journal of Food Science 52(3): 667-668.
- Bouton, P. E., Harris, P. V., and Shorthose, W.R. 1975. Changes in shear parameters of meat associated with structural changes produced by aging, cooking, and myofibrillar contraction at 50-65°C. Journal of Food Science 40(6): 1122-1126.
- Bremer, P. J., Fletcher, G. C. and Osborne, C. 2003. Scombrototoxin in seafood[Online]. Christchurch: New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited. Available from: [www.crop.cri.nz/home/research/marine/pathogens/scrombotoxin.pdf](http://www.crop.cri.nz/home/research/marine/pathogens/scrombotoxin.pdf) [2004, October 11]
- Califano, A. N., Bertola, N. C., Bevilacqua, A. E., and Zaritzky, N. E. 1997. Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef. Journal of Food Engineering 34: 41-54.
- Carabasa, M. and Ibarz, A. 2000. Kinetics of color development in aqueous glucose system at high temperatures. Journal of Food Engineering 44:181-189.
- Chen, T. S. and George, W. Z. 1981. Ascorbic acid retention in retort pouched green beans. Journal of Food Science 46(2): 642-643.
- Cheng, C. S. and Parrish, F. C. 1976. Scanning electron microscopy of bovine muscle: effect of heating on ultrastructure. Fisheries Science 41: 14449-1454.
- Chia, S. S., Baker, R. C., and Hotchkiss, J. H. 1983. Quality comparison of thermo processed fishery products in cans and retortable pouches. Journal of Food Science 48(5): 1521-1525, 1531.
- Chiou, T., Lai, M., Lan, H., and Shiao, C. 2002. Extractive component changes in the foot muscle of live small abalone during storage. Fisheries Science 68: 380-387.
- Chiou, T., Tsai, C., and Lan, H. 2004. Chemical, physical and sensory changes of small abalone meat during cooking. Fisheries Science 70: 867-874.
- Chiou, T. K., Lin, J. F., and Shiao, C. Y. 1998. Changes in extractive components and glycogen in the edible meat of hard clam *Meretrix lusoria* during storage at different temperatures. Fisheries Science 64: 115-120.

- Cochran, W. C. and Cox, G. M. 1992. Experimental Designs. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley and Sons.
- Corzo, O., Bracho, N., and Marjal, J. 2006. Color change kinetics of sardine sheets during vacuum pulse osmotic dehydration. Journal of Food Engineering 75: 21-26.
- Crapo C. A. and Crawford, D. L. 1991. Influence of polyphosphate soak and cooking procedures on yield and quality of Dungeness crab meat. Journal of Food Science 56(3): 657-659, 664.
- Cross, H. R., Carpenter, Z. L., and Smith, G. C. 1973. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. Journal of Food Science 38(6): 998-1003.
- Currie, R. W. and Wolfe, F. H. 1980. Rigor related changes in mechanical properties (tensile and adhesive) and extracellular space in beef muscle. Meat Science 4: 123-143.
- Dawson, P. L., Sheldon, B. W., and Miles, J. J. 1991. Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat. Poultry Science 70: 2359-2367.
- Davey, C. L. and Gilbert, K. V. 1974. Cite in D. A. Ledward. 1979. Meat. In Priestley, R. J. (ed.), Effects of Heating on Foodstuffs, pp. 157-194. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Du, W. X., Lin, C. M., Phu, A. T., Cornell, J. A., Marshall, M. R., and Wei, C. I. 2002. Development of biogenic amines in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): Effect of storage and correlation with decarboxylase- positive bacterial flora. Journal of Food Science 67(1): 292-301.
- Dunajski, E. 1979. Texture of fish muscle. Journal of Texture Studies 10: 301-309.
- Durance, T. D. and Collins, L. S. 1991. Quality enhancement of sexually mature chum salmon *Onchorhynchus keta* in retort pouches. Journal of Food Science 56(5): 1282-1286.
- Dziezak, J. D. 1990. Phosphates improve many foods. Food Technology 44(4): 80-92.
- English, P. M., Gerdes, D. L., Finerty, M. W., and Grodner, R. M. 1988. Effects of tripolyphosphate dips on quality of thermally processed mullet (*Mugi cephalus*). Journal of Food Science 53(5): 1319-1321, 1502.



- Fieger, E. A. and Novak, A. 1961. Microbiology of shellfish deterioration. In Borgstrom, G. (ed.), Fish as Food, Vol. 1. San Diego: Academic Press.
- Findlay, C. J., Stanley, D.W., and Gullet, E. A. 1986. Thermo-mechanical properties of beef muscle. Meat Science 16: 57-70.
- Fletcher, G. C., Summers, G., Winchester, R. V., and Wong, R. 1995. Histamine and histidine in New Zealand marine fish and shellfish species, particularly kahawai (*Arripis trutta*). Journal of Aquatic Food Product Technology 4:54-74.
- Gao, X., Ogawa, H., Tashiro, Y., and Iso, N. 2001. Rheological properties and structural changes in raw and cooked abalone meat. Fisheries Science 67: 314-320.
- Gao, X., Tashiro, Y., and Ogawa, H. 2002. Rheological properties and structural changes in steamed and boiled abalone meat. Fisheries Science 68: 499-508.
- Gopal, T. K. S., Vijayan, P. K., Balachandran, K. K., Madhavan, P., and Iyer, T. G. S. 2001. Traditional Karala style fish curry in indigenous retort pouch. Food Control 12: 523-527.
- Gram, L. and Dalgaard, P. 2002. Fish spoilage bacteria—problems and solutions. Biotechnology 13: 262–266.
- Hahn, K., O. 1989. Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropoda. CRC Press. Boca Raton. Florida, USA.
- Hamm, R. 1970. Properties of meat proteins. Cite in Cheng, C. S. and Parrish, F. C. 1976. Scanning electron microscopy of bovine muscle: effect of heating on ultrastructure. Fisheries Science 41: 14449-1454
- Hatae, K., Nakai, H., Shimada, A., Murakami, T., Takada, K., Shiroi, Y., and Watabe, S. 1995. Abalone (*Haliotis discus*): Seasonal variations in chemical composition and textural properties. Journal of Food Science 60(1): 32-35, 39.
- Hatae, K., Nakai, H., Tanaka, C., Shimada, A., and Watabe, S. 1996. Taste and texture of abalone meat after extended cooking. Fisheries Science 62: 643-647.
- Hearne, E. H., Penfield, M. P., and Goertz, G. E. 1978. Heating effects on bovine semitendinosus: shear, muscle fiber measurements, and cooking losses. Journal of Food Science 43(1): 10-16.
- Heidelbaugh, N. D. and Karel, M. 1970. Changes in pouched heat-processed foods. Modern Packaging 43(11): 80-90.

- Heil, R. J. and McCarty, M. J. 1989. Influence of acidification on texture of canned carrots. Journal of Food Science 54 (4): 1092-1094.
- Huss, H. H. and Asenjo, I. 1976. Storage life of gutted and ungutted white fish. Cite in Scott, D. N., Fletcher, G. C., Hogg, M. G., and Ryder, J. M. 1986. Comparison of whole and headed and gutted orange roughy stored in ice: sensory, microbiology and chemical assessment. Journal of Food Science 51(1): 79-83.
- James, D. G. and Olley, J. 1970. Moisture and pH changes as criteria of freshness in abalone and their relationship to texture of the canned product. Food Technology in Australia 22:350-357.
- James, D. G. and Olley, J. 1971. Studies on the processing of abalone II the maturometer as a guide to canned abalone texture. Food Technology in Australia 23: 3914-3918.
- James, D. G. and Olley, J. 1974. The abalone industry in Australia. In Rudolf K. (ed.), Fishery Products, pp.238-242. England: The Whitefriaris Press Ltd.
- Jauregui, C., Regenstein, J., and Baker, R.C. 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. Journal of Food Science 46(4): 1271, 1273.
- Jones, S. B., Carrol, R. J., and Cavanaugh, J. R. 1977. Structural changes in heated bovine muscle: a scanning electron microscope study. Journal of Food Science 42(1): 125-131.
- Kawashima, K. and Yamanaka, H. 1995. Effects of cold storage, freezing and thawing on browning of cooked scallop adductor muscle. Fisheries Science 61: 1031-1034.
- Kawashima, K., and Yamanaka, H. 1996. Free amino acids responsible for the browning of cooked scallop adductor muscle. Fisheries Science 62: 293-296.
- Kijowski, J. 2001. Muscle proteins. In Sikorski, Z. E. (ed.), Chemical and Functional Properties of Food Proteins, pp. 233-269. Pennsylvania: Technomic Publication.
- Kim, S. H., Price, R. J., Morissey, M. T., Field, K. G., Wei, C. I., and An, H. 2002. Histamine production by *Moganella morgani* in mackerel, albacore, mahi-mahi, and salmon at various storage temperatures. Journal of Food Science 67(4): 1522-1528.

- Kim, S., Ben-Gigirey, B., Barros-Velazquez, J., Price, R. J., and An, H. 2000. Histamine and biogenic amine production by *Morganella morganii* isolated from temperature-abused albacore. Journal of Food Protection 63(2): 244-251.
- Kimura, S. and Kubota, M. 1968. Some properties of collagen from the abalone. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 34(4): 925-929.
- Kolodziejaska, I., Sikorski, Z. E., and Sadowska, M. 1987. Texture of cooked mantle of squid *Illex argentinus* as influenced by specimen characteristics and treatments. Journal of Food Science 52(4): 932-935.
- Konagaya, S. and Konagaya, T. 1979. Acid denaturation of myofibrillar protein as the main cause of formation of "yake-niku", a spontaneously of done meat, in red meat fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 45(2): 245-248.
- Kotzekidou, P. 2000. *Bacillus stearothermophilus*. In Robinson, R. K., Batt, C. A., and Patel, P. D. (eds.), Encyclopedia of Food Microbiology Volume 1, pp.124-129. London: Academic Press.
- Kumar, A. J., Singh, R. R. B., Patel, A. A., and Patil, G. R. 2006. Kinetics of color and texture changes in gulabjamun balls during deep-fat frying. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie 39: 827-833.
- Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Sherbon, J. W. 1970. Low temperature, long time heating of bovine muscle. 1. Changes in tenderness, water-binding capacity, pH and amount of water soluble components. Journal of Food Science 35(2): 175-177.
- Lampila, L. E. and Godber, J. P. 2002. Food phosphates. In Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, N., and Thorngate III, J. H. (eds.), Food Additives 2<sup>nd</sup> ed., pp. 809-896. New York: Marcel Dekker.
- Lannelongue, M., Finne, G., Hanna, M. O., Nickelson, R., and Vanderzant, G. 1982. Storage characteristics of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) stored in retail packages containing CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres. Journal of Food Science 47(3): 911-913.
- Larick, D. K. and Turner, B. E. 1992. Aseptic processing of bovine particulates: flavor development/stability and texture. Journal of Food Science 57(5): 1046-1050.



- Lawrie, R. A. 1968. Chemical changes in meat due to processing – a review. Journal of the Science of Food and Agriculture 19(1): 233-240.
- Leach, A. A. 1960. Notes on a modification of the Neuman & Longman method for the determination of the hydroxyproline. The Biochemical Journal 74(1): 70-71.
- Ledward, D. A. 1979. Meat. In Priestley, R. J. (ed.), Effects of Heating on Foodstuffs, pp. 157-194. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Ledward, D. A. 1984. Food group (meat panel) symposium connective tissue in meat and meat products - Thermal stability of connective tissue in meat and meat products. Journal of the Science of Food and Agriculture 35(5): 1261-1267.
- Lehane, L. and Olley, J. 2000. Histamine fish poisoning revisited. International Journal of Food Microbiology 58: 1-37.
- Li, W., Bowers, J. A., Craig, J. A., and Perng, S. K. 1993. Sodium tripolyphosphate stability and effect in ground turkey meat. Journal of Food Science 58(3): 501-504.
- Light, N., Voyle, C., and Champion, A. 1984. Relationship between collagen content, type and texture of difference muscles. Journal of Science of Food and Agriculture 35 (5): 1261-1262.
- Lopez-Sabater, E. I., Rodriguez, J. J., Roig- Saguez, A. X., and Mora-Ventura, M. T. 1994. Bacteriological quality of tuna fish (*Thunnus thynnus*) destined for canning: Effect of tuna handling on presence of histidine decarboxylase bacteria and histamine level. Journal of Food Protection 57(4): 318-323.
- Lopez-Sabater, E. I., Rodriguez-Jerez, J. J., Hernandez-Herrero, M., Roig-Sagues, A. X., and Mora-Ventura, M. T. 1996. Sensory quality and histamine formation during controlled decomposition of tuna (*Thunnus thynnus*). Journal of Food Protection 59(2): 167-174.
- Ma, L. Y., Deng, J. C., Ahmed, E. M., and Adams, J. P. 1983. Canned shrimp texture as a function of its heat history. Journal of Food Science 48(2): 360-363.
- Martens, H., Stabursvik, E., and Martens, M. 1982. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. Journal of Texture Studies 13: 291-309.

- McMeekin, T. A., Olley, J., Ross, T., and Ratkowski, D. A. 1993. A thermodynamic approach to bacterial growth. Cite in Lehane, L., and Olley, J. 2000. Histamine fish poisoning revisited: a review. International Journal of Food Microbiology 58: 1-37.
- Mizuta, S., Miyaki, T., Nishimiya, T., and Yoshinaka, R. 2004. Partial characterization of collagen in several bivalve molluscs. Food Chemistry 87: 83-88.
- Mizuta, S., Yoshinaka, R., Sato, M., and Sakaguchi, M. 1994. Characterization of collagen in the muscle several crustacean species in association with raw meat texture. Fisheries Science 60: 323-328.
- Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Bindu, J., Geethalakshmi, V., and Srinivasa Gopal, T. K. 2006. Effect of thermal process time on quality of "shrimp kuruma" in retortable pouches and aluminum cans. Journal of Food Science 71(6): S496-S500.
- Nakayama, F. and Kimura, S. 1979. Glucose-6-phosphate content in the meat of boil-shucked scallop and browning of the canned product. Journal of Tokyo University of Fisheries 44(1): 209-213.
- Niven, C.F., Jeffrey, M. B., and Corlett, D. A. 1981. Differential plating medium for quantitative detection of histamine-producing bacteria. Applied and Environmental Microbiology 41(1): 321-322.
- Ochiai, Y., Kariya, Y., Watabe, S., and Hashimoto, K. 1985. Heat-induced tendering of turban shell (*Batillus cornutus*) muscle. Journal of Food Science 50(2): 981-984.
- Offer, G., Knight, P., Jeacocke, R., Almond, R, Consins, T., Elsey, J., Parsons, N., Sharp, A., Starr, R., and Purslow, P. 1989. The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. Food Microstructure 8: 151-170.
- Olaechea, R. P., Ushio, H., Watabe, S., Takada, K., and Hatae, K. 1993. Toughness and collagen content of abalone muscles. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 57(1): 6-11.
- Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschlager, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I. M., Henehan, G., Nielsen, J., and Nilsen, H. 1997. Method to evaluate fish freshness in research and industry. Trends in Food Science & Technology 8:258-265.

- Olley, J. and Thrower, S. J. 1977. Abalone – an esoteric food. Advance in Food Research 23(1): 143-185.
- Olson, K. I. and Sorrells, K. M. 2001. Thermophilic flat sour sporeformers. In Pouch, S. F. and Ito, K. (eds.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, pp. 245-248. Washington, D. C.: American Public Health Association.
- Palka, K. and Daun, H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. Meat Science 51: 237-243.
- Parkin, K. L. and Brown, W. D. 1983. Modified atmosphere storage of Dungeness crab (*Cancer magister*). Journal of Food Science 48(2): 370-374.
- Paul, P. 1963. Influence of methods of cooking on meat tenderness. In Processing of Meat Tenderness Symposium, pp. 225-242, Campell Soup Co., Camden NJ.
- Pigott, G. M. and Tucker, B. W. 1990. Seafood: Effects of Technology on Nutrition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Price, R. J. and Tom, P.D. 2004. Scombrototoxin (Histamine): Chapter 27[online]. Davis: The National Sea Grant College Fisheries Extension Enhancement Grant Program. Available from: <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapter27.htm> [2005, March 29]
- Rizvi, A. F. and Tong, C. H. 1997. Fractional conversion of determining texture degradation kinetics of vegetables. Journal of Food Science 62(1): 1-7.
- Robbin, F. M., Walker, J. E., Cohen, S. H., and Charterjee, S. 1979. Action of proteolytic enzymes on bovine myofibrils. Journal of Food Science 44(6): 1672-1680.
- Sanchez-Bramila, J. V., Lyon, B.G., Huang, Y. W., Franco Santiago, J. R., Lyon, C. E., and Gates, K. W. 2002a. Sensory and texture quality of canned whelk (*Astraea undosa*) subjected to tenderizing treatments. Journal of Food Science 67(4): 1559-1563.
- Sanchez-Bramila, J. V., Lyon, B. G., Huang, Y. W., Lyon, C. E., and Gates, K. W. 2002b. Sensory characteristics and instrumental texture attributes of abalone, *Haliotis fulgens* and *cracherodii*. Journal of Food Science 67(3): 1233-1239.
- Scott, D. N., Fletcher, G. C., Hogg, M. G., and Ryder, J. M. 1986. Comparison of whole and headed and gutted orange roughy stored in ice: sensory, microbiology and chemical assessment. Journal of Food Science 51(1): 79-83.

- Shahidi, F. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. In Shahidi, F. and Botta, J. R. (eds.), Seafood: Chemistry, Processing Technology and Quality, pp. 3-9. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Sidwell, V. 1981. Chemical and nutritional composition of finfish, whales, crustaceans, mollusks, and their products. NOAA Technical memorandum, NMFS F/SEC-11. United States Department of commerce, Washington, D. C. Cite in Pigott, G. M. and Tucker, B. W. 1990. Seafood: Effects of Technology on Nutrition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Sikorski, Z. E. and Borderias, J. 1994. Collagen in muscle and skin of marine animals. In Sikorski, Z. E., Pan, B. S., and Shahidi, F. (eds.), Seafood Protein, pp. 58-70. New York: Chapman & Hall.
- Sofos, J. N. 1986. Use of phosphate in low-sodium meat products. Food Technology 40(9): 52-69.
- Sofos, J. N. 1994. Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. In Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (eds.), Advances in Meat Research Series Volume 9: Quality Attributes in Meat, Poultry and Fish Products, pp. 359-403. London: Blackie Academic & Professional.
- Solomon, H. M., Johnson, E. A., Bernard, D.T., Arnon, S. S., and Ferreira, J. L. 2001. *Clostridium botulinum* and its toxins. In Pouch, S. F. and Ito, K. (eds.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, pp. 317-323. Washington, D. C.: American Public Health Association.
- Subburaj, M., Karunasagar, I., and Karunasagar, I. 1984. Incidence of histidine-decarboxylating bacteria in fish and market environments. Food Microbiology 1: 263-267
- Takayama, N., Yamamoto, Y., Kadowaki, Y., and Endo, K. 1970. Chemical components of abalone meat. Kaseikaku Zasshi. 21(1): 239-245.
- Taylor, S. L., Guthertz, L. S., Leatherwood, M., Tillman, F., and Lieber, E. R. 1978. Histamine production by food-borne bacteria species. Journal of Food Safety 1: 173-187.
- Taylor, S. L. and Speckhard, M. W. 1983. Isolation of histamine producing bacteria from frozen tuna. Marine Fisheries Review 45(4-6): 35-39.

- Tompkin, R. B. 1984. Indirect antimicrobial effects in foods: Phosphates. Journal of Food Protection 46: 846-860.
- Tyszkiewicz, S. 1979. Factors determining meat tenderness (in Polish). Przemyst Spozywczy 23: 218-221. Cite in Palka, K., and Daun, H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. Meat Science 51: 237-243.
- Ueng, Y. and Chow, C. 1998. Textural and histological changes of different squid mantle muscle during frozen storage. Journal of Agriculture and Food Chemistry 46: 4728-4733.
- Wang, M. Y. and Brown, W. D. 1983. Effects of elevated CO<sub>2</sub> atmosphere on storage of freshwater crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). Journal of Food Science 48(1): 158-162.
- Watabe, S., Ochiai, Y., Kariya, Y., Dinh, T. N. L., Kimura, S., and Hashimoto, K. 1986. Characterization of three types of turban shell *Batillus cornutus* muscle – ultrastructure and protein composition. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries 52(4): 737-744.
- Wattanachant, S., Benjakul, S., and Ledward, D. A. 2005. Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscle. Food Chemistry 93: 337-348.
- Webber, H. H. 1970. Changes in metabolite composition during the reproductive cycle of the abalone *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda: Prosobranchiata). Physiological Zoology 43(1): 213-217.
- Wei, C. I., Chen, C. M., Koburger, J. A., Oswell, W. S., and Marshall, M. R. 1990. Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged tuna. Journal of Food Science 55(1): 59-63.
- Wekell, J. C. and Teeney, F. M. 1988. Canned salmon curd reduced by use of polyphosphates. Journal of Food Science 53(4): 1009-1013.
- Wongso, S. and Yamanaka, H. 1998. Extractive components of the adductor muscle of Japanese baking scallop and changes during refrigerated storage. Journal of Food Science 63(5): 772-776.



- Xiong, Y. L. 1997. Structure-function relationships of muscle protein. In Damodaran, S. (ed.), Food Proteins and Their Application, pp. 341-362. New York: Marcel Dekker.
- Yoneda, C., Kasamatsu, C., Hatae, K., and Watabe, S. 2002. Changes in taste and textural properties of the foot of the Japanese cockle (*Fulvia mutica*) by cooking and during storage. Fisheries Science 68: 1138-1144.
- Yoshinaga, D.H. and Frank, H. A. 1982. Histamine-producing bacteria in decomposing skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). Applied and Environmental Microbiology 44(2): 447-452.
- Zayas, J. F. 1997. Functionality of Proteins in Food. Germany: Springer.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

#### ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยวิธี air oven method

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC (1995) โดยเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ออบจาก  $130 \pm 3$  °C เป็น  $100 \pm 5$  °C

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

ตู้อบลมร้อน (Mettler รุ่น model 600, Germany)

#### วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างอลูมิเนียมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  °C นาน 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างอลูมิเนียมเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยที่เตรียมไว้ในข้อ 1
3. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  °C นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นาน 30 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างที่แน่นอน
4. นำตัวอย่างแบ่งเข้าอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  °C นาน 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยให้ค่าความชื้นมีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 0.2
5. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างแล้วห้กลับด้วยน้ำหนักของตัวอย่างอลูมิเนียมเปล่าจะได้น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\% wet basis)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ}}$$

#### ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (crude protein)

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1995)

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi รุ่น K-424, Switzerland)
2. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Buchi รุ่น B-324, Switzerland)

## สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 35%
4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4%
5. สารผสมเซลเนี่ยมมิกเซอร์
6. อินดิเคเตอร์ (สารละลายเมทิลเรดความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมกับ สารละลายเมธิลีนบลูความเข้มข้น 0.2% ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

## วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วเติมสารผสมเซลเนี่ยมมิกเซอร์เพื่อเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม ห่อกระดาษกรอง ใส่ลงในหลอดย่อย
2. เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อย
3. ทำ blank โดยการใช้น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์เช่นเดียวกัน
4. ต่อกำลังย่อยโปรตีนเข้ากับเครื่องย่อยโปรตีน เปิดเตาให้ความร้อนที่เบอร์ 8 ย่อยจนได้สารละลายสีเขียวอ่อนใส
5. ปิดเตาย่อยแล้วยกหลอดออกจากเครื่องย่อยแล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
6. นำหลอดย่อยโปรตีนและขวดรูปชมพู่ที่เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่นไนโตรเจน กำหนดสภาวะกลั่น ดังนี้
  - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 35% ปริมาตร 60 มิลลิลิตร
  - สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
  - น้ำกลั่น ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
  - เวลาในการกลั่น 5 นาที
7. ในระหว่างการกลั่นจะเกิดแอมโมเนียและแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะถูกจับไว้ด้วย สารละลายกรดบอริกได้สารละลายสีเขียว เมื่อกลั่นเสร็จแล้วนำขวดรูปชมพู่ที่ได้จากการกลั่นไปไตเตรทด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่วิเคราะห์หาความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว จนกระทั่งถึงจุดยุติได้สารละลายสีม่วงแดง จดปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทไปคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{(V-B) \times N \times 1.4 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

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

V คือ ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B คือ ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรต blank

N คือ ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

### ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด (crude fat)

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1995)

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet extractor)
2. ตู้อบลมร้อน (Mettler รุ่น model 600, Germany)

#### สารเคมี

สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์

#### วิธีการทดลอง

1. นำขวดก้นกลมมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$  จนแห้งสนิท ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักขวดก้นกลมเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$  แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
3. ใส่ตัวอย่างที่ห่อด้วยกระดาษกรองลงในทิมเบล แล้วนำไปประกอบเข้าในชุดสกัดไขมัน โดยใช้สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เป็นตัวสกัด สกัดนาน 3 ชั่วโมง
4. นำขวดก้นกลมที่ได้จากข้อ 3 ไประเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกด้วยเครื่องระเหยจนหมด
5. นำขวดก้นกลมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$  จนแห้งสนิท ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักขวดก้นกลมหลังการสกัดไขมันที่แน่นอนเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไขมันทั้งหมดในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณไขมันทั้งหมด} = \frac{(\text{น้ำหนักขวดก้นกลมหลังสกัด} - \text{น้ำหนักขวดก้นกลมก่อนสกัด}) \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$



#### ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1995)

##### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เตาเผา (Muffle furnace, Carbolite รุ่น CWF 1200, England)
2. ครุชชีเบิล (crucible)

##### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในครุชชีเบิลที่เผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
2. นำตัวอย่างไปเผาโดยใช้ hot plate ในตู้ดูดควันจนกระทั่งตัวอย่างหมดควัน
3. นำตัวอย่างเข้าเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550°C จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง
5. ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้และคำนวณปริมาณเถ้า

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

## ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์จุลินทรีย์

### ข.1 แบบที่เรียกที่ต้องการอากาศ (aerobic plate count)

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC Official Method 986.32(1995)

#### การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

##### 1. สารละลายเกลือเพื่อเจือจาง (saline dilution blanks)

ซึ่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม ใส่น้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

##### 2. เพลตเคาน์อะการ์ (plate count agar)

ซึ่งเพลตเคาน์อะการ์ 22.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิประมาณ 45°C เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ จานละประมาณ 10-15 มิลลิลิตร

#### วิธีวิเคราะห์

ซึ่งตัวอย่าง 10 กรัม ใสในถุง stomacher ที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เติมสารละลายเกลือเพื่อเจือจาง 90 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องตีปั่นนาน 1 นาที จะได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือทำให้เจือจางต่อไปจนได้ความเข้มข้น  $10^{-4}$ - $10^{-6}$  เพื่อให้สามารถนับจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30-300 โคโลนี ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร ใสลงในเพลตเคาน์อะการ์ที่เตรียมไว้ แล้วเกลี่ยให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม (colony forming unit หรือ cfu/g)

ข.2 แบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลส (histidine decarboxylase bacteria)  
วิเคราะห์ตามวิธีของ Niven และคณะ (1981)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลส ประกอบด้วย

ทริปโตน (tryptone)	5	กรัม
ยีสต์เอกซแทรกต์ (yeast extract)	5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ 5 กรัม		
แอล-ฮิสติดีนโมโนไฮโดรคลอไรด์ (L-histidine monohydrochloride)	20	กรัม
อะการ์ 20 กรัม		
แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO <sub>3</sub> )	1	กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล (bromocresol purple)	0.06	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น คนให้ละลาย แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน  
อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 10 นาทีหรือน้อยกว่า เพื่อป้องกันการ  
สลายตัว (hydrolysis) ของอะการ์ เนื่องจากอาหารมีค่าความเป็นกรดต่ำ (pH 5.3) จากนั้น  
เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ ตามวิธีการเตรียมเพลตเคาน์อะการ์ในข้อ ข.1

วิธีวิเคราะห์

ทำเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์แบคทีเรียที่ต้องการอากาศข้อ ข.1 ทำการตรวจนับจำนวน  
แบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลส โดยสังเกตจากโคโลนีสีม่วง ซึ่งแบคทีเรียนี้จะ  
สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลสไปเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนฮิสติดีนไปเป็นฮิสตามีน มีผลทำให้  
pH เพิ่มขึ้น ทำให้อินดิเคเตอร์ (บรอมครีซอลเพอร์เพิล) เปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีม่วง หาค่าเฉลี่ย  
แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม (cfu/g)

### ข.3 การวิเคราะห์ *Clostridium botulinum*

วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ American Public Health Association (Solomon และคณะ, 2001)

#### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. คุกมีตมีเดียม
2. trypticase peptone glucose yeast extract broth (TPGY) หรือ trypticase peptone glucose yeast extract with tryptone broth (TPGYP)
3. liver veal egg yolk agar หรือ anaerobic egg yolk agar

#### วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อคุกมีตมีเดียม ซึ่งได้ต้มไล่อากาศออกและทำให้เย็นแล้ว และอาหาร trypticase peptone glucose yeast extract จำนวนอย่างละ 4 หลอด
2. นำคุกมีตมีเดียมไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C ส่วน trypticase peptone glucose yeast extract บ่มที่อุณหภูมิ 26°C-28°C เป็นเวลา 5 วัน ถ้าสังเกตว่าอาหารเลี้ยงเชื้อมีความขุ่น มีก๊าซเกิดขึ้น หรือเกิดการเปื่อยยุ่ยของชิ้นเนื้อ หรือเกิดกลิ่น จึงนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแติน (gram stain) ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เชื้อพวกคลอสทริเดียมซึ่งเป็นเชื้อกรัมบวก มีรูปร่างเป็นแท่ง มีสปอร์อยู่ปลายหรือค่อนไปทางปลาย
3. เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ (pure culture isolation) จะถ่ายเชื้อจากอาหารเดิมที่พบเชื้อดังกล่าว โดยปิเปตบริเวณส่วนบนของอาหาร 2 มิลลิลิตร เติม absolute ethanol 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมา
4. เพาะเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ liver veal egg yolk agar หรือ anaerobic egg yolk agar แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C 48 ชั่วโมง ในภาวะที่ไม่มีอากาศ
5. เลือกโคโลนีที่มีลักษณะนูนเล็กน้อยหรือแบน เรียบหรืออาจขรุขระเล็กน้อย มาเพาะลงใน TPGY หรือ TPGYP บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C 5 วัน
6. เพาะเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ liver veal egg yolk agar อีกครั้ง แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C 48 ชั่วโมง โดยแบ่งงานที่เพาะเชื้อแล้วนี้เป็นสองส่วน โดยส่วนแรกบ่มเพาะเชื้อในภาวะอากาศปกติ และอีกส่วนบ่มในภาวะที่ไม่มีอากาศ ถ้าเป็นเชื้อ *C. botulinum* จึงจะเจริญได้ในภาวะไร้อากาศ การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (ประมาณ 5°C)

#### ข.4 การวิเคราะห์ *Bacillus stearothermophilus*

วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ American Public Health Association (Olson และ Sorrells, 2001)

#### อาหารเลี้ยงเชื้อ

เดกซ์โตรสทริปโตโนอะการ์ (dextrose tryptone agar)

#### วิธีวิเคราะห์

นำผลิตภัณฑ์อาหารมาบ่มที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 7 วัน เมื่อบ่มครบกำหนด เปิดภาชนะบรรจุอาหารด้วยเครื่องมือปลอดเชื้อ นำตัวอย่างใส่ภาชนะปราศจากเชื้อ นำไปให้ความร้อนในน้ำเดือด 5 นาที จากนั้นชั่งตัวอย่าง 2 กรัม เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โตรสทริปโตโนอะการ์ เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 50°C-55°C เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ถ้าเป็น *Bacillus stearothermophilus* จะมีลักษณะโคโลนีสีเหลือง ขนาด 2-5 มิลลิเมตร เนื่องจากเชื้อสามารถสร้างกรด ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

#### ข.5 แบคทีเรียพวกแฟลตซาวร์ (flat sour) ชนิดเทอร์โมฟิลิก (thermophilic) และชนิดมีโซฟิลิก (mesophilic)

วิเคราะห์ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 335-2533)

#### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. เดกซ์โตรสทริปโตโนบรอมครีซอลเพอร์เพิลบรอต (dextrose tryptone bromcresol purple broth) ประกอบด้วย

ทริปโตน (tryptone)	10	กรัม
เดกซ์โตรส (dextrose)	5	กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เพิล (bromcresol purple)	0.04	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น คนให้ละลาย แล้วแบ่งใส่หลอดทดลอง หลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที



2. เดกซ์โทรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลอะการ์ (dextrose tryptone bromcresol purple agar) ประกอบด้วย

ทริปโตน (tryptone)	10	กรัม
เดกซ์โทรส (dextrose)	5	กรัม
บรอมครีซอลเพอร์เฟิล (bromcresol purple)	0.04	กรัม
อะการ์	12	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่นและคนให้ละลาย นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ ประมาณ 45°C เทอาหารลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อประมาณ 10-15 มิลลิลิตรต่อจาน

#### วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โทรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลบรอก จำนวน 4 หลอด และในอาหารเลี้ยงเชื้อเดกซ์โทรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลอะการ์ อีก 4 จาน อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 และ 55°C อย่างละ 4 หลอด และ 4 จาน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อพวกแฟลตซาวร์จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

#### ข.6 จุลินทรีย์พวกเทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์ (thermophilic anaerobes)

วิเคราะห์ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 335-2533)

#### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อคูกมีตมีเดียม (cooked meat medium)

ชั่งคูกมีตมีเดียม 12.5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แบ่งเนื้อใส่ในหลอดทดลองให้มี ปริมาณของเนื้อสูง 2.5 เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นให้สูงประมาณ 4 เซนติเมตร ปิดฝา ฆ่าเชื้อในหม้อ นึ่งความดันอุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที

#### วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อคูกมีตมีเดียม ซึ่งได้ต้มไล่อากาศ ออกและทำให้เย็นแล้ว จำนวน 4 หลอด แบ่งไปต้มที่ 80°C นาน 20 นาที 2 หลอด ทำให้เย็นแล้ว

เพาะการที่ปราศจากเชื้อที่บัพผิวน้ำอาหารในหลอดทั้ง 4 หรือจะใส่ในแอนแอโรบิกจาร์ (anaerobic jar) ก็ได้ แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55°C นาน 48-72 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแติน (gram stain) ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นเชื้อแกรมบวก (gram positive) มีรูปร่างเป็นแท่ง มีสปอร์อยู่ปลายหรือค่อนไปทางปลาย แสดงว่าเป็นเชื้อพวกเทอร์โมฟิลิกแอนแอโรบส์

#### ข.7 จุลินทรีย์พวกพิวทริแฟกตีฟแอนแอโรบส์ (putrefactive anaerobes)

วิเคราะห์ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 335-2533)

วิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ ข.6 แต่นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C-37°C 72-96 ชั่วโมง

#### ข.8 จุลินทรีย์พวกซัลไฟด์สปอยเลจ (sulphide spoilage)

วิเคราะห์ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 335-2533)

#### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อไอร์ออนซัลไฟด์อะการ์ (iron sulphite agar)

ชั่งไอร์ออนซัลไฟด์อะการ์ 26 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที แล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ ตามวิธีการเตรียมเพลตเคาน์อะการ์ ในข้อ ข.1

#### วิธีวิเคราะห์

ทำเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์แบคทีเรียที่ต้องการอากาศ ข้อ ข.1 แต่บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55°C นาน 48-72 ชั่วโมง ถ้าพบโคโลนีสีดำแสดงว่าเป็นแบคทีเรียพวกซัลไฟด์สปอยเลจ

## ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ฮิสตามีน

วิเคราะห์ฮิสตามีนในตัวอย่างเนื้อหอยเป่าฮื้อด้วยชุดทดสอบฮิสตามีน (KIKKOMAN, Kikkoman Corporation, Japan)

หลักการวิเคราะห์ฮิสตามีน คือ เอนไซม์ histamine dehydrogenase จะช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของฮิสตามีนในภาวะที่มี 1-methoxy-5-methylphenazinium methylsulphate (1-methoxy PMS) ทำให้เกิด tetrazolium salt ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีสีส้ม ดังสมการ แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร



### สารเคมีและวิธีการเตรียม

1. สารละลายบัฟเฟอร์ 0.1 M EDTA .2Na (pH 8.0)

ซึ่งเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซิติกแอซิดไดโซเดียมซอลท์ (EDTA.2Na.2H<sub>2</sub>O) 37.22 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ปรับพีเอชด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

2. สารเคมีในชุดทดสอบฮิสตามีน ประกอบด้วย

2.1 colorimetric reagent ที่ประกอบด้วย tetrazolium salt และ 1-methoxy PMS เตรียมโดยเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เมื่อละลายดี ห่อหุ้มขวดด้วยฟอยล์และแช่ตู้เย็นก่อนนำมาใช้งาน

2.2 enzymatic reagent ได้แก่ เอนไซม์ histamine dehydrogenase เตรียมโดยเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เมื่อละลายดี ห่อหุ้มขวดด้วยฟอยล์ และแช่ตู้เย็นก่อนนำมาใช้งาน

2.3 tris-hydrochloric acid buffer solution

2.4 histamine standard solution

### วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่าง (sample extraction)

นำหอยเป่าฮื้อที่ปั่นละเอียด 1 กรัม ใส่ในหลอดเข็นตริฟิวจ์ เติมสารละลายบัฟเฟอร์ EDTA .2Na (pH 8.0) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 24 มิลลิลิตร ต้มในน้ำเดือด 20 นาที แล้ว

ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วในอ่างน้ำแข็ง แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 10,000×g นาน 5 นาที เก็บของเหลวส่วนใสเพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

## 2. การวิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบฮิสตามีน

### 2.1 ปิเปตสารละลายแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลองพลาสติกดังนี้

สารที่ใช้	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)			
	Sample	sample blank	standard solution	reagent blank
น้ำกลั่น	1.0	1.4	1.0	2.4
สารสกัดตัวอย่าง	1.0	1.0	-	-
histamine standard solution	-	-	1.0	-
buffer solution	0.4	0.4	0.4	0.4
colorimetric reagent	0.4	0.4	0.4	0.4
enzyme solution	0.4	-	0.4	-

2.2 เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง นาน 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Jasco UV/VIS Spectrophotometer รุ่น V-530) ที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร คำนวณปริมาณฮิสตามีนในตัวอย่างดังสมการ

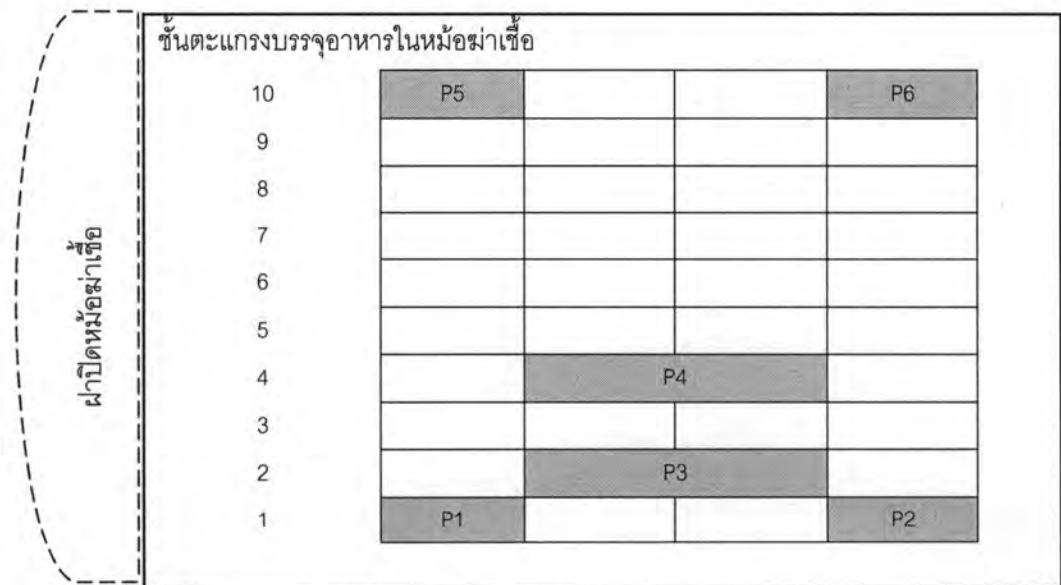
$$\text{ปริมาณฮิสตามีน (ppm)} = \frac{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของ sample} - \text{sample blank}) \times 100}{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของ histamine standard solution} - \text{reagent blank})}$$

## ภาคผนวก ง

### การหาจุดร้อนซ้ำที่สุด (cold point) ภายในหม้อฆ่าเชื้อ

#### วิธีการทดลอง

วางผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ทเพาท์ที่เสียบเข็มวัดอุณหภูมิคู่ควบ บริเวณด้านข้างถุงและปลายเข็มเสียบตรงกึ่งกลางเนื้อหอยเป่าฮื้อ ไว้ในตำแหน่งต่างๆ ภายในหม้อฆ่าเชื้อ (HISAKA simulator retort รุ่น RCS-40RTGN) จำนวน 6 ตำแหน่ง ดังรูป ง.1 และบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในรีทอร์ทเพาท์แต่ละตำแหน่งทุก 1 นาที เมื่อฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่  $110^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 50 นาที (แสดงในตารางที่ ง.1)



รูปที่ ง.1 ตำแหน่งการวางเข็มวัดอุณหภูมิคู่ควบเพื่อหาจุดร้อนซ้ำที่สุดในหม้อฆ่าเชื้อ

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรีทอร์ทเพาท์ (ตารางที่ ง.1) จะเห็นว่าจุดร้อนซ้ำที่สุดของหม้อฆ่าเชื้อนี้อยู่บริเวณตอนกลางของตะแกรงบรรจุอาหารชั้นที่ 2 (P3) เมื่อสิ้นสุดการฆ่าเชื้อ ผลิตภัณฑ์ที่วางไว้ในตำแหน่ง P1, P2, P3, P4, P5, และ P6 มี Lethality ( $F_0$ ) เท่ากับ 4.3, 4.5, 3.9, 4.6, 4.6, และ 4.0 นาที ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกตำแหน่ง P3 เป็นจุดร้อนซ้ำที่สุด และใช้เป็นตำแหน่งที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารที่จุดร้อนซ้ำที่สุดระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อต่อไป



ตารางที่ ง.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารภายในรีทอร์ตเพาซ์ที่วางไว้ในตำแหน่งต่างๆ  
ภายในหม้อฆ่าเชื้อ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ)						Lethality (นาที)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0	39.3	39.4	40.6	38.6	39.3	38.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	104.0	104.4	65.9	104.0	104.1	103.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	102.4	102.7	81.4	103.0	103.0	102.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	104.4	105.0	88.2	105.1	104.8	104.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	105.9	106.3	92.7	106.4	106.4	105.7	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
5	108.9	109.5	97.0	109.6	109.5	109.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
6	111.0	111.5	100.4	111.6	111.5	110.9	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2
7	109.9	110.0	103.7	110.1	110.1	109.6	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3
8	109.9	110.0	105.9	111.2	111.1	110.3	0.4	0.4	0.0	0.4	0.4	0.3
9	111.3	111.6	107.1	111.8	111.9	111.0	0.4	0.5	0.1	0.5	0.5	0.4
10	110.8	111.2	107.9	111.7	111.7	110.9	0.5	0.6	0.1	0.6	0.6	0.5
11	110.6	110.7	108.5	110.5	110.5	110.0	0.6	0.7	0.2	0.7	0.7	0.6
12	110.0	110.1	108.9	110.2	110.2	109.7	0.7	0.7	0.2	0.8	0.8	0.7
13	110.1	110.2	109.2	110.3	110.3	109.7	0.8	0.8	0.3	0.8	0.8	0.7
14	110.0	110.2	109.4	110.3	110.3	109.7	0.9	0.9	0.4	0.9	0.9	0.8
15	110.0	110.2	109.6	110.2	110.2	109.6	0.9	1.0	0.4	1.0	1.0	0.9
16	109.9	110.0	109.7	110.1	110.1	109.6	1.0	1.1	0.5	1.1	1.1	1.0
17	110.2	110.4	109.8	110.2	110.3	109.7	1.1	1.2	0.6	1.2	1.2	1.0
18	109.9	110.0	109.9	110.1	110.1	109.6	1.2	1.2	0.6	1.3	1.3	1.1
19	109.9	110.0	110.0	110.1	110.1	109.6	1.3	1.3	0.7	1.4	1.4	1.2
20	110.1	110.2	110.0	110.2	110.3	109.7	1.3	1.4	0.8	1.4	1.4	1.3
21	110.9	111.1	110.0	111.6	111.5	110.8	1.4	1.5	0.9	1.5	1.5	1.3
22	109.9	109.9	110.0	110.1	110.1	109.5	1.5	1.6	1.0	1.6	1.6	1.4
23	109.9	110.0	110.1	110.1	110.1	109.6	1.6	1.7	1.0	1.7	1.7	1.5
24	110.1	110.2	110.1	110.2	110.2	109.6	1.7	1.7	1.1	1.8	1.8	1.6
25	110.9	111.1	110.1	110.7	110.8	110.2	1.7	1.8	1.2	1.9	1.9	1.6
26	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.7	1.8	1.9	1.3	2.0	2.0	1.7
27	109.9	110.0	110.1	110.9	110.8	110.1	1.9	2.0	1.4	2.0	2.0	1.8
28	109.9	110.0	110.1	110.1	110.1	109.5	2.0	2.1	1.4	2.1	2.1	1.8
29	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	2.1	2.2	1.5	2.2	2.2	1.9
30	110.0	110.1	110.1	110.3	110.3	109.7	2.1	2.2	1.6	2.3	2.3	2.0
31	110.9	111.1	110.1	110.1	110.1	109.5	2.2	2.3	1.7	2.4	2.4	2.1
32	109.9	109.9	110.1	110.6	110.7	110.0	2.3	2.4	1.8	2.4	2.5	2.1

ตารางที่ ง.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารภายในรีทอร์ตเพาซ์ที่วางไว้ในตำแหน่งต่างๆ  
ภายในหม้อฆ่าเชื้อ (ต่อ)

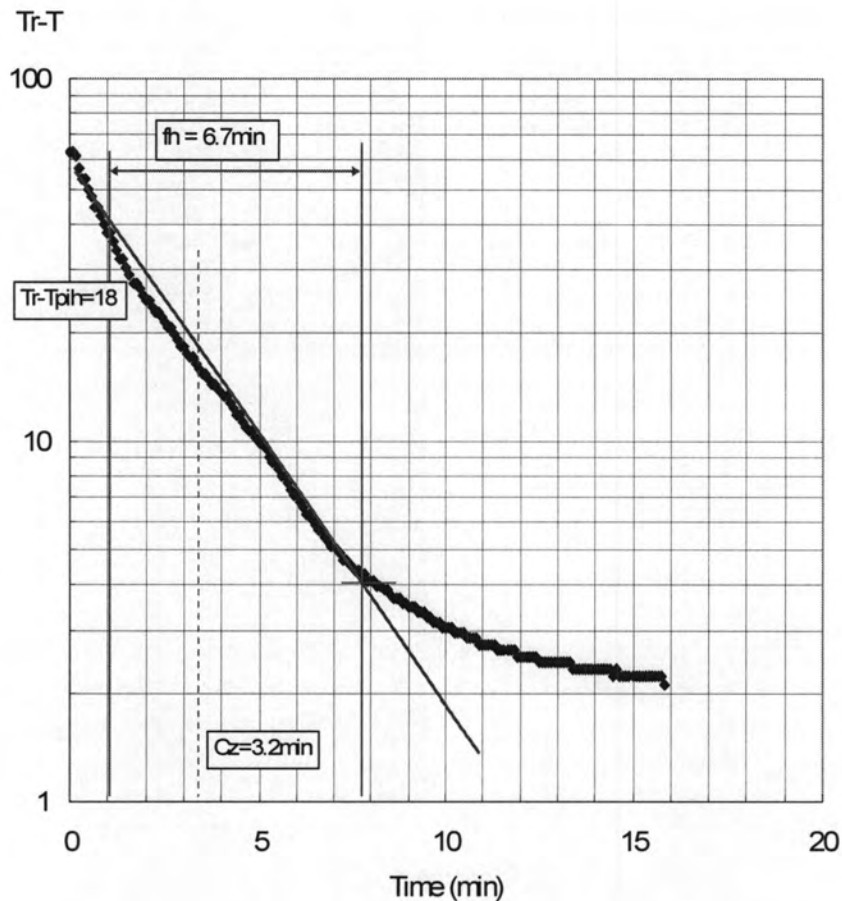
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ซ)						Lethality (นาที)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
33	110.1	110.2	110.1	110.5	110.4	109.8	2.4	2.5	1.8	2.5	2.5	2.2
34	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	2.5	2.6	1.9	2.6	2.6	2.3
35	110.0	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	2.5	2.6	2.0	2.7	2.7	2.4
36	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	2.6	2.7	2.1	2.8	2.8	2.4
37	109.9	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	2.7	2.8	2.1	2.9	2.9	2.5
38	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	2.8	2.9	2.2	3.0	3.0	2.6
39	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	2.9	3.0	2.3	3.0	3.0	2.6
40	109.8	109.9	110.1	110.0	110.0	109.5	2.9	3.1	2.4	3.1	3.1	2.7
41	110.8	110.9	110.1	111.1	111.0	110.4	3.0	3.1	2.5	3.2	3.2	2.8
42	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	3.1	3.2	2.5	3.3	3.3	2.9
43	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	3.2	3.3	2.6	3.4	3.4	2.9
44	110.1	110.2	110.1	110.8	110.7	110.0	3.3	3.4	2.7	3.5	3.5	3.0
45	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	3.3	3.5	2.8	3.5	3.6	3.1
46	109.9	110.1	110.1	110.5	110.5	109.9	3.4	3.5	2.9	3.6	3.6	3.2
47	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	3.5	3.6	2.9	3.7	3.7	3.2
48	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	3.6	3.7	3.0	3.8	3.8	3.3
49	110.5	110.6	110.1	110.5	110.6	110.0	3.7	3.8	3.1	3.9	3.9	3.4
50	109.9	109.9	110.1	110.1	110.1	109.5	3.7	3.9	3.2	4.0	4.0	3.5
51	109.9	110.0	110.1	110.1	110.1	109.6	3.8	3.9	3.3	4.0	4.1	3.5
52	110.8	111.0	110.1	110.8	110.8	110.2	3.9	4.0	3.3	4.1	4.1	3.6
53	109.9	110.0	110.1	110.1	110.2	109.6	4.0	4.1	3.4	4.2	4.2	3.7
54	109.9	110.0	110.1	110.1	110.1	109.5	4.0	4.2	3.5	4.3	4.3	3.7
55	109.9	110.0	110.1	110.1	110.1	109.5	4.1	4.3	3.6	4.4	4.4	3.8
56	109.9	110.1	110.1	110.2	110.2	109.6	4.2	4.4	3.6	4.5	4.5	3.9
57	109.7	109.9	110.1	110.0	110.0	109.3	4.3	4.4	3.7	4.5	4.6	4.0
58	106.7	107.9	110.1	107.1	107.6	106.3	4.3	4.5	3.8	4.6	4.6	4.0
59	40.8	42.0	81.4	103.8	100.4	103.3	4.3	4.5	3.9	4.6	4.6	4.0
60	49.4	49.7	62.8	49.1	49.4	48.6	4.3	4.5	3.9	4.6	4.6	4.0



## ภาคผนวก จ

## วิธีคำนวณ heat penetration parameter และเวลาในการฆ่าเชื้อ

## จ.1 การคำนวณ heat penetration parameters



รูปที่ จ.1 Heat penetration curve ของผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ที่วางที่ตำแหน่ง P3 ในหม้อฆ่าเชื้อ

Heat penetration parameters ที่ใช้ในการคำนวณ

$F_0$  Sterilizing value (นาที)

$F_i$  เวลาในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ  $T_i$  ที่มีค่าการฆ่าเชื้อเทียบเท่ากับการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิมาตรฐาน ( $121.1^\circ\text{C}$  หรือ  $250^\circ\text{F}$ ) เป็นเวลา 1 นาที

$f_h$  Heating rate index มีค่าเท่ากับเวลา (นาที) ที่ทำให้ค่า  $(T_r - T)$  ลดลง 1 log cycle

$g$   $T_r - T$  ( $^\circ\text{C}$  หรือ  $^\circ\text{F}$ ) ที่เวลาใดๆ

$l_h$   $T_r - T_h$  ( $^\circ\text{C}$  หรือ  $^\circ\text{F}$ )

$j_{ch}$	Heating rate lag factor มีค่าเท่ากับ $(T_r - T_{p_{ih}})/(T_r - T_{ih})$
$T_{ih}$	อุณหภูมิอาหารเมื่อเริ่มต้นให้ความร้อน ( $^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$ )
$T_{p_{ih}}$	pseudo-initial temperature ในช่วงที่เริ่มให้ความร้อน ( $^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$ ) มีค่าเท่ากับจุดตัดของเส้นที่ลากผ่าน heat penetration curve ในส่วนที่เป็นเส้นตรงกับเวลาศูนย์ที่แก้ไขแล้ว (Corrected zero time = $0.58 \times \text{CUT}$ )
$T_r$	อุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อ ( $^{\circ}\text{C}$ หรือ $^{\circ}\text{F}$ )
$t_b$	thermal process time คำนวณโดย Ball's formula method (นาที) มีค่าเท่ากับเวลานับตั้งแต่เปิดจนปิดไอน้ำลบลดด้วย $0.58 \times \text{CUT}$ หรือ $t_b = t_p + 0.42 \text{ CUT}$
$t_p$	Operator's process time เท่ากับเวลานับตั้งแต่จุดที่หม้อฆ่าเชื้อมีอุณหภูมิตามที่กำหนดจนถึงเวลาที่ปิดไอน้ำ (นาที)
CUT	เวลา (นาที) ที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อจากจุดที่เปิดไอน้ำจนกระทั่งหม้อฆ่าเชื้อ มีอุณหภูมิตามที่กำหนด

จากการทดลองฆ่าเชื้อหอยเป่าฮือในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพอร์ชที่อุณหภูมิ  $110^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 50 นาที เครื่องจะบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก 5 วินาที ตั้งแต่เริ่มฆ่าเชื้อจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

พบว่า come-up time (CUT) = 5.55 นาที

corrected zero time ( $C_2$ ) = 3.2 นาที

จากกราฟ heat penetration ณ จุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์ สามารถคำนวณ heat penetration parameter

จะได้  $f_h = 6.7$  นาที

จากสมการ  $j_{ch} = (T_r - T_{p_{ih}})/(T_r - T_{ih})$

เมื่อ  $T_r - T_{p_{ih}} = 18$  และ  $I_h = T_r - T_{ih} = 110 - 93 = 17$

ดังนั้น  $j_{ch} = 18/17 = 1.0588$

จ.2 การคำนวณเวลาการฆ่าเชื้อ เมื่อกำหนดให้ sterilizing value ( $F_0$ ) เท่ากับ 4 นาที ตามวิธี Formula

จ.2.1 อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ  $50^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ  $114^{\circ}\text{C}$

เมื่อ  $F_i = F(114^{\circ}\text{C}) = 5.275$

$U = F_0 F_i = 4 \times 5.275 = 21.1$

$$\text{ดังนั้น } f_h/U = 6.7/21.1 = 0.3175$$

หาค่า  $\log g$  จากสมการ (เมื่อ  $f_h/U \leq 0.6$ )

$$\begin{aligned}\log g &= ((0.71 \times (f_h/U)) - 1) / (f_h/U) \\ &= (0.71 \times 0.3175) - 1) / (0.3175) \\ &= -2.4393\end{aligned}$$

ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ  $114^\circ\text{C}$  พบว่า  $I_h = T_r - T_{ih} = 114 - 95.9 = 18.1$

$$\begin{aligned}t_B &= f_h (\log jI - \log g) \\ &= 6.7 (\log (1.0588 \times 18.1) - (-2.4393)) \\ &= 24.94 \text{ นาที}\end{aligned}$$

ดังนั้นการกำหนดเวลาฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเป็น  $50^\circ\text{C}$  และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ  $114^\circ\text{C}$  ต้องใช้เวลา 24.94 นาที เพื่อให้ได้  $F_0$  เท่ากับ 4 นาที

### จ.2.2 อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ $50^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ $121^\circ\text{C}$

$$\text{เมื่อ } F_i = F(121^\circ\text{C}) = 1.0272$$

$$U = F_0 F_i = 4 \times 1.0272 = 4.11$$

$$\text{ดังนั้น } f_h/U = 6.7/4.11 = 1.630$$

หาค่า  $\log g$  จากตาราง  $f_h/U$  vs.  $\log g$

$$\log g = 0.159$$

ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ  $121^\circ\text{C}$  พบว่า  $I_h = T_r - T_{ih} = 121 - 101 = 20$

$$\begin{aligned}t_B &= f_h (\log jI - \log g) \\ &= 6.7 (\log (1.0588 \times 20) - (0.159)) \\ &= 7.82 \text{ นาที}\end{aligned}$$

ดังนั้นการกำหนดเวลาฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร  $50^\circ\text{C}$  อุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ  $121^\circ\text{C}$  ต้องใช้เวลา 7.82 นาที เพื่อให้ได้  $F_0$  เท่ากับ 4 นาที

### จ.2.3 อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ $70^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ $114^\circ\text{C}$

เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นอาหารเปลี่ยนไปจะทำให้ค่า  $f_h$  และค่า  $j$  เปลี่ยนไปด้วย

$$\text{จะได้ } f_h = 5.4 \text{ นาที}$$

$$\text{จากสมการ } j_{ch} = (T_r - T_{pjh}) / (T_r - T_{ih})$$

$$\text{เมื่อ } T_r - T_{pjh} = 11.1 \text{ และ } I_h = T_r - T_{ih} = 110 - 100.2 = 9.8$$

$$\text{ดังนั้น } j_{ch} = 11.1/9.8 = 1.1327$$



$$\text{เมื่อ } F_i = F(114^\circ\text{C}) = 5.275$$

$$U = F_0 F_i = 4 \times 5.275 = 21.1$$

$$\text{ดังนั้น } f_h/U = 5.4/21.1 = 0.2559$$

หาค่า  $\log g$  จากสมการ (เมื่อ  $f_h/U \leq 0.6$ )

$$\begin{aligned} \log g &= ((0.71 \times (f_h/U)) - 1) / (f_h/U) \\ &= (0.71 \times 0.2559) - 1 / (0.2559) \\ &= -3.1974 \end{aligned}$$

ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ  $114^\circ\text{C}$  พบว่า  $I_h = T_r - T_{ih} = 114 - 103.3 = 10.7$

$$\begin{aligned} t_b &= f_h (\log jI - \log g) \\ &= 5.4 (\log (1.1327 \times 10.7) - (-3.1974)) \\ &= 23.12 \text{ นาที} \end{aligned}$$

ดังนั้นการกำหนดเวลาฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเป็น  $70^\circ\text{C}$  และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ  $114^\circ\text{C}$  ต้องใช้เวลา 23.12 นาที เพื่อให้ได้  $F_0$  เท่ากับ 4 นาที

#### จ.2.4 อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ $70^\circ\text{C}$ และอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ $121^\circ\text{C}$

$$\text{เมื่อ } F_i = F(121^\circ\text{C}) = 1.0272$$

$$U = F_0 F_i = 4 \times 1.0272 = 4.11$$

$$\text{ดังนั้น } f_h/U = 5.4/4.11 = 1.3143$$

หาค่า  $\log g$  จากตาราง  $f_h/U$  vs.  $\log g$

$$\log g = -0.01$$

ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อ  $121^\circ\text{C}$  พบว่า  $I_h = T_r - T_{ih} = 121 - 108.6 = 12.4$

$$\begin{aligned} t_b &= f_h (\log jI - \log g) \\ &= 5.4 (\log (1.1327 \times 12.4) - (-0.01)) \\ &= 6.25 \text{ นาที} \end{aligned}$$

ดังนั้นการกำหนดเวลาฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร  $70^\circ\text{C}$  อุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ  $121^\circ\text{C}$  ต้องใช้เวลา 6.25 นาที เพื่อให้ได้  $F_0$  เท่ากับ 4 นาที

## ภาคผนวก จ

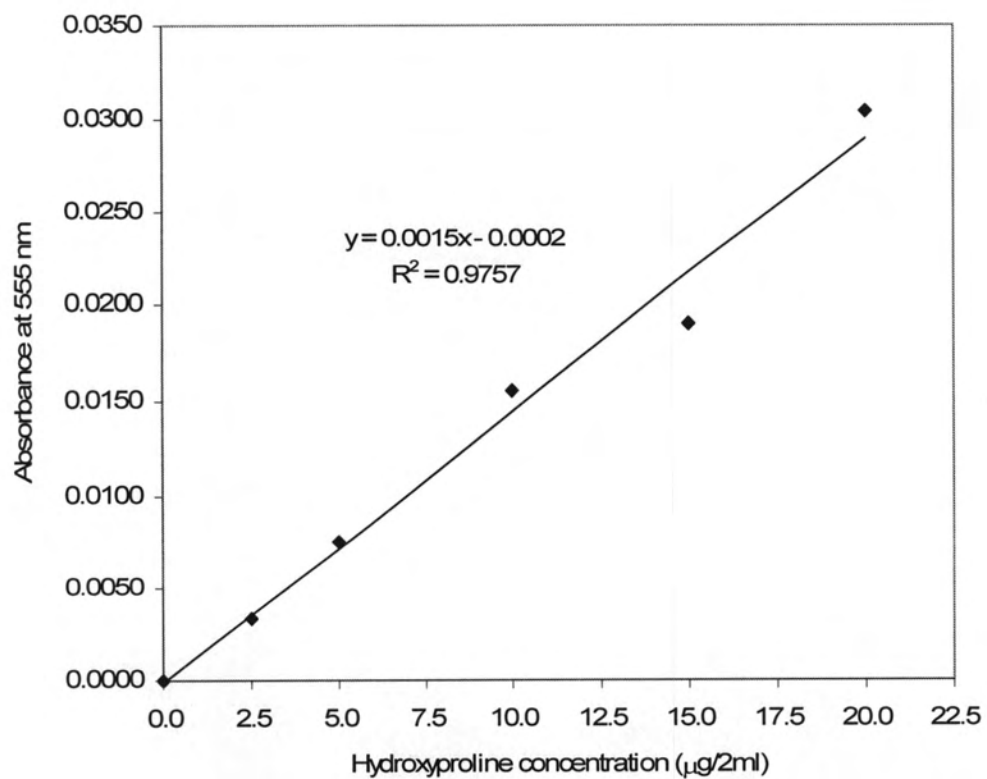
### การสร้างกราฟมาตรฐานไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline standard curve)

#### การเตรียมสารละลายมาตรฐานไฮดรอกซีโพรลีน (Leach, 1960)

ชั่งไฮดรอกซีโพรลีน (L-hydroxyproline) 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร และเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร จะได้สารละลายไฮดรอกซีโพรลีนความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/2 มิลลิลิตร เจือจางให้มีความเข้มข้น 5-20 ไมโครกรัม/2 มิลลิลิตร

#### การสร้างกราฟมาตรฐานไฮดรอกซีโพรลีน (Leach, 1960)

ปิเปตสารละลายไฮดรอกซีโพรลีนความเข้มข้นต่างๆ 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2.5 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน นำสารละลายนี้ไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ 40°C จนกระทั่งอุณหภูมิภายในหลอดทดลองถึง 40°C (3-5 นาที) จึงเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 6% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าผสมทันทีและให้ความร้อนนาน 10 นาที ในระหว่างการให้ความร้อนนำหลอดทดลองขึ้นมาเขย่าเป็นครั้งคราว เมื่อครบกำหนดจึงทำให้เย็น และเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 3 โมลาร์ 4 มิลลิลิตร และสารละลายไดเมธิลอะมิโนเบนซาลดีไฮด์ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน ปิดฝาหลอดทดลอง แล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 16 นาที ทำให้เย็น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Jasco UV/VIS Spectrophotometer รุ่น V-530) ที่ความยาวคลื่น 555 นาโนเมตร และสร้างกราฟมาตรฐานของไฮดรอกซีโพรลีนดังรูปที่ จ.1



รูปที่ ๑.1 กราฟมาตรฐานไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline standard curve)

## ภาคผนวก ช

## ตัวอย่างแบบทดสอบผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮือในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาซ์

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮือในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาซ์

ผู้ทดสอบ ..... วันที่ .....

รหัสตัวอย่าง .....

.....

กรุณาประเมินตัวอย่างในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ ตามลำดับจากข้อ 1-4 โดยให้ใส่เครื่องหมาย √ ในระดับที่อธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

## 1. ความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

## 2. สี

2.1 ท่านมีความ ชอบ ต่อสีของตัวอย่างนี้อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

2.2 ท่านรู้สึกว่าคุณภาพตัวอย่างนี้มี ความเข้มข้นของสี อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
สีน้ำตาลเข้ม	สีน้ำตาล	สีครีม	สีครีมอ่อน	สีขาว

## 3. กลิ่น

3.1 ท่านมีความ ชอบ ต่อกลิ่นของตัวอย่างนี้อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

### 3.2 ท่านรู้สึกว่าคุณอย่างนี้มี กลิ่น เป็นแบบใด

มีกลิ่นแปลกปลอม

ถ้ามีกลิ่นแปลกปลอม คือ กลิ่น .....

มีกลิ่นตามธรรมชาติ

## 4. เนื้อสัมผัส

4.1 ความยืดหยุ่น (elasticity) คือ การคืนตัวกลับมาของตัวอย่าง หลังการใช้ฟันบดโดยที่อาหารยังไม่แตก

4.1.1 ท่านมีความ ชอบ ต่อความยืดหยุ่นของตัวอย่างนี้อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

4.1.2 ท่านรู้สึกว่าคุณอย่างนี้มี ความยืดหยุ่น อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ยืดหยุ่นเลย	น้อยมาก	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก

4.2 ความเหนียว (toughness) คือ แรงที่ใช้ตัดตัวอย่างให้ขาดออกจากกัน

4.2.1 ท่านมีความ ชอบ ต่อความเหนียวของตัวอย่างนี้อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

4.2.2 ท่านรู้สึกว่าคุณอย่างนี้มี ความเหนียว อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
เปื่อยมากจนละลาย	เปื่อยมาก	ค่อนข้างเปื่อย	เหนียวเล็กน้อย	เหนียวปานกลาง

### 4.3 ความชุ่มน้ำ

4.3.1 ท่านมีความ ชอบ ต่อความชุ่มน้ำของตัวอย่างนี้อยู่ในระดับใด

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	



4.3.2 ท่านรู้สึกว่าคุณยี่ห้อนี้มี ความชุ่มน้ำ อยู่ในระดับใด

                                                                                         
 แห้งมาก            แห้งเล็กน้อย            ชุ่มน้ำเล็กน้อย            ชุ่มน้ำปานกลาง            ชุ่มน้ำมาก

.....  
 ข้อเสนอแนะ .....

## หมายเหตุ

แบบทดสอบนี้แบ่งคะแนนความชอบเป็น 7 ระดับ คือ

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1 ไม่ชอบมาก      | 5 ชอบเล็กน้อย |
| 2 ไม่ชอบปานกลาง  | 6 ชอบปานกลาง  |
| 3 ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 ชอบมาก      |
| 4 เฉยๆ           |               |

ความเข้มข้นของเนื้อหอยเปลือกแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

- |                |            |          |
|----------------|------------|----------|
| 1 สีน้ำตาลเข้ม | 2 สีน้ำตาล | 3 สีครีม |
| 4 สีครีมอ่อน   | 5 สีขาว    |          |

ความยืดหยุ่นแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

- |                  |           |            |
|------------------|-----------|------------|
| 1 ไม่ยืดหยุ่นเลย | 2 น้อยมาก | 3 เล็กน้อย |
| 4 ปานกลาง        | 5 มาก     |            |

ความเหนียวแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

- |                    |                 |                  |
|--------------------|-----------------|------------------|
| 1 เปื่อยมากจนละลาย | 2 เปื่อยมาก     | 3 ค่อนข้างเปื่อย |
| 4 เหนียวเล็กน้อย   | 5 เหนียวปานกลาง |                  |

ความชุ่มน้ำแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

- |                  |                |                   |
|------------------|----------------|-------------------|
| 1 แห้งมาก        | 2 แห้งเล็กน้อย | 3 ชุ่มน้ำเล็กน้อย |
| 4 ชุ่มน้ำปานกลาง | 5 ชุ่มน้ำมาก   |                   |

**ภาคผนวก ซ**  
**ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน**

**ตารางที่ ซ.1** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ปริมาณแบคทีเรียที่เรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) และค่า firmness ของหอยเป่าฮื้อที่มีการจัดการ (เก็บรักษาแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก) ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, และ 21 วัน

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	MS
pH	การจัดการ (A)	1	0.68*
	เวลา (B)	7	0.06*
	A*B	7	0.02*
	Error	64	0.00
Aerobic bacteria	การจัดการ (A)	1	$1.04 \times 10^{15}$ *
	เวลา (B)	7	$3.51 \times 10^{15}$ *
	A*B	7	$3.87 \times 10^{14}$ *
	Error	24	$1.30 \times 10^{13}$
Firmness	การจัดการ (A)	1	$3.76 \times 10^8$ *
	เวลา (B)	7	$2.95 \times 10^8$ *
	A*B	7	$3.96 \times 10^7$ *
	Error	46	$1.53 \times 10^6$

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) และค่า firmness ของหอยเป่าฮื้อที่มีการจัดการ (เก็บรักษาแบบ ทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก) ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็น เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 วัน

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	MS
pH	การจัดการ (A)	1	1.14*
	เวลา (B)	7	0.26*
	A*B	7	0.05*
	Error	64	0.00
Aerobic bacteria	การจัดการ (A)	1	$4.70 \times 10^{17}$ *
	เวลา (B)	7	$3.54 \times 10^{17}$ *
	A*B	7	$1.917 \times 10^{17}$ *
	Error	26	$4.53 \times 10^{14}$
Firmness	การจัดการ (A)	1	$1.34 \times 10^9$ *
	เวลา (B)	7	$3.59 \times 10^8$ *
	A*B	7	$4.31 \times 10^7$ *
	Error	55	$3.14 \times 10^6$

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ cooking loss ค่า degree of browning ค่า water-holding capacity และค่า toughness ของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

ลักษณะ	SOV	df	MS
Cooking loss	อุณหภูมิ (A)	2	567.41*
	เวลา (B)	12	966.07*
	A*B	24	13.15 <sup>ns</sup>
	Error	58	8.33
Degree of browning	อุณหภูมิ (A)	2	0.0189*
	เวลา (B)	12	0.0153*
	A*B	24	0.0037*
	Error	351	0.0001
Water-holding capacity	อุณหภูมิ (A)	2	26.11*
	เวลา (B)	12	69.25*
	A*B	24	12.26*
	Error	117	0.74
Toughness	อุณหภูมิ (A)	2	$6.15 \times 10^8$ *
	เวลา (B)	12	$1.45 \times 10^9$ *
	A*B	24	$1.01 \times 10^8$ *
	Error	265	$8.65 \times 10^6$

<sup>ns</sup> ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

**ภาคผนวก ฅ**  
**รายละเอียดข้อมูลผลการทดลองเพิ่มเติม**

ตารางที่ ฅ.1 ปริมาณ cooking loss (%) ของเนื้อหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ  
80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที

เวลา (min)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)		
	อุณหภูมิการให้ความร้อน (°C)		
	80	100	120
2	14.30 <sup>a</sup> $\pm$ 0.49	17.52 <sup>ab</sup> $\pm$ 2.67	18.13 <sup>ab</sup> $\pm$ 3.01
4	16.57 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.05	21.46 <sup>bcd</sup> $\pm$ 2.90	26.16 <sup>defg</sup> $\pm$ 0.91
6	16.74 <sup>ab</sup> $\pm$ 2.07	21.49 <sup>cd</sup> $\pm$ 4.62	27.13 <sup>defgh</sup> $\pm$ 2.44
8	18.84 <sup>abc</sup> $\pm$ 0.57	26.09 <sup>defg</sup> $\pm$ 3.10	28.62 <sup>efghi</sup> $\pm$ 0.90
10	24.21 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.71	26.22 <sup>defg</sup> $\pm$ 2.12	30.55 <sup>ghijk</sup> $\pm$ 2.57
15	21.57 <sup>defgh</sup> $\pm$ 3.83	32.08 <sup>hijk</sup> $\pm$ 0.92	35.86 <sup>ijklm</sup> $\pm$ 3.67
20	25.30 <sup>def</sup> $\pm$ 3.95	33.19 <sup>ijkl</sup> $\pm$ 3.92	39.18 <sup>iklm</sup> $\pm$ 4.13
30	30.29 <sup>fghij</sup> $\pm$ 1.58	33.99 <sup>ijkl</sup> $\pm$ 1.19	37.13 <sup>klmno</sup> $\pm$ 5.99
60	31.35 <sup>ghijk</sup> $\pm$ 0.94	33.08 <sup>ijklm</sup> $\pm$ 1.05	35.28 <sup>klmn</sup> $\pm$ 0.55
120	36.11 <sup>klim</sup> $\pm$ 1.73	38.21 <sup>lmno</sup> $\pm$ 2.16	42.33 <sup>mno</sup> $\pm$ 4.43
180	36.30 <sup>klmn</sup> $\pm$ 3.25	40.96 <sup>lmno</sup> $\pm$ 4.78	48.69 <sup>no</sup> $\pm$ 2.10
240	38.19 <sup>lmno</sup> $\pm$ 1.43	48.91 <sup>o</sup> $\pm$ 2.92	52.40 <sup>o</sup> $\pm$ 0.44

a, b, c ... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )



ตารางที่ ๓.2 ค่า degree of browning (A420nm/g sample) ของเนื้อหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที

เวลา (min)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (A420nm/g sample)		
	อุณหภูมิการให้ความร้อน ( $^{\circ}$ C)		
	80	100	120
0	0.0086 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0002	0.0086 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0002	0.0086 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0002
2	0.0224 <sup>def</sup> $\pm$ 0.0018	0.0086 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0003	0.0086 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0006
4	0.0213 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.0007	0.0123 <sup>abc</sup> $\pm$ 0.0001	0.0116 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.0003
6	0.0200 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0.0001	0.0218 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.0015	0.0218 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.0013
8	0.0234 <sup>defg</sup> $\pm$ 0.0004	0.0215 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.0014	0.0198 <sup>bcd</sup> $\pm$ 0.0002
10	0.0270 <sup>defgh</sup> $\pm$ 0.0003	0.0400 <sup>klm</sup> $\pm$ 0.0058	0.0210 <sup>cde</sup> $\pm$ 0.0007
15	0.0310 <sup>efghij</sup> $\pm$ 0.0002	0.0377 <sup>ijkl</sup> $\pm$ 0.0039	0.0422 <sup>klm</sup> $\pm$ 0.0011
20	0.0328 <sup>ghijk</sup> $\pm$ 0.0022	0.0296 <sup>defghi</sup> $\pm$ 0.0042	0.0476 <sup>m</sup> $\pm$ 0.0002
30	0.0288 <sup>defghi</sup> $\pm$ 0.0015	0.0296 <sup>defghi</sup> $\pm$ 0.0042	0.0571 <sup>n</sup> $\pm$ 0.0027
60	0.0344 <sup>hijk</sup> $\pm$ 0.0006	0.0460 <sup>lm</sup> $\pm$ 0.0063	0.0706 <sup>op</sup> $\pm$ 0.0016
120	0.0345 <sup>hijk</sup> $\pm$ 0.0034	0.0643 <sup>no</sup> $\pm$ 0.0050	0.1206 <sup>r</sup> $\pm$ 0.0025
180	0.0321 <sup>fg hij</sup> $\pm$ 0.0011	0.0615 <sup>n</sup> $\pm$ 0.0007	0.1136 <sup>qr</sup> $\pm$ 0.0014
240	0.0321 <sup>defghi</sup> $\pm$ 0.0007	0.0760 <sup>p</sup> $\pm$ 0.0023	0.1111 <sup>q</sup> $\pm$ 0.0020

a, b, c ... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓.3 ค่า water-holding capacity (%) ของเนื้อหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่ อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที

เวลา (min)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)		
	อุณหภูมิการให้ความร้อน (°C)		
	80	100	120
0	15.47 <sup>q</sup> $\pm$ 1.31	15.47 <sup>q</sup> $\pm$ 1.31	15.47 <sup>q</sup> $\pm$ 1.31
2	12.52 <sup>o</sup> $\pm$ 0.86	12.93 <sup>op</sup> $\pm$ 2.03	14.03 <sup>p</sup> $\pm$ 0.73
4	9.31 <sup>hij</sup> $\pm$ 0.73	11.86 <sup>no</sup> $\pm$ 0.83	11.96 <sup>no</sup> $\pm$ 1.00
6	10.06 <sup>ijk</sup> $\pm$ 0.59	11.59 <sup>mno</sup> $\pm$ 1.16	7.35 <sup>bcdef</sup> $\pm$ 0.42
8	10.85 <sup>lmn</sup> $\pm$ 0.21	7.34 <sup>bcdef</sup> $\pm$ 1.02	7.64 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0.44
10	7.38 <sup>bcdef</sup> $\pm$ 0.79	8.49 <sup>fgh</sup> $\pm$ 0.48	7.01 <sup>abcde</sup> $\pm$ 1.50
15	7.21 <sup>abcdef</sup> $\pm$ 0.69	8.06 <sup>cdefgh</sup> $\pm$ 0.45	8.34 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0.42
20	8.96 <sup>ghi</sup> $\pm$ 0.94	7.37 <sup>bcdef</sup> $\pm$ 0.35	8.31 <sup>defgh</sup> $\pm$ 0.73
30	6.83 <sup>abc</sup> $\pm$ 0.35	7.73 <sup>cdefg</sup> $\pm$ 0.14	8.17 <sup>cdefgh</sup> $\pm$ 0.63
60	8.06 <sup>cdefgh</sup> $\pm$ 0.61	6.86 <sup>abcd</sup> $\pm$ 0.48	8.13 <sup>cdefgh</sup> $\pm$ 0.53
120	5.88 <sup>a</sup> $\pm$ 0.39	8.43 <sup>efgh</sup> $\pm$ 0.29	10.37 <sup>ijkl</sup> $\pm$ 1.41
180	6.18 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.46	12.67 <sup>o</sup> $\pm$ 0.68	10.97 <sup>lmn</sup> $\pm$ 1.18
240	6.05 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.58	12.57 <sup>o</sup> $\pm$ 0.89	11.98 <sup>no</sup> $\pm$ 0.86

a, b, c ... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

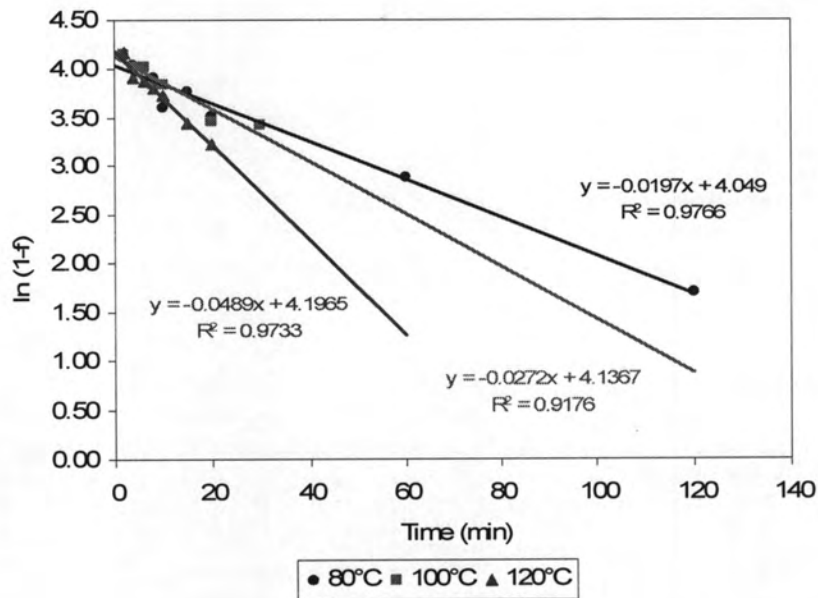
ตารางที่ ๓.๔ ค่า toughness ( $\times 10^3$  g.mm) ของเนื้อหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที

เวลา (min)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\times 10^3$ g.mm)		
	อุณหภูมิการให้ความร้อน (°C)		
	80	100	120
0	45.97 <sup>l</sup> $\pm$ 6.76	45.97 <sup>l</sup> $\pm$ 6.76	45.97 <sup>l</sup> $\pm$ 6.76
2	19.08 <sup>ef</sup> $\pm$ 2.11	26.36 <sup>i</sup> $\pm$ 7.61	23.22 <sup>gh</sup> $\pm$ 3.55
4	19.36 <sup>ef</sup> $\pm$ 2.96	13.46 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.63	20.33 <sup>efg</sup> $\pm$ 2.37
6	17.67 <sup>de</sup> $\pm$ 2.71	12.67 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.81	20.10 <sup>efg</sup> $\pm$ 1.05
8	20.16 <sup>efg</sup> $\pm$ 2.12	14.86 <sup>cd</sup> $\pm$ 2.89	22.19 <sup>fgh</sup> $\pm$ 2.07
10	20.59 <sup>efg</sup> $\pm$ 1.13	14.75 <sup>cd</sup> $\pm$ 2.41	21.57 <sup>fg</sup> $\pm$ 2.19
15	21.96 <sup>fgh</sup> $\pm$ 2.71	21.77 <sup>fg</sup> $\pm$ 1.22	20.11 <sup>efg</sup> $\pm$ 1.77
20	21.31 <sup>fg</sup> $\pm$ 3.16	19.71 <sup>efg</sup> $\pm$ 1.26	21.68 <sup>fg</sup> $\pm$ 0.65
30	25.30 <sup>hi</sup> $\pm$ 2.18	19.86 <sup>efg</sup> $\pm$ 2.57	20.77 <sup>efg</sup> $\pm$ 3.25
60	23.05 <sup>gh</sup> $\pm$ 2.74	12.95 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.86	12.81 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.15
120	22.53 <sup>fgh</sup> $\pm$ 1.98	12.40 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.87	11.18 <sup>b</sup> $\pm$ 0.92
180	22.52 <sup>fgh</sup> $\pm$ 3.02	7.28 <sup>a</sup> $\pm$ 1.18	10.74 <sup>b</sup> $\pm$ 1.19
240	20.08 <sup>efg</sup> $\pm$ 2.74	11.20 <sup>b</sup> $\pm$ 2.14	11.84 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.82

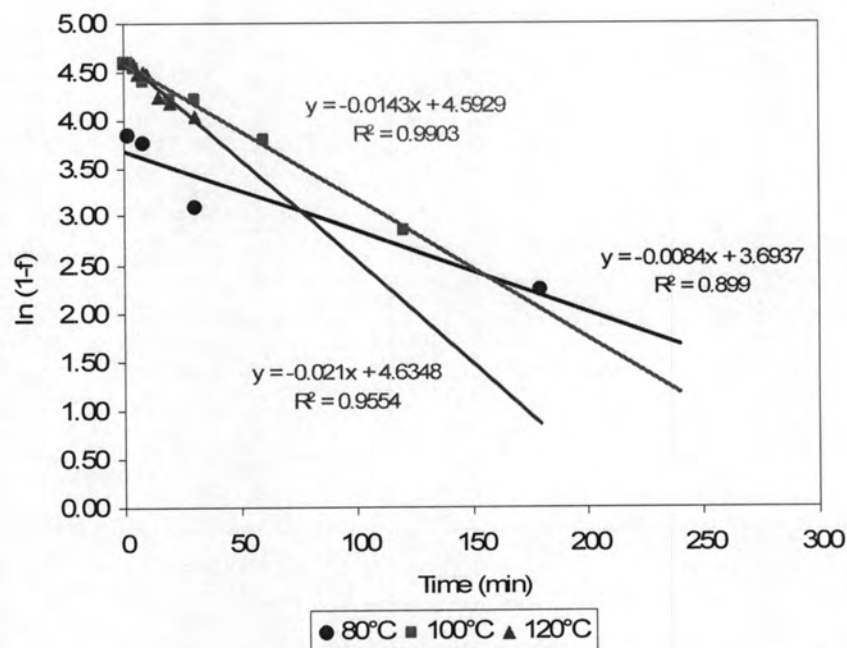
a, b, c ... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

### ภาคผนวก ญ

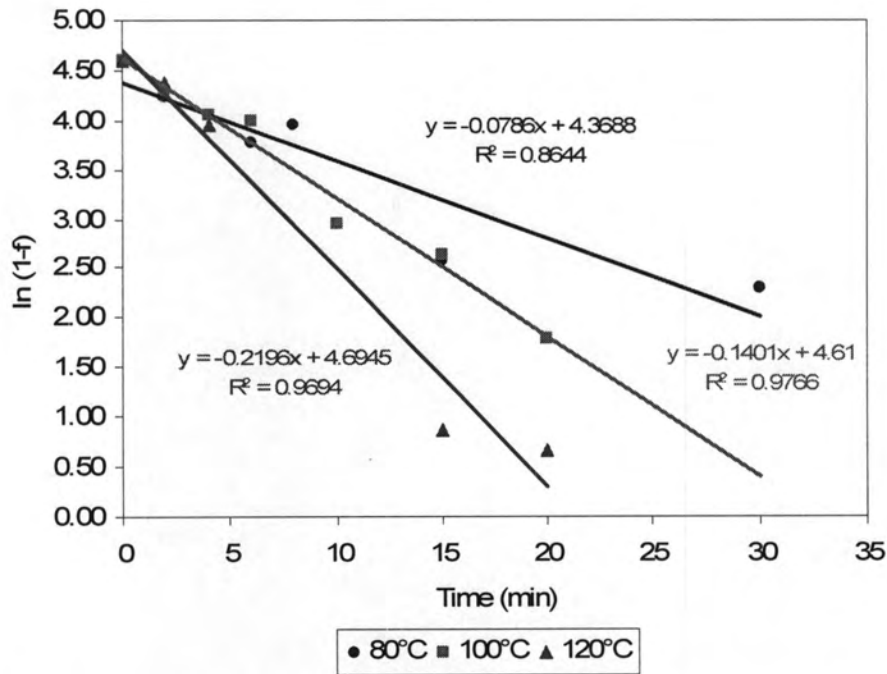
Kinetic parameters ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อหอยเป่าฮี้



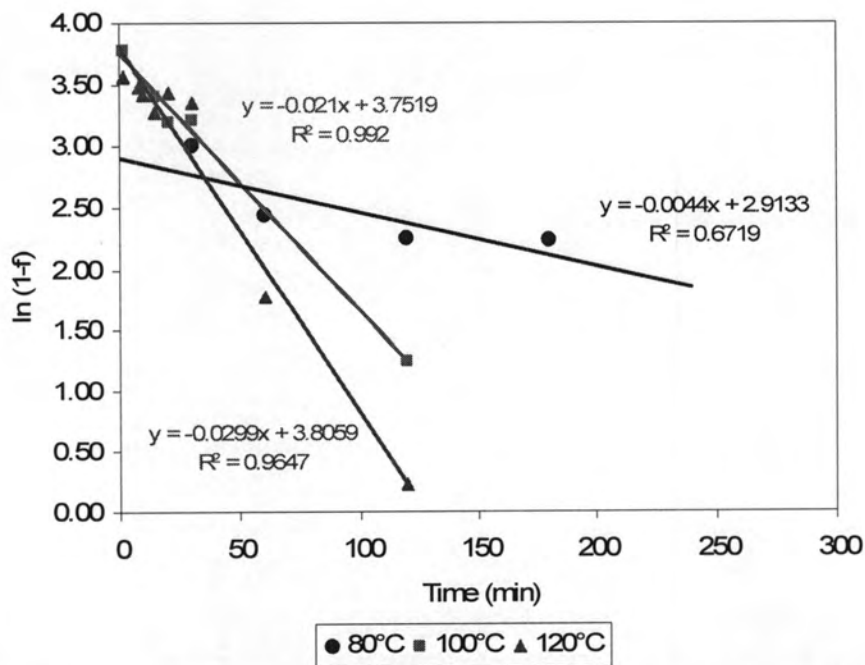
รูปที่ ญ.1 Kinetics ของการเปลี่ยนแปลง cooking loss ของเนื้อหอยเป่าฮี้ระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C



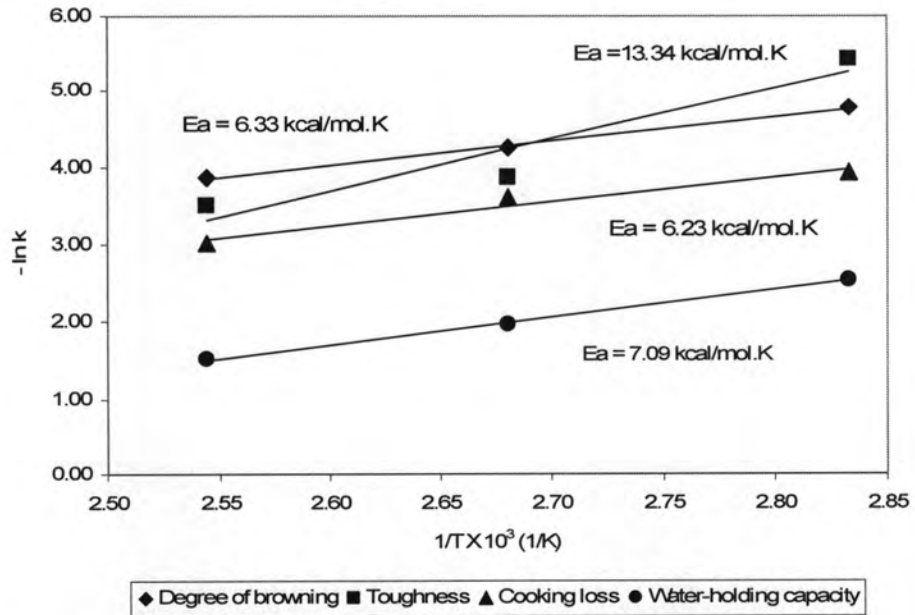
รูปที่ ญ.2 Kinetics ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ของเนื้อหอยเป่าฮี้ระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C



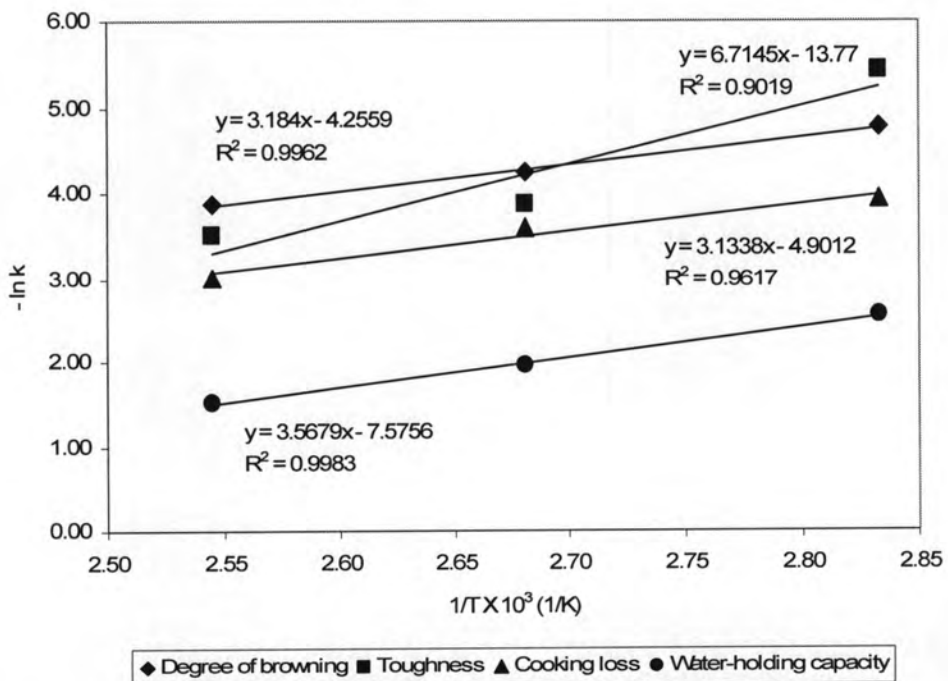
รูปที่ ๓ Kinetics ของการเปลี่ยนแปลง water-holding capacity ของเนื้อหอยเป่าซี่ระหว่าง การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C



รูปที่ ๔ Kinetics ของการเปลี่ยนแปลงค่า toughness ของเนื้อหอยเป่าซี่ระหว่าง การให้ความ ร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C



รูปที่ ๕.5 Arrhenius plots ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ค่า toughness ปริมาณ cooking loss และค่า water-holding capacity ของเนื้อหอยเป่าซี่ระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C (แสดง activation energy)



รูปที่ ๕.๖ Arrhenius plots ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ค่า toughness ปริมาณ cooking loss และค่า water-holding capacity ของเนื้อหอยเป่าซี่ระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C (แสดงสมการเส้นตรง)



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจิรรัชต์ กันทะขู้ เกิดวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยี อุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปี พ.ศ. 2544 แล้วเข้าทำงานในบริษัทกฤษณบุรีผลไม้กระป๋อง จำกัด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตำแหน่ง production supervisor เป็นเวลา 1 ปี และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2546

