รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กอบพร ประทุมนพรัตน์. 2543. การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาหางควายแห้งปรุงรส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เกรียงศักดิ์ สิงห์แก้ว. 2546. ผลของกรดแอซีติกที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อปลานิลเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คเชนทร เฉลิมวัฒน์. 2544. หอยโข่งทะเล. ใน การเพาะเลี้ยงหอย, หน้า 211-228. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์รั้วเขียว.

จิราวรรณ แย้มประยูร. 2539. ผลของการหมักเกลือและการทำแห้งต่อคุณภาพของปลานิลเค็มแห้ง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2539 สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. บริษัทฟอร์แมทพริ้นติ้ง, กรุงเทพมหานคร.

ดรุณี พีรพัฒนกุล. 2529. การปรับปรุงกรรมวิธีการอบแห้ง คุณภาพ และความสามารถในการดูดน้ำคืนของปลาหมึกกระดองแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ สุทธิวณิช. 2531. องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำ. ใน คุณภาพสัตว์น้ำ, หน้า 48-79. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปัทมกร พรหมจรรย์. 2546. การลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้และคุณภาพการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พายัพ ยังปักษี. 2541. หอยเป๋าฮื้อ. สัตว์น้ำ 10 (มกราคม): 169-174.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2548. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มะลิ บุณยรัตผลิน. 2545. การพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทยหอยเป๋าฮื้อ. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย, หน้า 1-18. 2 กุมภาพันธ์ 2545 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2535. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกะปิ. มอก. 1080-2535. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2536. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาเค็ม : ปลาสลิด. มอก. 1199-2536. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหอยแห้ง. มผช. 310/2547. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2544. เคมีอาหาร. ภาคเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพมหานคร.

รุ่งทิพย์ ตปนียศิลป์. 2546. การศึกษาลักษณะการไหลและการทำแห้งกุ้งในเจตสเปาท์เตดเบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ลิลา เรืองแป้น. 2543. การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ. สัตว์น้ำ 12 (มกราคม): 126-136.

วนิดา สระทองคำ. 2543. การทำแห้งฟักทองด้วยวิธีออสโมซิส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชลี เพ็งพงศา อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2549. การอบแห้งเนื้อหมูปรุงรสด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับปั๊มความร้อน. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2. 27-29 กรกฎาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา.

วิไล รังสาดทอง. 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น.

ศรวณีย์ รอดเที่ยง. 2542. ผลของกรดต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาสลิดเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โภชนาการ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

สิทธิศักดิ์ เหมืองสิน. 2545. หอยเป๋าฮื้อสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวใหม่ของไทย. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย, หน้า 1-12. 2 กุมภาพันธ์ 2545 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

อัศวิน ชินธรรมมิตร์. 2546. การพัฒนากรรมวิธีการอบแห้งแครอทและเนื้อไก่ในการอบแห้งแบบลมร้อนร่วมกับการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุบลวรรณ พึ่งฉิม. 2547. ผลของกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อต่อองค์ประกอบทางเคมีและเนื้อสัมผัสของหอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* และชนิด *Haliotis ovina*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์. 2534. ผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อ water activity และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

American Public Health Association, Intersociety Agency Committee on Microbiological Method for Food. 1992. Compendium of Method for the Microbiological Examination of Food. 3rd ed., Washington, D. C: APHA, Inc. 1219 pp.

A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington D.C.

Barat, J. M., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A., and Visquert, M. 2004. Mass Transfer Analysis during the Cod Desalting Process. Food Research International 37: 203-208.

Barbosa-Canovas, G. V. and Vega-Mercado, H. 1996. Dehydration of Food. 1st ed., New York: Chapman & Hall.

Branen, A. L., Davidson, P. M., and Salminen, S. 1990. Food Additive. New York: Marcel Dekker, Inc.

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.

Cochran, W. C., and Cox, G. M. 1992. Experimental Design. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons. 611 pp.

Collignan, A., and Raoult-Wack, A. L. 1994. De-watering and salting of cod by immersion in concentrated sugar/salt solutions. Lebensmittel-Wissenchaft und-Technologie 27: 259-264.

Debnath, S., Hemavathy, J., Bhat, K. K., and Rastogi, N. K. 2004. Rehydration characteristics of osmotic pretreated and dried onion. Food and Bioproducts Processing 82: 304-310.

Desrosier, N.W. 1977. The Technology of Food Preservation. Connecticut: The AVI Publishing Co., Inc.

Dias, F. F. 1999. Sorbitol and other sugar alcohols in the food industry. Indian Food Industry 18(4): 229-237.

Donsì, G., Ferrari, G. and Matteo, P.D. 2001. Utilization of combined processes in freeze-drying of shrimps. Food and Bioproducts Processing 81: 152 – 159.

El-Aouar, A. A., Azoubel, P. M., Barbosa Jr, J. L., and Murr, F. E. X. 2006. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). Journal of Food Engineering 75: 267-274.

Emodi, A. 1982. Polyols : Chemistry and application. In D.R. Lineback and G.E. Inglett (eds.), Food Carbohydrates, pp. 49-61. Connecticut: The AVI Publishing Co., Inc.

Fellows, P. J. 1990. Food Processing Technology Principles and Practice. England: Ellis Horwood Limited.

Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry. New York: Marcel Dekker.

Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D., and Merkel, R. A. 1975. Principle of Meat Science. San Francisco: Freeman and Company.

Hatae, K., Nakai, H., Shimada, A., Murakami, T., Takada, K., Shirojo, Y., and Watanabe, S. 1995. Abalone (*Haliotis discus*) seasonal variations in chemical composition and textural properties. Journal of Food Science 60(1): 32-39.

Hermandez, R. J., and Giacin, J. R. 1998. Factors affecting permeation, sorption, and migration processes in package-product system, pp. 269-329. In I. A. Taub, and R. P. Singh (ed.), Food Storage Stability. Washington D. C.: CRC Press.

Hollis, F., Kaplow, M., Kloss, R., and Halik, J. 1968. Parameter for moisture content for stabilization of food product. pp. 187-191. In R. Lawrie (ed.), Developments in Meat Science-2. Applied Science Publishers, London.

Hsu, W. H., and Deng, J. C. 1980. Processing of Cured Mullet Roe. Journal of Food Science 45: 97-101.

Hunter, R. S. 1975. Scales for measurements of color differences. In J. Wiley (Ed.), Measurement of Appearance. New York: Interscience. pp. 133. Cited in M. R. Ochoa, A. G. Kesseler, M. B. Vullioud, and J. E. Lozano, 1999. Physical and chemical characteristics of raspberry pulp: Storage effect on composition and color. Lebensmittel – Wissenschaft – und – Technologie 32(3): 149 – 153.

Geankoplis, C. J. 1995. Transport Processes and Unit Operation. Englewood Cliffs: Prentice Hall International, Inc.

Iseya, Z., Kubo, T., and Saeki, H. 2000. Effect of sorbitol on moisture transportation and textural change of fish and squid meat during curing and drying processes. Fisheries Science 66: 1144-1149.

Iseya, Z., Sugiura, S., and Saeki, H. 1998. Effect of curing with NaCl solution on drying characteristics of fish meat and its textural changes during drying. Fisheries Science 64(6): 969-972.

Jayaram, K. S., Dasgupta, D. K., and Babu Rao, N. 1990. Effects of pre-treatment with salt and sucrose on the quality and stability of dehydrated cauliflower. International Journal of Food Science Technology 25: 47-51.

Kimura, J., Shimizu, A., Kimizuka, A., Ninomiya, T., and Katsuya, N. 1969. The contribution of peptides and amino acids to the taste of food stuffs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 17(2): 689-695.

Konosu, S., Hayashi, T., and Yamaguchi, K. 1987. Role of extractive components of boiled crab in producing the characteristic flavor. In K. Kawamura, and M. R. Karo (eds.), Umami: A Basic Taste, pp. 235-253. New York: Marcel Dekker.

Krokida, M. K., and Marinos-Kouris, D. 2003. Rehydrate kinetics of dehydrated products. Journal of Food Engineering 57: 1-7.

Labuza, T. P. 1984. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. Journal of Chemical Education 61(4): 348-358.

Labuza, T. P., and Schmidl, M. K. 1985. Accelerated shelf-life testing of foods. Food Technology 51: 57-60, 64.

Ledward, D.A. 1981. Intermediate moisture meats, pp. 159-194. In R. Lawrie (ed.), Developments in Meat Science-2. London: Applied Science Publishers.

Lazarides, H. N., Nickolaides, A., and Katsanidis, E. 1995. Sorption changes induced by osmotic preconcentration of apple slices in different osmotic media. Journal of Food Science 60(2): 348-350.

Lee, C. K., Kearsley, M. W., and Mylvaganam, A. R. 1976. Processed food carbohydrates and their physiological properties in relation to structure. Process Biochemistry 11: 18-21.

Ledward, D. A. 1981. Intermediate Moisture Meats. In R. Lawrie (ed.), Developments in Meat Science – 2. pp. 159-194. London: Applied Science Publishers Ltd.

Lerici, C. R., Pinnavaia, M., Rosa, M. D., and Bartolucci, L., 1985. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal of Food Science 50: 1217-1219.

Lewicki, P. P. 1998. Some remarks on rehydration of dried foods. Journal of Food Engineering 36:81-87.

Lewicki, P. P., Witrowa-Rajchert, D., Pomaranska-Lazuka, W., and Nowak, D. 1998. Rehydration properties of dried onion. International Journal of Food Properties 1(3): 275-290.

Little, R. SA abalone stocks continue to face depletion[online]. 2007. Available from: http://www.panda.org.za/article.php?id=212 [2007, march 5]

Moreira, R., Chenlo, F., and Pereira, G. 2003. Viscosities of ternary aqueous solutions with glucose and sodium chloride employed in osmotic dehydration operation. Journal of Food Engineering 57: 173-177.

Moyor, L., Moreira, R., Chenlo, F., and Sereno, A. M. 2006. Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions. Journal of Food Engineering 79: 253-262.

Nathakaranakule, A., Kraiwanichkul, W. and Soponronnarit, S. 2007. Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat. Journal of Food Engineering 80 (4): 1023-1030.

Nishimura, T., and Kato, H. 1988. Taste of free amino acids and peptides. Food Reviews International 4:175 -194.

Nketsia-Tabiri, J. and Sefa-Dedeh, S. 1995. Optimization of process conditions and quality of salted dried tilapia (*Oreochromis niloticus*) using response surface methodology. Journal of Science Food Agriculture 69: 117-127.

Noryati, I. and Michael, W. 1992. Fish salting and drying: a review. Asean Food Journal 7(4):175-183.

Olley, J. and Thrower, S. J. 1977. Abalone-an esoteric food. Advance in Food Research 23(1): 143-185.

Paine, F. A. and Paine, H. Y. 1992. A handbook of Food Packaging. London: Blackie academic & professional.

Pascua, G. L. S., Casales, M. R., and Yeannes, M. I. 1994. Preliminary development of intermediate moisture, pasteurise mackerel (Scomber japonicus marplantensis) chunks. Journal of Science Food Agriculture 64: 199-204.

Pigott, G. M. and Tucker, B. W. 1990. Seafood Effects of Technology on Nutrition. New York: Dekker, Inc.

Poernomo, A., Giyatmi, F. Y. N., and Ariyani, F. 1992. Salting and drying of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). Asean Food Journal 7(3): 142-146.

Poole, S. E., Wilson, P., Mitchell, G. E., and Wills, P. A. 1990. Storage life of chilled scallops treated with low dose irradiation. Journal of Food Protection 53(9): 763–766.

Posomboon, W. 1998. Processing Effect on Quality of Dried Shrimp. Master of Engineering Thesis, Agricultural Engineering Program, Faculty Engineering, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Quast, D. G. and Teixeira Neto, R. O. 1976. Moisture problems of food in tropical climates. Food Tecnology 5(5): 98-105.

Raoult-Wack, A. L. 1994. Advances in osmotic dehydration. Trends in Food Science and Technology 5: 255-260.

Rastogi, N. K., Angersbach, A., Niranjan, K., and Knorr, D. 2000. Rehydration kinetics of high pressure pretreated and osmotically dehydrated pineapple. Journal of Food Science 65(5): 838-841.

Shahidi, F. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. In F. Shahidi, and J. R. Botta (eds.), Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality, pp. 3-9. Glasgow: Blackie Academic and Professional.

Stansby, M. E. 1963. Industrail Fishery Technology: A Survey of Methods For Domestic Harvesting Preservation and Processing of Fish Used for Food and for Industrial Products. London: Reinhold Publishing Co.

Takayama, N., Yamamoto, Y., Kadowaki, Y. and Endo, K. 1970. Chemical components of abalone meat. Kaseikaku Zasshi 21(1): 239-245.

Taiwo, K. A., Angersbach, A., and Knorr, D. 2002. Influences of high electric field pulses and osmotic dehydration on the rehydration characteristics of apple slices at different temperatures. Journal of Food Engineering 52: 185-195.

Torreggiani, D. 1993. Osmotic dehydration in fruits and vegetables processing. Food Research International 26: 59-68.

Yoo, B. and Lee, C. M. 1993. Thermoprotective effect of sorbitol on protein during dehydration. Journal of Agricultural and Food Chemistry 41: 190-192.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี-กายภาพ

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (hot air oven, Memmert รุ่น W350, Germany)
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, AB204, Mettler Toledo, Inc., Switzerland)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-5 กรัมใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมซึ่งอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิ 105 °C โดยเปิดฝาไว้ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
3. ปิดฝาภาชนะในขณะที่ยังอยู่ในตู้อบ แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก
4. คำนวณหาปริมาณความชื้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (BUCHI ประกอบด้วย digestion unit รุ่น K-424, Switzerland, distillation unit รุ่น B-324, Switzerland, scrubber รุ่น B-414, Switzerland)
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, AB204, Mettler Toledo, Inc., Switzerland)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (A.R. grade)
2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮดรอคลอริก (A.R. grade) ความเข้มข้น 0.1 N
3. สารละลายกรดบอริก (A.R. grade) ความเข้มข้น 4 % (w/v)
4. Selenium reagent mixture (A.R. grade)
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (A.R. grade) ความเข้มข้น 35 % (w/v)
6. สารละลายอินดิเคเตอร์ เตรียมโดยผสมสารละลาย methylene blue 0.2 % ในแอลกอฮอล์ แล้วกรอง 25 มิลลิลิตร กับสารละลาย methyl red 0.2 % ในแอลกอฮอล์ 50 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ใน Kjeldahl tube
2. เติม Selenium mixture เพื่อเร่งปฏิกิริยาประมาณ 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20-25 มิลลิลิตร
3. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Buchi Digestion Unit โดยใช้ความร้อนเบอร์ 8 และเปิดฝาด้านบนที่ต่อเข้ากับเครื่องดูดไอกรด (scrubber) จนส่วนผสมในหลอดย่อยกลายเป็นสีเขียวใส และทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. ต่อขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่หยดสารละลายอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด เข้ากับปลาย condenser ของเครื่องกลั่น (distillation unit)
5. ต่อหลอดตัวอย่างที่ผ่านการย่อยเข้ากับเครื่องกลั่น เลือกโปรแกรม distillation โดยตั้งโปรแกรม ดังนี้

NaOH	40	มิลลิลิตร
Boric acid	50	มิลลิลิตร
H_2O	40	มิลลิลิตร
Time	6	นาที

6. ในระหว่างการกลั่นจะเกิดแอมโมเนียขึ้น แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะจับกับสารละลายกรดบอริก จะได้สารละลายสีเขียวเมื่อครบตามกำหนดเวลา
7. ล้างส่วนปลายของ condenser ด้วยน้ำกลั่นใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่รองรับสิ่งที่กลั่นได้
8. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ทั้งหมดด้วยสารละลายกรดไฮดรอคลอริกมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ (end point) เป็นสีม่วงแดง
9. ทำ blank แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง และวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

10. คำนวณหาปริมาณโปรตีน

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(Va-Vb) \times N \times 1.4 \times CF}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เมื่อ Va คือ ปริมาตรของกรดไฮดรอคลอริกที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

Vb คือ ปริมาตรของกรดไฮดรอคลอริกที่ใช้ไตเตรต blank (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮดรอคลอริกที่ใช้ไตเตรต มีหน่วยเป็น Normal

CF คือ Convertion Factor สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนให้เป็นโปรตีน (ในการทดลองใช้ 6.25)

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. Soxtherm Gerhardt (รุ่น S-226, Germany)
2. โถดูดความชื้น (desiccator)
3. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, AB204, Mettler Toledo, Inc., Switzerland)

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (A. R. grade)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 ใส่ใน thimble
2. ใส่ thimble ที่มีตัวอย่างบรรจุอยู่ในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักแน่นอน
3. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ซึ่งใช้เป็นตัวสกัด 250 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 150 °C
5. ระเหยส่วนของปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด

การคำนวณ

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

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace, Carboite รุ่น CWF 1200, England)
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, AB204, Mettler Toledo, Inc., Switzerland)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 3-5 กรัมใส่ในครูซิเบิลที่เผาและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
2. เผาตัวอย่างด้วย hot plate ในตู้ดูดควัน จนกระทั่งตัวอย่างหมดควัน
3. เผาตัวอย่างต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550°C จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้และคำนวณหาปริมาณเถ้า

การคำนวณ

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

ก.5 การวิเคราะห์ค่าสี

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี Minolta Chroma meter (CR300 series, Minolta, Tokyo, Japan)

วิธีวิเคราะห์

1. เลื่อนสวิทซ์ power on พร้อมกับกดปุ่ม all data clear
2. กดปุ่ม index set
3. เลือกแหล่งแสง C หรือ D แล้วกดปุ่ม enter

4. กดปุ่ม calibrate เพื่อป้อนค่า Y, x, y ซึ่งได้จากค่าที่อยู่บนตัวเครื่อง
5. กดปุ่ม measure แล้วรอจนเกิดการ reflect ของแสงครบ 3 ครั้ง
6. กดปุ่ม color space select เพื่อเลือกระบบสีที่ต้องการ คือ L, a, b
7. วัดสีตัวอย่างโดยวางหัววัดสีไว้บนตัวอย่าง
8. กดปุ่ม measure
9. ถ้าต้องการวิเคราะห์สถิติ กดปุ่ม stat เครื่องจะแสดงค่า max, min, mean และ SD

ก.6 การวิเคราะห์ค่าความแข็ง

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron Texture Analyzer, USA)
2. Warner-Bratzler Blade

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดโปรแกรม Merlin ที่อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์
2. เปิดเครื่องวัดเนื้อสัมผัสและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ
3. หลังจากนั้น calibrate load cell และ compression load
4. นำตัวอย่างมาวัดค่าความแข็ง โดยใช้ Warner-Bratzler Blade ความเร็ว 2 มิลลิเมตร ต่อวินาที วางตัวอย่างบนฐาน และกดปุ่ม start เพื่อตัดตัวอย่างให้ขาดออกจากกัน
5. วัดค่าแรงสูงสุดที่ใช้ รายงานผลเป็นหน่วย กรัม (g) (รูปที่ ก.1)
6. เมื่อวัดเสร็จแล้ว ปิดเครื่องวัดเนื้อสัมผัสก่อนแล้วจึงปิดโปรแกรม

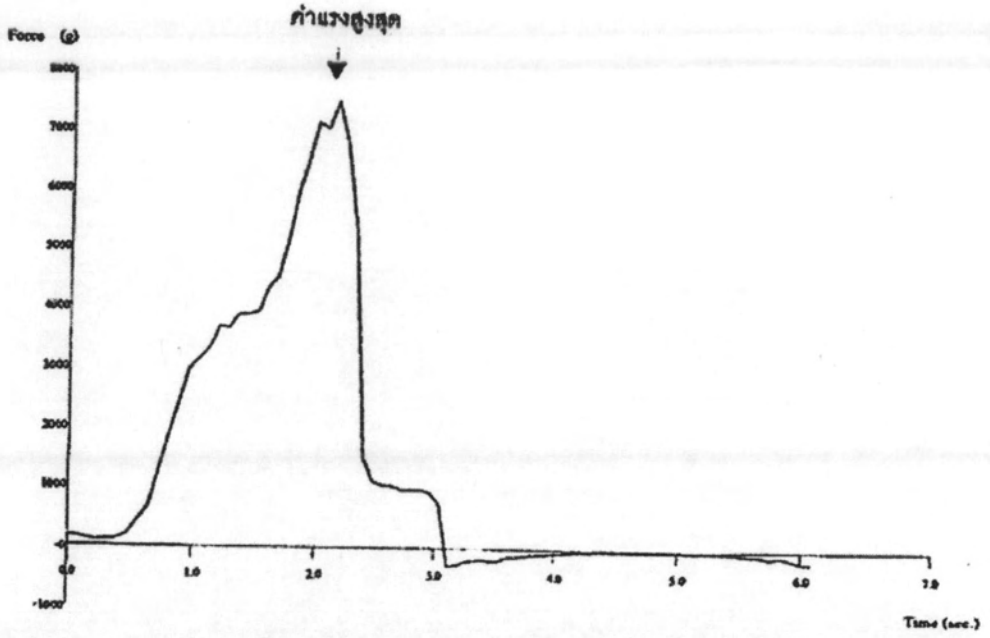
ก.7 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Aqua lab, Model Series 3 TE, USA)

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
2. ใส่ตลับที่มีน้ำกลั่นเข้าไป เพื่อ calibrate
3. ใส่ตัวอย่างที่ตัดเป็นชิ้นลงในตลับสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ประมาณ 1/3 ของตลับ
4. อ่านค่าที่ได้จากเครื่อง



รูปที่ ก.1 กราฟแสดงการวัดค่าความแข็ง โดยใช้ Warner-Bratzler Blade

ก.8 การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดน้ำคืน (ดัดแปลงจาก Donsì, Ferrari and Matteo, 2001)

อุปกรณ์

1. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Heto Lab Equipment, Denmark)
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น AB204, Switzerland)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น
2. แช่หอยเป๋าฮื้อออบแห้งในน้ำที่อุณหภูมิ 50 °C อัตราส่วนหอยเป๋าฮื้อต่อน้ำเท่ากับ 1:20 โดยใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Heto Lab Equipment, Denmark) นาน 2 ชม.
3. เมื่อครบเวลาแล้วจึงนำมาซับน้ำด้วยกระดาษทิชชู และชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ความสามารถในการดูดน้ำคืน (กรัม/กรัมของหอยเป๋าฮื้อออบแห้ง)} = \frac{W_2 - W_1}{W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของหอยเป๋าฮื้อก่อนคืนรูป (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของหอยเป๋าฮื้อหลังคืนรูป (กรัม)

ก.9 **ลักษณะโครงสร้างของหอยเป๋าฮื้อโดยใช้** Scanning Electron Microscope (SEM) **(ตามวิธีการวิเคราะห์ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)**

อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) (JEOL รุ่น JSM-5800 LV, Japan)
2. เครื่องฉาบทอง (ion sputter) (Balzers Union รุ่น SCD 040, Liechtenstein)

วิธีวิเคราะห์

1. ติดตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบห้งบน stub โดยใช้เทปกาวสองหน้าหรือกาว
2. ฉาบด้วยทองหนา 20-30 มิลลิเมตร ด้วยเครื่อง ion sputter โดยใช้เทคนิค Hammer V Sputter Coater
3. บันทึกภาพโครงสร้างของตัวอย่างด้วย SEM ควบคุมที่ 20 kV ใช้กำลังขยาย 350 เท่า
4. วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างจากภาพที่บันทึกได้

ก.10 **การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมคลอไรด์** (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, AB204, Mettler Toledo, Inc., Switzerland)

สารเคมี

1. สารลายซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 0.1 นอร์มัล
2. กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3)
3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) ร้อยละ 5
4. สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) 0.1 นอร์มัล
5. สารละลาย ferric alum อิ่มตัว

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เติม $AgNO_3$ 0.1 N 10 มิลลิลิตร และ HNO_3 20 มิลลิลิตร และต้มให้เดือดเบาๆ บน hot plate เป็นเวลา 15 นาที หรือจนตะกอนมีสีขาว แล้วเติม $KMnO_4$ ร้อยละ 5 5 มิลลิลิตร ต้มต่อประมาณ 5 นาที
3. ทิ้งให้เย็น และเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
4. ไตเตรทกับ NH_4SCN 0.1 N โดยใช้ ferric alum 5 มิลลิลิตร เป็นอินดิเคเตอร์ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้มอิฐอย่างถาวร
5. คำนวณหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)} = \frac{((N_1 \times V_1) - (N_2 \times V_2)) \times 5.85}{wt}$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลาย $AgNO_3$

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลาย NH_4SCN

V_1 = ปริมาตรของสารละลาย $AgNO_3$ ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของสารละลาย NH_4SCN ที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

wt = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ก.11 การวิเคราะห์ปริมาณซอร์บิทอล (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. Soxhlet extractor
2. Gas chromatograph (GC) ประกอบด้วย flame ionization detector 1mV strip chart recorder และ U-shaped glass column ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 mm ยาว 1.8 m ซึ่งบรรจุ Gas-Chrom Q ขนาด 100-200 mesh ที่มี DC-200 10%

สารเคมี

1. เมทานอล (A. R. grade)
2. diatomaceous earth-celite 545, acid washed (A. R. grade)
3. sorbitol (A. R. grade)
4. pyridine (A. R. grade)
5. acetic anhydride (A. R. grade)

6. CH_3Cl (A. R. grade)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับ celite 5 กรัม ใส่ลงใน extraction thimble และใส่เมทานอล 125 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ สกัดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. เทส่วนที่สกัดได้ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอล
3. การเตรียมกราฟมาตรฐาน ทำได้โดยชั่งซอร์บิทอล 20 40 60 และ 80 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม pyridine 3 มิลลิลิตร และ acetic anhydride 10 มิลลิลิตร นำไปกลั่นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 60-80 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย CH_3Cl เป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วย Gas chromatograph จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ตอบสนอง (มิลลิเมตร^2/ไมโครลิตร) ต่อน้ำหนักของซอร์บิทอล
4. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้จากข้อ 2 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร แล้วนำไประเหยจนแห้ง แล้วทำตามข้อ 3

การคำนวณ

$$\% \text{ (w/w) sorbitol} = \frac{\text{mg from standard curve} \times 0.8}{\text{g test portion}}$$

ก.12 การวิเคราะห์ปริมาณซูโครส (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องเหวี่ยงแยก (centrifuge) (Hettich Centrifugen, Model Royanta, Germany)

สารเคมี

1. แอลกอฮอล์เข้มข้น 50% (A. R. grade)
2. แอลกอฮอล์เข้มข้น 95% (A. R. grade)
3. สารละลาย $Pb(CH_3COO)_2$ อิ่มตัว (A. R. grade)
4. คอปเปอร์ซัลเฟต (A. R. grade)
5. โปตัสเซียมโซเดียมทาร์เทรต (A. R. grade)
6. โปตัสเซียมออกซาเลท (A. R. grade)
7. กรดไฮโดรคลอริก (A. R. grade)
8. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) (A. R. grade)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมแอลกอฮอล์เข้มข้น 50% 125 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ต้มให้เดือดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 83-87°C นาน 1 ชั่วโมง
4. ทิ้งไว้ให้เย็น เป็นเวลา 1 คืน
5. เจือจางด้วย 95% แอลกอฮอล์ และนำไปเหวี่ยงแยกที่ 1500 rpm เป็นเวลา 15 นาที
6. ปิเปตส่วนใสของสารละลาย 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ แล้วระเหยในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จนกระทั่งเหลือสารละลาย 20-30 มิลลิลิตร
7. นำสารละลายที่ได้ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร
8. เติมสารละลาย $Pb(CH_3COO)_2$ อิ่มตัว 2 มิลลิลิตร เพื่อตกตะกอน เขย่า และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที
9. ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น และกรองผ่านกระดาษกรอง
10. เติมโปตัสเซียมออกซาเลทในปริมาณที่มากพอ เพื่อตกตะกอน Pb
11. เทสารละลายที่ได้ 50 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
12. เติมกรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้เกิดการอินเวอร์ชันอย่างสมบูรณ์
13. เติมคอปเปอร์ซัลเฟตและโปตัสเซียมโซเดียมทาร์เทรตอย่างละ 25 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย 50 มิลลิลิตร จากข้อ 7 และ 12 และเตรียม blank โดยคอปเปอร์ซัลเฟตและโปตัสเซียมโซเดียมทาร์เทรตอย่างละ 25 มิลลิลิตร ผสมกัน และเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
14. ต้มให้เดือด เป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้นกรองสารละลายที่ได้ผ่าน asbestos mat ที่อยู่ใน gooch crucible
15. ล้างตะกอน Cu_2O ด้วยน้ำร้อนที่ 60°C และชั่งน้ำหนัก และคำนวณน้ำหนักของ Cu_2O ดังสมการ

    น้ำหนักของ Cu_2O = (น้ำหนักของ gooch crucible + Cu_2O) -

    (น้ำหนักของ gooch crucible × 1000) – blank*
16. นำน้ำหนักของ Cu_2O ไปหาน้ำหนักของน้ำตาลอินเวิร์ต (มิลลิกรัม) จาก Hammond table 940.39 และนำมาคำนวณหาปริมาณซูโครส

การคำนวณ

% ซูโครส = (% total sugar after inversion - %reducing sugars before inversion)

× 0.95

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Standard Plate Count Agar

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ เทสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 ปริมาตร 225 มิลลิลิตรลงไป เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1: 10
2. ตีปั่นให้ละเอียด โดยใช้เครื่องตีปั่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที
3. ปิเปตตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ
4. ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Plate Count Agar จากนั้นใช้แท่งแก้วงอที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยจนผิวหน้าของอาหารแห้ง กลับจานเพาะเชื้อ
5. บ่มที่อุณหภูมิ 35 $^{\circ}$C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
6. ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี และรายงานเป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU)/ กรัมตัวอย่าง

การคำนวณจำนวน CFU/ กรัมตัวอย่าง

CFU = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 1995)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. 10% tartaric acid

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ผสม 10% tartaric acid จากนั้นใช้แท่งแก้วงอที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยจนผิวหน้าของอาหารแห้ง
3. บ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 5 วัน โดยไม่ต้องกลับจานเพาะเชื้อ
4. ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี และรายงานเป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU)/ กรัมตัวอย่าง

การคำนวณจำนวน CFU/ กรัมตัวอย่าง

CFU = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

ข.3 การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* (AOAC, 1995)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Baird-Parker medium
3. Brain Heart Infusion (BHI)
4. coagulase plasma EDTA
5. NaCl TSB (Trypticase Soy Broth)
6. Mannitol Salted Egg Yolk (MSEY) agar

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่างๆกัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน 10% NaCl TSB (Trypticase Soy Broth) 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
3. ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Salted Egg Yolk (MSEY) agar และ Baird-Parker medium เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าของอาหาร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. สังเกตโคโลนีของ *Staphylococcus aureus* ซึ่งอยู่บน MSEY agar โคโลนีสีขาวเหลือง ขนาดเล็ก และมีบริเวณทึบแสง (opaque zone) สีขาวเหลืองรอบๆโคโลนี ส่วนบน Baird-Parker medium จะมีลักษณะกลมขอบเรียบ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร มีสีเทาหรือสีเทาดำ โดยสีที่ขอบโคโลนีจะอ่อนกว่าที่ตรงกลางโคโลนี รอบๆโคโลนีมีโซนทึบแสงที่ล้อมรอบด้วยโซนใสอีกชั้นหนึ่ง เมื่อแตะโคโลนีด้วยเข็มเขี่ยเชื้อจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทดสอบ coagulase test
5. ทดสอบเอนไซม์ coagulase นำโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็น *Staphylococcus aureus* มาเลี้ยงใน Brain Heart Infusion (BHI) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม coagulase plasma EDTA ลงไปอีก 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มต่ออีก 4-6 ชั่วโมง นำมาตรวจดูผลการแข็งตัว (clot) ของ coagulase plasma EDTA ทุกๆ 1 ชั่วโมงโดยต้องเกิดการแข็งตัวภายใน 4-6 ชั่วโมง จึงจะถือว่าให้ผลบวก
6. คำนวณและรายงานผลจำนวน *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ข.4 การวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* (APHA, 1992)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Motility Nitrate medium
3. Lactose Gelatin medium
4. Tryptose Sulfite Cyclocerine (TSC) agar

5. Thioglycollate Broth

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Tryptose Sulfite Cyclocerine (TSC) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร
3. บ่มในโถบ่มไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีสีดำ และมีโซนขุ่นล้อมรอบ (เป็นจำนวนในขั้น Presumptive) นำมาทดสอบยืนยัน
5. ถ่ายเชื้อลง Thioglycollate Broth บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.1 stab ลง Motility Nitrate medium บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *Clostridium perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของ loop เท่านั้น ทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตร์ทจะทำปฏิกิริยากับน้ำยาทดสอบให้สีแดง ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกได้ผลลบ ให้บ่มหลอดเชื้ออีกหนึ่งหลอดต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ

1.2 stab ลง Lactose Gelatin medium บ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *Clostridium perfringens* สามารถเฟอร์เมนต์แลคโตส เกิดฟองแก๊ส และมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีเหลือง และมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ โดยแช่หลอดในน้ำแข็งประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

2. รายงานว่าพบหรือไม่พบ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่างอาหาร 25 กรัม

ข.5 การวิเคราะห์ Coliforms (APHA, 1992)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB)
3. Lauryl Tryptose Broth (LTB)

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

2. ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Tryptose Broth (LTB) 10 มิลลิลิตร ซึ่งภายในมีหลอดดักก๊าซอยู่ด้วย นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวกคือ หลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง บันทึกผลการทดลองขั้น presumptive

3. ถ่ายเชื้อลง Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) ซึ่งภายในมีหลอดดักก๊าซอยู่ด้วย นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. นับจำนวนหลอดซึ่งเกิดก๊าซทั้งหมดในขั้น confirm test แล้วแสดงจำนวน Coliforms ซึ่งอ่านค่าได้จากตาราง MPN (ตารางที่ ข.1)

ข.6 การวิเคราะห์ *Vibrio* spp. (APHA, 1992)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85% (w/v)
2. Thiosulfate Citrate Bile-salt Sucrose (TCBS) agar

อุปกรณ์

1. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) (AES Laboratorire, France)
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

2. ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Thiosulfate Citrate Bile-salt Sucrose (TCBS) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร

3. บ่มที่อุณหภูมิ 30-32°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. ตรวจนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี และรายงานเป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU)/ กรัมตัวอย่าง

การคำนวณจำนวน CFU/ กรัมตัวอย่าง

CFU = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

ตารางที่ ข.1 ค่า Most Probable Number (MPN) ต่อกรัมของตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความเจือจาง 0.1 ลบ. ซม., 0.01 ลบ. ซม. และ 0.001 ลบ. ซม.

Combination of Positives	3 tubes per Dilution		
	MPN Index/g	Limits	
		Lower	Upper
0-0-0	<3	-	-
0-0-1	3	<0.5	9
0-1-0	3	<0.5	13
0-2-0	-	-	-
1-0-0	4	<0.5	20
1-0-1	7	1	21
1-1-0	7	1	23
1-1-1	11	3	36
1-2-0	11	3	36
2-0-0	9	1	36
2-0-1	14	3	37
2-1-0	15	3	44
2-1-1	20	7	89
2-2-0	21	4	47
2-2-1	28	10	150
2-3-0	-	-	-
3-0-0	23	4	120
3-0-1	39	7	130
3-0-2	64	15	380
3-1-0	43	7	210
3-1-1	75	14	230
3-1-2	120	30	380
3-2-0	93	15	380
3-2-1	150	30	440
3-2-2	210	35	470
3-3-0	240	36	1,300
3-3-1	460	71	2,400
3-3-2	1,100	150	4,800
3-3-3	≥2,400	-	-

ที่มา: APHA (1992)

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ค.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้ออบแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งใส่เครื่องหมาย √ ในระดับที่อธิบายความเข้มของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งก่อนคืนตัว

1.1 ลักษณะปรากฏ

1.1.1 สี

☐	☐	☐	☐	☐
สีน้ำตาลเข้มมาก	สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลปนเหลืองทอง	สีเหลืองทอง

1.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่เต่งตึง	เต่งตึงเล็กน้อย	เต่งตึงปานกลาง	เต่งตึงค่อนข้างมาก	เต่งตึงมาก

1.1.3 ความมันวาว (หมายถึง เป็นเงาใส ไม่ด้านขุ่น)

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มันวาว	มันวาวเล็กน้อย	มันวาวปานกลาง	มันวาวค่อนข้างมาก	มันวาวมาก

1.2 กลิ่นผิดปกติ (หมายถึง กลิ่นหืน กลิ่นอับ กลิ่นไหม้ หรือกลิ่นแปลกปลอมที่สามารถรับรู้ได้)

☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่นผิดปกติมาก	กลิ่นผิดปกติค่อนข้างมาก	กลิ่นผิดปกติปานกลาง	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	ไม่พบกลิ่นผิดปกติ

2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อออบแห้งหลังคืนตัว

2.1 ลักษณะปรากฏ

2.1.1 สี

☐ สีน้ำตาลเข้มมาก ☐ สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก ☐ สีน้ำตาล ☐ สีน้ำตาลอ่อน ☐ สีน้ำตาลอ่อนมาก

2.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐ ไม่เต่งตึง ☐ เต่งตึงเล็กน้อย ☐ เต่งตึงปานกลาง ☐ เต่งตึงค่อนข้างมาก ☐ เต่งตึงมาก

2.2 ความยืดหยุ่น (หมายถึง แรงที่ใช้ในการกดลงไปบนตัวอย่างโดยที่ตัวอย่างยังไม่แตก)

☐ ยืดหยุ่นมาก ☐ ยืดหยุ่นค่อนข้างมาก ☐ ยืดหยุ่นปานกลาง ☐ ยืดหยุ่นเล็กน้อย ☐ ไม่ยืดหยุ่น

2.3 ความแข็ง (หมายถึง แรงที่ใช้ในกัดตัวอย่างจนขาด)

☐ แข็งมาก ☐ แข็งค่อนข้างมาก ☐ แข็งปานกลาง ☐ แข็งเล็กน้อย ☐ ไม่แข็ง

2.4 ความเหนียว (หมายถึง แรงที่ใช้ในการดึงตัวอย่าง)

☐ เหนียวมาก ☐ เหนียวค่อนข้างมาก ☐ เหนียวปานกลาง ☐ เหนียวเล็กน้อย ☐ ไม่เหนียว

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้ออบแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9	ชอบมากที่สุด	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	ชอบมาก	3	ไม่ชอบปานกลาง
7	ชอบปานกลาง	2	ไม่ชอบมาก
6	ชอบน้อย	1	ไม่ชอบมากที่สุด
5	เฉยๆ		

	รหัสตัวอย่าง			
	.....	.....	.....	.....
1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งก่อนคืนตัว				
1.1 ด้านลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....
1.2 ด้านกลิ่น	.....	.....	.....	.....
2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งหลังคืนตัว				
2.1 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
3. ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.3 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายเกลือ

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งใส่เครื่องหมาย √ ในระดับที่อธิบายความเข้มของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งก่อนคืนตัว

1.1 ลักษณะปรากฏ

1.1.1 สี

☐	☐	☐	☐	☐
สีน้ำตาลเข้มมาก	สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลปนเหลืองทอง	สีเหลืองทอง

1.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่เต่งตึง	เต่งตึงเล็กน้อย	เต่งตึงปานกลาง	เต่งตึงค่อนข้างมาก	เต่งตึงมาก

1.1.3 ความมันวาว (หมายถึง เป็นเงาใส ไม่ด้านขุ่น)

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มันวาว	มันวาวเล็กน้อย	มันวาวปานกลาง	มันวาวค่อนข้างมาก	มันวาวมาก

1.2 กลิ่นผิดปกติ (หมายถึง กลิ่นหืน กลิ่นอับ กลิ่นไหม้ หรือกลิ่นแปลกปลอมที่สามารถรับรู้ได้)

☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่นผิดปกติมาก	กลิ่นผิดปกติค่อนข้างมาก	กลิ่นผิดปกติปานกลาง	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	ไม่พบกลิ่นผิดปกติ

2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อออบแห้งหลังคืนตัว

2.1 ลักษณะปรากฏ

2.1.1 สี

☐ สีน้ำตาลเข้มมาก ☐ สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก ☐ สีน้ำตาล ☐ สีน้ำตาลอ่อน ☐ สีน้ำตาลอ่อนมาก

2.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐ ไม่เต่งตึง ☐ เต่งตึงเล็กน้อย ☐ เต่งตึงปานกลาง ☐ เต่งตึงค่อนข้างมาก ☐ เต่งตึงมาก

2.2 ความยืดหยุ่น (หมายถึง แรงที่ใช้ในการกดลงไปบนตัวอย่างโดยที่ตัวอย่างยังไม่แตก)

☐ ยืดหยุ่นมาก ☐ ยืดหยุ่นค่อนข้างมาก ☐ ยืดหยุ่นปานกลาง ☐ ยืดหยุ่นเล็กน้อย ☐ ไม่ยืดหยุ่น

2.3 ความแข็ง (หมายถึง แรงที่ใช้ในกัดตัวอย่างจนขาด)

☐ แข็งมาก ☐ แข็งค่อนข้างมาก ☐ แข็งปานกลาง ☐ แข็งเล็กน้อย ☐ ไม่แข็ง

2.4 ความเหนียว (หมายถึง แรงที่ใช้ในการดึงตัวอย่าง)

☐ เหนียวมาก ☐ เหนียวค่อนข้างมาก ☐ เหนียวปานกลาง ☐ เหนียวเล็กน้อย ☐ ไม่เหนียว

2.5 ความเค็ม

☐ เค็มมาก ☐ เค็มค่อนข้างมาก ☐ เค็มปานกลาง ☐ เค็มเล็กน้อย ☐ ไม่เค็ม

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.4 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายเกลือ

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9	ชอบมากที่สุด	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	ชอบมาก	3	ไม่ชอบปานกลาง
7	ชอบปานกลาง	2	ไม่ชอบมาก
6	ชอบน้อย	1	ไม่ชอบมากที่สุด
5	เฉยๆ		

	รหัสตัวอย่าง			
	.....	.....	.....	.....
1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งก่อนคืนตัว				
1.1 ด้านลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....
1.2 ด้านกลิ่น	.....	.....	.....	.....
2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งหลังคืนตัว				
2.1 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
2.4 ด้านรสชาติ	.....	.....	.....	.....
3. ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.5 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้อออบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายซอร์บิทอลและ/หรือซูโครส

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งใส่เครื่องหมาย √ ในระดับที่อธิบายความเข้มของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด

1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อออบแห้งก่อนคืนตัว

1.1 ลักษณะปรากฏ

1.1.1 สี

☐	☐	☐	☐	☐
สีน้ำตาลเข้มมาก	สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลปนเหลืองทอง	สีเหลืองทอง

1.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่เต่งตึง	เต่งตึงเล็กน้อย	เต่งตึงปานกลาง	เต่งตึงค่อนข้างมาก	เต่งตึงมาก

1.1.3 ความมันวาว (หมายถึง เป็นเงาใส ไม่ด้านขุ่น)

☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มันวาว	มันวาวเล็กน้อย	มันวาวปานกลาง	มันวาวค่อนข้างมาก	มันวาวมาก

1.2 กลิ่นผิดปกติ (หมายถึง กลิ่นหืน กลิ่นอับ กลิ่นไหม้ หรือกลิ่นแปลกปลอมที่สามารถรับรู้ได้)

☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่นผิดปกติมาก	กลิ่นผิดปกติค่อนข้างมาก	กลิ่นผิดปกติปานกลาง	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	ไม่พบกลิ่นผิดปกติ

2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อออบแห้งหลังคืนตัว

2.1 ลักษณะปรากฏ

2.1.1 สี

☐ สีน้ำตาลเข้มมาก ☐ สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมาก ☐ สีน้ำตาล ☐ สีน้ำตาลอ่อน ☐ สีน้ำตาลอ่อนมาก

2.1.2 ลักษณะผิวภายนอก

☐ ไม่เต่งตึง ☐ เต่งตึงเล็กน้อย ☐ เต่งตึงปานกลาง ☐ เต่งตึงค่อนข้างมาก ☐ เต่งตึงมาก

2.2 ความยืดหยุ่น (หมายถึง แรงที่ใช้ในการกดลงไปบนตัวอย่างโดยที่ตัวอย่างยังไม่แตก)

☐ ยืดหยุ่นมาก ☐ ยืดหยุ่นค่อนข้างมาก ☐ ยืดหยุ่นปานกลาง ☐ ยืดหยุ่นเล็กน้อย ☐ ไม่ยืดหยุ่น

2.3 ความแข็ง (หมายถึง แรงที่ใช้ในกัดตัวอย่างจนขาด)

☐ แข็งมาก ☐ แข็งค่อนข้างมาก ☐ แข็งปานกลาง ☐ แข็งเล็กน้อย ☐ ไม่แข็ง

2.4 ความเหนียว (หมายถึง แรงที่ใช้ในการดึงตัวอย่าง)

☐ เหนียวมาก ☐ เหนียวค่อนข้างมาก ☐ เหนียวปานกลาง ☐ เหนียวเล็กน้อย ☐ ไม่เหนียว

2.5 ความหวาน

☐ หวานมาก ☐ หวานค่อนข้างมาก ☐ หวานปานกลาง ☐ หวานเล็กน้อย ☐ ไม่หวาน

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.6 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบที่ใช้ในการเลือกหอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายซอร์บิทอลและ/หรือซูโครส

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9	ชอบมากที่สุด	4	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	ชอบมาก	3	ไม่ชอบปานกลาง
7	ชอบปานกลาง	2	ไม่ชอบมาก
6	ชอบน้อย	1	ไม่ชอบมากที่สุด
5	เฉยๆ		

	รหัสตัวอย่าง			
	.....	.....	.....	.....
1. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งก่อนคืนตัว				
1.1 ด้านลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....
1.2 ด้านกลิ่น	.....	.....	.....	.....
2. ตัวอย่างหอยเป๋าฮื้ออบแห้งหลังคืนตัว				
2.1 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
2.4 ด้านรสชาติ	.....	.....	.....	.....
3. ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ค.7 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

ตัวอย่าง.....

คำชี้แจง ให้ผู้ทดสอบประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง โดยทำเครื่องหมายในช่องแสดงระดับการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

สีของผลิตภัณฑ์

☐ ไม่ยอมรับมากที่สุด	☐ ไม่ยอมรับมาก	☐ ไม่ยอมรับปานกลาง
☐ ไม่ยอมรับเล็กน้อย	☐ เฉยๆ	☐ ยอมรับเล็กน้อย
☐ ยอมรับปานกลาง	☐ ยอมรับมาก	☐ ยอมรับมากที่สุด

เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังการคืนตัว

☐ ไม่ยอมรับมากที่สุด	☐ ไม่ยอมรับมาก	☐ ไม่ยอมรับปานกลาง
☐ ไม่ยอมรับเล็กน้อย	☐ เฉยๆ	☐ ยอมรับเล็กน้อย
☐ ยอมรับปานกลาง	☐ ยอมรับมาก	☐ ยอมรับมากที่สุด

การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์

☐ ไม่ยอมรับมากที่สุด	☐ ไม่ยอมรับมาก	☐ ไม่ยอมรับปานกลาง
☐ ไม่ยอมรับเล็กน้อย	☐ เฉยๆ	☐ ยอมรับเล็กน้อย
☐ ยอมรับปานกลาง	☐ ยอมรับมาก	☐ ยอมรับมากที่สุด

ข้อเสนอแ

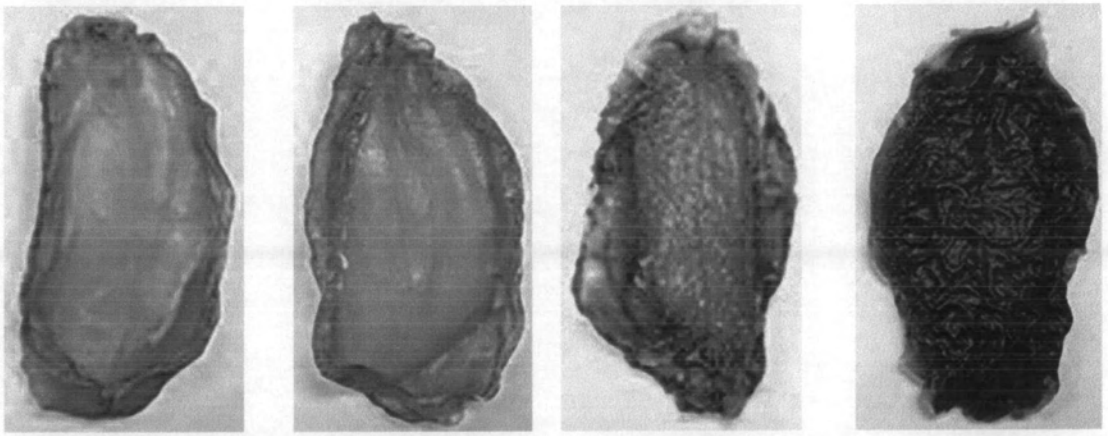
นะ.....

.....

.....

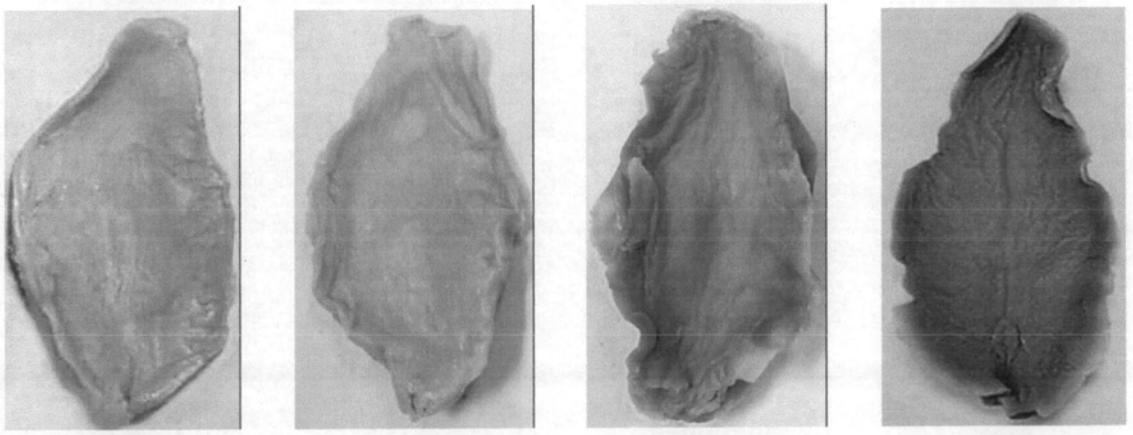
ภาคผนวก ง

ผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง



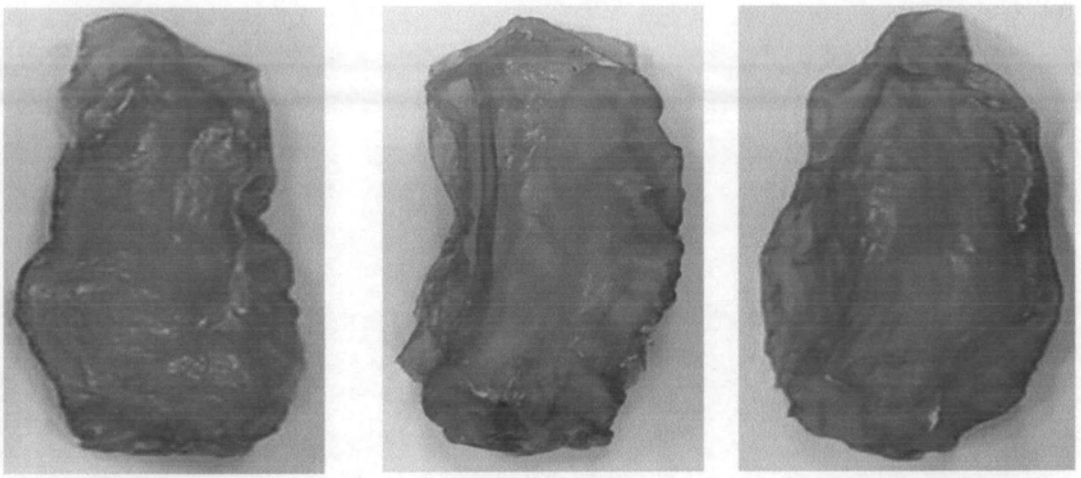
(a) (b) (c) (d)

รูปที่ ง.1 หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิขาเข้าคงที่ (a) ที่ 40°C (b) ที่ 55°C (c) ที่ 75°C และ (d) ที่ 90°C



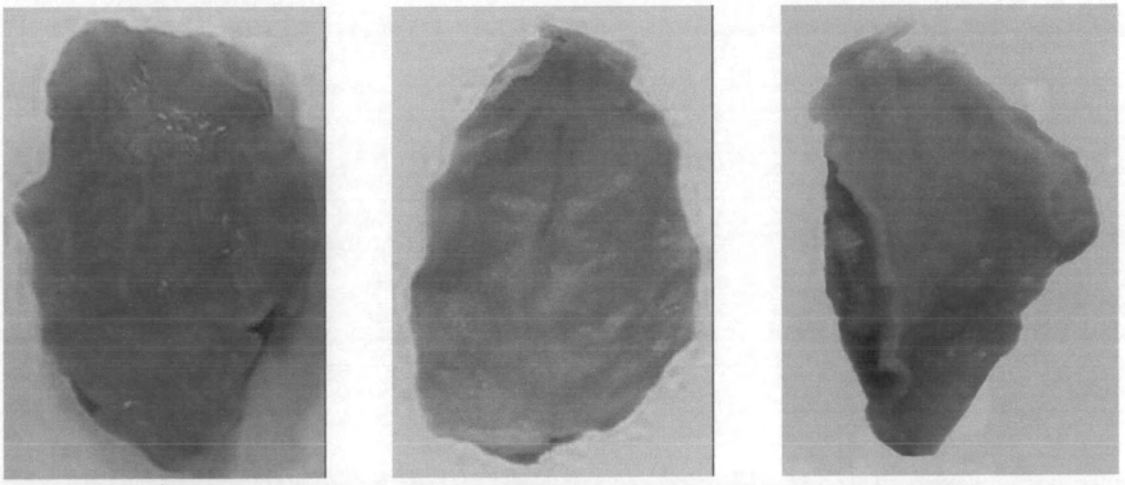
(a) (b) (c) (d)

รูปที่ ง.2 หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิขาเข้าคงที่ เมื่อคืนรูปแล้ว (a) ที่ 40°C (b) ที่ 55°C (c) ที่ 75°C และ (d) ที่ 90°C



(a) (b) (c)

รูปที่ ง.3 หอยเป๋าฮื้อออบแห้งที่อุณหภูมิขาเข้าแบบเป็นขั้น (a) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 2 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 12 ชั่วโมง (b) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 10 ชั่วโมง และ (c) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 6 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 7 ชั่วโมง

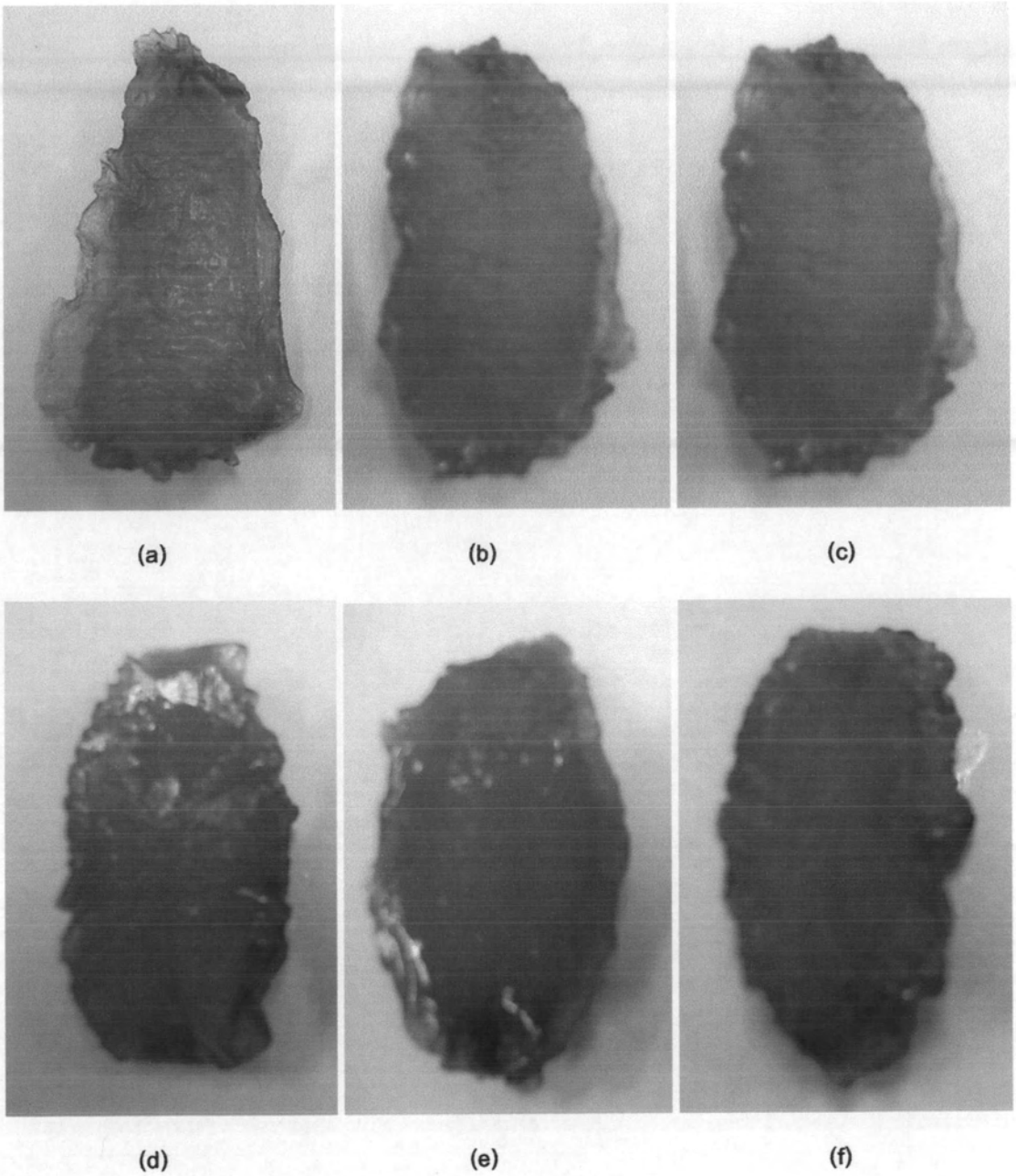


(a) (b) (c)

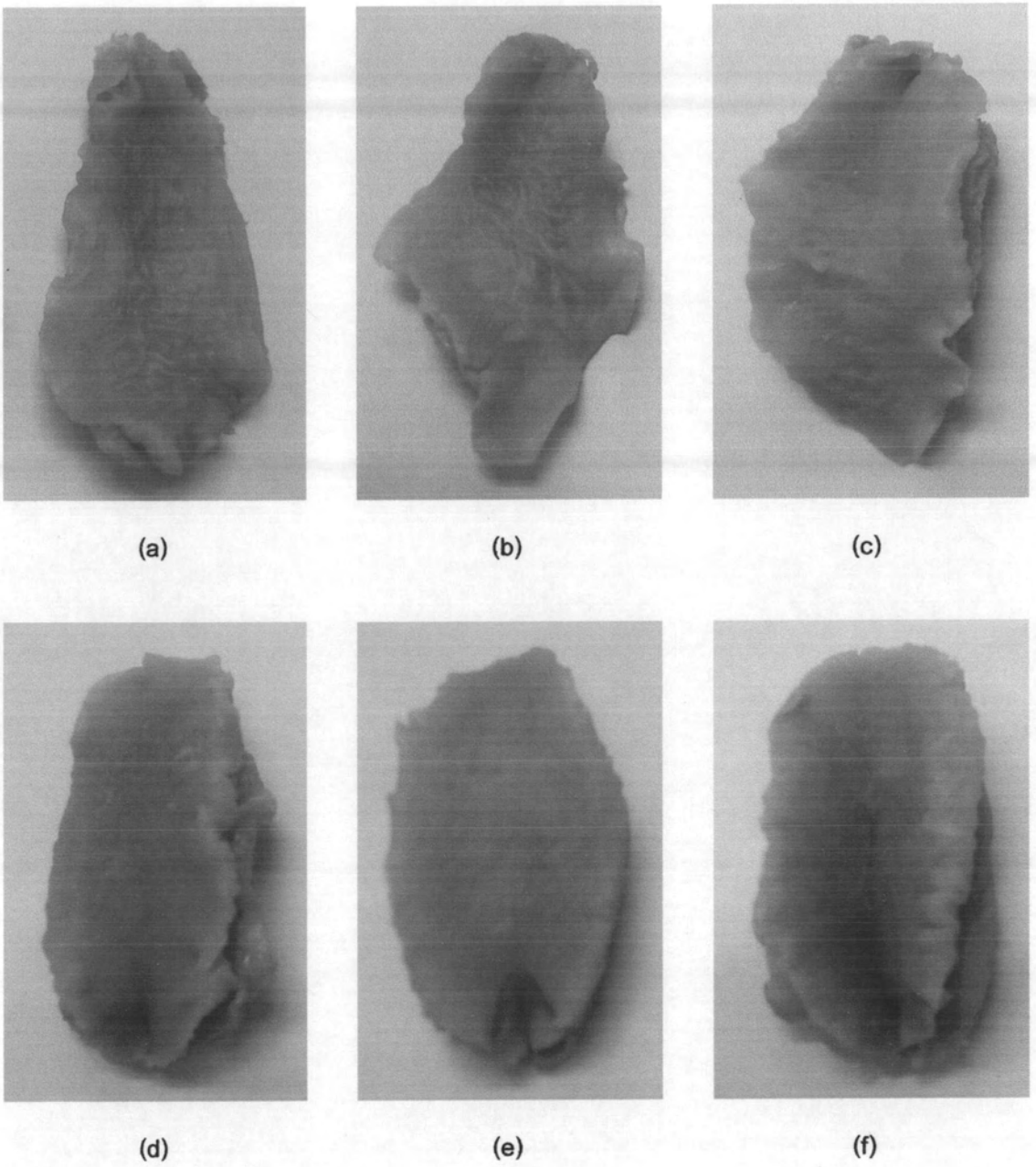
รูปที่ ง.4 หอยเป๋าฮื้อออบแห้งที่อุณหภูมิขาเข้าแบบเป็นขั้น เมื่อคืนรูปแล้ว (a) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 2 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 12 ชั่วโมง (b) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 10 ชั่วโมง และ (c) ภาวะอบแห้งที่ 75°C นาน 6 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 7 ชั่วโมง

(a) (b)

รูปที่ ง.5 หอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 6 ชั่วโมง และที่คืนรูปแล้ว (a) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) (b) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เมื่อคืนรูปแล้ว



รูปที่ ง.6 หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) ที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 6 ชั่วโมง (a) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10% (w/v) (b) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 20% (w/v) (c) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 30% (w/v) (d) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 40% (w/v) (e) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) (f) หอยเป๋าฮี้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v)



รูปที่ ง.7 หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสเข้มข้น 50% (w/v)ที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 3 ชั่วโมง เมื่อคืนรูปแล้ว (a) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10% (w/v) (b) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 20% (w/v) (c) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 30% (w/v) (d) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 40% (w/v) (e) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) (f) หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v)

ภาคผนวก จ

ต้นทุนการผลิตหอยเป๋าฮื้ออบแห้ง

ตารางที่ จ.1 ต้นทุนการผลิตหอยเป๋าฮื้ออบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้ลมร้อนขาเข้าแบบคงที่และแบบเป็นขั้น

ภาวะการอบแห้ง	เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	จำนวนยูนิต	ค่าไฟฟ้า (บาท)	ต้นทุนการผลิต/ครั้ง (บาท)	ต้นทุนการผลิต/ตัว (บาท)	ต้นทุนการผลิต/กก. (บาท)
40	33	84.32	210.79	3810.79	84.68	18415.85
55	21	53.66	134.14	3734.14	82.98	18045.44
75	12	35.04	87.60	3687.60	81.95	17820.54
90	11	40.15	100.38	3700.38	82.23	17882.28
75°C (2 h)/ 55°C (14 h)*	16	41.61	104.03	3704.03	82.31	17899.92
75°C (4 h)/ 55°C (10 h)*	14	37.23	93.08	3693.08	82.07	17847.00
75°C (6 h)/ 55°C (7 h)*	13	35.41	88.51	3688.51	81.97	17824.95

*อุณหภูมิอบแห้งช่วงแรก (เวลาในการอบแห้งช่วงแรก)/ อุณหภูมิอบแห้งช่วงหลัง (เวลาในการอบแห้งช่วงหลัง)

[1]หอยเป๋าฮื้อสดที่มีน้ำหนักทั้งเปลือกประมาณ 35-40 กรัมต่อตัว ราคา 2000 บาทต่อกิโลกรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

เครื่องให้ความร้อนของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ขนาด 3.5 กิโลวัตต์ พัดลมขนาด 0.15 กิโลวัตต์ อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 2.50 บาท เมื่อหอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 11 ชั่วโมง สามารถคำนวณจำนวนยูนิต (พลังงานไฟฟ้า) ค่าไฟฟ้า และต้นทุนของหอยเป๋าฮื้ออบแห้งได้ดังนี้

จำนวนยูนิต = กิโลวัตต์ × ชั่วโมงที่ใช้งาน

= (3.5 + 0.15) × 11

= 40.15

ค่าไฟฟ้า = จำนวนยูนิต × อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย

= 40.15 × 2.50

= 100.38 บาท

หอยเป๋าฮื้อสด (เมื่อรวมเปลือกและเครื่องใน) 1 kg มี 25 ตัว ราคา 2000 บาท ดังนั้นในการทดลองใช้หอยเป๋าฮื้อในการอบแห้งแต่ละครั้งจำนวน 45 ตัว คิดเป็นเงิน 3600 บาท สามารถคำนวณต้นทุนการผลิต ได้ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = ค่าไฟฟ้า + ราคาหอยเป๋าฮื้อ

= 100.38 + 3600

= 3700.38 บาท

ดังนั้น หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง 1 ตัว มีต้นทุนการผลิต 3700.38/45 = 82.23 บาท

หอยเป๋าฮื้อสดเมื่อเอาเปลือกและเครื่องในออกแล้ว 1 ตัว หนัก 23.89 g

หอยเป๋าฮื้อสดเมื่อเอาเปลือกและเครื่องในออกแล้ว 45 ตัว หนัก 1075.05 g = 1.075 kg

หอยเป๋าฮื้อสดหนัก 1.075 kg มีต้นทุนการผลิตในการอบแห้ง 3700.38 บาท

หอยเป๋าฮื้อสดหนัก 1.000 kg มีต้นทุนการผลิตในการอบแห้ง 3442.21 บาท

หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่มีความชื้น 20% (w.b.) 0.192 kg ได้จากหอยเป๋าฮื้อสด 1.000 kg

หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่มีความชื้น 20% (w.b.) 1.000 kg ได้จากหอยเป๋าฮื้อสด 5.195 kg

ดังนั้น หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง 1 kg มีต้นทุนการผลิต 5.195 × 3442.21 = 17882.28 บาท

หอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ที่มีความยาวประมาณ 8-10 เซนติเมตร และน้ำหนักทั้งเปลือกประมาณ 35-40 กรัม เมื่ออยู่ในรูปอบแห้งมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 17882.28 บาท

หมายเหตุ หอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* อบแห้งมีราคาประมาณ 7000-20000 บาทต่อกิโลกรัม

หอยเป๋าฮื้อชนิด Perlemoen อบแห้ง มีราคา 12000 บาทต่อกิโลกรัม (Little, 2007)

ทั้งนี้ราคาของหองหอยเป๋าฮื้ออบแห้งขึ้นกับชนิด และขนาดของหอยเป๋าฮื้อ

ตารางที่ จ.2 ต้นทุนการผลิตหอยเป๋าฮื้ออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v)

หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง	เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	จำนวนยูนิต	ค่าไฟฟ้า (บาท)	ค่าสารเคมี (บาท)	ต้นทุนการผลิต/ครั้ง (บาท)	ต้นทุนการผลิต/ตัว (บาท)	ต้นทุนการผลิต/kg (บาท)
DS 10[1]	10	27.01	67.53	10.75	3678.28	81.74	17775.48
DSOR 10[2]	12	32.12	80.30	26.88	3707.18	82.38	17915.14
DSOR 20[2]	11	29.57	73.91	53.75	3727.66	82.84	18014.15
DSOR 30[2]	10	27.01	67.53	80.63	3748.15	83.29	18113.15
DSOR 40[2]	9	24.46	61.14	107.50	3768.64	83.75	18212.16
DSOR 50[2]	7	19.35	48.36	134.38	3782.74	84.06	18280.30
DSOR 50[2] + DSUC 50[3]	10	27.01	67.53	67.19	3788.46	84.19	18307.97

[1]DS 10 หมายถึง หอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h)

[2]DSOR 10, 20, 30,... หมายถึง หอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10, 20, 30, ...% (w/v) แล้วอบแห้ง

[3]DSUC 50 หมายถึง หอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) แล้วอบแห้ง

[3]หอยเป๋าฮื้อสดที่มีน้ำหนักทั้งเปลือกประมาณ 35-40 กรัมต่อตัว ราคา 2000 บาทต่อกิโลกรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

เครื่องให้ความร้อนของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ขนาด 3.5 กิโลวัตต์ พัดลมขนาด 0.15 กิโลวัตต์ อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 2.50 บาท เมื่อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลเข้มข้น 50% (w/v) อบแห้งที่อุณหภูมิ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 3 ชั่วโมง สามารถคำนวณจำนวนยูนิต (พลังงานไฟฟ้า) ค่าไฟฟ้า และต้นทุนของหอยเป๋าฮื้ออบแห้งได้ดังนี้

จำนวนยูนิต = กิโลวัตต์ × ชั่วโมงที่ใช้งาน

$$= [((3.5 + 0.15) \times 0.8) \times 4] + [((3.5 + 0.15) \times 0.7) \times 3]$$

= 19.35

ค่าไฟฟ้า = จำนวนยูนิต × อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย

= 19.35 × 2.50

= 48.36 บาท

หอยเป๋าฮื้อสดเมื่อเอาเปลือกและเครื่องในออกแล้ว 1 ตัว หนัก 23.89 g

หอยเป๋าฮื้อสดเมื่อเอาเปลือกและเครื่องในออกแล้ว 45 ตัว หนัก 1075.05 g = 1.075 kg

ในการแช่หอยเป๋าฮื้อในสารละลายซอร์บิทอล 50% (w/v) ใช้อัตราส่วนหอยเป๋าฮื้อต่อสารละลายเท่ากับ 1:10

ดังนั้น หอยเป๋าฮื้อหนัก 1075.05 g ต้องใช้สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) ปริมาตร 10750.50 mL

สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) 100 mL ใช้ซอร์บิทอล 50 g

สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v)10750.50 mL ใช้ซอร์บิทอล 5375.25 g

ซอร์บิทอล 1 kg คิดเป็นเงิน 25 บาท

ซอร์บิทอล 5.375 kg คิดเป็นเงิน 134.38 บาท

หอยเป๋าฮื้อสด (เมื่อรวมเปลือกและเครื่องใน) 1 kg มี 25 ตัว ราคา 2000 บาท ดังนั้นในการทดลองใช้หอยเป๋าฮื้อในการอบแห้งแต่ละครั้งจำนวน 45 ตัว คิดเป็นเงิน 3600 บาท สามารถคำนวณต้นทุนการผลิต ได้ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = ค่าไฟฟ้า + ราคาหอยเป๋าฮื้อ + ค่าสารเคมี

= 48.36 + 3600 + 134.38

= 3782.74 บาท

ดังนั้น หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง 1 ตัว มีต้นทุนการผลิต 3782.74/45 = 84.06 บาท

หอยเป๋าฮื้อสดหนัก 1.075 kg มีต้นทุนการผลิตในการอบแห้ง 3782.74 บาท

หอยเป๋าฮื้อสดหนัก 1.000 kg มีต้นทุนการผลิตในการอบแห้ง 3518.83 บาท

หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่มีความชื้น 20% (w.b.) 0.192 kg ได้จากหอยเป๋าฮื้อสด 1.000 kg

หอยเป๋าฮื้ออบแห้งที่มีความชื้น 20% (w.b.) 1.000 kg ได้จากหอยเป๋าฮื้อสด 5.195 kg

ดังนั้น หอยเป๋าฮื้ออบแห้ง 1 kg มีต้นทุนการผลิต 5.195 × 3518.83 = 18280.30 บาท

หอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ที่มีความยาวประมาณ 8-10 เซนติเมตร และน้ำหนักทั้งเปลือกประมาณ 35-40 กรัม เมื่ออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายซอร์บิทอลเข้มข้น 50% (w/v) มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 18280.30 บาท

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววณัญญา นันทวราพนิชกุล เกิดวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ.2523 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จากมหาวิทยาลัยมหิดล ในปี พ.ศ.2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2546