รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เฉิดฉัน อมาตยกุล, สืบพงศ์ ฉัตรมาลัย, สุรางค์ สุมโนจิตราภรณ์, ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์, ยรรยง ตันตาปกุล, สันติชัย รังสิยาภิรมย์, สง่า ลีสง่า, อัญชลี ตันติกุล, สุภรณ์ กิ้มสงวน และ วัชรินทร์ รัตนชู. 2538. ปลาดุก. กรุงเทพมหานคร : กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ทวี วิพุทธานุมาศ และ จินตนา โตธนะโภคา. 2541. การเลี้ยงปลาดุกด้านด้วยอาหารต่างกัน 4 ชนิด. กรุงเทพมหานคร : กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นงนุช รักสกุลไทย. 2530. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรทิพย์ เกียรติกังวาฬไกล. 2532. การพัฒนากระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาปลาสวายรมควัน(*Pangasius sutchi*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนงานและสถิติ, ฝ่าย. 2542. อุบัติการโรคมะเร็งในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2536 (ประมาณการ). กรุงเทพมหานคร : สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

พงศ์ธร พิทักษ์โกศลพงษ์. 2535. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งกุลาดำรมควัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง. 2537. การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตปลาเนื้ออ่อนรมควันโดยใช้ชานอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถิติและสารสนเทศการประมง, ฝ่าย. 2538. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร : กองเศรษฐกิจการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Aitken, A., and Connell, J.J. 1979. Fish. In R. J. Priestley (ed.), Effect of heating on food stuffs, pp. 219-254. London : Applied Science.

Alger, M. S. M. 1989. Polymer science dictionary. 1st ed. London : Elsevier Science.

Alonge, D. O. 1988. Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons(PAH) determined in Nigerian Kundi (smoked dried meat). J. Sci. Food Agric. 43 : 167-172.

AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Washington D.C. : Association of Official Analytical Chemists.

Balasubramaniam, V. M., Chinnan, M. S., Mallikarjunan, P., and Phillips, R. D. 1997. The effect of edible film on oil uptake and moisture retention of a deep fat fried poultry product. J. Food Proc. Eng. 20 : 17 – 29.

Bartoszek, A. 1997. Mutagenic and carcinogenic components in foods. In Z. Sikorski (ed.), Chemical and functional properties of food components, pp. 263 – 282. New York : Technomic.

BeMiller, J. N., and Whistler, R. L. 1996. Carbohydrates. In O. R. Fennema (ed.), Food chemistry, pp. 157 – 223. New York : Marcel Dekker.

Chandrasekhar, T. C., and Kaveriappa, K. M. 1985. A process for reduction of benzo(a)pyrene content in smoked oil sardine. FAO fisheries report No. 317. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Chen, B. H. 1997. Analysis, formation and inhibition of polycyclic aromatic hydrocarbons in foods : An overview. J. Food Drug. Anal. 5(1) : 25 – 42.

Chinnan, M. S., and Park, H. J. 1995. Effect of plasticizer level and temperature on water vapor transmission of cellulose based edible films. J. Food Proc. Eng. 18 : 417 – 429.

Clifford, M. N., Tang, S. L., and Eyo, A. A. 1980. Smoking of food. Proc. Bio. 50 : 8 – 11.

Cochran, W. C., and Cox, G. M. 1985. Experimental design. New York : John Wiley & Sons.

Coffey, D. G., Bell, D.A., and Henderson,A. 1995. Cellulose and cellulose derivatives. In A. M. Stephen (ed.), Food polysaccharides and their applications, pp. 123 – 153. New York : Marcel Dekker.

Connell, J. J. 1975. Control of fish quality. London : Fishing News.

Daun, H. 1979. Interaction of wood smoke components and foods. Food Technol. 33(5) : 66–71.

David, N., and Hon, S. 1996. Cellulose and its derivatives : Structures, reactions, and medical

uses. In S. Dumitriu (ed.), Polysaccharides in medical applications, pp. 87 – 105. New York : Marcel Dekker.

Debeaufort, F., and Voilley, A. 1997. Methylcellulose based edible films and coatings : 2. Mechanical and thermal properties as a function of plasticizer content. J. Agric. Food Chem. 45 : 685 – 689.

Debeaufort, F., Jesus – Alberto, Q., and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings : Tomorrow's packagings : A review. Crit. Rev. Food Sci. 38(4) : 299 – 313.

Doe, P., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., and Pan, B. S. 1998. Basic principles. In P. Doe (ed.), Fish drying & smoking production and quality, pp. 13-45. Pennsylvania : Technomic.

Donhowe, I. G., and Fennema, O. 1993. The effects of solution composition and drying temperature on crystallinity, permeability and mechanical properties of methylcellulose films. J. Food Proc. Pres. 17 : 231 – 246.

Donhowe, I. G., and Fennema, O. 1994. Edible films and coatings : Characteristics, formation, definitions, and testing methods. In J.M. Krochta, E. A. Baldwin, and M.O. Nisperos – Carriedo (eds.), Edible coatings and films to improve food quality, pp. 305 – 336. Pennsylvania : Technomic.

Dziezak, J.D. 1991. A focus on gums. Food Technol. 3 : 116 – 132.

FAO/WHO Codex Alimentarius commission. 1983. Recommended international code of practice for smoked fish. Rome : Food and Agriculture Organization of The United Nation.

FDA. 1991. Code of federal regulations title 21 – food and drugs. Washington D.C. : Federal Register, U.S. Food and Drug Administration.

Fedonin, V., Bershova, T., Danilova, R., and Chervyakova, G. 1975. Permeability to 3,4-benzpyrene of casing of various types during the smoking of salamis. Myasn. Indus. SSSR. 5 : 37.

Fishery Technological Development Division. 1981. First year report of fish processing (Thailand) project to IDRC (canada). Thailand : Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries.

Gennadios, A., McHugh, T. H., Weller, C. L., and Krochta, J. M. 1994. Edible coatings and films based on proteins. In J.M. Krochta, E. A. Baldwin, and M.O. Nisperos – Carriedo (eds.), Edible coatings and films to improve food quality, pp. 201 – 262. Pennsylvania : Technomic.

Gilbert, J., and Knowles, M. E. 1975. The chemistry of smoked foods : A review. Food Technol.

10(3) : 245 – 261.

Girard, J. P. 1992. Technology of meat and meat products. Great Britain : Red Wood Press.

Guilbert, S., and Biquet, B. 1996. Edible films and coatings. In G. Bureau, J.L. Multon (eds.), Food packaging technology, pp. 315 – 353. London : VCH Publisher.

Guillen, M. D., Sopelana, P., and Partearroyo, M.A. 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavourings obtained from different type of wood. Effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. J. Agri. Food Chem. 48 : 5083 – 5087.

Harper, C. A. 1996. Handbook of plastics, elastomers and composites. New York : McGraw Hill.

Hart, H., Hart, D. J., Craine, L.E. 1995. Organic chemistry. Boston : Houghton Mifflin.

Hodge, J. E., and Osman, E. M. 1976. Carbohydrate. In O. R. Fennema (ed.), Principles of food science, pp. 97 – 117. New York : Marcel Dekker.

Hoenderken, R., Lambooy, B., Vandenbogaard, A., and Hillebrand, S. 1994. Investigations using liquid smoke to produce smoked fish. Fleisch. 74 (5) : 4497 – 500.

Hutchings, J.B. 1999. Food color and appearance. Maryland : Aspen publishers.

Huse, H. L., Mallikarjunan, P., and Chinnan, M.S. 1998. Edible coatings for reducing oil uptake in production of Akara (deep fat frying of cowpea paste). J. Food Proc. Pres. 22 : 155 – 165.

Jokay, L., Nelson, G. E., and Pawell, E. L. 1967. Development of edible amylaceous coatings for foods. Food Technol. 21 : 1064.

Kamper, S. L., and Fennema, O. R. 1985. Use of edible film to maintain water vapor gradients in foods. J. Food Sci. 50 : 382 – 384.

Karl, H., and Leinemann, M. 1996. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fishery products from different smoking kilns. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 202(6) : 458 – 464.

Karl, H. 1997. Influence of the smoking technology on the quality of smoked fish regarding undesirable compounds. In J. B. Luten, T. Borresen and J. Oehlenschlager (eds.), Seafood from producer to consumer integrated approach to quality, pp. 633 – 639. Natherland : Elsevier Science.

Kinsella, J. E. 1984. Milk proteins. Physicochemical and functional properties. CRC Crit. Rev. Food Sci. 21 : 197 – 262.

Klug, E. D. 1970. Functional helpmate to development hydroxypropyl cellulose : A new water soluble cellulose polymer. Food Technol. 24(1) : 51 – 54.

Krochta, J. M., and Mulder- Johnston, C. D. 1997. Edible and biodegradible polymer films : Challenges and opportunities. Food Technol. 51(2) : 60 – 74.

Krumel, K. J., and Lindsay, T. A. 1976. Nonionic cellulose ethers. Food Technol. 30: 36 – 43.

Larsson, B.K. 1982. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 174 : 101 – 107.

Lewis, R. J.. 1997. Hawley's condensed chemical dictionary. 13th ed. New York : John Wiley & Sons

Lo, M. T., and Sandi, E. 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in foods. In F. A. Gunther (ed.), Residue reviews. pp. 35 – 85. New York : Springer Verlag.

Luner, P.E., and Oh, E. 2001. Characterization of the surface free energy of cellulose ether films. Colloid Surf. Physico. Eng. Aspec. 181(1-3) : 31 - 48.

MFRD. (Marine Fisheries Research Development). 1987. Laboratory manual on analytical methods and procedure for fish and fish product. Singapore : Southeast Asian Fisheries Development Center.

Meilgard, M., Coville, V.G., and Carr, B.T. 1987. Sensory evaluation techniques. Florida : CRC Press.

Moodie, I. M. 1970. Reduction of 3,4 – benzpyrene content in curing smoke by scrubbing. J. Sci. Food Agri. 21 : 485 – 488.

Mori, N., Morimoto, M., and Nakamura, K. 1999. Hydroxypropylcellulose films as alignment layers for liquid crystals. Macromolec. 32 : 1488 – 1492.

Murray, D. G., and Luft, L.R. 1973. Low DE corn starch hydrolysates. Food Technol. 27(3) : 32.

Nelson, K. L., and Fennema, O. R. 1991. Methylcellulose films to prevent lipid migration in confectionery products. J. Food Sci. 56(2) : 504 – 509.

Nisperos – Carriedo, M. O. 1994. Edible coating and films based on polysaccharides. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin, and M.O. Nisperos – Carriedo (eds.), Edible coatings and films to improve food quality, pp. 305 – 336. Pennsylvania : Technomic.

Nissin, O. 1986. MSTAT. (Computer program). Michigan State University : Department of Crop and Soil Science.

Opstvedt, J. 1988. Influence of drying and smoking on protein quality. In J. R. Burt (ed.), Fish smoking and drying : The effect of smoking and drying on the nutritional properties of fish, pp. 23 – 36. London : Elsevier Science.

Park, J.H., and Chinnan, M.S. 1995. Gas and water vapor barrier properties of edible films from

protein and cellulosic materials. J. Food Eng. 25 : 497 – 507.

Pearson, A. M., and Gillett, T. A. 1996. Processed meats. New York : Chapman & Hall.

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

Pomeranze, Y. 1985. Functional properties of food components. Florida : Academic Press.

Potthast, K. 1980. Recent figures for benzo(a)pyrene contents in meat products. Fleisch. 60(11) : 1941 – 1942.

Potthast, K. 1982. Dark smoking at a high smokehouse temperature. Fleisch. 62(12) : 1578 – 1582.

Randall, N. 1995. Engineering analysis of fires and explosions. London : CRC press.

Rhee, K. S., and Bratzler, L. J. 1970. Benzo(a)pyrene in smoked meat products. J. Food Sci. 35 : 146 – 149.

Robertson, G. L. 1992. Food packaging : Principles and practice. New York : Marcel Dekker.

Roda, A., Simoni, P., Ferri, E.N., Girotti, S., Lus, A., Rauch, P., Poplstein, M., Pospisil, M., Pipek, P., Hochel, L., and Fukal, L. 1999. Determination of PAHs in various smoked meat products and different samples by enzyme immunoassay. J. Sci. Food Agri. 79 : 58 – 62.

Ruiter, A. 1979. Color of smoked foods. Food Technol. 33(5) : 54 – 63.

Saunders, K. J. 1988. Organic polymer chemistry. London : Chapman & Hall.

Sikorski, Z. E. 1988. Smoking of fish and carcinogens. In J. R. Burt (ed.), Fish smoking and drying, pp. 73 – 83. Great Britain : Cambridge.

Simko, P. 1991. Changes of benzo(a)pyrene contents in smoked fish during storage. Food Chem. 40 : 293 – 300.

Simko, P., Gergely, S., Karovicova, J., Drdak, M., Knezo, J. 1993. Influence of cooking on benzo(a)pyrene content in smoked sausages. Meat Sci. 34 : 301 – 309.

Simko, P., Simon, P., Khunova, V., Brunckova, B., Drdak, M. 1994. Kinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons sorption from liquid smoke flavour into low density polyethylene packaging. Food Chem. 50 : 65 – 68.

Simko, P., Khunova, V., Simon, P., and Hruba, M. 1995. Kinetics of sunflower oil contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated recycled low density polyethylene film. Inter. J Food Sci. Technol. 30(6) : 807 - 812.

Simko, P., and Khunova, V. 1996. Kinetics of contamination of water with benzo(a)pyrene from recycled low density polyethylene packaging. Potravin. Ved. 14(3) : 211 – 218.

Simko, P., Simon, P., Khunova, V. 1999. Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from water by migration into polyethylene. Food Chem. 64 : 157 – 161.

Simon, S., Rypinski, A., Tauber, F. W. 1966. Water filled cellulose casings as model absorbent for wood smoke. Food Technol. 20 : 1494 – 1498.

Simon, S., Rypinski, A., Tauber, F. W., Pencyla, R. M., and Weaterberg, D. O. 1969. Effect of cellulose casing on absorption of polycyclic hydrocarbons in wood smoke by absorbents. J. Agri. Food Chem. 17(5) : 1128 – 1134.

Steinig, J., and Schreiber, W. 1977. Minimization of the 3,4 – benzopyrene content of smoked fish products by modification of the smoking process. Inform. Fur. Die. Fisch. 24(3/4) : 126 – 133.

Suto, S. 1998. Cellulose derivatives as liquid crystalline phase. In S. Dumitriu (ed.), Polysaccharide structural diversity and functional versatility, pp. 953 – 955. New York : Marcel Dekker.

Takatsuki, K., Suzuki, S., Sato, N., and Ushizawa, I. 1985. Liquid chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and shellfish. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 68(5) : 945 – 949.

Tanaka, A., Onoda, H., and Nitta, K. H. 2000. Molecular aggregation and ultrasonic properties of hydroxypropyl cellulose films. J. Polymer. 32(8) : 665 – 6669.

Thorsteinsson, T. 1969. Polycyclic hydrocarbons in commercially and home smoked food in Iceland. Cancer. 23(2) : 455 – 457.

Tilgner, D. J., and Daun, H. 1969. Polycyclic aromatic hydrocarbon (polynuclears) in smoked foods. Res. Rev. 27 : 19 – 41.

Uchiyama, H. 1978. Analytical method for estimating freshness of fish. Thailand : Training Department Southeast Asia Fisheries Development Center.

Underwood., Graham, G., and Robert, G. 1991. Method of using fast pyrolysis liquids as liquid smoke. US Patent. 4994297.

Underwood., Gary, L., and Jeffrey, J. 1998. Method of removing hydrocarbons from liquid smoke compositions. US Patent. 5840362.

Waterman, J. J. 1976. The production of dried fish. FAO fisheries technical paper 160. Rome : Food and Agriculture Organization of The United Nation.

Whistler, R. L., and Daniel, J. R. 1990. Functions of polysaccharides in foods. In A. L. Branen, P.M. Davidson, and S. Salminen (eds.), Food additives, pp. 395 – 424. New York : Marcel Dekker.

Whistler, R. L. 1991. Introduction to industrial short course 18th AACC short course on gum chemistry and technology, November 6-8. Chicago.

Winnik, F. M. 1995. Fluorescence studies of cellulose ethers in aqueous solution and in films. In J. F. Kennedy, G. Phillips, and P. A. Williams (eds.), Cellulose and cellulose derivatives : Physicochemical aspects and industrial application, pp. 345 – 353. Great Britain : Wood Head.

Zecher, D., and Gerrish, T. 1992. Cellulose derivatives. In A. Imeson (ed.), Thickening and gelling agents for food, pp. 60 – 85. London : Blackie Academic & Professional.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์และวิธีคำนวณ

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์

ตู้อบ

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 5 g ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมซึ่งอบแห้ง และชั่งน้ำหนักไว้แล้ว

2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

3. นำมาทิ้งให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

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

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์

ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

สารเคมี

1. สารละลายกรด sulfuric เข้มข้น
2. สารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 0.1 N
3. สารละลาย sodium hydroxide ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตร
4. สารละลายกรด boric ความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยปริมาตร
5. Catalyst (Kjeltabs)

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2 g ลงในขวดย่อย
2. เติม catalyst
3. เติมสารละลายกรด sulfuric เข้มข้น 30 ml
4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Kjeldatherm จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน

5. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยได้ด้วยเครื่อง Vapodest I โดยใช้สารละลาย sodium hydroxide เป็นตัวทำปฏิกิริยา และเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรด boric ซึ่งเติม methyl red-methylene blue เพื่อใช้เป็น indicator 5-6 หยด

6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรด sulfuric ความเข้มข้น 0.1 N คำนวณปริมาณโปรตีนโดยใช้สูตร

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

A = ความเข้มข้นของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท

B = ปริมาตรของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท (ml)

C = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (g)

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
3. อ่างควบคุมอุณหภูมิ

สารเคมี

Petroleum ether

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 g แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 โดยห่อ 2 ชั้น

2. ใส่ห่อตัวอย่างลงใน thimble ซึ่งบรรจุลงในขวดสกัดที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3. เติม petroleum ether เป็นตัวสกัด 200 ml ลงในขวดสกัด

4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 150 °C

5. ระเหย petroleum ether ออกจากไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

6. ทำให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด คำนวณปริมาณไขมันโดยใช้สูตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) = ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (g) x 100 / น้ำหนักตัวอย่าง (g)

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ AOAC (1995)

อุปกรณ์

1. เตาเผา
2. เตาให้ความร้อน

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 5 g ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิทและทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำตัวอย่างไปเผาจนกระทั่งตัวอย่างไม่มีควัน
2. นำตัวอย่างไปเผาต่อใน muffle furnance ที่ 500 – 550 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือ จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
3. ทำให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณเถ้าโดยใช้สูตร

ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) = ปริมาณเถ้า (g) x 100 / น้ำหนักตัวอย่าง (g)

ก.5 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB)

ตามวิธีของ MFRD (1987)

อุปกรณ์

1. จานคอนเวย์
2. ตู้บ่มเลี้ยงเชื้อ

สารเคมี

1. สารละลายกรด trichloroacetic ความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยปริมาตร
2. สารละลาย potassium carbonate อิ่มตัว โดยละลาย potassium carbonate 112 g ในน้ำกลั่น 100 ml
3. สารละลายกรด boric ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร ผสมอินดิเคเตอร์ โดยละลายกรด boric 10 g ใน ethyl alcohol 200 ml ผสมกับอินดิเคเตอร์ (bromocresol green ร้อยละ 0.1 และ methyl red ร้อยละ 0.2 ใน ethyl alcohol) 10 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร
4. สารละลายกรด sulfuric ความเข้มข้น 0.02 N

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 2 g เติมสารละลายกรด trichloroacetic 8 ml ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้และคนเป็นครั้งคราวเป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนใสที่กรองได้ไปวิเคราะห์

วิธีทดลอง

1. ปิเปตสารละลายกรด boric 1 ml ใส่ในจานระเหยแบบคอนเวย์ชั้นใน

2. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 ml ใส่ในจานระเหยแบบคอนเวย์ชั้นนอก

3. ปิเปตสารละลาย potassium carbonate อิ่มตัว 1 ml ใส่ในจานระเหยแบบคอนเวย์ชั้นนอก รีบปิดฝาคอนเวย์ให้สนิท ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 °C

4. ไตเตรทชั้นในของจานระเหยแบบคอนเวย์ด้วยกรด sulfuric ความเข้มข้น 0.02 N จนสีเขียวเริ่มจางหายไป คำนวณค่า TVB โดยใช้สูตร

$$\text{TVB (mg/100g)} = \frac{A \times B \times 14 \times \left[(C \times M/100 + V\right] \times 100}{C}$$

A = ความเข้มข้นของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท

B = ปริมาตรของกรด sulfuric ที่ใช้ไตเตรท

C = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (g)

M = ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (ร้อยละ)

V = ปริมาตรของกรด trichloroacetic ที่ใช้ในการสกัด (ml)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีใช้เครื่องมือ

ข.1 เครื่อง Texturometer

วิธีใช้

1. ติดตั้งหัวกดเข้ากับ load cell ของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. ตั้งค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวกด 2 mm/s
3. วางตัวอย่างตรงบริเวณตรงกลางของแท่นวาง
4. กดปุ่มวัด เพื่อเลื่อนหัวกดลงมากดตัวอย่างลึก 1 cm
5. บันทึกค่าแรง (g) ที่กดตัวอย่าง

ข.2 เครื่อง Hunterlab Digital Color Difference Meter (Minolta, CR 300)

วิธีใช้

1. เลื่อนสวิทซ์ power on พร้อมกับกดปุ่ม all data clear
2. กดปุ่ม index set
3. เลือกแหล่งแสง C หรือ D_{65} แล้วกดปุ่ม enter
4. กดเลือก calibrate เพื่อป้อนค่า Y, x, y ตามแหล่งแสงที่เลือกไว้ในข้อ 3.
5. นำหัววัดวางลงบนแผ่น calibrate
6. กดปุ่ม mearsure แล้วรอจนเกิดการ reflect ของแสงครบ 3 ครั้ง
7. กดปุ่ม color space select เพื่อเลือกระบบสีที่ต้องการ เช่น L, a, b เป็นต้น
8. วัดตัวอย่างโดยกดปุ่ม measure
9. ถ้าต้องการวิเคราะห์สถิติ กดปุ่ม stat เครื่องจะแสดงค่า max, min, mean และ SD

ข.3 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield, DVI+)

วิธีใช้

1. เปิด switch power ด้านหลังเครื่องแล้วเช็ค ระดับลูกน้ำ
2. ถอดเข็มออก กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งบนเครื่อง เครื่องจะปรับศูนย์โดยอัตโนมัติ
3. จุ่มเข็มเบอร์ที่ต้องการลงในตัวอย่างจนถึงรอยกึ่งกลางเข็ม ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
4. ป้อนข้อมูลของเข็มที่จะใช้วัดโดย - กดปุ่ม select spindle

   - กดปุ่มลูกศรขึ้น ลง เพื่อเลือกรหัสของเข็มที่จะใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กดปุ่ม select spindle อีกครั้งเมื่อได้รหัสของเข็มที่ต้องการ

5. เลือกความเร็วรอบที่จะใช้โดย - กดปุ่ม set speed

- กดปุ่มลูกศรขึ้น ลง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่ต้องการ

- กดปุ่ม set speed อีกครั้ง เมื่อได้ความเร็วรอบที่ต้องการ

6. ในกรณีต้องการหยุดเครื่องขณะทำงาน ให้กดปุ่ม motor on/ off

7. ในกรณีต้องการดูข้อมูลในค่าอื่นๆ เช่น % scale, viscosity ให้กดปุ่ม select display

8. ปุ่ม auto range ใช้ในกรณีต้องการทราบว่า เข็ม ความเร็วรอบที่ใช้ขณะนั้นสามรถวัดค่าความหนืดได้สูงสุดเท่าไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์เบนโซ(เอ)ไพรีน ตามวิธีของ Takatsuki และคณะ (1985)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักเนื้อปลาบด 20 g ผสมกับ benzo(b)chrysene ความเข้มข้น 3 ppb จำนวน 1 ml ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 สกัดด้วยชุดสกัด Soxhlet apparatus ที่มี methanol 200 ml, KOH ความเข้มข้น 50% w/w 35 ml และ $Na_2S.9H_2O$ 2 g เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิในการถ่ายเทความร้อนให้คงที่ที่ 150 °C

2. สารละลายที่ได้นำมาสกัดต่อด้วย separatory funnel ที่มี deionized water 150 ml ด้วย n- hexane 150 ml สารละลายจะแยกออกเป็น 2 ส่วน นำส่วนล่างมาสกัดซ้ำด้วย n- hexane 150 ml ทำซ้ำ 2 ครั้ง สารละลายส่วนบนที่ได้จากการสกัดทั้งหมด นำมาระเหยด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 °C

3. ส่วนที่เหลือจากการระเหย กรองผ่านคอลัมน์ที่บรรจุ silica gel (dry pack column) 8 g และ Na_2SO_4 anhydrous 3 g (ก่อนทำการกรอง ล้างคอลัมน์ด้วย n- hexane 30 ml) ชะคอลัมน์ด้วย ethyl ether 10 % จำนวน 150 ml

4. สารละลายที่ได้จากขั้นตอนในข้อที่ 3 นำมาระเหยด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 °C ส่วนที่เหลือจากการระเหย นำมากรองผ่าน syringe filter ขนาด 0.45 micrometre

5. ส่วนที่ได้จากการกรองนำมาไล่ก๊าซออกซิเจน ด้วย ไนโตรเจนก๊าซ จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 1 ml ด้วย acetonitrile และวิเคราะห์ด้วยชุดเครื่องมือ HPLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ง. 1 แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของปลารมควัน

TRIANGLE TEST

วันที่ ....

ผู้ทดสอบ..............................

ข้อแนะนำ ผลิตภัณฑ์ สองในสาม ตัวอย่างนี้ มีลักษณะทางด้านสีและกลิ่นควันที่เหมือนกัน ขณะที่อีกตัวอย่างแตกต่างออกไป โปรดชิมตัวอย่างตามลำดับที่ให้ แล้วเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะที่แตกต่างจากสองตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์............................

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างที่แตกต่าง
....	....
....	....
....	....

ข้อเสนอแนะ..
....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของกระบวนการผลิตปลารมควัน

SCORING TEST DESCRIPTIVE ANALYSIS

วันที่................................

ผู้ทดสอบ...........................

ข้อแนะนำ ตัวอย่างที่ท่านกำลังจะทดสอบในครั้งนี้ คือผลิตภัณฑ์ปลารมควัน โปรดอาศัยความสามารถทางประสาทสัมผัสของท่าน ในการอธิบายความแตกต่างของคุณภาพต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยการให้คะแนนของแต่ละลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

ลักษณะ	รายละเอียด	หมายเลขตัวอย่าง ....
1. สี	- สีเข้มมากหรืออ่อนเกินไป(1-4) - สีอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
2. กลิ่นควัน	- กลิ่นควันแรงมากถึงอ่อนเกินไป(1-4) - กลิ่นควันอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
3. เนื้อสัมผัส	- เนื้อนิ่มหรือแข็งกระด้างเกินไป(1-4) - เนื้ออยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
4. รสชาติ	- รสชาติเค็มหรืออ่อนเกินไป(1-4) - รสชาติอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
5. ลักษณะปรากฏ	- แห้งกระด้างหรือมันเกินไป(1-4) - ลักษณะปรากฏอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
6. ความชอบรวม	- ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบเล็กน้อย(1-4) - เฉยๆถึงชอบมากที่สุด(5-9)	

ข้อแนะนำ ....

....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 3 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ

SCORING TEST DESCRIPTIVE ANALYSIS

วันที่...............................

ผู้ทดสอบ...........................

ข้อแนะนำ ตัวอย่างที่ท่านกำลังจะทดสอบในครั้งนี้ คือผลิตภัณฑ์ปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ โปรดอาศัยความสามารถทางประสาทสัมผัสของท่าน ในการอธิบายความแตกต่างของคุณภาพต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยการให้คะแนนของแต่ละลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

ลักษณะ	รายละเอียด	หมายเลขตัวอย่าง ....
1. สี	- สีเข้มมากหรืออ่อนเกินไป(1-4) - สีอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
2. กลิ่นควัน	- กลิ่นควันแรงมากถึงอ่อนเกินไป(1-4) - กลิ่นควันอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
3. เนื้อสัมผัส	- เนื้อนิ่มหรือแข็งกระด้างเกินไป(1-4) - เนื้ออยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
4. รสชาติ	- รสชาติแปลกปลอมของพอลิเมอร์ หรือแอลกอฮอล์(1-4) - รสชาติอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
5. ลักษณะปรากฏ	- แห้งกระด้างหรือมันเกินไป(1-4) - ลักษณะปรากฏอยู่ในระดับพอดีเหมาะสำหรับ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์รมควัน(5-9)	
6. ความชอบรวม	- ไม่ชอบมากที่สุดถึงไม่ชอบเล็กน้อย(1-4) - เฉยๆถึงชอบมากที่สุด(5-9)	

.ข้อแนะนำ ....

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

วิธีการฝึกฝนและคัดเลือกผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Meilgarrd, Civille และ Carr (1987) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การคัดเลือก

เป็นการคัดเลือกผู้ทดสอบที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ปลารมควัน ไม่มีโรคประจำตัว ที่มีผลกระทบต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส และ มีเวลาว่างตลอดการฝึกฝน จำนวน 20 คน

2. การฝึกฝน

2.1 สร้างความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ปลารมควันโดยการระดมความคิดและประชุมกลุ่ม เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ

2.2 แปรลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นควัน ประเมินคุณภาพโดยใช้แบบทดสอบชนิด Triangle จำนวน 15 ครั้ง คัดเลือกผู้ทดสอบที่อธิบายลักษณะได้ถูกต้องมากที่สุด จำนวน 9 คน เป็นผู้ทดสอบตลอดการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ฉ.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความชื้น ไขมัน เนื้อสัมผัสและสีของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 %

SOV	DF	MS					
		ความชื้น	ไขมัน	เนื้อสัมผัส	สี		
					L	a*	b*
ความชื้นชานอ้อย(A)	2	0.008	0.701	0.817	13.679*	1.465*	0.313*
อุณหภูมิรมควัน(B)	1	15.346*	1.383	996.365*	0.107	0.325*	0.002
AB	2	0.042	2.495	8.213	0.078	0.141*	0.008
ERROR	12	1.788	1.731	24.998	0.090	0.027	0.055

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 %

SOV	DF	MS					
		สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
ความชื้นชานอ้อย(A)	2	33.946*	35.730*	15.392*	13.371	40.863*	56.533*
อุณหภูมิรมควัน(B)	1	0.019	1.689	0.136	0.002	0.208	0.129
AB	2	0.296	0.367	0.183	0.200	0.058	0.306
BLOCK	8	0.187	0.513*	0.300	0.351	0.099	0.188
ERROR	40	0.262	0.218	0.243	0.265	0.314	0.224

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.3 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 % เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความชื้นชานอ้อย

ความชื้นชานอ้อย (%)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
10	3.20[a] ± 0.27	0.62[a] ± 0.06	3.82[a] ± 0.29
20	2.07[b] ± 0.13	0.30[b] ± 0.02	2.38[b] ± 0.11
30	1.15[c] ± 0.09	0.22[c] ± 0.06	1.37[c] ± 0.12

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 4 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 %

ภาวะการรมควัน		คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
ความชื้นชานอ้อย (%)	อุณหภูมิรมควัน (°C)	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
10	50	7.22±0.62	8.00±0.67	7.44±0.49	7.56±0.49	7.33±0.50	8.44±0.49
	60	7.56±0.49	7.67 ±0.47	7.55±0.50	7.33±0.66	7.11±0.78	8.11±0.58
20	50	6.00±0.48	6.19±0.44	6.31±0.42	6.10±0.43	6.04±0.41	6.01±0.48
	60	5.89±0.52	6.11±0.46	6.24±0.53	6.18±0.51	5.89±0.49	6.20±0.44
30	50	4.70±0.40	5.36±0.51	5.61±0.42	5.90±0.46	4.22±0.44	4.84±0.35
	60	4.58±0.36	4.71±0.41	5.57±0.40	5.72±0.47	4.23±0.40	4.69±0.34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.5 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w

ความเข้มข้น HPMC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	$2.08^{a} \pm 0.09$	$0.30^{a} \pm 0.02$	$2.38^{a} \pm 0.10$
1.33	$1.90^{b} \pm 0.19$	$0.25^{b} \pm 0.02$	$2.15^{b} \pm 0.17$
2.44	$0.75^{c} \pm 0.06$	$0.17^{c} \pm 0.07$	$0.92^{c} \pm 0.07$
3.80	$0.61^{d} \pm 0.05$	$0.07^{d} \pm 0.02$	$0.68^{d} \pm 0.04$

a, b, c, d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ	3	2.926*	0.047*	3.674*
ERROR	16	0.01	0.001	0.01

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ. 7 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w

ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.00±0.48	6.19±0.44	6.31±0.42	6.10±0.43	6.04±0.41	6.01±0.48
1.33	6.11±0.60	6.12±0.35	6.32±0.43	6.16±0.33	5.88±0.41	6.18±0.33
2.44	6.22±0.44	6.56±0.40	6.14±0.39	6.12±0.40	6.15±0.30	6.73±0.43
3.80	6.78±0.66	3.98±0.28	5.65±0.34	5.01±0.32	3.68±0.28	4.10±0.24

ตารางที่ ฉ.8 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w

ความเข้มข้น MC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	$2.09^{a} \pm 0.07$	$0.28^{a} \pm 0.02$	$2.37^{a} \pm 0.08$
3.54	$2.03^{a} \pm 0.19$	$0.27^{a} \pm 0.02$	$2.30^{a} \pm 0.19$
5.57	$0.80^{b} \pm 0.08$	$0.15^{b} \pm 0.02$	$0.95^{b} \pm 0.09$
7.84	$0.75^{b} \pm 0.04$	$0.11^{c} \pm 0.05$	$0.86^{b} \pm 0.10$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ. 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลาย				
พอลิเมอร์ชีวภาพ	3	2.513*	0.038*	3.459*
ERROR	16	0.047	0.001	0.016

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 10 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w

ความเข้มข้น MC (%w/w)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.10±0.39	6.20±0.32	6.38±0.27	6.10±0.43	6.09±0.31	6.20±0.32
3.54	6.00±0.50	6.10±0.32	6.23±0.37	5.96±0.42	5.87±0.37	6.17±0.34
5.57	6.22±0.47	6.68±0.39	6.29±0.42	5.83±0.33	6.21±0.36	6.73±0.31
7.84	6.78±0.42	3.66±0.30	5.12±0.27	4.92±0.23	4.19±0.35	4.28±0.39

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ. 11 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w

ความเข้มข้น HPC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	$2.07^{a} \pm 0.10$	$0.26^{b} \pm 0.02$	$2.33^{a} \pm 0.10$
3.42	$2.05^{a} \pm 0.18$	$0.30^{c} \pm 0.03$	$2.35^{a} \pm 0.21$
5.54	$1.13^{b} \pm 0.09$	$0.33^{a} \pm 0.02$	$1.46^{b} \pm 0.12$
7.60	$0.89^{c} \pm 0.07$	$0.12^{d} \pm 0.01$	$1.01^{c} \pm 0.06$

a, b, c, d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ	3	1.889*	0.049*	2.182*
ERROR	16	0.015	0.001	0.019

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ. 13 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w

ความเข้มข้น HPC (%w/w)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.17±0.35	6.20±0.33	6.28±0.33	6.14±0.40	6.04±0.41	6.10±0.40
3.42	6.12±0.29	6.02±0.32	6.23±0.27	5.93±0.32	5.80±0.37	5.97±0.31
5.54	6.22±0.34	6.27±0.27	6.10±0.33	6.15±0.37	5.38±0.31	5.11±0.32
7.60	5.90±0.23	4.92±0.32	5.03±0.36	4.94±0.26	5.00±0.35	5.07±0.31

ตารางที่ ฉ. 14 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

ความเข้มข้น HPMC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	$2.06^{a} \pm 0.09$	$0.27^{a} \pm 0.02$	$2.33^{a} \pm 0.10$
1.69	$1.19^{b} \pm 0.03$	$0.19^{b} \pm 0.05$	$1.38^{b} \pm 0.08$
2.44	$0.80^{c} \pm 0.04$	$0.15^{c} \pm 0.03$	$0.95^{c} \pm 0.07$
3.26	$0.77^{d} \pm 0.03$	$0.08^{d} \pm 0.02$	$0.85^{d} \pm 0.05$

a, b, c, d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลาย พอลิเมอร์ชีวภาพ	3	1.804*	0.030*	2.27*
ERROR	16	0.04	0.001	0.005

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 16 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.06±0.47	6.20±0.43	6.27±0.37	6.10±0.40	6.13±0.41	6.08±0.45
1.69	6.20±0.24	6.23±0.52	6.10±0.40	6.02±0.40	6.16±0.44	6.51±0.33
2.44	6.57±0.30	6.60±0.35	6.22±0.39	6.07±0.33	6.23±0.33	6.62±0.40
3.26	6.52±0.31	6.58±0.39	6.15±0.33	6.03±0.30	6.19±0.40	6.58±0.40

ตารางที่ ฉ.17 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

ความเข้มข้น MC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	$2.02^{a} \pm 0.05$	$0.28^{a} \pm 0.02$	$2.30^{a} \pm 0.06$
4.31	$1.21^{b} \pm 0.06$	$0.16^{b} \pm 0.06$	$1.37^{b} \pm 0.08$
5.57	$0.77^{c} \pm 0.07$	$0.13^{c} \pm 0.09$	$0.90^{c} \pm 0.08$
6.63	$0.76^{c} \pm 0.05$	$0.10^{c} \pm 0.06$	$0.86^{c} \pm 0.06$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ	3	2.227*	0.031*	2.227*
ERROR	16	0.005	0.005	0.005

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.19 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

ความเข้มข้น MC (%w/w)	คะแนนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.00±0.48	6.13 ±0.40	6.37±0.39	6.12±0.39	6.04 ±0.41	6.11±0.35
4.31	6.33±0.27	6.22 ±0.16	6.44±0.32	5.84±0.40	6.38 ±0.29	6.56±0.53
5.57	6.36±0.32	6.76 ±0.35	6.38 ±0.37	5.97±0.31	6.15 ±0.33	6.44±0.52
6.63	6.40±0.30	6.66 ±0.24	6.34±0.32	6.00±0.35	6.28 ±0.26	6.60±0.49

ตารางที่ ฉ. 20 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

ความเข้มข้น HPC (% w/w)	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
0	2.04[a] ± 0.07	0.27[a] ± 0.02	2.31[a] ± 0.10
6.93	1.00[b] ± 0.05	0.21[b] ± 0.02	1.21[b] ± 0.04
7.60	1.01[b] ± 0.05	0.19[b] ± 0.01	1.20[b] ± 0.03
8.24	1.00[b] ± 0.06	0.20[b] ± 0.03	1.19[b] ± 0.02

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลาย พอลิเมอร์ชีวภาพ	3	1.920*	0.005*	1.514*
ERROR	16	0.044	0.0006	0.002

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 22 คะแนนสี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

	ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	สี	กลิ่นควัน	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
0	6.10±0.35	6.19±0.44	6.40±0.26	6.13±0.40	6.10±0.39	6.30±0.35
6.93	6.00±0.50	6.15±0.31	5.62±0.30	5.98±0.39	5.57±0.33	5.33±0.40
7.60	6.20±0.44	6.30±0.31	5.65±0.32	6.12±0.33	5.33±0.33	5.47±0.37
8.24	6.12±0.30	6.36±0.30	5.78±0.24	6.05±0.37	5.65±0.26	5.44±0.35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ. 23 เบนโซ(เอ)ไพรีนของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบสารละลายและชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93%w/w

ตัวอย่าง	ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
ตัวอย่างควบคุม	$2.08^{a} \pm 0.09$	$0.30^{a} \pm 0.03$	$2.38^{a} \pm 0.08$
ตัวอย่างชุบเคลือบ HPMC	$0.76^{c} \pm 0.04$	$0.07^{c} \pm 0.02$	$0.82^{c} \pm 0.04$
ตัวอย่างชุบเคลือบ MC	$0.75^{c} \pm 0.05$	$0.08^{c} \pm 0.03$	$0.83^{c} \pm 0.05$
ตัวอย่างชุบเคลือบ HPC	$1.02^{b} \pm 0.04$	$0.19^{b} \pm 0.03$	$1.20^{b} \pm 0.04$

a, b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ฉ. 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเบนโซ(เอ)ไพรีน ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบและชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 0, 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w

SOV	DF	MS		
		ผิวภายนอก	เนื้อใน	รวมทั้งชิ้น
ความเข้มข้นสารละลาย				
พอลิเมอร์ชีวภาพ	3	2.000*	0.049*	2.699*
ERROR	16	0.003	0.001	0.002

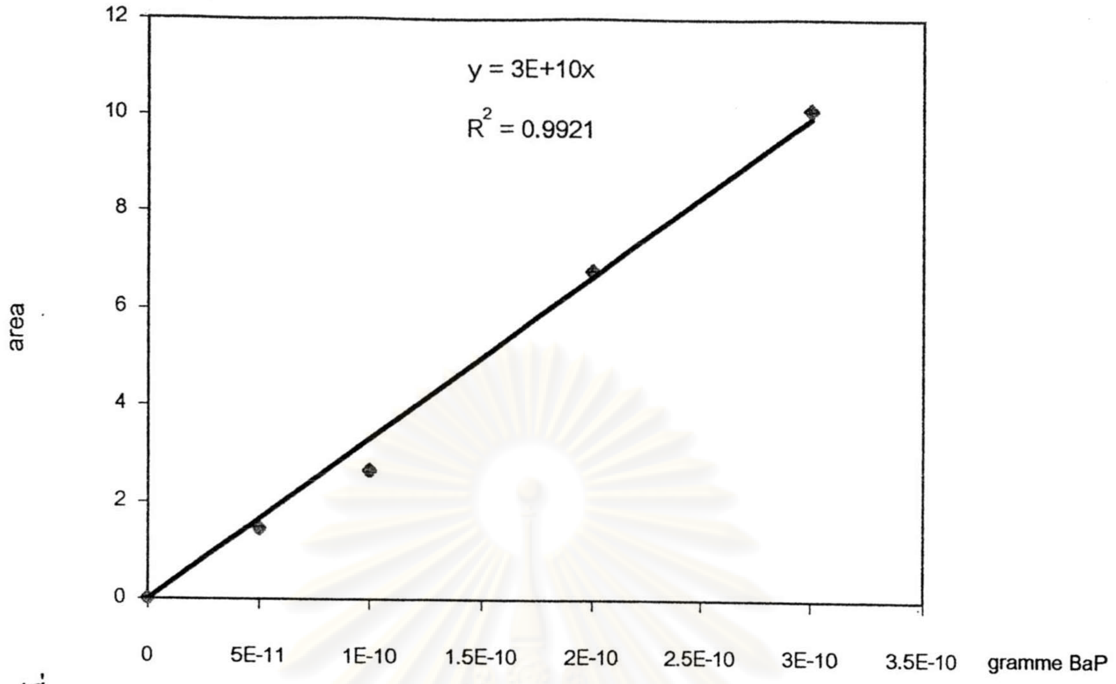
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

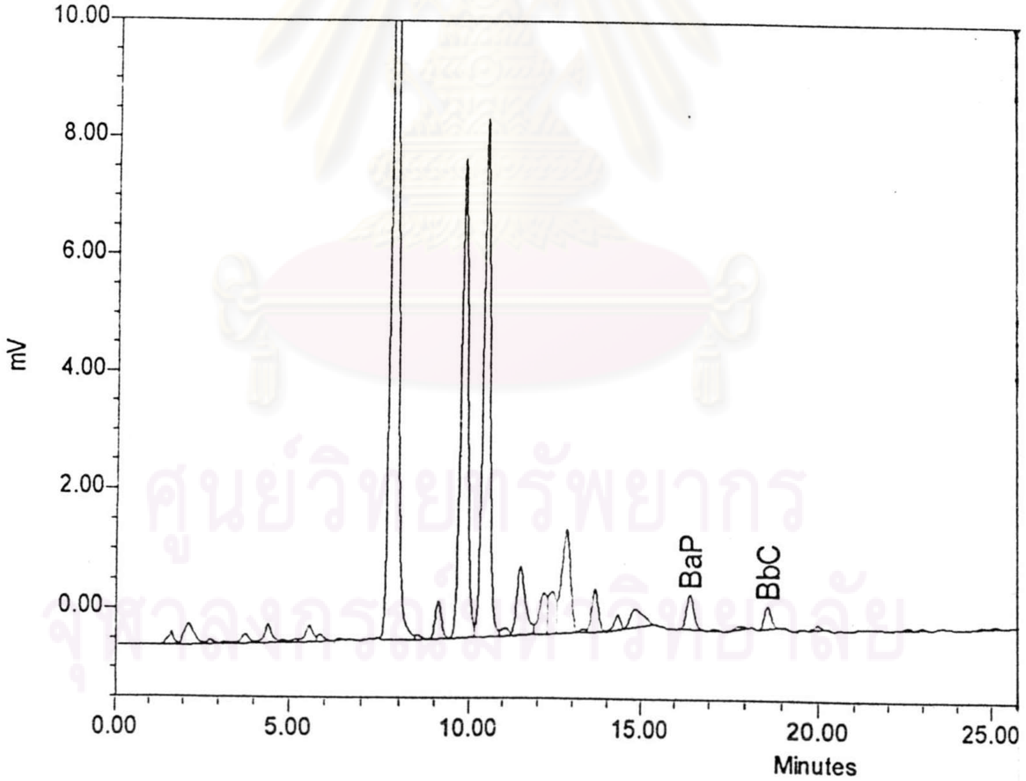
ภาคผนวก ช

รูปที่ ช.1 ปลารมควันที่ความชื้นชานอ้อย 20 % อุณหภูมิรมควัน 50 °C

รูปที่ ช. 2 ปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w



รูปที่ ซ.1 standard curve ของการวิเคราะห์ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีน



รูปที่ ซ.2 chromatogram ของปลาซึ่งรมควันโดยใช้ชานอ้อยความชื้น 20 % อุณหภูมิรมควัน 50°C

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอุมาพร มีลือสาร เกิดวันที่ 1 ธันวาคม 2518 ที่จังหวัดพิษณุโลก ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อปีการศึกษา 2540

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย