ผลของพอลิเมอร์ชีวภาพต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนในปลารมควัน

นางสาวอุมาพร มีลือสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-03-1188-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF BIOPOLYMERS ON BENZO(A)PYRENE CONTENTS IN SMOKED FISH

Miss Aumaporn Meelursarn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-03-1188-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของพอลิเมอร์ชีวภาพต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนในปลารมควัน
โดย	นางสาวอุมาพร มีลือสาร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....รองคณบดีฝ่ายบริหาร
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ การเที่ยง) รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประหัษฐ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุมาพร มีลือสาร : ผลของพอลิเมอร์ชีวภาพต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนในปลารมควัน (EFFECT OF BIOPOLYMERS ON BENZO(A)PYRENE CONTENTS IN SMOKED FISH) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.พันธิพา จันทวัฒน์, 138 หน้า. ISBN 974-03-1188-1

งานวิจัยนี้ทำเพื่อศึกษาผลของพอลิเมอร์ชีวภาพต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีน (BaP)ในปลารมควัน วัตถุดิบที่ใช้คือปลาดุกด้าน ซึ่งมีค่าความชื้น 70.19% โปรตีน 17.43% ไขมัน 12.43% เถ้า 0.01% และ total volatile base (TVB) 11.31 mg/100g ในขั้นต้นได้ศึกษากระบวนการผลิตปลาดุกรมควัน โดยแปรปริมาณความชื้นชานอ้อยที่ใช้เป็นแหล่งควัน 10, 20, 30% และ อุณหภูมิในการรมควันเป็น 50, 60 °C เลือกภาวะที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากคุณภาพทางประสาทสัมผัสและปริมาณ BaP ต่อมาศึกษาผลความเข้มข้นของพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาชั้นเคลือบต่างกัน โดยแปรปริมาณ hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) เป็น 1.33, 2.44, 3.80%w/w methylcellulose (MC) เป็น 3.54, 5.57, 7.84%w/w hydroxypropyl cellulose (HPC) เป็น 3.42, 5.54, 7.60%w/w เลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยวัดค่าความหนืดปรากฏ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ปริมาณความชื้น ค่าความแน่นของเนื้อสัมผัส สี (L, a*, b*) ปริมาณ BaP และ คุณภาพทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบ ต่อมาศึกษาผลของความเข้มข้นพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาชั้นเคลือบเท่ากัน โดยแปรปริมาณ HPMC เป็น 1.69, 2.44, 3.26%w/w MC เป็น 4.31, 5.57, 6.63%w/w และ HPC เป็น 6.93, 7.60, 8.24%w/w สุดท้ายศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 3 ชนิด เลือกชนิดที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากปริมาณ BaP ราคาต้นทุนของพอลิเมอร์ชีวภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดลอง พบว่า กระบวนการผลิตที่เหมาะสมใช้ชานอ้อยที่มีความชื้น 20% อุณหภูมิรมควัน 50°C ที่ภาวะดังกล่าวมี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 2.07, 0.31 และ 2.38 ppb ตามลำดับ ผลของความเข้มข้นพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาชั้นเคลือบต่างกัน พบว่า การเพิ่มความเข้มข้น ทำให้สารละลายฟิล์ม HPMC, MC และ HPC มีความหนืดปรากฏสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ปริมาณความชื้น ค่าความแน่นของเนื้อสัมผัส ความสว่าง สีเหลืองเพิ่มแต่สีแดงลดลง และ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้อยลง ระดับที่เหมาะสมของ HPMC คือ 2.44%w/w ซึ่งที่ระดับดังกล่าวมี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 0.75, 0.17 และ 0.92 ppb ตามลำดับ ระดับที่เหมาะสมของ MC คือ 5.57%w/w ที่ระดับนี้มี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 0.80, 0.15 และ 0.95 ppb ตามลำดับ ระดับที่เหมาะสมของ HPC คือ 7.60%w/w ที่ระดับนี้มี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 0.89, 0.12 และ 1.01 ppb เมื่อความหนาของชั้นเคลือบเท่ากัน พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น ค่าสีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ระดับที่เหมาะสมของ HPMC คือ 3.26%w/w ซึ่งที่ระดับดังกล่าวมี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 0.77, 0.08 และ 0.85 ppb ระดับที่เหมาะสมของ MC คือ 5.57%w/w ที่ระดับนี้มี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 0.77, 0.13 และ 0.90 ppb ระดับที่เหมาะสมของ HPC คือ 6.93%w/w ที่ระดับนี้มี BaP ที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้น 1, 0.21 และ 1.21 ppb ตามลำดับ สุดท้ายเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 3 ชนิด พบว่า ชนิดที่ดีที่สุดคือ HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w เนื่องจากคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ดี มีปริมาณ BaP และราคาต้นทุนต่ำสุด

ภาควิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต...อุมาพร มีลือสาร.....

สาขาวิชา ...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา....2544..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172548723 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEYWORD : BENZO(A)PYRENE / BIOPOLYMER / SMOKED FISH

AUMAPORN MEELURSARN : EFFECT OF BIOPOLYMERS ON BENZO(A)PYRENE CONTENTS IN SMOKED FISH. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PANTIPAJANTAWAT, Ph.D. 138 pp.

This study focused on the effect of biopolymers on benzo (a) pyrene (BaP) contents in smoked fish. Batrachian Walking Catfish (*Clarias batrachus* Linnaeus) used was composed of 70.19% moisture, 17.43% protein, 12.43%fat and 0.01% ash. The total volatile base (TVB) contents of the flesh fish was 11.31 mg/100 g. Three levels of the bagasse moisture contents, 10, 20, 30% and the smoking temperatures of 50 and 60°C were tested in the smoking process. The best quality product was selected by determining BaP contents and sensory quality. Later, the effect of biopolymer concentrations at different coating layer thickness were studied. The biopolymer solutions studied were: hydroxypropyl methylcellulose (HPMC, at 1.33, 2.44 and 3.80%w/w), methylcellulose (MC, at 3.54, 5.57 and 7.84 %w/w) and hydroxypropyl cellulose (HPC, at 3.42, 5.54 and 7.60 %w/w). The best quality product from each biopolymer was selected by determining the apparent viscosity, the coated weight per unit area of the film solution, moisture, firmness, color (L, a*, b*), BaP and sensory quality of the coated and uncoated smoked fish samples. Later, the effect of biopolymer concentrations of equal thickness layer were studied. The biopolymer solutions studied were : HPMC at 1.69, 2.44, 3.26%w/w MC at 4.31, 5.57, 6.63%w/w and HPC at 6.93, 7.60, 8.24 %w/w. Finally, the efficiency of the three biopolymers were compared and the best material selected by using BaP, biopolymer cost and sensory quality as criteria.

The results showed that the optimum smoking process was obtained at 20% bagasse moisture content and 50 °C smoking temperature. BaP contents under this condition were 2.07ppb surface, 0.31ppb inner and 2.38ppb total. The effect of biopolymer at different thickness layer revealed that as the concentrations of HPMC, MC and HPC increased their apparent viscosity increased and resulted in the increases of the coating weight, moisture, firmness, lightness and yellowness but the redness and sensory quality decreased. The optimal HPMC concentration was 2.44%w/w, at this level, the BaP found was 0.75 ppb on surface, 0.17 ppb inside and 0.92 ppb total. Optimal MC concentration was 5.57%w/w, at this level, the BaP found was 0.80 ppb on surface, 0.15 ppb inside and 0.95 ppb total. Optimal HPC concentration was 7.60%w/w, at this level, the BaP found was 0.89 ppb on surface, 0.12 ppb inside and 1.01 ppb total. When the thickness of the biopolymers were controled, it was found that concentration increase did not affect the moisture contents, color and sensory quality of the coated products.The optimal HPMC concentration was 3.26%w/w, at this level, the BaP found was 0.77 ppb on surface, 0.08 ppb inside and 0.85 ppb total. Optimal MC concentration was 5.57%w/w, at this level, the BaP found was 0.77ppb on surface, 0.13 ppb inside and 0.90 ppb total. Optimal HPC concentration was 6.93%w/w, at this level, the BaP found was 1 ppb on surface, 0.21 ppb inside and 1.21 ppb total. Finally, the efficiency of three biopolymers were compared, it was found that the best and most acceptable material was 3.26%w/w HPMC which resulted in the product with good sensory quality, the lowest level of BaP and the lowest cost of coating material.

Department...Food Technology.....Student's signature...Aumaporn Meelursarn.....

Field of study... Food Technology.....Advisor's signature ...P.Jantawat.....

Academic year...2001.....Co–Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ในงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประหัษฐ์ ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ เพื่อนๆในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความร่วมมือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ คุณจรัญ ทองขาว ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดการวิจัย

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ มารดา ที่สนับสนุนในด้านการเงิน คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือทุกอย่างแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อุมาพร มีลือสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ญ

บทที่
บทนำ.....1
วารสารปริทัศน์.....2
การทดลอง.....19
ผลการทดลอง.....32
วิจารณ์ผลการทดลอง.....75
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....102
รายการอ้างอิง.....104
ภาคผนวก.....112
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....138

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 องค์ประกอบโดยประมาณและค่าความสดของปลาดุก.....32

4.2 ลักษณะทางกายภาพของปลาดุก.....32

4.3 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 %.....34

4.4 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30%.....35

4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และรวมทั้งชิ้นของปลาดุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30%.....36

4.6 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC เข้มข้น 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w 39

4.7 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC เข้มข้น 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w 40

4.8 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC 0, 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w 41

4.9 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม MC เข้มข้น 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w 44

4.10 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC เข้มข้น 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w 45

4.11 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w 46

4.12 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPC เข้มข้น 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w 49

4.13 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC เข้มข้น 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w 50

4.14 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w 51

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.15 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC เข้มข้น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w 54

4.16 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย HPMC เข้มข้น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w 55

4.17 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบ สารละลาย HPMC 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w 56

4.18 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม MC เข้มข้น 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w 59

4.19 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย MC เข้มข้น 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w 60

4.20 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบ สารละลาย MC 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w 61

4.21 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPC เข้มข้น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w 64

4.22 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย HPC เข้มข้น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w 65

4.23 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบ สารละลาย HPC 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w 66

4.24 ความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93%w/w ตามลำดับ.....69

4.25 ความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93%w/w ตามลำดับ.....70

4.26 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบ และชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93%w/w ตามลำดับ.....71

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50°C และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 % เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความชื้นชานอ้อย	37
4.2	คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวม ของปลาดุก ซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50°C และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30 %	38
4.3	เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.84 %w/w	42
4.4	คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวม ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.84 %w/w	43
4.5	เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w	47
4.6	คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวม ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w	48
4.7	เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w	52
4.8	คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวม ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w	53
4.9	เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w	57
4.10	คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวม ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w	58

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.11 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w.....62

4.12 คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w.....63

4.13 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w.....67

4.14 คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w.....68

4.15 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้น ของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบและชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ.....72

4.16 คะแนน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวมของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบและชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ.....73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย