

บทที่ 3

การทดลอง

วัตถุดิบ

ปลาอุกค้ำ (*Clarias batrachus* Linnaeus) ซื้อมาจากตลาดสามย่าน เขตพญาไท กรุงเทพฯ ในสภาพที่ยังมีชีวิต น้ำหนักตัวประมาณ 700-800 g ความยาวโดยเฉลี่ย 30 cm เมื่อนำมาถึงห้องทดลอง ล้างน้ำให้สะอาด ตัดแต่ง และ แก่ชิ้นเนื้อ (fillet)

พอลิเมอร์

HPMC (Aldrich Chemical) ลักษณะเป็นผงสีขาว ความหนืดปรากฏ 4000 cPs

ที่ความเข้มข้น 2% ในน้ำ 20 °C DS (methoxy) 1.7-1.9 และ

MS (propylene oxide) 0.1-0.2

MC (Sigma Chemical) ลักษณะเป็นผงสีขาว ความหนืดปรากฏ 400 cPs

ที่ความเข้มข้น 2% ในน้ำ 20 °C

HPC (Aldrich Chemical) ลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายน้ำ ความหนืดปรากฏ

150-400 cPs ที่ความเข้มข้น 2 % ในน้ำ 25 °C

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์

Ethanol 95% (Food grade)

Polyethylene glycol (Food grade)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

Sulfuric acid (A.R.)

Sodium hydroxide (A.R.)

Boric acid (A.R.)

Methyl red (A.R.)

Bromocresol green (A.R.)

Trichloroacetic acid (A.R.)

Potassium carbonate (A.R.)

Ethyl alcohol (A.R.)

Hydrochloric acid (A.R.)

Petroleum ether	(A.R.)
สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เบนโซ(อ)ไพรีน	
Methanol	(A.R.)
n-hexane	(A.R.)
Acetone	(A.R.)
Ethyl ether	(A.R.)
Potassium hydroxide	(A.R.)
Sodium sulphate anhydrous	(A.R.)
Methanol	(HPLC grade)
Acetonitrile	(HPLC grade)
Silica gel	(Column chromatographic)

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์และฟิล์มขึ้นรูป

ไมโครมิเตอร์ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Mitsutoyo, Japan)

แผ่นพลาสติกชนิด acrylic (Diaglass company, Thailand)

ขนาดกว้าง 10 cm ยาว 15 cm หนา 1 cm

นาฬิกาจับเวลา (Canon)

เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S)

เครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก (Agimatic – N)

planimeter (Keuffel & Esser, K&E 4236)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดวิเคราะห์ปริมาณ ไชมัน (Soxlet Apparatus, Gerhardt)

ชุดวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน (Kjeldathem and Vapodest I, Gerhardt,KT 85)

เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S)

ตู้อบ (WTB Binder, E-53)

เตาเผา (Isotemp, FT01/138)

เครื่องบดอาหาร (National, MXT 110PN)

เตาให้ความร้อน(Corning, PC-320)

จานคอนเวย์ (Conway) สำหรับวิเคราะห์ค่า Total volatile base (TVB) ทำจากแก้ว

เนื้อหนา เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 mm ลึก 15-21 mm

ขอบวงในสูง 10 mm และมีฝาปิด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System, TA-XT2I)

เครื่องวัดสี (Minolta, CR 300)

เครื่องวัดความหนืด (Brookfield, DVI+)

เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เบนโซ(เอ)ไพรีน

แผ่นกรอง (Syringe filter) เนื้อไนลอน ขนาดรูพรุน 0.45 ไมครอน

ชุดสกัด (Soxhlet Apparatus, Gerhardt)

กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 500 ml

ชุดระเหยแบบหมุน (Buchi rotavapor, R-114)

ตู้อบ (WTB Binder, E-53)

ไมโครปิเปต (Micropipet, Gilson P200)

ชุดเครื่องมือ HPLC สำหรับตรวจสอบปริมาณ BaP ประกอบด้วย

- high pressure liquid chromatograph รุ่น W2690 ของบริษัท

Waters, USA. ใช้ detector ชนิด scanning fluorescence รุ่น W474

ของบริษัท Waters, USA. และคอลัมน์ Nova-Pak® ขนาด

3.9 x 300 mm

สภาวะการใช้งาน

flow rate 1 μ l / min

λ excitation / emission 370 / 410 nm

mobile phase ใช้ H₂O (A) กับ acetonitrile ต่อ methanol

1 : 1 (B) ดังตาราง

เวลา (นาที)	A	B
0	20	80
20	0	100
40	0	100
45	20	80
65	20	80

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตปลาอุกรมควัน สุรมควัน(NU-VU, ES-1)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 คุณภาพวัตถุดิบ

ปลาอุกค้ำน เมื่อนำมาถึงห้องทดลอง ดำงทำควมสะอาด วิเคราะห์องค์ประกอบ โดยประมาณ ได้แก่ ควมชื้น โปรตีน ไขมัน และ ถ้ำตามวิธี AOAC (1995) คุณภาพทงกายภาพ (การตรวจพินิจ) โดยตรวจสีของเหงือก ผิวหนัง และ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพทงเคมี ได้แก่ ค่ำ TVB ตามวิธีของ MFRD (1987) วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ (วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก)

3.2 กระบวนการผลิตปลาอุกรมควัน

ถ้ำปลาอุกให้ได้ส่วนเนื้อที่มีลักษณะเป็น fillet นำมาดำงทำควมสะอาดและแช่น้ำเกลือ เข้มข้น 15%w/v อัตราส่วนปลา ต่อ น้ำเกลือ 1:1 แช่เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที อบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงรมควัน โดยใช้ขานอ้อยเป็นแหล่งควนครั้งละ ประมาณ 700 g แปรควมชื้นขานอ้อยเป็น 10, 20 และ 30% โดยน้ำหนัก แปรอุณหภูมิการรมควัน เป็น 50 และ 60 °C ระยะเวลารมควัน 3 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้วิเคราะห์ ควมชื้น ไขมัน ตามวิธี AOAC (1995) เบนโซ(เอ)ไพรีน ที่ผิวภายนอกและเนื้อใน ตามวิธีของ Takatsuki และคณะ(1985, วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ค) สีวัดเป็นค่า L, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข.2) และควมแน่นของเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดแบบเจาะ รุ่น P 0.25 w กำหนดให้อัตราเร็วของหัวเจาะคงที่ที่ 2 mm /s ระยะทงที่เจาะจากผิวตัวอย่าง 10 mm หน่วยที่วัดได้แสดงเป็น g (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข.1) วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Design ขนาด 3x2 ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทงสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทงประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และ ควมชอบรวม ใช้แบบทดสอบชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scoring (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวกง.2) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนด้วยวิธีของ Meilgard, Coville และ Carr (1987) จำนวน 9 คน (ขั้นตอนการฝึกฝน และ คัดเลือกแสดงในภาคผนวก จ) วางแผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3 ความเข้มข้นของพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาของชั้นเคลือบต่างกัน

3.3.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC กับสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC

3.3.1.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC

เตรียมสารละลาย HPMC แปรระดับความเข้มข้นเป็น 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w ตามวิธีของ Balasubramaniam และคณะ (1997)

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม HPMC โดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ค่าความหนืดปรากฏ วัดด้วยเครื่องวัดความหนืด ที่อุณหภูมิ 30°C ความเร็วรอบ 60 rpm และค่าน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ วัดโดยชั่งน้ำหนักของสารละลายฟิล์มก่อนและหลังการชุบเคลือบปลา โดยนำปลาคุกที่ผ่านการแล่เป็น fillet และแช่น้ำเกลือตามวิธีในข้อ 3.2 มาวัดพื้นที่ผิวด้วย planimeter ชั่งน้ำหนักตั้งต้นของสารละลายฟิล์มแล้วชุบเคลือบปลาคุกด้วยสารละลายฟิล์ม อุณหภูมิขณะชุบเคลือบประมาณ 30 °C ชุบเป็นเวลา 20 วินาที ยกขึ้นปลาคุกขึ้นเหนือสารละลายและพักให้สะเด็ดเป็นเวลา 1 นาที เพื่อกำจัดสารละลายส่วนเกินออก ชั่งน้ำหนักสารละลายฟิล์มส่วนที่เหลือ แล้วคำนวณค่าน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m}^2\text{)} = \left[\text{น้ำหนักสารละลายตั้งต้น (g)} - \text{น้ำหนักสารละลายที่เหลือ (g)} \right] \times 10^4 / \text{พื้นที่ผิวปลาคุกที่ชุบเคลือบ (cm}^2\text{)}$$

ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ความหนาฟิล์ม เป็นค่าที่แสดงความหนาของชั้นเคลือบบนผิวปลาหลังการชุบสารละลาย เนื่องจากการลอกฟิล์มจากผิวปลาแล้ววัดทำได้ยาก จึงใช้ขึ้นรูปสารละลายปริมาณเท่ากับน้ำหนักที่ชุบติด บนแผ่น acrylic แทน ซึ่งทำได้โดยชั่งน้ำหนักสารละลายฟิล์มแต่ละสูตร ปริมาณเท่ากับค่าน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ $\times 150\text{cm}^2$ (150cm^2 เป็นพื้นที่ของแผ่น acrylic) จากนั้นเทสารละลายฟิล์มลงบนแผ่น acrylic ที่วางอยู่บนพื้นที่ที่ปรับระดับในแนวระนาบ แล้วทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ($27\text{-}31^\circ\text{C}$) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลอกฟิล์มออกแล้ววัดความ

หนาที่จุดต่างๆรวม 20 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย ส่วนปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา เป็นค่าที่แสดง น้ำหนักแห้งของสารพอลิเมอร์ที่มีบนผิวปลาต่อหน่วยพื้นที่ หาโดยการคำนวณจากค่าน้ำหนักชูปคิด ต่อหน่วย พื้นที่ของสารละลายสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา (g/m}^2\text{)} = \text{ความเข้มข้นสารละลายฟิล์ม (\%g/g)} \times \text{น้ำหนักชูปคิดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m}^2\text{)} / 100$$

การประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3.1.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC

ปลาที่ถูกผ่านการหุบเคลือบด้วยวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และ รมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบ โดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน ตามวิธี AOAC (1995) เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อในตามวิธีของ Takatsuki และคณะ (1985) สี วัดเป็นค่า L, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี และ ความแน่นของเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (วิธีการวัดเช่นเดียวกับข้อ 3.2) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม ใช้แบบทดสอบชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scoring (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก.3) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนด้วยวิธีของ Meilgard, Coville และ Carr (1987) จำนวน 9 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3.2 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย MC

3.3.2.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย MC

เตรียมสารละลาย MC แปรความเข้มข้นเป็น 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w วิธีเตรียมสารละลาย การชุบเคลือบพลาสติกด้วยสารละลาย MC และการขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic เพื่อวัดความหนาฟิล์มทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม MC โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏ และน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC โดยวัดค่าความหนาฟิล์ม และ ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3.2.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC

พลาสติกที่ผ่านการชุบเคลือบด้วยวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบโดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อใน สีวัดเป็นค่า L, a*, b* และความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3.3 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC กับสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC

3.3.3.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลาย HPC

เตรียมสารละลาย HPC แปรความเข้มข้นเป็น 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w ตามวิธีของ Park และ Chinnan (1995) การชุบเคลือบพลาสติกด้วยสารละลาย HPC และ ขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic เพื่อวัดความหนาฟิล์ม ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม HPC โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏและ นำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.3.3.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC

พลาสติกที่ผ่านการชุบเคลือบด้วยวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.3.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบโดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อใน สีวัดเป็นค่า L, a*, b* และความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4 ศึกษาความเข้มข้นของพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาของชั้นเคลือบเท่ากัน

3.4.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC กับสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC

3.4.1.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจาก สารละลายHPMC

เตรียมสารละลาย HPMC โดยเลือกกระดပ်ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.1 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w ใช้วิธีการเตรียมสารละลาย และการขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic เพื่อวัดความหนาฟิล์ม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 การหุบเคลือบปลาคุกด้วยสารละลาย HPMC ที่แปรความเข้มข้นครั้งนี้ได้ควบคุมความหนาของชั้นเคลือบให้เท่ากัน โดยใช้เวลาการหุบเคลือบและพักสารละลายที่แตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้น โดย HPMC เข้มข้น 1.69 %w/w หุบเคลือบปลาคุกในสารละลายนาน 20 วินาที พักสารละลาย 1 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง HPMC เข้มข้น 2.44 %w/w หุบเคลือบปลาคุกในสารละลายนาน 20 วินาที พักสารละลาย 1 นาที และ HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w หุบเคลือบปลาคุกในสารละลายนาน 5 วินาที พักสารละลาย 1 นาที

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม HPMC โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏ และ น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หุบปลา ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4.1.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC

ปลาคุกที่ผ่านการหุบเคลือบแล้วโดยใช้เวลาหุบและพักตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบโดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่หุบภายนอก และเนื้อใน สี วัดเป็นค่า L, a*, b* และความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT

(Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4.2 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC กับสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC

3.4.2.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC

เตรียมสารละลาย MC โดยเลือกกระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.2 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w ใช้วิธีการเตรียมสารละลายและการขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 การชุบเคลือบปลาด้วยสารละลาย MC ที่แปรความเข้มข้นครั้งนี้ได้ควบคุมความหนาของชั้นเคลือบให้เท่ากัน โดยใช้เวลารชุบเคลือบและพักสารละลายที่แตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้น โดย MC เข้มข้น 4.31 %w/w ชุบเคลือบปลาในสารละลายนาน 20 วินาที พักสารละลาย 1 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง MC เข้มข้น 5.57 %w/w ชุบเคลือบปลาในสารละลายนาน 20 วินาที พักสารละลาย 1 นาที และ MC เข้มข้น 6.63 %w/w ชุบเคลือบปลาในสารละลายนาน 5 วินาที พักสารละลาย 1 นาที

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลาย MC โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4.2.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC

ปลาที่ผ่านการชุบเคลือบแล้ว โดยใช้เวลารชุบและพักตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบ โดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อใน สิวัดเป็นค่า L , a^* , b^* และความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควิน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4.3 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC

3.4.3.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC

เตรียมสารละลาย HPC โดยเลือกระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.3 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w ใช้วิธีการเตรียมสารละลายและการขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic เช่นเดียวกับข้อ 3.3.3.1 การหุบเคลือบปลาสดด้วยสารละลาย HPC ที่แปรความเข้มข้นครั้งนี้ได้ควบคุมความหนาของชั้นเคลือบให้เท่ากัน โดยใช้เวลาการหุบเคลือบและพักสารละลายในแต่ละความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดย HPC เข้มข้น 6.93 %w/w หุบเคลือบปลาสดในสารละลายทันที พักสารละลายนาน 5 นาที HPC เข้มข้น 7.60 %w/w หุบเคลือบปลาสดในสารละลายทันที พักสารละลายนาน 7 นาที และ HPC เข้มข้น 8.24 %w/w หุบเคลือบปลาสดในสารละลายทันที พักสารละลายนาน 10 นาที

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลาย HPC โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หุบปลา ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.4.3.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC

ปลาดุกที่ผ่านการหุบเคลือบแล้ว โดยใช้เวลาหุบและพักตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จาก ข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลายโดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อใน สีวัดเป็นค่า L, a*, b* และความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.5 ประสิทธิภาพของสารพอลิเมอร์ชีวภาพ

3.5.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ

เตรียมสารละลาย HPMC, MC และ HPC ที่ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.4.1, 3.4.2 และ 3.4.3 คือ 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ โดย HPMC กับ MC เตรียมเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.1 และ HPC เช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.1 การขึ้นรูปฟิล์มบนแผ่น acrylic ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.1 หุบเคลือบปลาดุกด้วยสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพแต่ละชนิดโดยควบคุมความหนาของชั้นเคลือบให้เท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 3 ชนิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดย HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w หุบเคลือบปลาดุกในสารละลายนาน 5 วินาที พักสารละลาย 1 นาที MC เข้มข้น 5.57 %w/w หุบเคลือบปลาดุกในสารละลายนาน 20 วินาที พักสารละลาย 1 นาที และ HPC เข้มข้น 6.93 %w/w หุบเคลือบปลาดุกในสารละลายทันที พักสารละลายนาน 5 นาที

ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ โดยการวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ตามวิธีเช่น

เดียวกับข้อ 3.3.1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.5.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ

ปลาคุกที่ผ่านการหุบเคลือบแล้วโดยใช้เวลาหุบและพักตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 นำมาอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันตามภาวะที่เลือกได้จากข้อ 3.2 ประเมินสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบ HPMC, MC และ HPC โดยวิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อใน สีวัดเป็นค่า L, a*, b* และ ความแน่นของเนื้อสัมผัส ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MSTAT (Nissin, 1986) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย