

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 คุณภาพวัตถุดิบ

วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของปลาชุกกับคุณภาพด้านความสดโดยการตรวจพินิจและวัดค่า TVB ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.2

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบโดยประมาณและค่า TVB ของปลาชุก

องค์ประกอบและดัชนีความสด	ค่าเฉลี่ย <sup>1</sup> ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น (%โดยน้ำหนัก)	70.19 ± 2.27
โปรตีน (%โดยน้ำหนัก)	17.43 ± 0.89
ไขมัน (%โดยน้ำหนัก)	12.43 ± 0.71
เถ้า (%โดยน้ำหนัก)	0.01 ± 0.00
TVB (mg/100g)	11.31 ± 0.57

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของปลาชุก

ลักษณะที่ตรวจ	ผลการตรวจพินิจ
ตา	ใส ไม่ขุ่นขาว
เหงือก	ไม่มีกลิ่นคาว สีแดงสด
ผิวหนัง	มีความเป็นมันเงา ไม่ขุ่นมัว
เนื้อสัมผัส	ไม่นุ่มตามแรงมือกด

จากการวิเคราะห์ องค์ประกอบและคุณภาพด้านความสดของปลาคุณ พบว่าเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาคุณกรมควัน เพราะมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง Pomeranze (1985) รายงานว่า ปลาไขมันสูง จะให้ผลิตภัณฑ์เนื้อนุ่มชวนบริโภคและความรู้สึกละเอียดไม่กระด้าง ในด้านความสด พบว่าตัวอย่างมีค่า TVB 11.31 mg/100g Uchiyama (1978) กล่าวว่า ปลาที่มีคุณภาพด้านความสดอยู่ในเกณฑ์ดี ควรมีค่า TVB อยู่ในช่วง 6-20 mg/100g สรุปได้ว่า ปลาคุณด้านที่ใช้เป็นวัตถุดิบในงานทดลองนี้มีองค์ประกอบและคุณภาพด้านความสดอยู่ในเกณฑ์ดี

#### 4.2 กระบวนการผลิตปลาคุณกรมควัน

ผลิตปลาคุณกรมควันตามขั้นตอนในข้อ 3.2 แปรความชื้นชานอ้อยซึ่งเป็นแหล่งควันเป็น 10, 20 และ 30 % โดยน้ำหนัก อุณหภูมิรมควันเป็น 50 และ 60 °C ปลาคุณกรมควันที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน ที (L, a\*,b\*) ความแน่นของเนื้อสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 – 4.7 และรูปที่ 4.1 – 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลาอุกซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ทาน้อยความชื้น 10, 20 และ 30%

ความชื้น ทาน้อย (%)	ภาวะการรมควัน อุณหภูมิ รมควัน (°C)	ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ms</sup> (% โดย น้ำหนักแห้ง)	ความแน่นของเนื้อสัมผัส (g)	L	a*      b*	
10	50	58.24 <sup>a</sup> ±1.49	41.02±2.28	252.48 <sup>b</sup> ±3.22	31.61 <sup>a</sup> ±0.25	+7.61 <sup>c</sup> ±0.06	+6.81 <sup>a</sup> ±0.13
	60	56.58 <sup>b</sup> ±1.10	41.12±0.99	264.66 <sup>a</sup> ±5.02	31.99 <sup>a</sup> ±0.32	+7.70 <sup>de</sup> ±0.20	+6.91 <sup>a</sup> ±0.20
20	50	58.40 <sup>a</sup> ±1.74	41.39±1.44	250.63 <sup>b</sup> ±4.11	30.71 <sup>b</sup> ±0.20	+7.92 <sup>cd</sup> ±0.07	+6.57 <sup>b</sup> ±0.12
	60	56.43 <sup>b</sup> ±1.09	41.67±0.35	266.95 <sup>a</sup> ±5.39	30.53 <sup>b</sup> ±0.22	+8.02 <sup>bc</sup> ±0.08	+6.51 <sup>b</sup> ±0.24
30	50	58.31 <sup>a</sup> ±1.15	42.76±0.80	251.22 <sup>b</sup> ±4.87	28.73 <sup>c</sup> ±0.28	+8.30 <sup>b</sup> ±0.08	+6.39 <sup>b</sup> ±0.26
	60	56.39 <sup>b</sup> ±1.31	40.72±1.16	267.36 <sup>a</sup> ±6.69	28.89 <sup>c</sup> ±0.19	+8.92 <sup>a</sup> ±0.21	+6.42 <sup>b</sup> ±0.32

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ms ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นชานอ้อยและอุณหภูมิรวมวันต่อค่าดีแคง ( $a^*$ ) ของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) พบอิทธิพลของอุณหภูมิรวมวันต่อความชื้นและความแน่นของเนื้อสัมผัสของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อค่าความชื้นลดลง ความแน่นของเนื้อสัมผัสจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิการรมควันสูงขึ้น พบอิทธิพลของความชื้นชานอ้อยต่อค่าความสว่าง (L) และสีเหลือง ( $b^*$ ) ของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวลดลง เมื่อความชื้นชานอ้อยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลาช่อนรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30%

ภาวะการรมควัน		ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความชื้นชานอ้อย (%)	อุณหภูมิรมควัน (°C)	ผิวภายนอก (ppb)	เนื้อใน (ppb)	รวมทั้งชิ้น (ppb)
10	50	3.11 <sup>a</sup> ±0.21	0.58 <sup>a</sup> ±0.04	3.69 <sup>a</sup> ±0.14
	60	3.29 <sup>a</sup> ±0.29	0.65 <sup>a</sup> ±0.05	3.94 <sup>a</sup> ±0.30
20	50	2.07 <sup>b</sup> ±0.14	0.31 <sup>b</sup> ±0.02	2.38 <sup>b</sup> ±0.13
	60	2.06 <sup>b</sup> ±0.15	0.29 <sup>b</sup> ±0.01	2.35 <sup>b</sup> ±0.11
30	50	1.14 <sup>c</sup> ±0.07	0.24 <sup>c</sup> ±0.04	1.38 <sup>c</sup> ±0.08
	60	1.15 <sup>c</sup> ±0.10	0.21 <sup>c</sup> ±0.03	1.36 <sup>c</sup> ±0.13

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

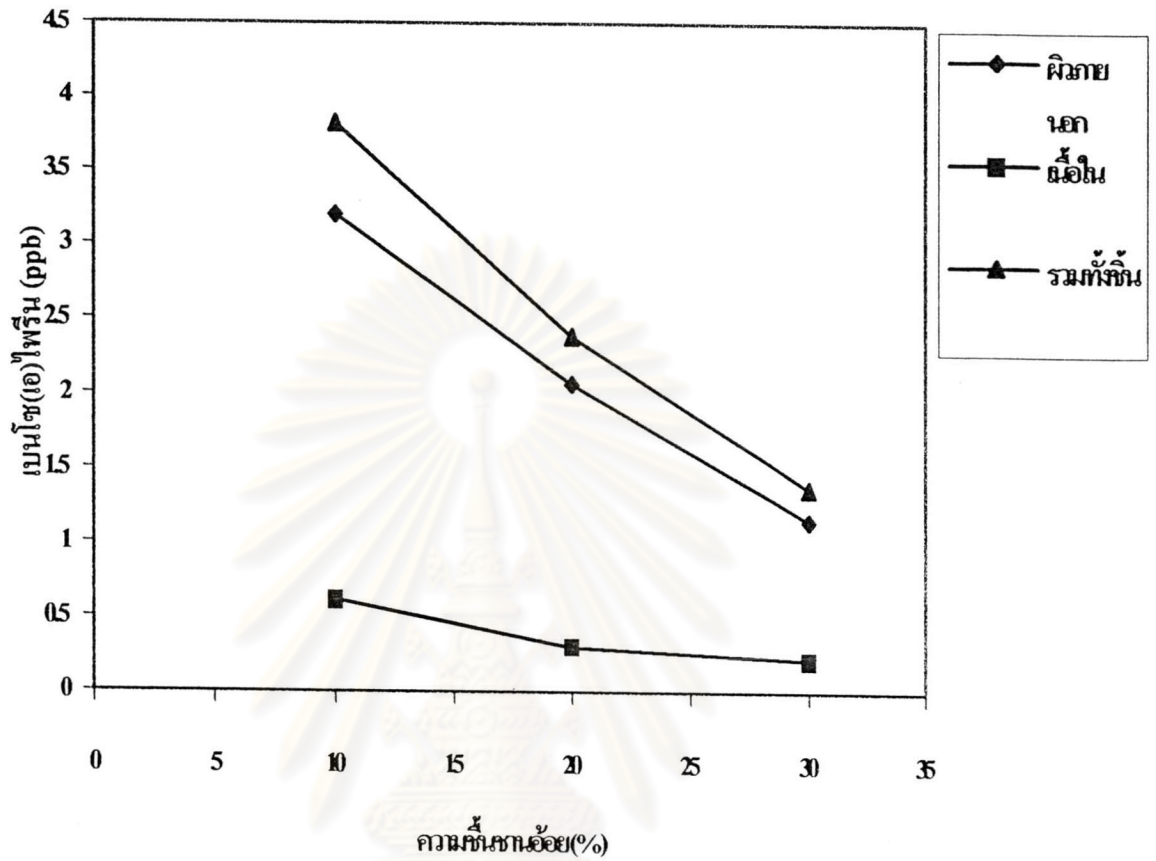
ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และรวมทั้งชิ้นของปลาคุกกี้รมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30%

SOV	df	MS
<b>เบนโซ(เอ)ไพรีนผิวภายนอก</b>		
ความชื้นชานอ้อย(A)	2	6.42*
อุณหภูมิรมควัน(B)	1	0.017
AB	2	0.017
error	12	0.038
<b>เบนโซ(เอ)ไพรีนเนื้อใน</b>		
ความชื้นชานอ้อย(A)	2	0.262*
อุณหภูมิรมควัน(B)	1	0.00
AB	2	0.005
error	12	0.002
<b>เบนโซ(เอ)ไพรีนรวมทั้งชิ้น</b>		
ความชื้นชานอ้อย(A)	2	0.123*
อุณหภูมิรมควัน(B)	1	0.028
AB	2	0.040
error	12	0.040

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

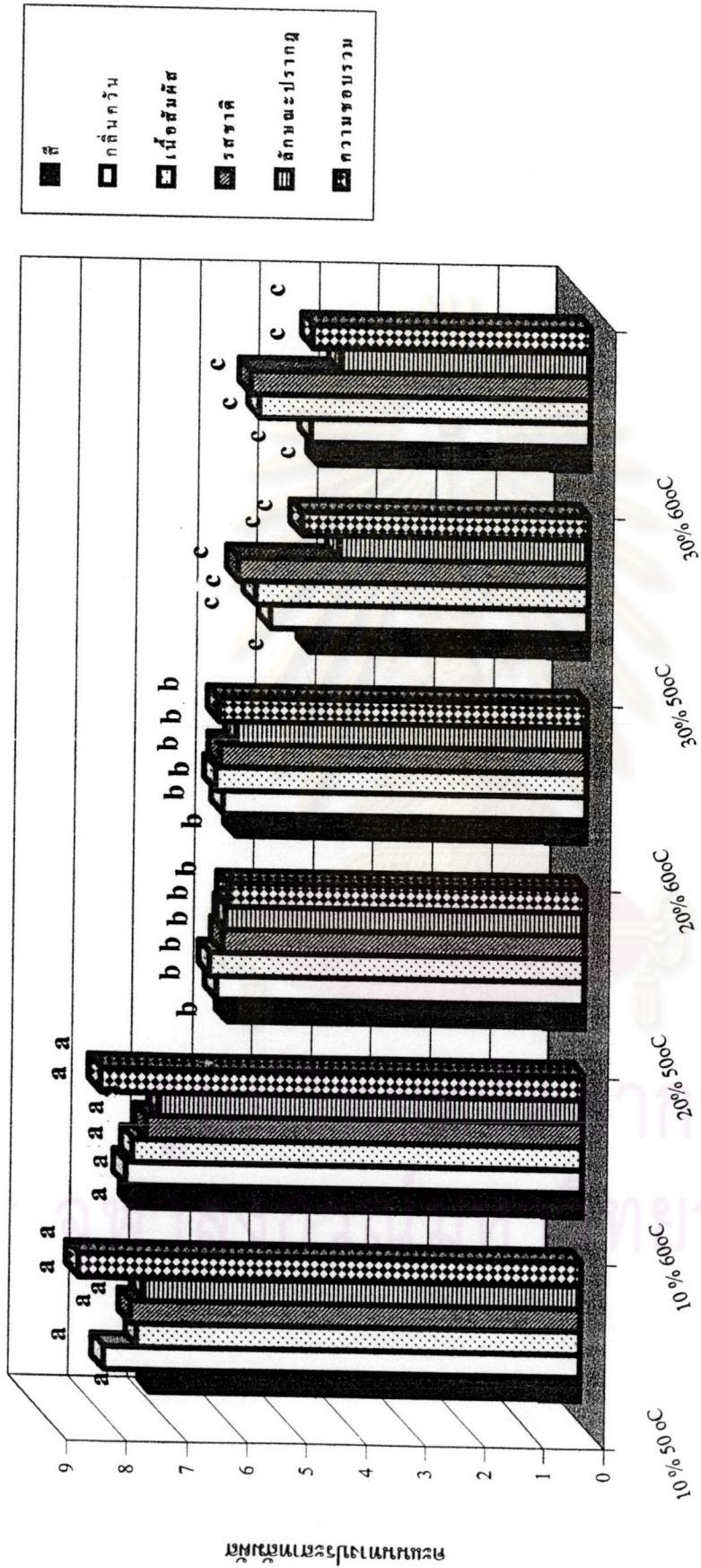
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ไม่พบอิทธิพลร่วมของความชื้นชานอ้อยและอุณหภูมิรมควัน ( $p > 0.05$ ) จึงแยกวิเคราะห์ตามปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีน ได้ผลแสดงในรูปแบบที่

4.1



รูปที่ 4.1 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวหนังนอก เนื้อในและรวมทั้งสิ้นของปลาคูซึ่งรวมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ชานอ้อยความชื้น 10, 20 และ 30% เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความชื้นชานอ้อย

ผลการเปรียบเทียบปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนในเนื้อและที่ผิวปลาคู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความชื้นชานอ้อย พบว่าเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนลดลง โดยปลาคูที่ใส่ชานอ้อยความชื้น 30% มีปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนต่ำสุด



ภาวะรมควัน (ความชื้นสัมพัทธ์ - อุณหภูมิรมควัน)

รูปที่ 4.2 คะแนน สี กลิ่นคาว เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลาตากซึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C โดยใช้ความชื้นสัมพัทธ์ 10, 20 และ 30%

ผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความชื้นชานอ้อยต่อคะแนน สี กลิ่นคาวน้ำ เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อความชื้นชานอ้อยเพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับทุกด้านลดลง และพบว่าเมื่อรมควันโดยใช้ชานอ้อยความชื้น 20 % อุณหภูมิ 50°C คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ทุกด้านอยู่ในระดับยอมรับได้และปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนเหมาะสมในงานทดลอง ดังนั้นจึงเลือกภาวะการรมควันดังกล่าวสำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป

#### 4.3 ผลของความเข้มข้นของพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาของชั้นเคลือบต่างกัน

##### 4.3.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC

###### 4.3.1.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC

เตรียมสารละลาย HPMC ตามขั้นตอนที่ 3.3.1.1 แปรความเข้มข้นเป็น 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายโดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายโดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หุบปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC เข้มข้น 1.33, 2.44 และ 3.80%w/w

ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m <sup>2</sup> )
1.33	320.40 <sup>c</sup> ±14.01	390.33 <sup>c</sup> ±8.52
2.44	4574.00 <sup>b</sup> ±80.28	1066.27 <sup>b</sup> ±70.68
3.80	12213.00 <sup>a</sup> ±925.38	1908.00 <sup>a</sup> ±72.72

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



ตารางที่ 4.7 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC เข้มข้น 1.33, 2.44 และ 3.80%w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
1.33	$7.82^c \pm 1.66$	$5.19^c \pm 0.11$
2.44	$18.66^b \pm 1.96$	$26.02^b \pm 1.69$
3.80	$24.64^a \pm 1.62$	$72.50^a \pm 2.76$

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

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลความเข้มข้น HPMC ต่อค่าความหนึ่ปรากฏ น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ( $p \leq 0.05$ ) พบอิทธิพลความเข้มข้น HPMC ต่อค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ HPMC เพิ่มมากขึ้น

#### 4.3.1.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.3.1.2 วิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สี วัคเป็นค่า  $L, a^*, b^*$  ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ รูปที่ 4.3 - 4.4

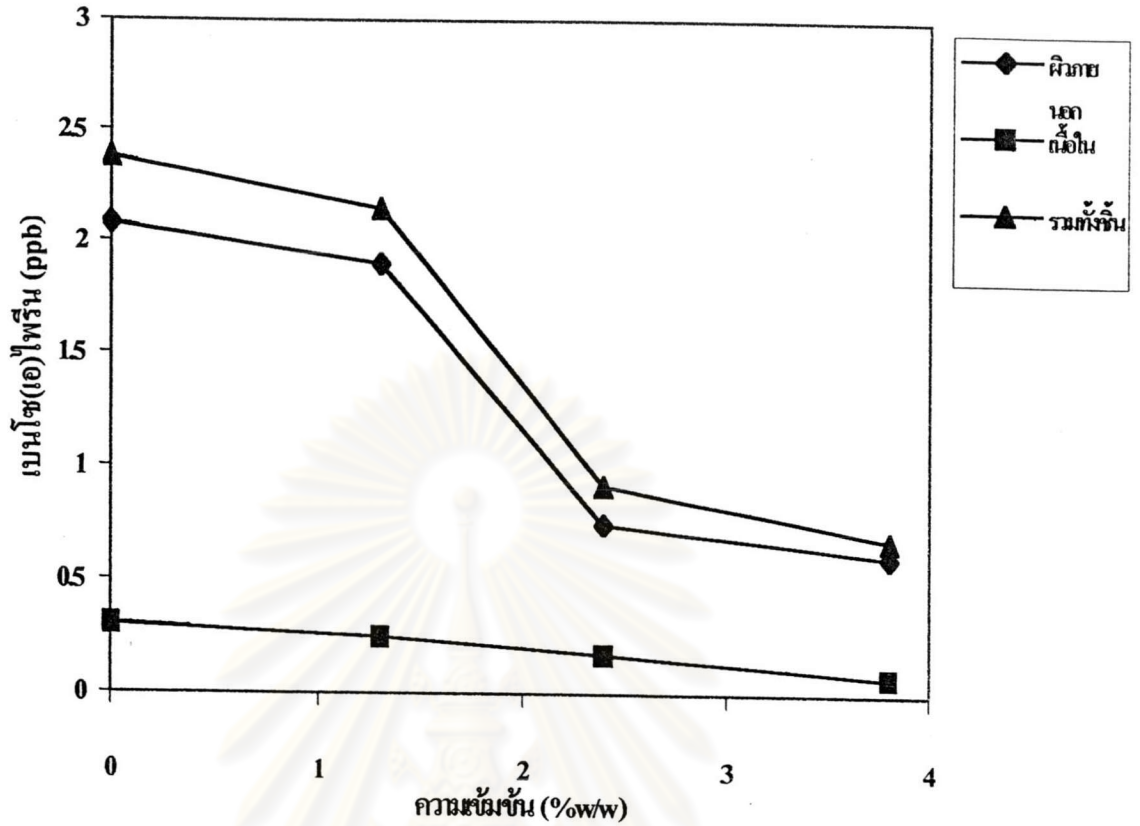
ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC 0, 1.33, 2.44 และ 3.80%/w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ns</sup> (%โดยน้ำหนักแห้ง)	ความแน่นของเนื้อสัมผัส (g)	สี		
				L	a* b*	
0	58.56 <sup>c</sup> $\pm$ 1.47	41.22 $\pm$ 0.83	250.04 <sup>b</sup> $\pm$ 2.17	30.65 <sup>c</sup> $\pm$ 0.21	+8.05 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10	+6.64 <sup>b</sup> $\pm$ 0.27
1.33	59.32 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.15	41.26 $\pm$ 0.71	254.58 <sup>b</sup> $\pm$ 11.63	30.78 <sup>c</sup> $\pm$ 0.21	+8.18 <sup>b</sup> $\pm$ 0.07	+6.68 <sup>b</sup> $\pm$ 0.13
2.44	61.18 <sup>b</sup> $\pm$ 1.68	41.15 $\pm$ 0.77	258.98 <sup>b</sup> $\pm$ 6.82	32.79 <sup>b</sup> $\pm$ 0.46	+8.34 <sup>a</sup> $\pm$ 0.10	+6.94 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07
3.80	63.27 <sup>a</sup> $\pm$ 1.14	41.12 $\pm$ 0.60	289.44 <sup>a</sup> $\pm$ 7.49	34.86 <sup>a</sup> $\pm$ 0.17	+7.47 <sup>c</sup> $\pm$ 0.10	+6.93 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04

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

ns ไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

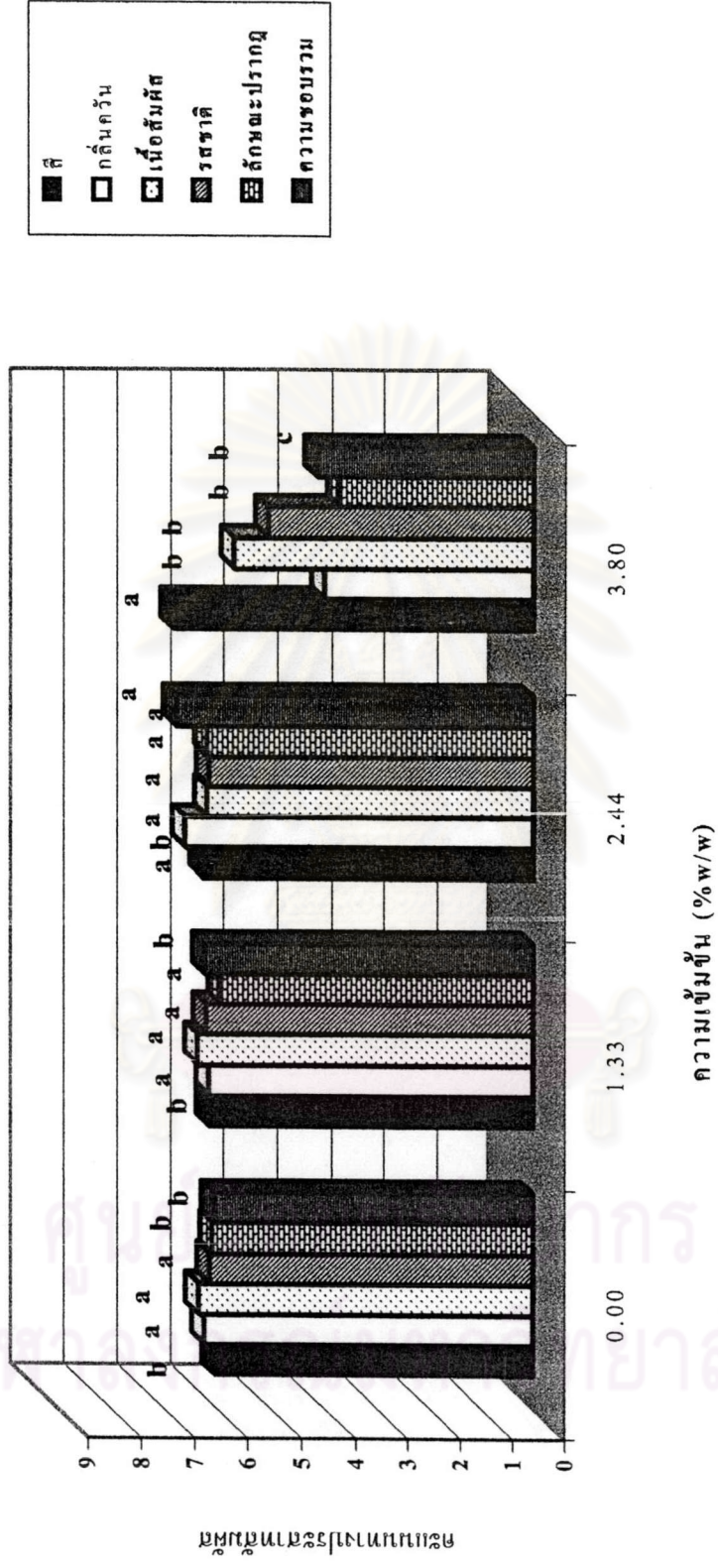
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อ ความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง (L) สีเหลือง (b\*) และสีแดง (a\*) ของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ HPMC เพิ่มขึ้น ยกเว้นค่าสีแดงที่ลดลง และพบว่าปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลายความเข้มข้น 3.80 %w/w มีค่าความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ความสว่างและสีเหลืองสูงสุด



รูปที่ 4.3 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ฝักรวม เนื้อใน และรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.33, 2.44 และ 3.80 %w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ฝักรวมและเนื้อในของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวลดลงเมื่อความเข้มข้นของ HPMC เพิ่มขึ้น และลดลงมากที่สุดเมื่อชุบเคลือบปลารมควันด้วยสารละลาย HPMC เข้มข้น 3.80 %w/w

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 คะแนนดี กลั่นควัน เนื้อสัมผัส รสนชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปฏารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC 0, 1.33, 2.44 และ 3.80%w/w จากการวิเคราะห์คะแนนทางประสาทสัมผัส พหุทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อคะแนน ดี กลั่นควัน เนื้อสัมผัส รสนชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปฏารมควัน (p<0.05) โดยปฏารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC เพิ่มขึ้น 1.33 และ 2.44 %w/w มีคะแนนการยอมรับทุกด้านเพิ่มขึ้น แต่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเป็น 3.80 %w/w

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย HPMC 2.44 %w/w สำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้ต่ำกว่าปลาสมควันที่ไม่ชอบเคลือบและต่ำกว่าแกนซ์ โดยมีคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับยอมรับได้

4.3.2 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC กับสมบัติของปลาสมควันที่หุบเคลือบสารละลาย MC

4.3.2.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC

เตรียมสารละลาย MC ตามขั้นตอนที่ 3.3.2.1 แปรความเข้มข้นเป็น 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มโดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายโดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หุบปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.9-4.10

ตารางที่ 4.9 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ของสารละลายฟิล์ม MC เข้มข้น 3.54, 5.57 และ 7.84%w/w

ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น MC (%w/w)	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m <sup>2</sup> )
3.54	317.20 <sup>a</sup> ±9.71	386.17 <sup>a</sup> ±6.88
5.57	4542.00 <sup>b</sup> ±50.52	1063.42 <sup>b</sup> ±71.96
7.84	12155.20 <sup>a</sup> ±782.12	1909.09 <sup>a</sup> ±58.99

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ตารางที่ 4.10 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC เข้มข้น 3.54, 5.57 และ 7.84%w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น MC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
3.54	$8.49^c \pm 1.43$	$13.67^c \pm 0.24$
5.57	$18.41^b \pm 1.55$	$59.23^b \pm 4.03$
7.84	$24.47^a \pm 1.78$	$149.67^a \pm 4.60$

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

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลความเข้มข้น MC ต่อค่าความหนาคปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ( $p \leq 0.05$ ) พบอิทธิพลความเข้มข้น MC ต่อค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ MC เพิ่มขึ้น

#### 4.3.2.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย MC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.3.2.2 วิเคราะห์ ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สี วัดเป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.5-4.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

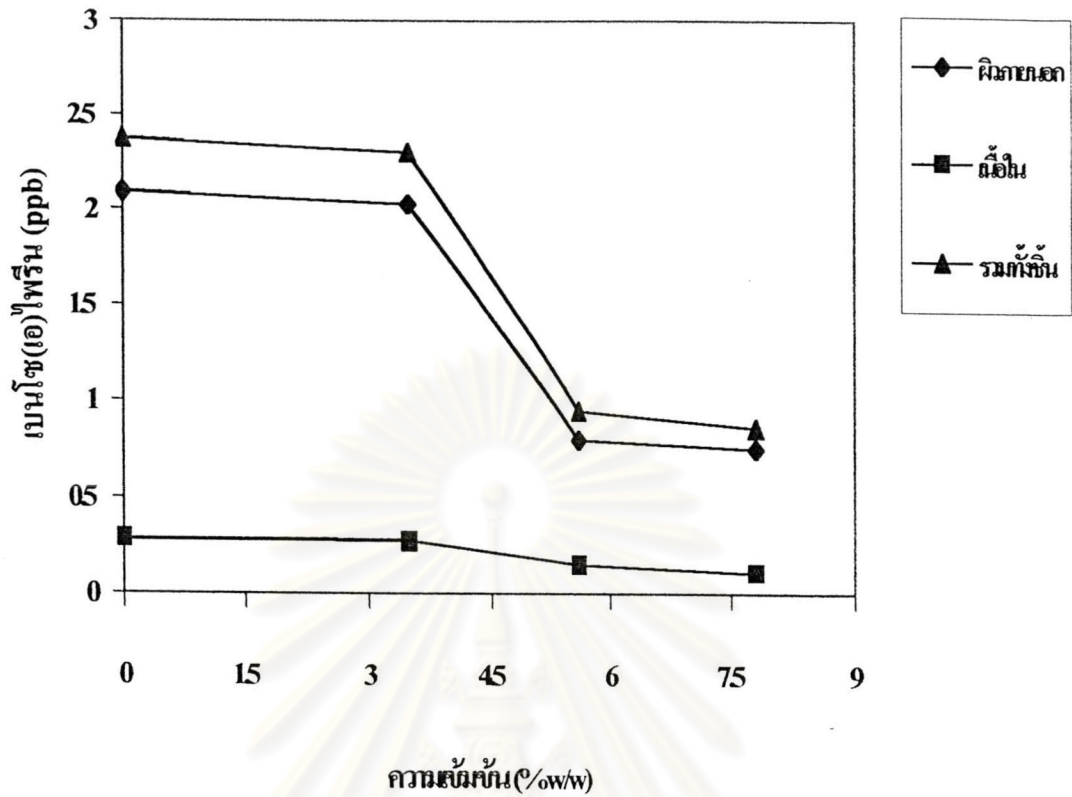
ตารางที่ 4.11 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC 0, 3.54, 5.57 และ 7.84 %w/w

ความเข้มข้น MC (%w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		L	a*	b*
	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ns</sup> (%โดยน้ำหนัก แห้ง)			
0	58.75 <sup>c</sup> ±1.33	41.22±0.65	30.61 <sup>c</sup> ±0.24	+8.09 <sup>b</sup> ±0.12	+6.60 <sup>b</sup> ±0.30
3.54	58.91 <sup>c</sup> ±1.52	41.19±0.66	30.73 <sup>c</sup> ±0.22	+8.10 <sup>b</sup> ±0.20	+6.78 <sup>ab</sup> ±0.12
5.57	60.85 <sup>b</sup> ±1.37	41.18±0.75	31.81 <sup>b</sup> ±0.12	+8.39 <sup>a</sup> ±0.14	+6.85 <sup>a</sup> ±0.09
7.84	62.93 <sup>a</sup> ±1.57	41.16±0.65	33.94 <sup>a</sup> ±0.07	+7.71 <sup>c</sup> ±0.10	+6.96 <sup>a</sup> ±0.06

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ns ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง (L) สีเหลือง (b\*) และ สีแดง (a\*) ของปลารมควัน (p≤0.05) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ MC เพิ่มขึ้น ยกเว้นค่าสีแดงที่ลดลง และพบว่าปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลายความเข้มข้น 7.84 %w/w มีค่าความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่างและสีเหลืองสูงสุด

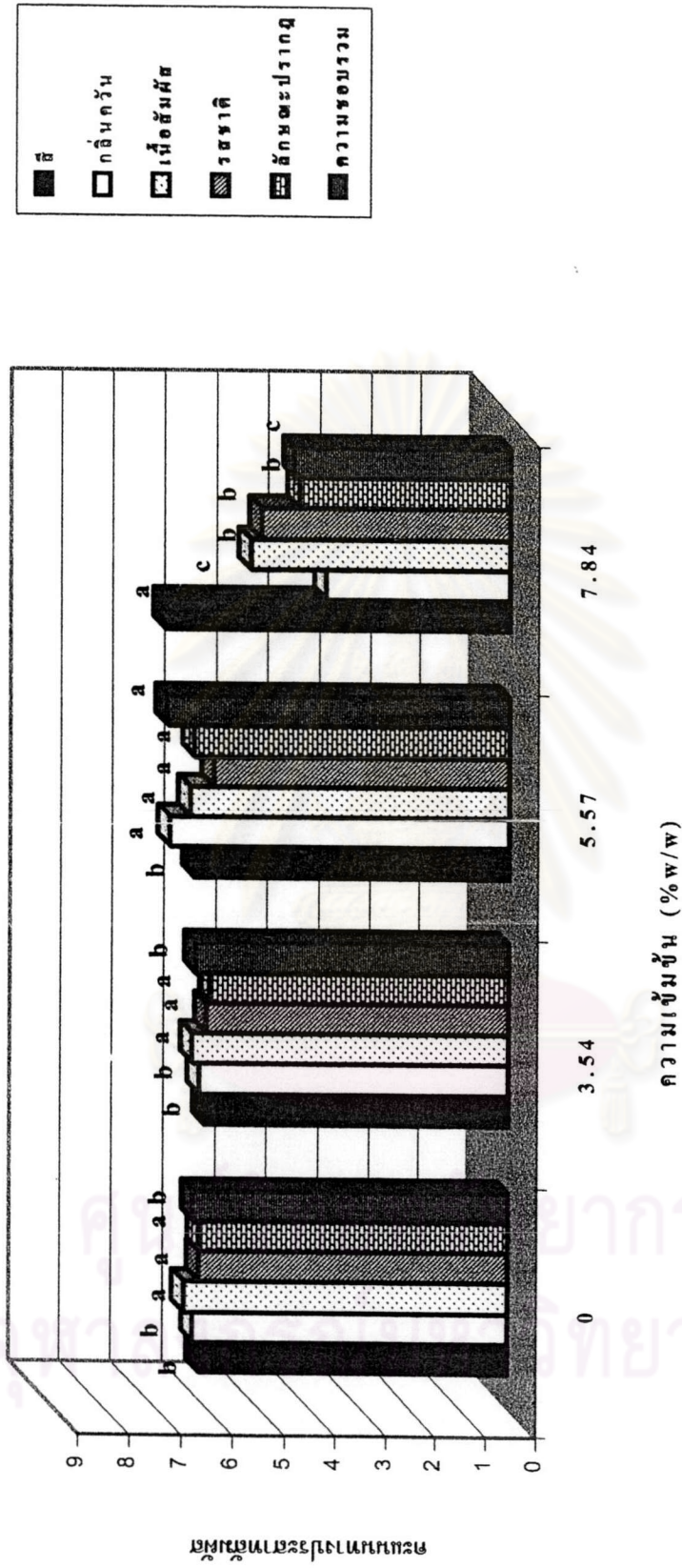


รูปที่ 4.5 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวกายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 3.54, 5.57 และ 7.84%w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวกายนอกและเนื้อในของปลารมควัน โดยค่าดังกล่าวลดลง เมื่อความเข้มข้นของ MC เพิ่มขึ้นและลดลงมากที่สุดเมื่อชุบเคลือบปลารมควันด้วยสารละลาย MC เข้มข้น 5.57 และ 7.84 %w/w

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 4.6 คะแนนดี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC 0, 3.54, 5.57 และ 7.84%w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อคะแนน ดี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC ความเข้มข้น 3.54 และ 5.57 %w/w มีคะแนนการยอมรับทุกด้านเพิ่มขึ้น แต่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเป็น 7.84 %w/w

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย MC 5.57 %w/w สำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้สูงกว่าปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบและต่ำกว่าเกณฑ์ โดยมีคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับยอมรับได้

#### 4.3.3 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC กับสมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC

##### 4.3.2.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC

เตรียมสารละลาย HPC ตามขั้นตอนที่ 3.3.3.1 แปรความเข้มข้นเป็น 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายโดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.12-4.13

ตารางที่ 4.12 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPC เข้มข้น 3.42, 5.54 และ 7.60%w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m <sup>2</sup> )
3.42	315.60 <sup>c</sup> $\pm$ 13.72	393.08 <sup>e</sup> $\pm$ 8.90
5.54	4606.40 <sup>b</sup> $\pm$ 55.03	1050.76 <sup>b</sup> $\pm$ 62.28
7.60	12286.00 <sup>a</sup> $\pm$ 581.43	1919.96 <sup>a</sup> $\pm$ 48.33

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

ตารางที่ 4.13 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC เข้มข้น 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
3.42	$8.60^c \pm 1.96$	$13.44^c \pm 0.30$
5.54	$18.44^b \pm 1.72$	$58.21^b \pm 3.43$
7.60	$24.61^a \pm 2.10$	$145.91^a \pm 3.67$

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

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลความเข้มข้น HPC ต่อค่าความหนาคปรากฏ และน้ำหนักหุบคิตต่อหน่วยพื้นที่ ( $p \leq 0.05$ ) พบอิทธิพลความเข้มข้น HPC ต่อค่าความหนาฟิล์ม และปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ HPC เพิ่มมากขึ้น

#### 4.3.3.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.3.3.2 วิเคราะห์ความชื้น ไนมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สีวัด เป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับปลารม ควันที่ไม่หุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.7 – 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

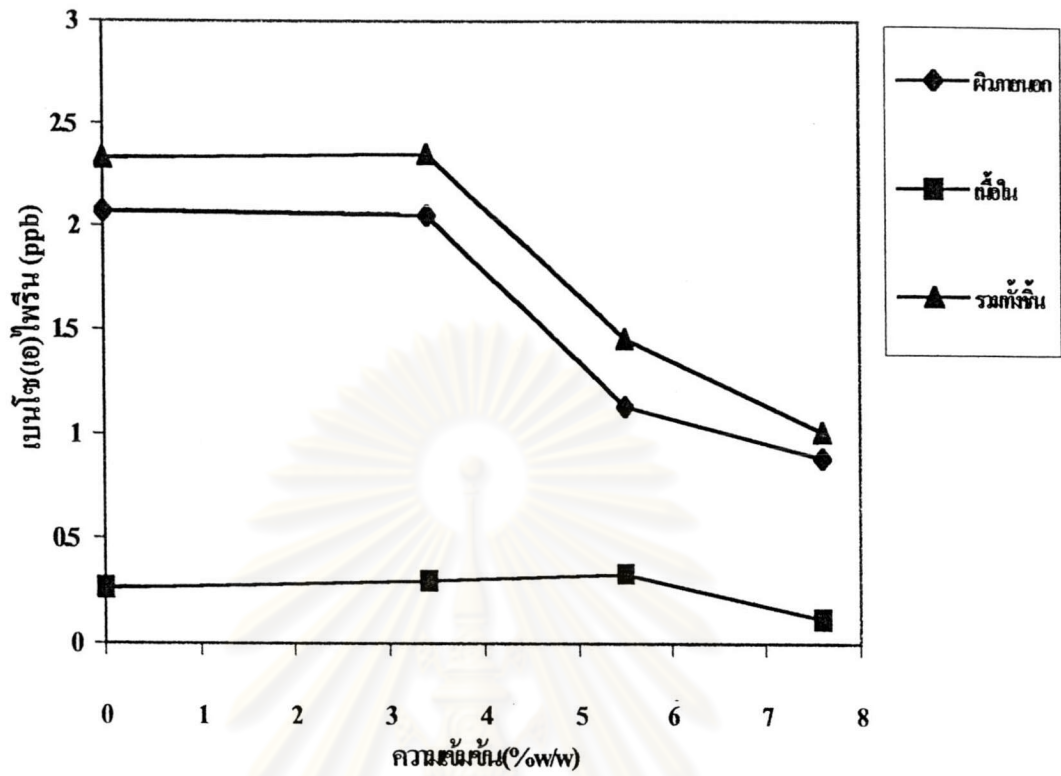
ตารางที่ 4.14 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC 0, 3.42, 5.54 และ 7.60 %w/w

ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ms</sup> (%โดยน้ำหนักแห้ง)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
			ความแน่นของเนื้อสัมผัส	สี		
			(g)	L	a*	b*
0	58.47 <sup>b</sup> ±1.31	41.19±0.67	255.41 <sup>d</sup> ±2.96	30.60 <sup>c</sup> ±0.27	+8.04 <sup>b</sup> ±0.09	+6.69 <sup>b</sup> ±0.12
3.42	58.59 <sup>b</sup> ±1.01	41.23±0.68	264.93 <sup>c</sup> ±4.88	30.71 <sup>c</sup> ±0.15	+8.03 <sup>b</sup> ±0.09	+6.76 <sup>b</sup> ±0.11
5.54	60.28 <sup>a</sup> ±0.63	41.17±0.69	272.23 <sup>b</sup> ±7.97	31.05 <sup>b</sup> ±0.12	+8.33 <sup>a</sup> ±0.06	+6.90 <sup>a</sup> ±0.06
7.60	61.02 <sup>a</sup> ±1.09	41.18±0.65	329.96 <sup>a</sup> ±4.03	32.18 <sup>a</sup> ±0.11	+7.89 <sup>a</sup> ±0.12	+6.92 <sup>a</sup> ±0.07

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ms ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

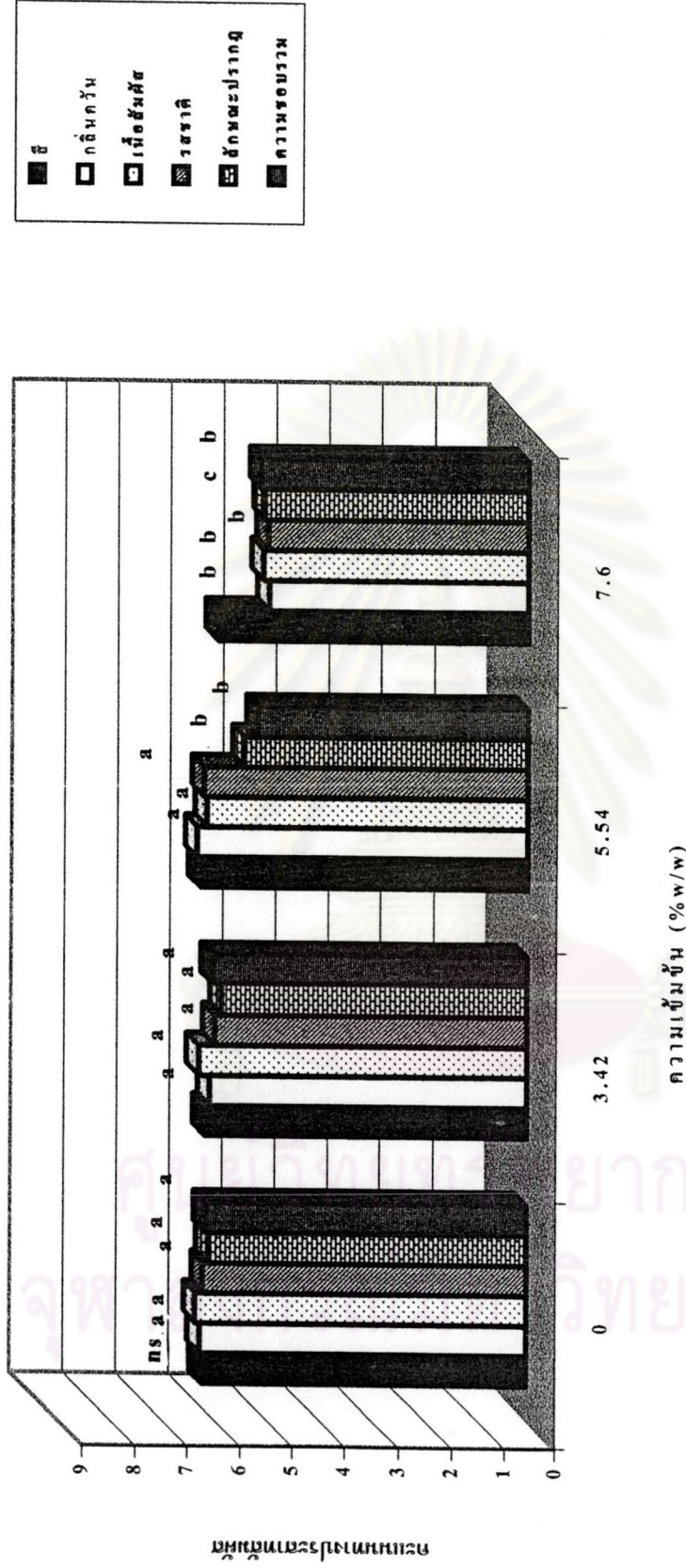
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง (L) สีแดง (a\*) และสีเหลือง (b\*) ของปลารมควัน (p≤0.05) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ HPC เพิ่มขึ้น ยกเว้นค่าสีแดงที่ลดลง และพบว่าสารละลายที่มีความเข้มข้น 7.60 %w/w มีค่าความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ความสว่าง และ สีเหลืองสูงสุด



รูปที่ 4.7 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่สิ่งแวดล้อม เนื้อไขมัน และรวมทั้งสิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 3.42, 5.54 และ 7.60%w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่สิ่งแวดล้อมและเนื้อไขมันของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวลดลง เมื่อความเข้มข้นของ HPC เพิ่มขึ้นและลดลงมากที่สุดเมื่อชุบเคลือบปลารมควันด้วยสารละลาย HPC เข้มข้น 7.60 %w/w

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 คะแนนดี กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปลารมควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปลารมควัน (p≤0.05) โดยปลารมควันที่ซุบเคลือบสารละลาย HPC 0, 3.42, 5.54 และ 7.60%w/w จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อคะแนน กลิ่นควัน เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปลารมควัน (p≤0.05) โดยปลารมควันที่ซุบเคลือบสารละลาย HPC มีคะแนนดังกล่าวลดลง เมื่อความเข้มข้น HPC เพิ่มขึ้น และลดลงมากที่สุด เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเป็น 7.60 % w/w แต่ละคะแนนการยอมรับยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย HPC 7.60 %w/w สำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีน ได้มากที่สุดและต่ำกว่าปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบ โดยคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับยอมรับได้

#### 4.4 ผลของความเข้มข้นของพอลิเมอร์ชีวภาพเมื่อความหนาของชั้นเคลือบเท่ากัน

##### 4.4.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPMC

###### 4.4.1.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC

นำสารละลาย HPMC ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.3 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w ใช้วิธีเตรียมสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3.3.3.1 ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม โดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หิวปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.15-4.16

ตารางที่ 4.15 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC เข้มข้น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ <sup>ns</sup> (g/m <sup>2</sup> )
1.69	1429.00 <sup>c</sup> ±51.48	1070.40±46.55
2.44	4584.80 <sup>b</sup> ±65.90	1068.86±48.35
3.26	10566.00 <sup>a</sup> ±485.41	1079.43±40.06

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p<0.05)

ns ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

ตารางที่ 4.16 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC เข้มข้น 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม <sup>ns</sup> ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
1.69	18.41 $\pm$ 0.41	18.09 <sup>c</sup> $\pm$ 0.79
2.44	18.39 $\pm$ 1.40	26.08 <sup>b</sup> $\pm$ 1.16
3.26	18.43 $\pm$ 1.39	35.19 <sup>a</sup> $\pm$ 1.28

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )  
ns ไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของ HPMC ต่อ ค่าความหนืดปรากฏและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ HPMC เพิ่มขึ้น

#### 4.4.1.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.4.1.2 วิเคราะห์ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน ลีวคเป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.9 – 4.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



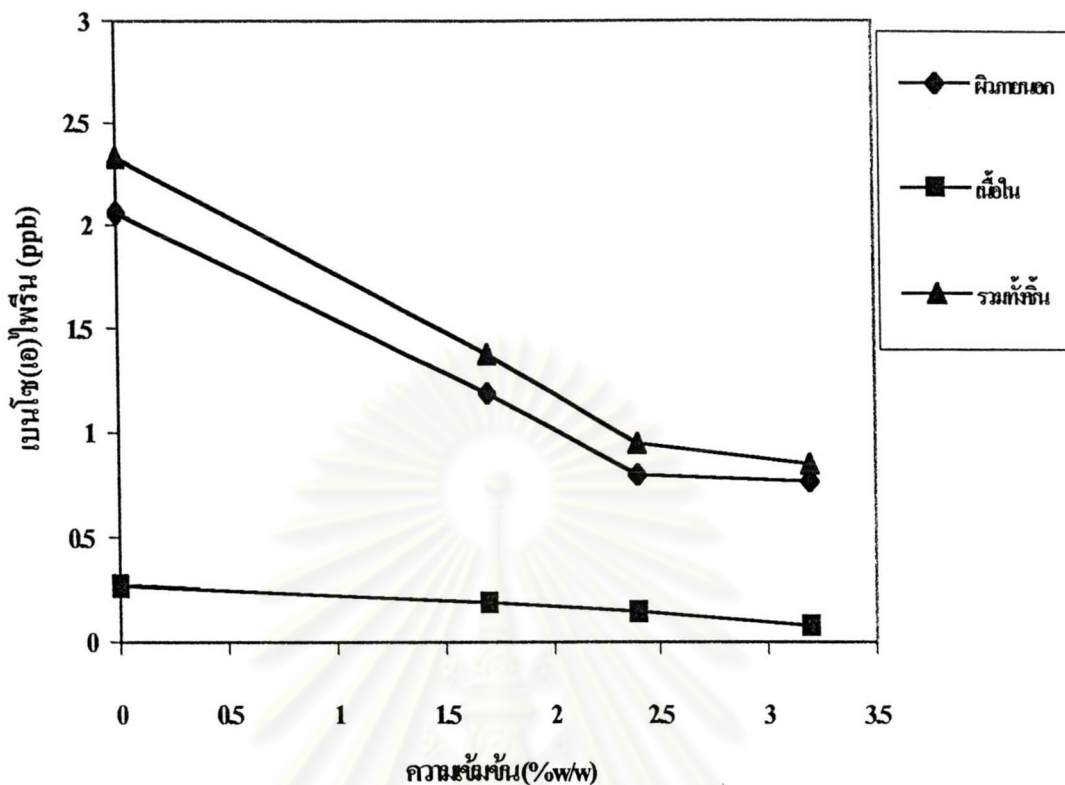
ตารางที่ 4.17 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPMC 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

ความเข้มข้น HPMC (%w/w)	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ns</sup> (%โดยน้ำหนัก แห้ง)	ค่าเฉลี่ย± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
			ความแน่นของเนื้อสัมผัส (g)	สี L a* b*
0	58.67 <sup>b</sup> ±1.32	41.02±0.86	255.07 <sup>b</sup> ±2.72	30.59 <sup>b</sup> ±0.28 +8.00 <sup>b</sup> ±0.14 +6.53 <sup>b</sup> ±0.20
1.69	61.57 <sup>a</sup> ±1.36	41.32±0.79	257.14 <sup>b</sup> ±7.35	31.98 <sup>a</sup> ±0.54 +8.32 <sup>a</sup> ±0.11 +6.79 <sup>a</sup> ±0.19
2.44	61.47 <sup>a</sup> ±1.15	41.01±0.86	261.32 <sup>b</sup> ±12.03	32.22 <sup>a</sup> ±0.27 +8.39 <sup>a</sup> ±0.09 +6.91 <sup>a</sup> ±0.13
3.26	61.43 <sup>a</sup> ±1.97	41.20±0.81	274.89 <sup>a</sup> ±11.87	32.18 <sup>a</sup> ±0.29 +8.41 <sup>a</sup> ±0.16 +6.81 <sup>a</sup> ±0.16

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ns ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

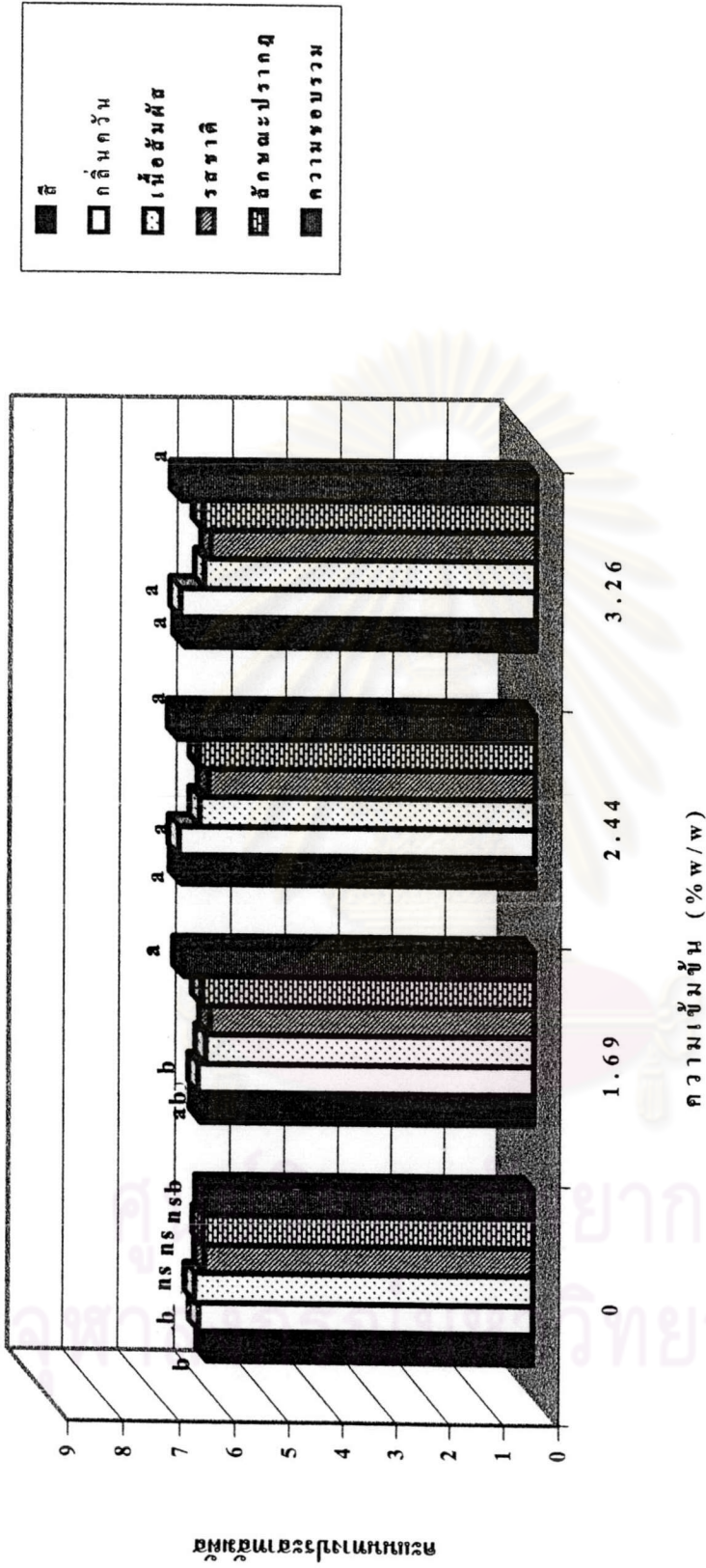
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อ ความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง (L) สีแดง (a\*) และสีเหลือง (b\*) ของปลารมควัน (p≤0.05) โดยปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลายมีค่าความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง สีแดง และ สีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบสารละลาย



รูปที่ 4.9 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่สิ่งแวดล้อม เนื้อใน และ รวมทั้งสิ้นของปลารมควันที่ชုပ်เคลือบสารละลาย HPMC เข้มข้น 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่สิ่งแวดล้อมและเนื้อในของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวลดลงเมื่อความเข้มข้น HPMC เพิ่มขึ้นและลดลงมากที่สุดเมื่อชုပ်เคลือบปลารมควันด้วยสารละลาย HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.10 คะแนน สี กลิ่นคั่ว เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปฏาภมควันที่ซุบเคลือบสารละลาย HPMC 0, 1.69, 2.44 และ 3.26 %w/w

จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC ต่อคะแนน สี กลิ่นคั่ว เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมของปฏาภมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยปฏาภมควันที่ซุบเคลือบสารละลาย HPMC มีคะแนนดังกล่าวเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย HPMC 3.26 %w/w เป็นระดับที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากให้ลักษณะของปลารมควันที่ดี โดยคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับยอมรับได้ สามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้มากที่สุดและต่ำกว่าเกณฑ์

4.4.2 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย MC

4.4.2.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC

นำสารละลาย MC ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.2 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w ใช้วิธีการเตรียมสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.1 ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลาย โดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักชुบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายโดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.18-4.19

ตารางที่ 4.18 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักชुบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม MC เข้มข้น 4.31, 5.57 และ 6.63%w/w

ค่าเฉลี่ย  $\pm$  เบี่ยงเบนมาตรฐาน

ความเข้มข้น MC (%w/w)	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักชुบติดต่อหน่วยพื้นที่ <sup>ns</sup> (g/m <sup>2</sup> )
4.31	1210.80 <sup>c</sup> $\pm$ 41.38	1072.38 $\pm$ 39.54
5.57	4590.80 <sup>b</sup> $\pm$ 47.55	1076.04 $\pm$ 46.62
6.63	10428.80 <sup>a</sup> $\pm$ 414.76	1069.74 $\pm$ 40.32

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

ns ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

ตารางที่ 4.19 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย MC เข้มข้น 4.31, 5.57 และ 6.63%w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น MC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม <sup>ns</sup> ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
4.31	18.35 $\pm$ 1.45	46.22 <sup>c</sup> $\pm$ 1.36
5.57	18.41 $\pm$ 1.36	59.94 <sup>b</sup> $\pm$ 2.38
6.63	18.42 $\pm$ 1.37	70.92 <sup>a</sup> $\pm$ 1.80

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )  
ns ไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของ MC ต่อค่าความหนึ่คปรากฏและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ MC เพิ่มขึ้น

#### 4.4.1.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.4.2.2 วิเคราะห์ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สีวัดเป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.11- 4.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

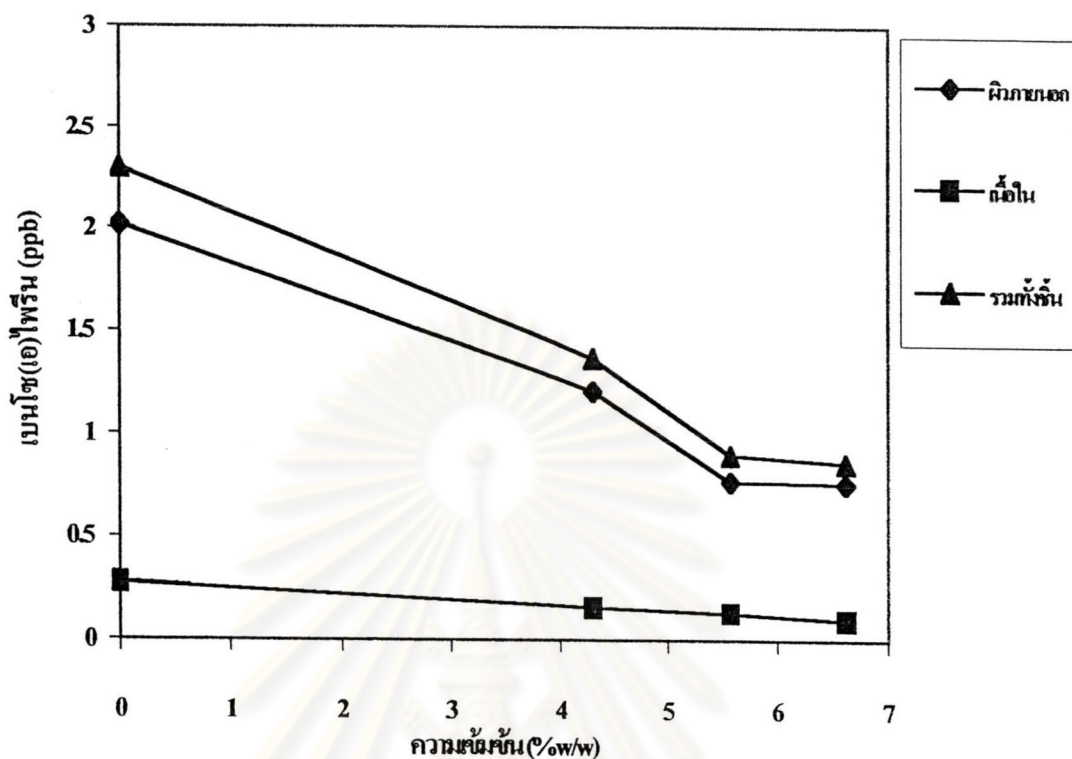
ตารางที่ 4.20 ความเข้มข้นไขมัน ความแน่นของเนื้อสัตว์ และสี ของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย MC 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

		ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
ความเข้มข้น MC (%w/w)	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ns</sup> (%โดยน้ำหนัก แห้ง)	ความแน่นของเนื้อสัตว์ (g)	สี		
				L	a* b*	
0	58.20 <sup>b</sup> ±1.27	41.10±0.75	250.90 <sup>b</sup> ±2.55	30.49 <sup>b</sup> ±0.32	+8.08 <sup>b</sup> ±0.11	+6.47 <sup>b</sup> ±0.12
4.31	61.54 <sup>a</sup> ±1.37	41.11±0.99	246.24 <sup>b</sup> ±9.70	31.49 <sup>a</sup> ±0.56	+8.41 <sup>a</sup> ±0.11	+6.81 <sup>a</sup> ±0.19
5.57	60.67 <sup>a</sup> ±1.65	41.72±0.67	251.18 <sup>ab</sup> ±10.76	31.50 <sup>a</sup> ±0.37	+8.32 <sup>a</sup> ±0.16	+6.87 <sup>a</sup> ±0.20
6.63	62.08 <sup>a</sup> ±1.30	41.06±0.66	262.77 <sup>a</sup> ±11.98	31.62 <sup>a</sup> ±0.36	+8.36 <sup>a</sup> ±0.17	+6.90 <sup>a</sup> ±0.24

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ns ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

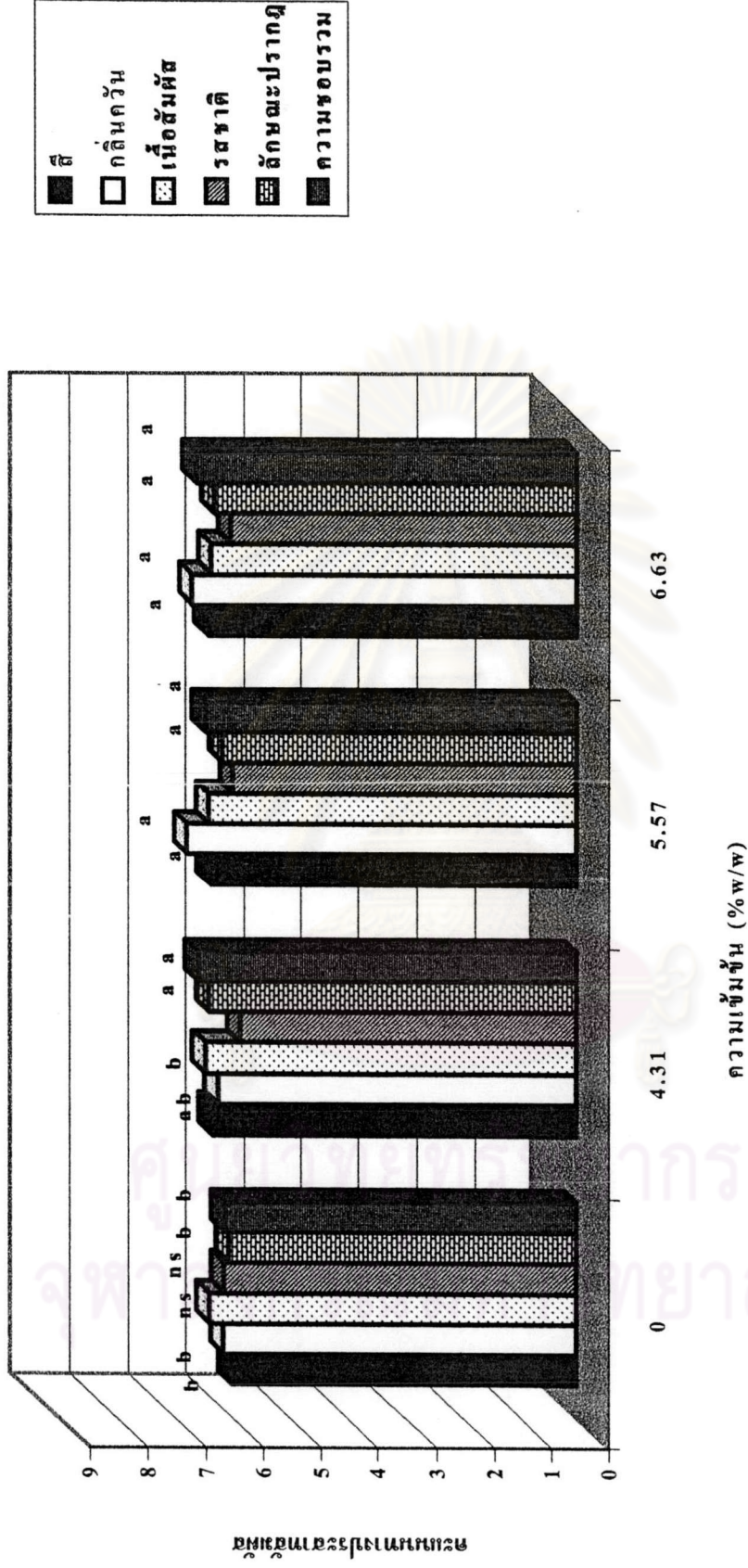
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อ ความชื้น ความแน่นของเนื้อสัตว์ ค่าความสว่าง (L) สีแดง (a\*) และสีเหลือง (b\*) ของปลารมควัน (p≤0.05) โดยปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลายมีความชื้น ความแน่นของเนื้อสัตว์ สีแดง และสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ ปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบสารละลาย



รูปที่ 4.11 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวกายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งสิ้น ของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC เข้มข้น 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวกายนอกและเนื้อในของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวลดลงเมื่อความเข้มข้น MC เพิ่มขึ้นเป็น 4.31 %w/w แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเป็น 5.57 และ 6.63%w/w เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวกายนอกและเนื้อในของปลารมควันที่วัดได้มีปริมาณที่ไม่ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 คะแนน สี กลิ่นคาว เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย MC 0, 4.31, 5.57 และ 6.63 %w/w

จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความเข้มข้น MC ต่อคะแนน สี กลิ่นคาว เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยคะแนนดังกล่าวเพิ่มขึ้นในปลารมควันที่ชุบเคลือบ



ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย MC 5.57 %w/w เป็นระดับที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากให้ลักษณะของปลารมควันที่ดี โดยคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับยอมรับได้และสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้มากที่สุด

#### 4.4.3 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC กับสมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC

##### 4.4.3.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC

นำสารละลาย HPC ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.3.3 มาแปรความเข้มข้นให้ละเอียดขึ้นเป็น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w ใช้วิธีการเตรียมสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3.3.3.1 ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์ม โดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่หุบปลา ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.21-4.22

ตารางที่ 4.21 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPC เข้มข้น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักหุบติดต่อหน่วยพื้นที่ <sup>ns</sup> (g/m <sup>2</sup> )
6.93	11401.20 <sup>a</sup> $\pm$ 382.31	863.41 $\pm$ 58.69
7.60	12107.20 <sup>b</sup> $\pm$ 623.95	876.05 $\pm$ 54.68
8.24	12973.40 <sup>c</sup> $\pm$ 417.83	888.96 $\pm$ 61.84

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ( $p \leq 0.05$ )  
ns ไม่มีนัยสำคัญ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.22 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPC เข้มข้น 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความหนาฟิล์ม <sup>ms</sup> ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
6.93	18.36 $\pm$ 1.42	59.83 <sup>c</sup> $\pm$ 4.05
7.60	18.40 $\pm$ 1.37	66.57 <sup>b</sup> $\pm$ 4.15
8.24	18.41 $\pm$ 1.39	73.25 <sup>a</sup> $\pm$ 5.06

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ( $p \leq 0.05$ )  
ns ไม่มีนัยสำคัญ( $p > 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลความเข้มข้น HPC ต่อ ค่าความหนืดปรากฏ และปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นของ HPC เพิ่มขึ้น

#### 4.4.3.2 สมบัติของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.4.3.2 วิเคราะห์ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สีวัด เป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.13 - 4.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

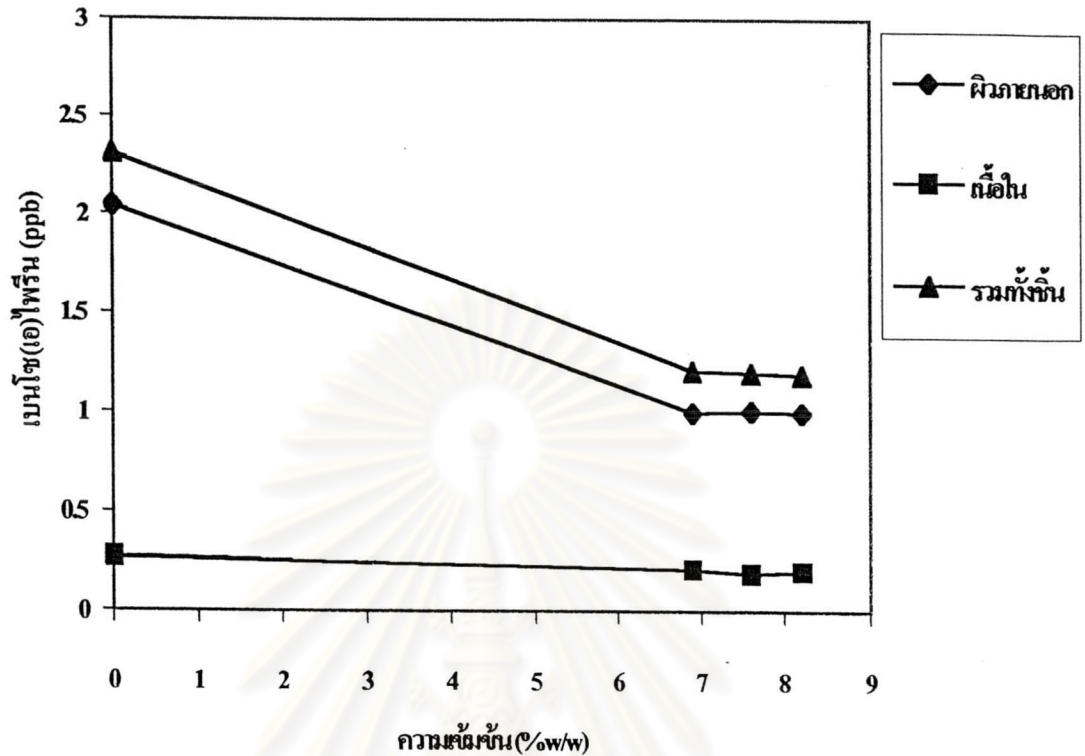
ตารางที่ 4.23 ความเข้มข้นไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลาย HPC 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
ความเข้มข้น HPC (%w/w)	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ns</sup> (%โดยน้ำหนักแห้ง)	ความแน่นของเนื้อสัมผัส (g)	L	สี a* b*
0	58.68 <sup>b</sup> $\pm$ 1.02	41.02 $\pm$ 0.69	252.52 <sup>b</sup> $\pm$ 3.25	30.60 <sup>b</sup> $\pm$ 0.27	+8.10 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10 +6.49 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10
6.93	60.19 <sup>a</sup> $\pm$ 1.19	41.09 $\pm$ 0.70	296.37 <sup>a</sup> $\pm$ 12.78	31.14 <sup>a</sup> $\pm$ 0.31	+8.39 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06 +6.70 <sup>a</sup> $\pm$ 0.16
7.60	60.39 <sup>a</sup> $\pm$ 1.13	41.23 $\pm$ 0.62	309.03 <sup>a</sup> $\pm$ 12.33	31.20 <sup>a</sup> $\pm$ 0.23	+8.47 <sup>a</sup> $\pm$ 0.13 +6.79 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09
8.24	61.16 <sup>a</sup> $\pm$ 1.39	41.19 $\pm$ 0.51	307.16 <sup>a</sup> $\pm$ 8.36	31.39 <sup>a</sup> $\pm$ 0.42	+8.37 <sup>a</sup> $\pm$ 0.11 +6.77 <sup>a</sup> $\pm$ 0.10

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

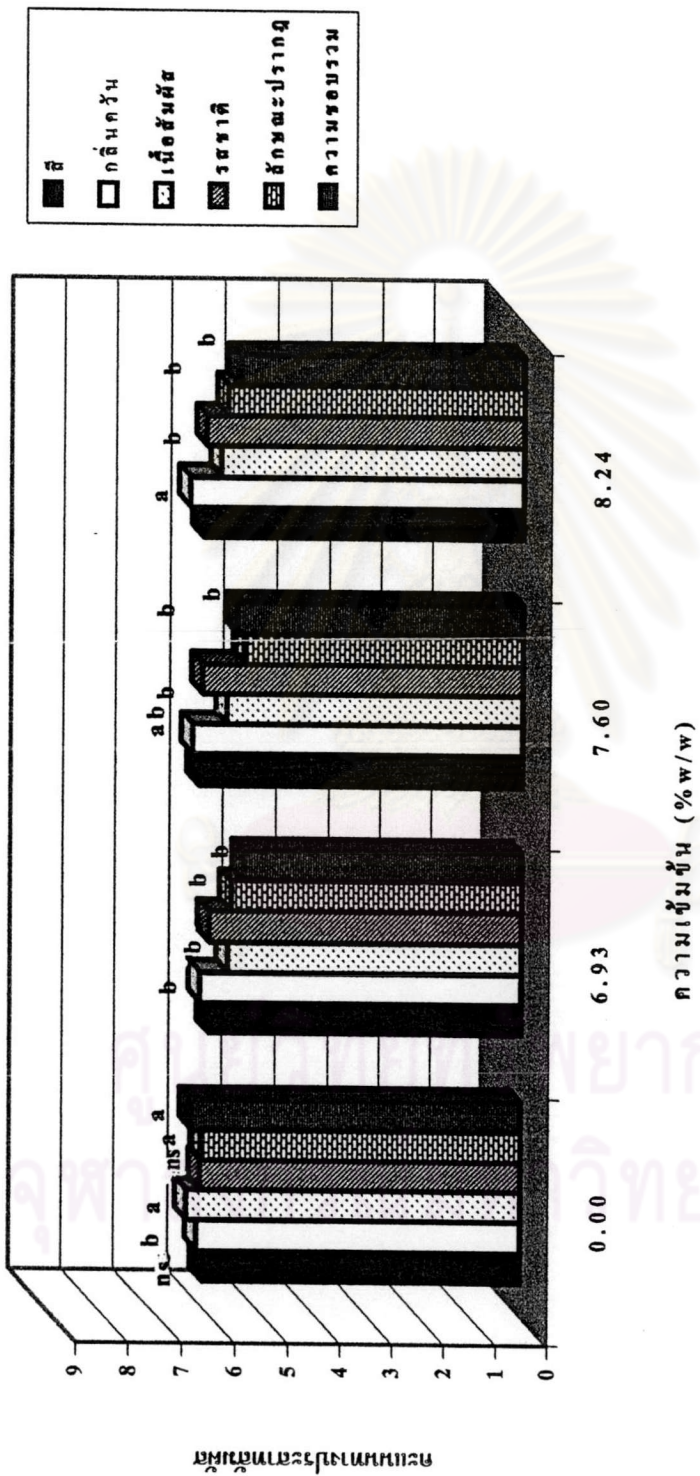
ns ไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อ ความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง (L) สีแดง (a\*) และสีเหลือง (b\*) ของปลารมควัน (p $\leq$ 0.05) โดยปลารมควันที่หุบเคลือบสารละลายมีค่า ความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง สีแดง และสีเหลือง เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่หุบเคลือบสารละลาย



รูปที่ 4.13 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อใน และ รวมทั้งสิ้นของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC เข้มข้น 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อในของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าดังกล่าวของปลารมควันที่ชุบเคลือบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบ แต่เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลายในช่วง 6.93 ถึง 8.24 %w/w เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อในของปลารมควันที่วัดได้มีปริมาณไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )



รูปที่ 4.14 คะแนน สี กัลซั่มเนื้อสัมผัส รชชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลาย HPC 0, 6.93, 7.60 และ 8.24 %w/w จากการวิเคราะห์คะแนนทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPC ต่อคะแนน สี กัลซั่มเนื้อสัมผัส รชชาติ ลักษณะปรากฏและความชอบรวมของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยคะแนนดังกล่าวลดลงในปลารมควันที่ชุบเคลือบ

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของสารละลาย HPC 6.93 %w/w เป็นระดับที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในงานทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากให้ลักษณะของปลารมควันที่ดี โดยคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับยอมรับได้และสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้มากที่สุด

#### 4.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์ชีวภาพ

##### 4.5.1 สมบัติทางกายภาพของสารละลายฟิล์มและแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ

นำสารละลาย HPMC, MC และ HPC ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากข้อ 3.4 ได้ระดับความเข้มข้นเป็น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ ใช้วิธีการเตรียมสารละลาย HPMC กับ MC เช่นเดียวกับข้อ 3.4.1.1 และ HPC เช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.1 ประเมินสมบัติทางกายภาพของสารละลาย โดยวัดค่าความหนืดและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ ประเมินสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย โดยวัดค่าความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.24 - 4.25

ตารางที่ 4.24 ความหนืดปรากฏและน้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม HPMC, MC และ HPC ความเข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ

ชนิดของสารละลาย	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ความหนืดปรากฏ (cPs)	น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่ (g/m <sup>2</sup> )
HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w	10282.61 <sup>b</sup> ±486.52	1098.88 <sup>a</sup> ±54.30
MC เข้มข้น 5.57 %w/w	4561.20 <sup>c</sup> ±49.86	1083.54 <sup>a</sup> ±45.30
HPC เข้มข้น 6.93 %w/w	11530.34 <sup>a</sup> ±628.97	876.98 <sup>b</sup> ±52.22

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ตารางที่ 4.25 ความหนาฟิล์มและปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปจากสารละลาย HPMC, MC และ HPC ความเข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ

ชนิดของสารละลาย	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ความหนาฟิล์ม <sup>ns</sup> ( $\mu\text{m}$ )	ปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลา ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w	18.41 $\pm$ 1.40	35.82 <sup>b</sup> $\pm$ 1.74
MC เข้มข้น 5.57 %w/w	18.40 $\pm$ 1.35	60.35 <sup>a</sup> $\pm$ 2.54
HPC เข้มข้น 6.93 %w/w	18.36 $\pm$ 1.44	60.77 <sup>a</sup> $\pm$ 3.60

a, b : ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ( $p \leq 0.05$ )  
ns ไม่มีนัยสำคัญ( $p > 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของ HPMC, MC และ HPC ต่อความหนืดปรากฏ น้ำหนักชุบติดต่อหน่วยพื้นที่และปริมาณพอลิเมอร์ที่ผิวปลาของแผ่นฟิล์มที่ขึ้นรูปได้ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.5.2 สมบัติของปลารมควันที่ชุบเคลือบสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพ

ปลารมควันที่ได้จากขั้นตอน 3.5.2 วิเคราะห์ความชื้น ไขมัน เบนโซ(เอ)ไพรีน สีวัดเป็นค่า L, a\*, b\* ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ คะแนนทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.15-4.16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 ความชื้น ไขมัน ความแน่นของเนื้อสัมผัส และ สี ของปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบและชุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC เพิ่มขึ้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ

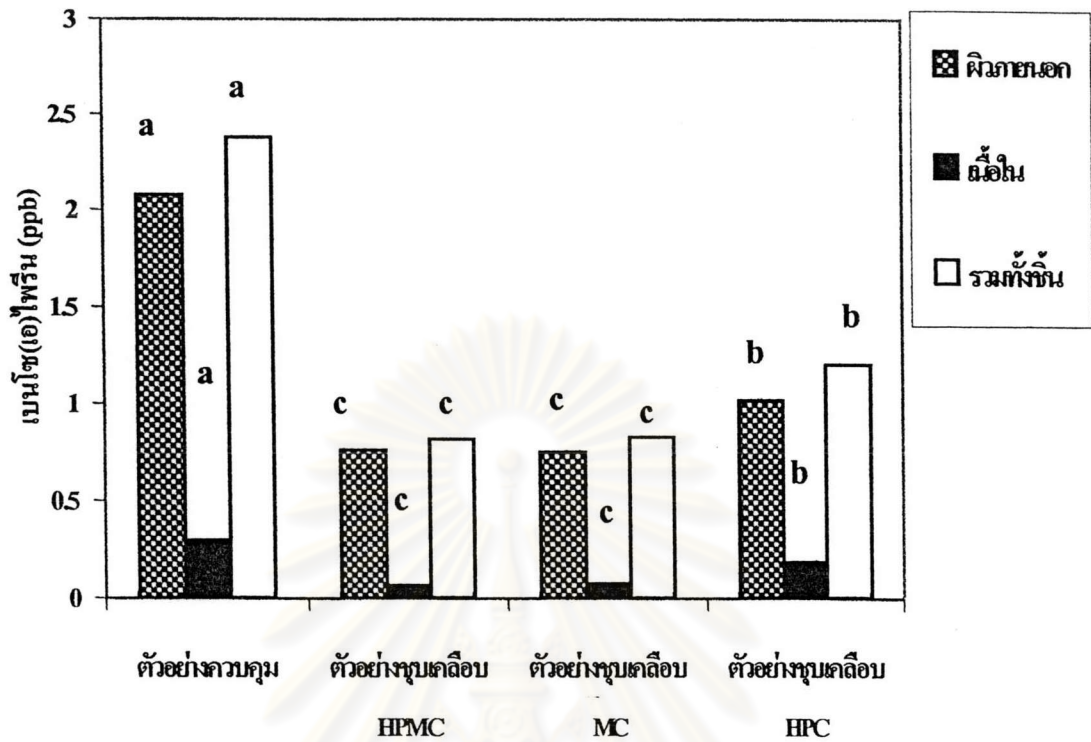
ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	ไขมัน <sup>ms</sup> (%โดยน้ำหนักแห้ง)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		สี	
			ความแน่นของเนื้อสัมผัส	L		
ตัวอย่างควบคุม	58.55 <sup>b</sup> ±1.66	41.22±0.90	249.63 <sup>c</sup> ±1.41	30.65 <sup>b</sup> ±0.23	+8.05 <sup>b</sup> ±0.11	+6.54 <sup>b</sup> ±0.10
ตัวอย่างชุบเคลือบ HPMC	61.90 <sup>a</sup> ±1.52	41.13±0.70	280.16 <sup>b</sup> ±12.08	31.86 <sup>a</sup> ±0.34	+8.40 <sup>a</sup> ±0.14	+6.78 <sup>a</sup> ±0.12
ตัวอย่างชุบเคลือบ MC	61.68 <sup>a</sup> ±1.17	40.93±0.60	273.99 <sup>b</sup> ±16.54	31.62 <sup>a</sup> ±0.53	+8.34 <sup>a</sup> ±0.18	+6.79 <sup>a</sup> ±0.19
ตัวอย่างชุบเคลือบ HPC	60.46 <sup>a</sup> ±1.16	41.08±0.53	301.90 <sup>a</sup> ±10.74	31.50 <sup>a</sup> ±0.40	+8.53 <sup>a</sup> ±0.12	+6.81 <sup>a</sup> ±0.13

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05)

ms ไม่มีนัยสำคัญ(p>0.05)

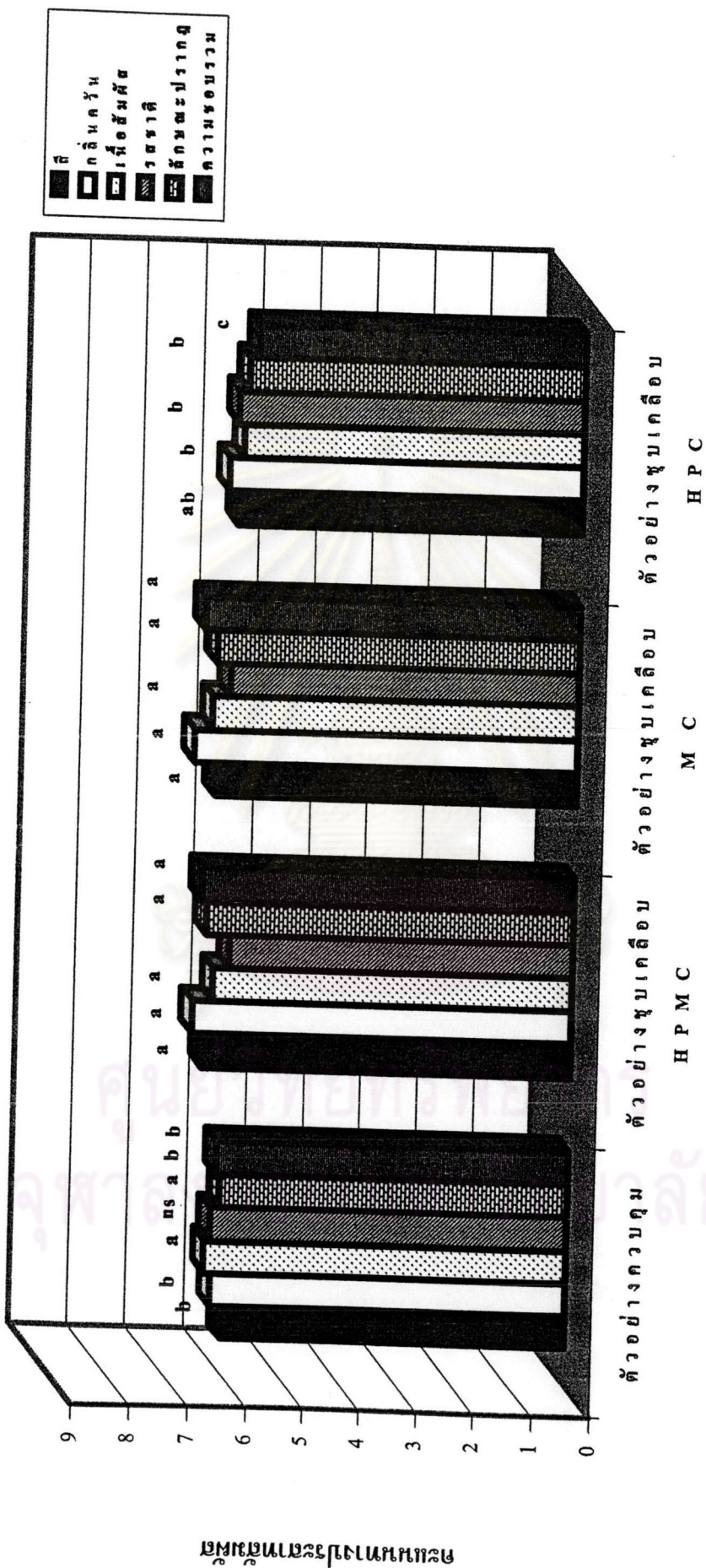
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลของความเข้มข้น HPMC, MC และ HPC ต่อ ค่าความชื้น ความแน่นของเนื้อสัมผัส ความสว่าง (L) สีแดง (a\*) และสีเหลือง (b\*) ของปลารมควัน (p≤0.05) โดยปลารมควันที่ชุบเคลือบ มีค่าดังกล่าวสูงกว่าปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบสารละลาย





รูปที่ 4.15 เบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอก เนื้อในและรวมทั้งชิ้นของปลารมควันที่ไม่ซุบเคลือบและซุบเคลือบสารละลาย HPMC, MC และ HPC ความเข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลความเข้มข้นของ HPMC, MC และ HPC ต่อปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนที่ผิวภายนอกและเนื้อในของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยปลารมควันที่ซุบเคลือบสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ซุบเคลือบ และตัวอย่างที่ซุบเคลือบ HPC มีประสิทธิภาพดีกว่าตัวอย่างที่เคลือบ HPMC และ MC ในด้านการป้องกันการดูดกลืนสารเบนโซ(เอ)ไพรีน



รูปที่ 4.16 คะแนนสี กัลัณคัวัน นัเออซัมพัต รสขาคั สัถษณะปรากถและควมรชอบรววมของปลารวมควันทึนัซุบเคลือบและซุบเคลือบสตรละถาย HPMC, MC และ HPC เข้มข้น 3.26, 5.57 และ 6.93 %w/w ตามลำดับ

ข้อมูลและแปลผล

จากการวิเคราะห์คะแนนทางประสาทสัมผัส พบอิทธิพลของ HPMC และ MC ต่อคะแนน สี กลิ่นคาวน้ำ เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของปลารมควัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยปลารมควันที่ชุบเคลือบ HPMC และ MC มีคะแนนดังกล่าวเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลารมควันที่ไม่ชุบเคลือบสารละลาย พบอิทธิพลของพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 3 ชนิดต่อคะแนนทุกด้านของปลารมควันที่ชุบเคลือบและไม่ชุบเคลือบสารละลาย ( $p \leq 0.05$ ) โดยปลารมควันที่ชุบเคลือบ HPMC และ MC มีคะแนนทุกด้านเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปลารมควันที่ชุบเคลือบ HPC มีคะแนนลดลงแต่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือก HPMC เข้มข้น 3.26 %w/w เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่ดีที่สุดสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากสามารถลดปริมาณเบนโซ(เอ)ไพรีนได้สูงที่สุดใกล้เคียงกับ MC แต่มากกว่า HPC และมีคะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดี



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย