บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 <u>วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ</u>

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม สมบัติที่วิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน, ปริมาณไขมัน, ปริมาณความชื้น, ปริมาณเถ้า และปริมาณเกลือ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
ร้อยละของความชื้น	91.05 ± 1.41	89.50 ± 0.93
ร้อยละของปริมาณโปรตีน (Nx6.25)	6.54 ± 0.40	8.32 ± 0.52
ร้อยละของปริมาณไขมัน	0.41 ± 0.03	0.57 ± 0.02
ร้อยละของปริมาณเถ้า	1.53 ± 0.05	1.24 ± 0.04
ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต	0.47 ± 0.04	0.37 ± 0.02
ร้อยละของปริมาณเกลือ (น้ำหนักต่อปริมาตร)	0.94 ± 0.08	0.82 ± 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 <u>ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าด้วยเอนไซม์</u>

4.2.1 ปริมาณเอนไซม์และอุณหภูมิในการย่อยสลาย

ปรับ pH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าแต่ละพันธุ์จาก 6.0 เป็น 6.5 จากนั้นย่อยสลายโปรตีนด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลการวิเคราะห์ค่า DH แสดงดังตารางที่ 4.2 - 4.3 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า DH กับปริมาณเอนไซม์ มีดังรูปที่ 4.1- 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ปริมาณสารละลายเอนไซม์ Neutrtase ® (%)	อุณหภูมิ (°C)	DH (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
0.5	45	$70.77^{f} \pm 0.04$	$72.12^{i} \pm 0.02$
	50	$71.83^{e} \pm 0.03$	$73.25^{h} \pm 0.08$
	55	$74.50^{d} \pm 0.13$	$74.94^{f} \pm 0.17$
	60	$68.10^{g} \pm 0.50$	$70.22^{k} \pm 0.09$
1.0	45	$72.66^{e} \pm 0.06$	$74.30^{g} \pm 0.01$
	50	$74.49^{d} \pm 0.07$	$75.56^{e} \pm 0.03$
	55	$77.04^{a} \pm 0.03$	$78.24^{b} \pm 0.34$
	60	$70.53^{f} \pm 0.66$	$71.70^{j} \pm 0.13$
1.5	45	$74.23^{d} \pm 0.06$	$75.10^{f} \pm 0.04$
	50	$76.21^{b} \pm 0.13$	$76.77^{d} \pm 0.12$
	55	$77.32^{a} \pm 0.12$	$79.34^{a} \pm 0.08$
	60	$72.19^{e} \pm 0.01$	$73.51^{h} \pm 0.17$
2.0	45	$75.26^{c} \pm 0.09$	$76.08^{d} \pm 0.11$
	50	$76.24^{b} \pm 0.20$	$78.17^{b} \pm 0.05$
	55	$77.31^{a} \pm 0.40$	$79.36^{a} \pm 0.23$
	60	$73.38^{d} \pm 0.17$	$74.30^{g} \pm 0.01$
2.5	45	$75.28^{c} \pm 0.25$	$77.09^{c} \pm 0.05$
	50	$76.43^{b} \pm 0.07$	$78.15^{b} \pm 0.03$
	55	$77.33^{a} \pm 0.13$	$79.36^{a} \pm 0.10$
	60	$73.88^{d} \pm 0.04$	$76.11^{d} \pm 0.14$

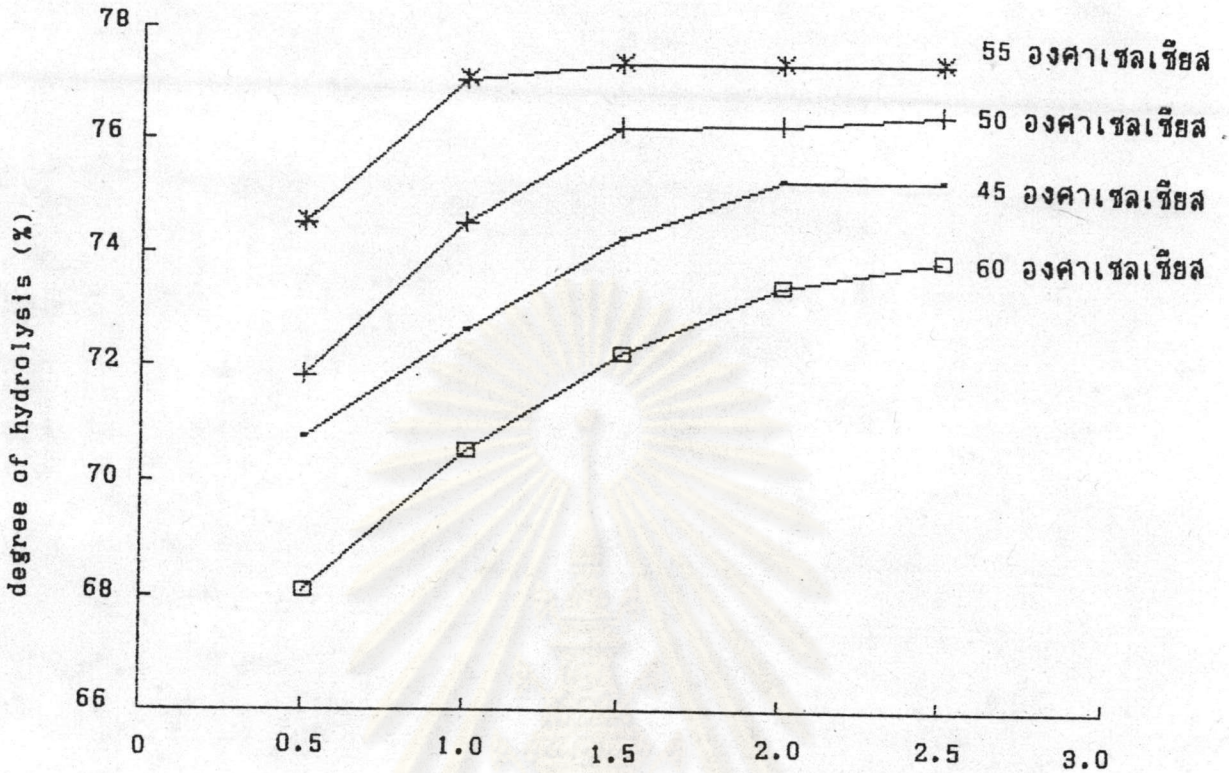
a, b, c, d,..... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

SOV	d.f.	MS	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
ปริมาณสารละลายเอนไซม์ Neutrase®(A)	4	27.305*	31.219*
อุณหภูมิ (B)	3	44.770*	45.980*
AB	12	0.771*	0.690*
error	20	0.071	0.017

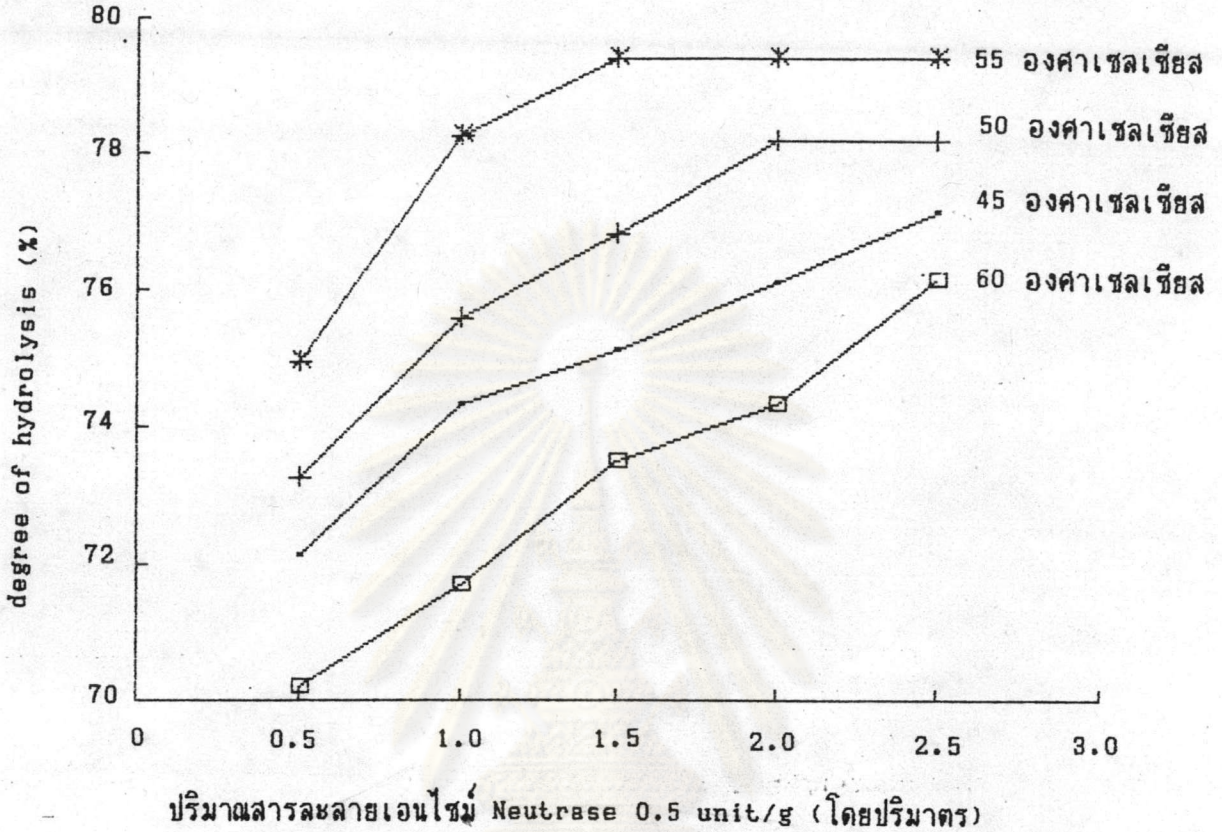
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 อัตราการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 อัตราการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า การใช้สารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตร ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้มีค่า DH สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จึงเลือกตัวอย่างดังกล่าวสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.2.2 ค่า pH และเวลาในการย่อยสลาย

ปรับ pH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าแต่ละพันธุ์จาก 6.0 เป็น 5.5, 6.5 และ 7.5 ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าทั้งสองชนิดด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 นาที ผลการวิเคราะห์ค่า DH แสดงดังตารางที่ 4.4-4.5 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแสดงดังตารางที่ 4.8 - 4.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม pH 5.5, 6.5 และ 7.5 ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 นาที

pH	เวลา (นาที)	DH (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
5.5	10	49.21 ± 1.43	54.49 ± 0.36
	20	57.01 ± 0.10	62.41 ± 0.43
6.5	10	48.93 ± 1.21	53.49 ± 0.56
	20	56.12 ± 0.71	61.46 ± 0.09
7.5	10	50.68 ± 0.63	55.49 ± 0.58
	20	59.01 ± 0.95	63.15 ± 0.07

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม pH 5.5, 6.5 และ 7.5 ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 นาที

SOV	d.f.	MS.	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
pH (A)	2	5.186*	3.937*
เวลา (B)	1	181.277*	180.883*
AB	2	0.322	1.953
error	6	0.888	0.195

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่าง pH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าแต่ละชนิดกับเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายมีผลต่อค่า DH อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แต่ pH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าทั้งสองชนิด และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย มีผลต่อค่า DH อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้งสองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ผลของ pH ต่อค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตรตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

pH	DH (%)	
	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
5.5	$53.11^{b} \pm 4.57$	$58.45^{b} \pm 4.58$
6.5	$52.52^{b} \pm 4.23$	$57.47^{c} \pm 4.62$
7.5	$54.84^{a} \pm 4.85$	$59.32^{a} \pm 4.43$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ผลของเวลาในการย่อยสลายต่อค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตรตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

เวลา (นาที)	DH (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
10	$49.60^{b} \pm 1.21$	$54.48^{b} \pm 0.99$
20	$57.37^{a} \pm 1.42$	$62.34^{a} \pm 0.78$

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม pH 5.5, 6.5 และ 7.5 ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 นาที

pH	เวลา (นาที)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
5.5	10	$6.78^{b} \pm 0.91$	$6.58^{b} \pm 0.75$
	20	$6.03^{c} \pm 0.57$	$5.98^{b} \pm 0.86$
6.5	10	$7.57^{a} \pm 0.36$	$7.58^{a} \pm 0.64$
	20	$6.00^{c} \pm 0.61$	$5.91^{b} \pm 0.78$
7.5	10	$6.80^{b} \pm 0.71$	$6.57^{b} \pm 0.80$
	20	$6.27^{bc} \pm 0.62$	$6.35^{b} \pm 0.57$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม pH 5.5, 6.5 และ 7.5 ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0 และ 1.5 % โดยปริมาตรตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 นาที

SOV	d.f.	MS.	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
pH (A)	2	0.765	1.110
เวลา (B)	1	13.538*	10.458*
AB	2	1.482*	2.817*
panelist	9	0.482	0.681
error	45	0.421	0.520

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า pH 7.5 เป็น pH ที่ดีที่สุดสำหรับการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) และเมื่อเวลาในการย่อยสลายเพิ่มขึ้นค่า DH ของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น แต่จากคะแนนการทดสอบทางประสาทด้านกลิ่น น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม pH 6.5 ที่ย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) โดยใช้เวลา 10 นาที มีคะแนนกลิ่นสูงสุด ($p \leq 0.05$) จึงเลือกผลิตภัณฑ์จากภาวะที่ให้กลิ่นดีที่สุดดังกล่าวสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าด้วยกรดเกลือ

4.3.1 ปริมาณกรดเกลือและอุณหภูมิในการย่อยสลาย

ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าแต่ละพันธุ์ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ค่า DH แสดงดังตารางที่ 4.10-4.11 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า DH กับปริมาณกรดเกลือ มีดังรูปที่ 4.3-4.4

ตารางที่ 4.10 ค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ปริมาณกรดเกลือ 6 M. (%โดยปริมาตร)	อุณหภูมิ (°C)	DH (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
5	50	$19.16^{g} \pm 0.16$	$21.23^{g} \pm 0.04$
	60	$26.72^{e} \pm 0.42$	$28.44^{e} \pm 0.01$
10	50	$23.66^{f} \pm 0.10$	$26.36^{f} \pm 0.16$
	60	$32.70^{b} \pm 0.28$	$35.11^{b} \pm 0.21$
15	50	$28.41^{d} \pm 0.30$	$30.76^{d} \pm 0.43$
	60	$40.29^{a} \pm 0.12$	$43.40^{a} \pm 0.38$
20	50	$30.30^{c} \pm 0.06$	$32.05^{c} \pm 0.72$
	60	$40.26^{a} \pm 0.11$	$43.43^{a} \pm 0.21$
25	50	$30.67^{c} \pm 0.23$	$32.10^{c} \pm 0.13$
	60	$40.25^{a} \pm 0.41$	$43.46^{a} \pm 0.71$

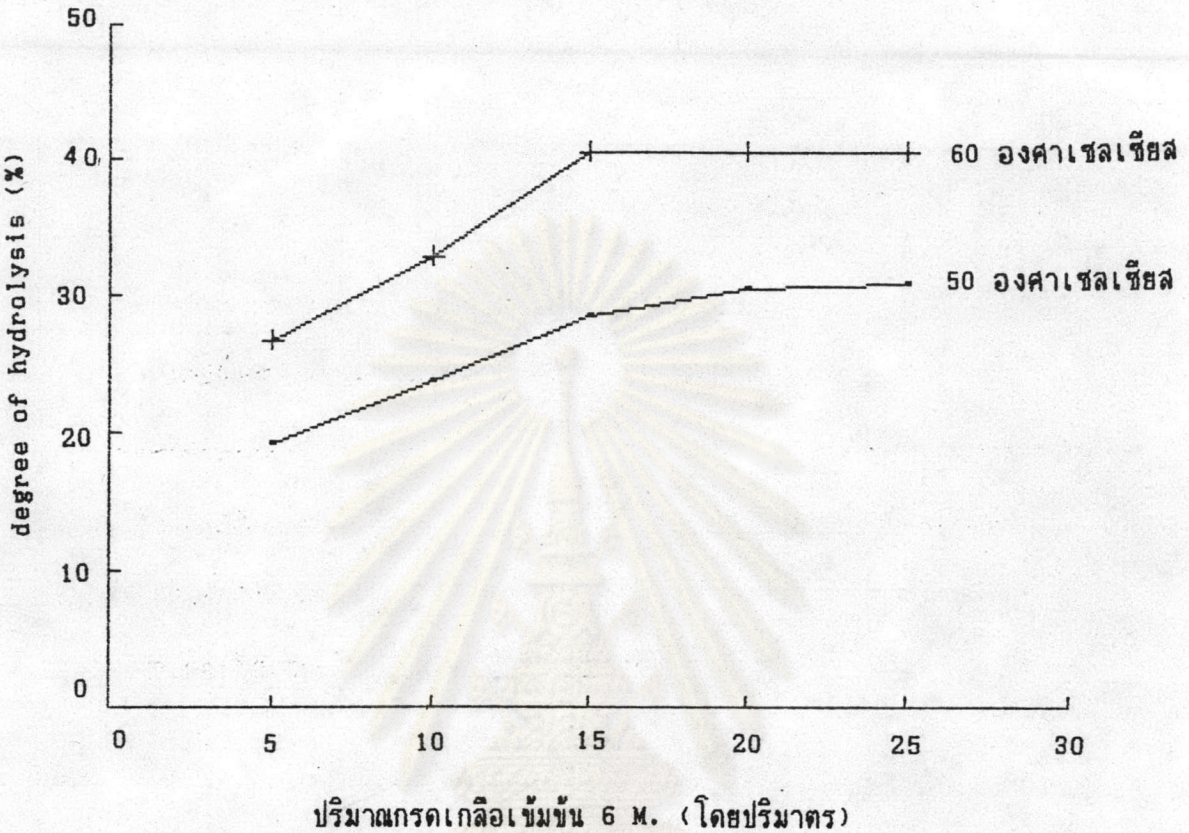
a, b, c, d,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

SOV	d.f.	MS.	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
ปริมาณกรดเกลือเข้มข้น 6 M. (A)	4	115.768*	102.694*
อุณหภูมิ (B)	1	371.121*	471.352*
AB	4	2.259*	2.661*
error	10	0.057	0.085

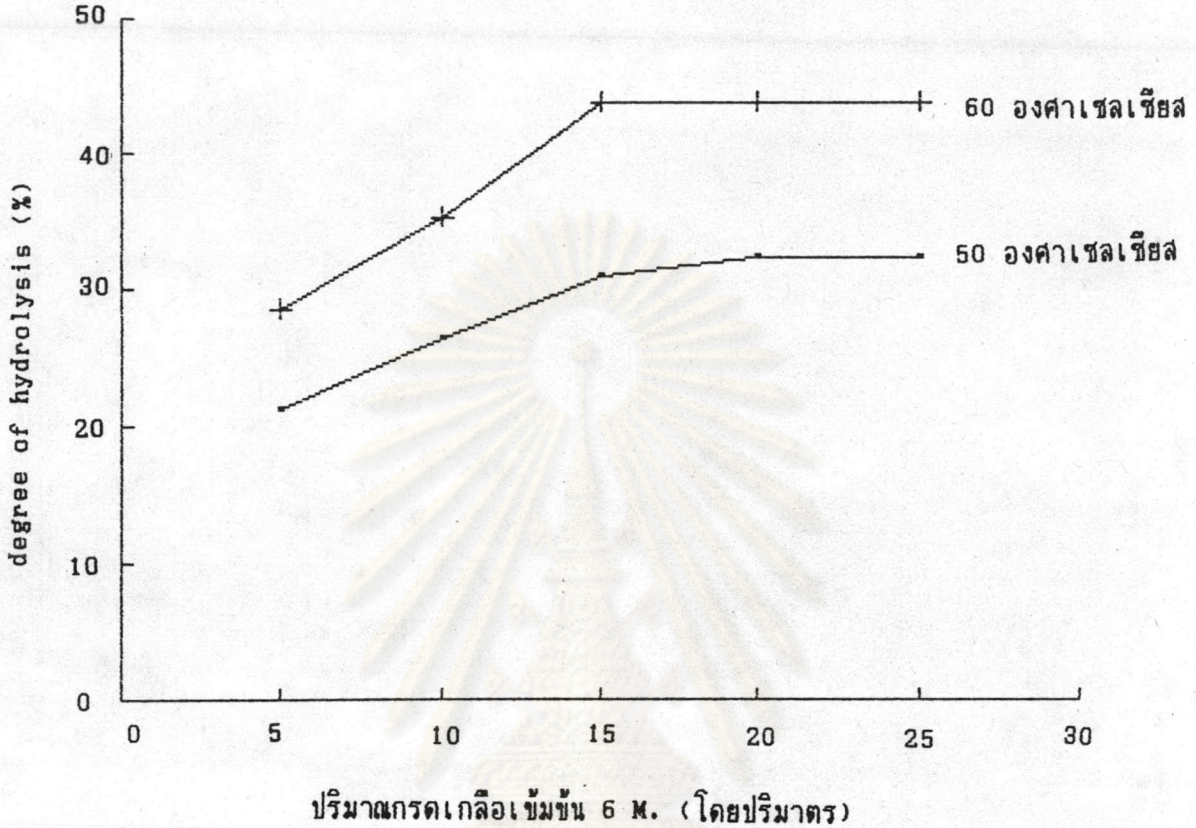
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 อัตราการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 อัตราการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ พบว่า เมื่อใช้กรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้มีค่า DH สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จึงเลือกตัวอย่างดังกล่าวสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.3.2 เวลาในการย่อยสลาย

ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ค่า DH แสดงดังตารางที่ 4.12-4.13 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแสดงดังตารางที่ 4.14-4.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	DH (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
1	$12.56^{f} \pm 0.57$	$13.82^{f} \pm 0.93$
2	$21.50^{e} \pm 0.26$	$25.07^{e} \pm 0.09$
3	$32.50^{d} \pm 0.66$	$38.53^{d} \pm 0.20$
4	$40.20^{c} \pm 0.06$	$45.77^{c} \pm 1.01$
5	$49.68^{b} \pm 0.42$	$50.69^{b} \pm 0.88$
6	$58.41^{a} \pm 0.29$	$59.55^{a} \pm 0.09$

a, b, c, d,.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า DH ของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง

Source	d.f.	MS.	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
treatment	5	591.406*	573.195*
error	6	0.180	0.455

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
1	$6.34^{a} \pm 0.77$	$6.00^{c} \pm 0.94$
2	$7.70^{b} \pm 0.76$	$6.99^{b} \pm 0.84$
3	$8.79^{a} \pm 0.52$	$8.18^{a} \pm 0.72$
4	$7.24^{bc} \pm 1.19$	$6.27^{bc} \pm 0.78$
5	$6.79^{c} \pm 0.66$	$5.90^{c} \pm 0.82$
6	$5.39^{d} \pm 0.66$	$5.05^{d} \pm 1.22$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ปริมาณ 15 % โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง

Source	d.f.	MS.	
		น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม
treatment	5	13.652*	11.543*
block	9	0.702	1.731
error	45	0.606	0.635

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จะเห็นว่าเมื่อเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นค่า DH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่จากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส น้ำนึ่งปลาทูน่าทั้งสองชนิดที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีคะแนนกลิ่นสูงสุด ($p \leq 0.05$) จึงเลือกผลิตภัณฑ์จากภาวะที่ให้กลิ่นดีที่สุดดังกล่าวสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.4 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซท

4.4.1 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์

ปรับปรุงกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผลิตตามภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.2.2 ให้ดีขึ้นด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระหว่างการดูดซับและแปรเวลาในการดูดซับเป็น 30 และ 60 นาที ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแสดงดังตารางที่ 4.16 - 4.17

ตารางที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) แล้วปรับปรุงกลิ่นรสด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที

ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท	ปริมาณ activated carbon powder (% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	เวลา (นาที)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	0.01	30	6.55 ± 1.20
		60	6.30 ± 1.12
	0.02	30	6.09 ± 1.42
		60	5.93 ± 1.91
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม	0.01	30	6.93 ± 0.87
		60	6.34 ± 1.23
	0.02	30	7.93 ± 1.19
		60	6.46 ± 1.28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) แล้วปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที

SOV	d.f.	MS.
ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท (A)	1	9.730*
ปริมาณ activated carbon powder (B)	1	0.104
เวลา (C)	1	7.625*
AB	1	4.753*
AC	1	3.403
BC	1	0.781
ABC	1	1.176
panelist	9	6.829*
error	63	0.983

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท เวลาที่ใช้ในการปรับปรุงกลิ่น และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทกับปริมาณ activated carbon powder ที่ใช้ มีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่อิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย มีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) จึงเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของอิทธิพลร่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระหว่างชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทกับปริมาณ activated carbon powder ที่ใช้และเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงกลิ่นด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.18 และ 4.19 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.18 ผลของชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท และปริมาณ activated carbon powder ต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท	ปริมาณ activated carbon powder (% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	0.01	$6.43^{bc} \pm 0.18$
	0.02	$6.01^{b} \pm 0.11$
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม	0.01	$6.64^{c} \pm 0.42$
	0.02	$7.20^{a} \pm 1.03$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทกับปริมาณ activated carbon พบว่า โปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมที่ผ่านการปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด ($p \leq 0.05$) และเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงกลิ่นดีที่สุดคือ 30 นาที จึงเลือกตัวอย่างดังกล่าวสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.19 ผลของเวลาต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

เวลา (นาที)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
30	6.88^{a} ± 0.78
60	6.26^{b} ± 0.23

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.4.2 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายด้วยกรดเกลือ

ปรับปรุงกลิ่นรสของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผลิตตามภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.3.2 ให้ดีขึ้นด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแสดงดังตารางที่ 4.20-4.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวม ที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือแล้วปรับปรุงกลิ่นรสด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที

ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท	ปริมาณ activated carbon powder (% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	เวลา (นาที)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	0.01	30	6.32 ± 1.43
		60	6.12 ± 1.36
	0.02	30	6.88 ± 2.53
		60	6.05 ± 1.92
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม	0.01	30	6.96 ± 1.16
		60	6.83 ± 1.96
	0.02	30	6.72 ± 1.92
		60	8.34 ± 1.38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack และพันธุ์รวมที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดเกลือแล้วปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon powder ปริมาณ 0.01 และ 0.02 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 60 นาที

SOV	d.f.	MS.
ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท (A)	1	15.137*
ปริมาณ activated carbon powder (B)	1	3.870
เวลา (C)	1	0.263
AB	1	0.761
AC	1	7.938
BC	1	1.561
ABC	1	7.070
panelist	1	10.417*
error	63	2.059

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ activated carbon powder เวลาที่ใช้ในการปรับปรุงกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเซท และอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย มีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แต่ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทมีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 ผลของชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซทต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

ชนิดของโปรตีนไฮโดรไลเซท	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack	6.34[b] ± 0.38
น้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวม	7.21[a] ± 0.76

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

โปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมที่ผ่านการปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon มีคะแนนกลิ่นสูงกว่าตัวอย่างจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ skipjack อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จึงเลือกตัวอย่างจากน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมและเพื่อประหยัดปริมาณ activated carbon powder และเวลาที่ใช้ในการปรับปรุงกลิ่น จึงใช้ activated carbon powder ปริมาณ 0.01 % โดยปริมาตร และเวลา 30 นาที สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.5 การทำโปรตีนไฮโดรไลเซทให้เข้มข้น

เตรียมตัวอย่างโปรตีนไฮโดรไลเซทตามภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.4.1 และ 4.4.2 ระเหยน้ำด้วยเครื่อง vacuum rotary evaporator แปรอุณหภูมิเป็น 50 และ 60 องศาเซลเซียส ใช้ความเร็ว 240 รอบต่อนาที จนผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเข้มข้น 65° Brix ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเปรียบเทียบกับ Skipjack Extract® ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.23-4.24

ตารางที่ 4.23 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ Skipjack Extract ® และโปรตีนไฮโดรไลเซท เข้มข้น 65° Brix จากการระเหยน้ำด้วยเครื่อง vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ความเร็ว 240 รอบต่อนาที

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)	คะแนนเฉลี่ย** ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Skipjack Extract ®	-	8.01 ± 0.67
1	50	8.30 ± 1.27
	60	8.38 ± 0.90
2	50	8.15 ± 0.87
	60	8.22 ± 0.99

ตัวอย่างที่ 1 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ตามภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.2.2 และผ่านการปรับปรุงกลิ่นตามข้อ 4.4.1

ตัวอย่างที่ 2 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ตามภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.3.2 และผ่านการปรับปรุงกลิ่นตามข้อ 4.4.2

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของ Skipjack Extract ® และโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้น 65° Brix จากการระเหยน้ำด้วยเครื่อง vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ความเร็ว 240 รอบต่อนาที

source	d.f.	MS.
treatment	4	0.99
block	9	0.53
error	36	0.563

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า กลิ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่างแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากการทำให้เข้มข้นที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเพียง 30 นาที ขณะที่การทำให้เข้มข้นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาถึง 60 นาที ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการทำโปรตีนไฮโดรไลเซททั้งสองชนิดให้เข้มข้น

4.6 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นเปรียบเทียบกับ Skipjack Extract ®

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้น ที่ผลิตตามภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.5 เปรียบเทียบกับ Skipjack Extract ® สมบัติที่วิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าทั้งหมด และปริมาณเกลือ (ตามวิธีในข้อ 4.1) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับ Skipjack Extract ®

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	Skipjack Extract ®
ร้อยละของความชื้น	32.10 ± 0.64	32.36 ± 0.52	29.55 ± 0.83
ร้อยละของปริมาณโปรตีน (Nx6.25)	53.50 ± 0.19	51.95 ± 0.25	54.21 ± 0.72
ร้อยละของปริมาณไขมัน	3.67 ± 0.03	3.88 ± 0.04	4.18 ± 0.11
ร้อยละของปริมาณเถ้า	9.11 ± 0.04	11.36 ± 0.30	9.95 ± 0.20
ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต	1.62 ± 0.05	0.45 ± 0.04	2.11 ± 0.07
ร้อยละของปริมาณเกลือ (โดยน้ำหนัก)	3.26 ± 0.07	10.32 ± 0.13	4.41 ± 0.22

ตัวอย่างที่ 1 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase ® (0.5 unit/g) ตามภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.2.2 ผ่านการปรับปรุงกลิ่นตามข้อ 4.4.1 และทำให้เข้มข้นตามข้อ 4.5

ตัวอย่างที่ 2 โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 M. ตามภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.3.2 ผ่านการปรับปรุงกลิ่นตามข้อ 4.4.2 และทำให้เข้มข้นตามข้อ 4.5

4.7 การใช้ประโยชน์โปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นที่ผลิตได้

4.7.1 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร

ผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นตามภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 4.5 นำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าในปริมาณ 0, 1.5, 2.5, และ 3.5 % โดยน้ำหนัก ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติ แสดงดังตารางที่ 4.26-4.27

ตารางที่ 4.26 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าซึ่งเติมโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าด้วยเอนไซม์และกรดเกลือ ปริมาณ 0, 1.5, 2.5, และ 3.5 % โดยน้ำหนัก

ปริมาณสารปรุงแต่งกลิ่นรสปลาทูน่า (% โดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	โปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยด้วยเอนไซม์	โปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยด้วยกรดเกลือ
0	$5.25^{c} \pm 0.44$	$5.45^{c} \pm 0.51$
1.5	$6.35^{b} \pm 0.67$	$7.95^{a} \pm 0.69$
2.5	$7.45^{a} \pm 0.68$	$6.45^{b} \pm 0.76$
3.5	$7.60^{a} \pm 0.68$	$6.36^{b} \pm 0.49$

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าซึ่งเติมโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าด้วยเอนไซม์และกรดเกลือ ปริมาณ 0, 1.5, 2.5, และ 3.5 % โดยน้ำหนัก

source	d.f.	MS.	
		โปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยด้วยเอนไซม์	โปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยด้วยกรดเกลือ
treatment	3	23.946*	21.467*
blocks	19	0.981	0.411
error	57	0.200	0.379

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เติมโปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ปริมาณ 2.5 และ 3.5 % โดยน้ำหนัก มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดและแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) จึงเลือกปริมาณ 2.5 % สำหรับการทดลองขั้นต่อไป ส่วนตัวอย่างที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซทจากการย่อยสลายด้วยกรดเกลือเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสนั้นปริมาณที่เหมาะสมคือ 1.5 % เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติดีที่สุดจึงเลือกตัวอย่างนี้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.7.2 เปรียบเทียบคุณภาพโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นที่ผลิตได้กับ Skipjack Extract ®

นำ Skipjack Extract ® มาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าในปริมาณ 2.5 % โดยน้ำหนัก และเตรียมผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เลือกได้จากข้อ 4.7.1 แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่ได้เติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสปลาทูน่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติ แสดงดังตารางที่ 4.28-4.29

ตารางที่ 4.28 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เติม Skipjack Extract ® ปริมาณ 2.5 % และเติมโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์และกรดเกลือ ปริมาณ 2.5 และ 1.5 % ตามลำดับ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ไม่เติมสารปรุงแต่งกลิ่นรส	5.65^{c} ± 0.51
1	7.45^{a} ± 0.77
2	7.65^{a} ± 0.78
3	6.45^{b} ± 0.76

a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตัวอย่าง 1 ผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เติม Skipjack Extract ® ปริมาณ 2.5 % โดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง 2 ผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เติมโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ปริมาณ 2.5 % โดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง 3 ผลิตภัณฑ์แซนด์วิชปลาทูน่าที่เติมโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นจากการย่อยสลายด้วยกรดเกลือ ปริมาณ 1.5 % โดยน้ำหนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์แชนด์วิชปลาทูน่าที่เติม Skipjack Extract ® ปริมาณ 2.5 % และเติมโปรตีนไฮโดรไลเซทเข้มข้นที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ และกรดเกลือ ปริมาณ 2.5 และ 1.5 % ตามลำดับ

source	d.f.	MS.
treatment	3	18.333*
blocks	19	1.279
error	57	0.237

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า การเติมโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนึ่งปลาทูน่าเอนไซม์ และ Skipjack Extract ® ปริมาณ 2.5 % โดยน้ำหนัก ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย