

R17



ผลของเอนไซม์บรอมีเลนต่อการย่อยสลายโปรตีนในการ
ผลิตซอสหอยนางรม

Effect of Bromelain on Protein Hydrolysis in Production of Oyster
Sauce

เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 5/2538
สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง

TECHNICALPAPER NO. 5/1995
FISHERY TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT INSTITUTE
DEPARTMENT OF FISHERIES.



**ผลของเอนไซม์บรอมีเลนต่อการย่อยสลายโปรตีนในการ
ผลิตซอสหอยนางรม**

**Effect of Bromelain on Protein Hydrolysis in Production of Oyster
Sauce**

เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 5/2538
สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง

TECHNICALPAPER NO. 5/1995
FISHERY TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT INSTITUTE
DEPARTMENT OF FISHERIES.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลและการวิจารณ์ผล	10
สรุปผลการทดลอง	19
ข้อเสนอแนะ	20
คำขอขอบคุณ	20
เอกสารอ้างอิง	21

ผลของเอนไซม์บรอมีเลนต่อการย่อยสลายโปรตีนในการผลิตซอสหอยนางรม
Effect of Bromelain on Protein Hydrolysis in Production of Oyster Sauce

สุนีย์ วิจารณ์กรกิจ

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

SUNEE VICHANNIKORNKICH

FISHERIES TECHNOLOGICAL

DEVELOPMENT DIVISION

บทคัดย่อ

ได้ทำการสุ่มตัวอย่างซอสหอยนางรม จากห้างสรรพสินค้าในกรุงเทพฯ จำนวน 7 ตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส, ปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, โซเดียมคลอไรด์, ความเป็นกรด-ด่าง และความหนืด พบว่าปริมาณโปรตีน โซเดียมคลอไรด์ และ pH ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพ ด้านกลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ประเภทซอสปรุงรส มีความแตกต่างกันมาก ตัวอย่างที่ผู้ตรวจสอบยอมรับสูงสุดนั้น จะมีโปรตีน $3.18 \pm 0.0\%$ โซเดียมคลอไรด์ $11.84 \pm 4.54\%$ และความเป็นกรด-ด่าง $4.82 \pm 0.33\%$ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดคุณภาพของซอสหอยนางรมในการทดลองครั้งนี้

นำเนื้อหอยนางรมสดมาบดแล้วผสมกับเอนไซม์บรอมีเลน ปริมาณต่าง ๆ คือ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7% (โดยน้ำหนัก) เกลือ 20% โดยน้ำหนัก เก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 วัน พบว่า น้ำหอยสกัดที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน (0.1-0.7%) มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันคือ 6.17-6.45% (ที่อุณหภูมิห้อง) และ 6.52-7.38% (ที่อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$) แต่จะแตกต่างจากน้ำหอยสกัดที่ไม่ใส่เอนไซม์ (0%) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า ทั้งที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ จากคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น และรสชาติ พบว่า ซอสหอยนางรม ที่ย่อยสลายด้วยบรอมีเลน 0.1% เก็บที่อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และซอสหอยนางรมที่ย่อยด้วยบรอมีเลน 0.1% เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น และรสชาติไม่ต่างกัน และไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม ที่จำหน่ายในท้องตลาด เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนจึงควรใช้เอนไซม์บรอมีเลน 0.1% ที่อุณหภูมิห้อง ในการผลิตซอสหอยนางรม

Abstract

Seven samples of commercial oyster sauce were randomly sampled from a supermarket in Bangkok. The sensory evaluation and chemical analysis of moisture, protein, fat, sodium chloride and pH were done. It was found that protein, NaCl and pH which was important for the quality of oyster sauce were wide difference. And the most acceptable oyster sauce contained $3.18 \pm 0.0\%$ protein, $11.84 \pm 4.45\%$ NaCl and pH 4.82 ± 0.33 . Which was used as criteria for trials. Bromelain was used to hydrolyse minced oyster meat at the concentration of 0%, 0.1%, 0.3%, 0.5% and 0.7% (w/w) mix with 20% NaCl (w/w) at room temperature and $40 \pm 2^\circ\text{C}$ for 30 days. It has been found that the hydrolysate by using difference concentration of bromelain (0.1-0.7%) contain protein 6.17-6.45% (roomtemp.) and 6.52-7.38% ($40 \pm 2^\circ\text{C}$). The protein content did not show any significant difference. But it was significant difference from hydrolysate by not using bromelain. The hydrolysate from bromelain 0.1% (at room tem. and $40 \pm 2^\circ\text{C}$) were use to produce oyster sauce. The proximate composition, especially protein of the oyster sauce made from-bromelain hydrolysates was higher compared to the commercial oyster sauce. The preference scores did not show any significant difference. We considered about the cost so the good condition should be 0.1% bromelain at room temperature.

คำนำ

ซอสหอยนางรม (Oyster sauce) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลายโดยใช้เป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่ง เนื่องจากเนื้อหอยนางรมเป็นเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากโปรตีนแล้ว ยังประกอบด้วยแร่ธาตุพวก แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, เหล็ก, ไอโอดีน และยังมีวิตามินบางชนิด ฉะนั้นเมื่อนำเนื้อหอยมาย่อยสลายด้วยเอนไซม์ จึงทำให้มีรสชาติที่ดีและมีคุณค่าทางอาหารสูง เหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสอาหาร ปัจจุบันมีการผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด ที่มีเครื่องหมายการค้ามากมายไม่ต่ำกว่า 7 ชนิด การผลิตซอสหอยนางรมมีหลายวิธี เช่น การใช้หัวเชื้อสังเคราะห์มาจากต่างประเทศมาทำให้เจือจาง ปรุงแต่งสี กลิ่นและรสชาติ การนำหอยนางรมมาต้มเคี่ยวสกัดโปรตีนจากเนื้อหอย (กรมวิทยาศาสตร์ 2519) และ การใช้กรดย่อยสลายโปรตีนในเนื้อหอยให้อยู่ในรูปโปรตีนละลายได้ (สมาน, 2532) แต่กรรมวิธีการผลิตซอสหอยนางรมยังไม่เป็นที่เปิดเผย ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาในครั้งนี้

วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตซอสหอยนางรม และกรรมวิธีการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- (2) เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน
 1. ศึกษาคุณภาพของซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดคุณภาพของซอสหอยที่ทำการทดลอง
 2. ศึกษาปริมาณเอนไซม์และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีนในการผลิตซอสหอยนางรม
 3. เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่ผลิตจากการทดลองกับผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมจากท้องตลาด

ศึกษาจากเอกสาร

เอนไซม์บรอมีเลน (Bromelain) เป็นเอนไซม์ (Enzyme) ชนิดหนึ่งในหลาย ๆ ชนิด ที่ประเทศไทย สามารถผลิตเป็นสินค้าออกได้ ดังนั้น เพื่อส่งเสริมการส่งออกและสงวนเงินตราต่างประเทศ จึงเห็นควรที่จะ ต้องศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากเอนไซม์ชนิดนี้ในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันหอย หรือซอสหอยนางรม (Oyster Sauce)

จากการศึกษาทางเอกสารพบว่าเอนไซม์บรอมีเลนเป็นเอนไซม์ในกลุ่มซัลไฟไฮดริล โปรตีนเอส ซึ่ง หมายถึงเอนไซม์ที่มีโมเลกุล Sulfhydryl group (-SH) เป็น Active Site เอนไซม์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ เอนไซม์ปาเปน (Papain) จากมะละกอ เอนไซม์ฟิซิน (Ficin) จาก มะเดื่อและเอนไซม์บรอมีเลน (Bromelain) จาก สับปะรด เอนไซม์บรอมีเลน เป็นเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ดีพบในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของสับปะรด เช่น หน่อ ลำต้น ใบ ก้าน เปลือก ผลและแกน โดยเฉพาะในส่วนของลำต้นจะพบปริมาณของเอนไซม์สูงสุด เอนไซม์บรอมีเลน สามารถย่อยเคซีนและอัลบูมิน ได้ดีที่ pH 7 ย่อยเจลาตินได้ดีที่ pH 5 และย่อย Substrate พาก อนุพันธ์ของอาร์จินีน (Arginine derivative) ได้ดีที่ pH 6-8

ประเสริฐ, (2508) ได้ศึกษาการใช้เอนไซม์บรอมีเลน ในการย่อยสลายโปรตีนในการผลิตน้ำปลา ปลาไส้ตัน ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการหมักน้ำปลาไส้ตันได้และยังพบว่าน้ำปลาไส้ตันที่หมักโดยเพิ่มเอนไซม์บรอมีเลนจะให้ สี กลิ่น และรสชาติ ที่ดีกว่าน้ำปลาที่หมัก โดยไม่เพิ่มเอนไซม์บรอมีเลน

Beddows และ Ardeshir, (1979) ได้ทดลองสกัดโปรตีนจากปลาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการทำน้ำปลา โดยใช้เอนไซม์บรอมีเลน 0.8% เปรียบเทียบกับเอนไซม์ปาเปน 2.75% และเอนไซม์ฟิซิน 2.5% ที่อุณหภูมิ 33°C เป็นเวลานาน 35 วัน ซึ่งผลปรากฏว่าเอนไซม์บรอมีเลน สามารถย่อยสลายโปรตีนได้สูงสุด คือ 65%

ต่อมา บังอรและคณะ. (2524) ได้ทำการศึกษาทดลองเอนไซม์บรอมีเลน สามารถย่อยสลายโปรตีน จากปลาในการหมักน้ำปลา ปลาสร้อย ได้พบว่าน้ำปลาที่ผสมสับปะรด มีคุณภาพดีกว่าเพราะมีปริมาณ กรดอมิโนไนโตรเจนสูงกว่า น้ำปลาที่หมัก โดยไม่ผสมสับปะรด

Poosaran, (1986 b) ได้ทำการทดลองวิจัย พบว่าเอนไซม์บรอมีเลน สามารถย่อยสลายโปรตีน จากปลาในการหมักน้ำปลาได้สูงถึง 21.76% ในขณะที่น้ำปลาที่หมักโดยไม่เติมเอนไซม์บรอมีเลนสามารถย่อยสลายโปรตีนได้เพียง 13.42%

นอกจากเอนไซม์บรอมีเลนจะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำปลาแล้ว อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร ประเภทเครื่องปรุงรสอื่น ๆ เช่น การผลิตซอสหอยนางรมก็จำเป็นต้องใช้เอนไซม์บรอมีเลน เช่นกัน เพราะการผลิตซอสหอยนางรม หรือน้ำมันหอยจะเร่งขบวนการผลิตด้วยการสกัดน้ำหอย หรือการสกัดโปรตีนจากหอย โดยมีกรรมวิธีทั่วไป 3 วิธีคือ

1. การสกัดโปรตีนโดยการย่อยสลายด้วยการต้ม
2. การสกัดโปรตีนโดยการย่อยสลายด้วยการด
3. การสกัดโปรตีนโดยการย่อยสลายด้วยเอนไซม์

การสกัดโปรตีนจากหอยนางรม โดยการย่อยสลายด้วยการต้ม นับว่าเป็นวิธีพื้นฐานที่ไม่สลับซับซ้อน แต่
ปริมาณโปรตีนที่ได้กลับต่ำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ, (2519) ได้ทดลองผลิตซอสหอยนางรมโดยการต้มหอยนางรมที่อุณหภูมิ 40-60°C นาน 2-5 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางก็จะได้ออยนางรมสกัด หรือน้ำหอยนางรม ซึ่งจะนำไปผลิตเป็นซอสหอยนางรม หรือน้ำมันหอยต่อไป

การสกัดโปรตีนจากหอยนางรม โดยการย่อยสลายด้วยกรด เป็นวิธีที่สลับซับซ้อนมากขึ้น แต่การย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดนี้เป็นการย่อยโปรตีนเพียงบางส่วน (Partial hydrolysis) หอยนางรมสกัด หรือน้ำหอยที่ได้จะมีรสเปรี้ยวไม่สามารถนำไปผลิตเป็นซอสหอยนางรมได้ทันที จะต้องผ่านขบวนการปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.0-6.2

ปราณีตา, (2523) ได้มีการวิจัยการใช้กรดเกลือในการทำซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ โดยใช้ความเข้มข้น 20% ย่อยสลายโปรตีนที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะให้น้ำหอยนี้มีปริมาณโปรตีนสูงสุด

การผลิตซอสหอยนางรมหรือน้ำมันหอยนั้นสามารถผลิตได้จากหอยชนิดอื่น ๆ ด้วย ดังนั้น สติมา และจีระพรรณ, (2528) จึงได้ทดลองผลิตซอสหอยจากหอยแมลงภู่ โดยใช้วิธีการสกัดโปรตีน โดยการย่อยสลายด้วยกรดเกลือที่อุณหภูมิ 70°C ในอ่างน้ำร้อนนาน 5 ชั่วโมง ปรับ pH ด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วจึงนำน้ำหอยไปผลิตเป็นซอสหอยนางรม หรือน้ำมันหอยต่อไป การสกัดโปรตีนจากหอยนางรม โดยการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมากที่สุดส่วนใหญ่เอนไซม์ที่นิยมใช้ คือ เอนไซม์บรอมมีเลน

ปราณีตา, (2533) ได้ทำการวิจัยการใช้เอนไซม์ในการทำซอสหอยนางรม และซอสหอยแมลงภู่ แล้วพบว่าซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ที่ได้จากการใช้เอนไซม์บรอมมีเลน 0.3% หมักนาน 20 วัน สามารถย่อยสลายโปรตีนในเนื้อหอยนางรมได้ 5.24% และสามารถย่อยสลายโปรตีนในเนื้อหอยแมลงภู่ได้ 8.41%

การผลิตซอสหอยนางรมนับเป็นอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารประเภทเครื่องปรุงรสที่ได้รับความนิยมมาก การศึกษาวิจัยแนวทาง และวิธีการผลิต จึงได้รับความสนใจมากทั้งภาครัฐและเอกชนจากข้อมูลข้างต้นเหล่านี้ จึงเห็นสมควรที่จะต้องทำการวิจัยการใช้เอนไซม์บรอมมีเลน ในการผลิตซอสหอยนางรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรฐานของซอสหอยนางรมต่อไป

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเกี่ยวกับรสชาติของซอสหอยนางรมจากตลาด

รสชาติ		ค่าวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี			
ช่วงคะแนนจากการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	โปรตีน		โซเดียมคลอไรด์	
		ช่วงค่าวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่าวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย
6.9-5.9 ^{ns}	6.4±0.70	3.18	3.18	8.63-15.06	11.84±4.54
5.7-5.4 ^{ns}	5.52±0.12	0.39-4.77	2.5±1.90	8.22-15.47	12.15±3.81

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเกี่ยวกับกลิ่นของซอสหอยนางรมจากตลาด

กลิ่น		ค่าวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี			
ช่วงคะแนนจากการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	โปรตีน		pH	
		ช่วงค่าวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงค่าวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย
5.9-5.6 ^{ns}	5.75±0.21	3.18	3.18	4.58-5.06	4.82±0.33
5.5-5.3 ^{ns}	5.40±0.10	1.59-4.77	3.18±1.59	4.34-5.13	4.76±0.39

2. การศึกษาปริมาณแอมไซม์และออกฤทธิ์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีนในการผลิตซอสหอยนางรม

2.1 การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหอยนางรมสดมีดังนี้ โปรตีน 6.77% ไชมัน 0.87% คาร์โบไฮเดรต 3.88% ความชื้น 87.75% เกลือ 0.71% (ตารางที่ 5) จะเห็นมีปริมาณเถ้าต่ำ แต่มีโปรตีนค่อนข้างสูง จึงเหมาะสมสำหรับผลิตซอสหอยนางรม

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของหอยนางรม

ชนิดหอย	โปรตีน (%)	ไชมัน (%)	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
นางรม	6.77	0.87	87.75	0.71	3.88

2.2 การศึกษาความเข้มข้นของเอนไซม์กับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน

2.2.1 การทดลองเบื้องต้นเพื่อเลือกความเข้มข้นของเอนไซม์และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน

ในการทดลองเบื้องต้นเพื่อเลือกความเข้มข้นของเอนไซม์บรอมมีเลนที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, และ 0.7% โดยน้ำหนักใส่เกลือ 20% ของน้ำหนักหอยเก็บที่อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ และที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 30°C) 30 วัน แล้วนำน้ำหอยสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์โปรตีน (ภาพที่ 1) ผลการศึกษาการย่อยสลายโปรตีนจากเนื้อหอยนางรมโดยใช้เอนไซม์บรอมมีเลนดังกล่าว พบว่าการย่อยสลายโปรตีนโดยใช้เอนไซม์บรอมมีเลนจะแตกต่างจากการย่อยสลายโปรตีนโดยไม่ใช้เอนไซม์บรอมมีเลน อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ แต่การย่อยสลายโปรตีนโดยใช้เอนไซม์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0.1, 0.3, 0.5, และ 0.7% จะได้ปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$

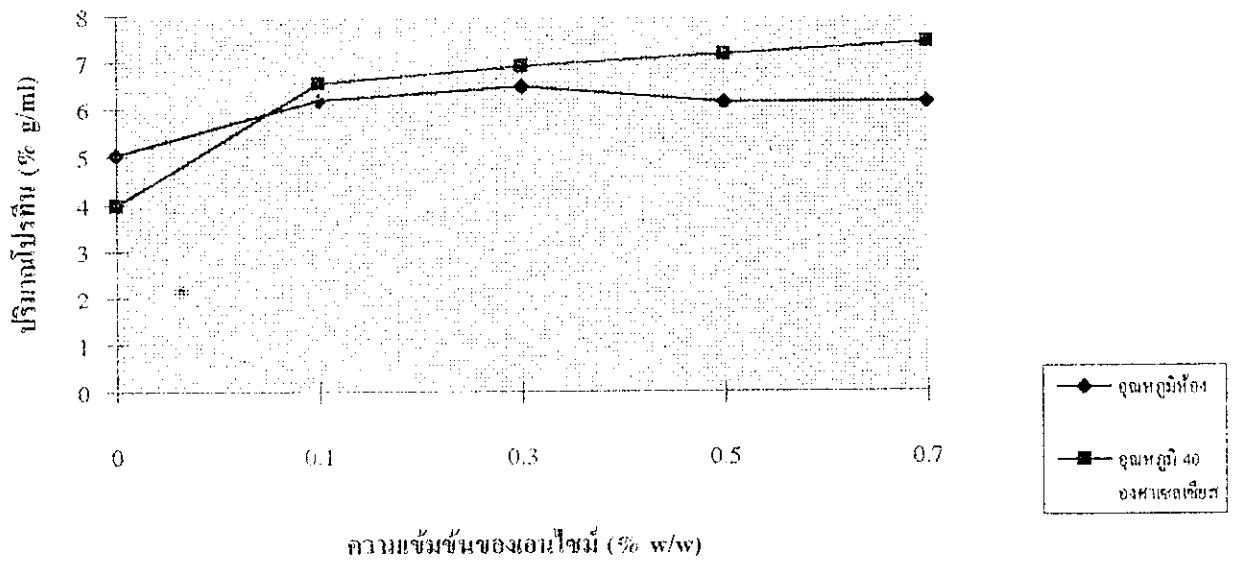
การย่อยโปรตีนจากเนื้อหอยนางรมที่อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ โดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์บรอมมีเลนสูงสุด 0.7% จะย่อยสลายได้ปริมาณโปรตีนสูงสุดถึง 7.38% ส่วนความเข้มข้น 0.5%, 0.3% จะให้ปริมาณโปรตีนคือ 7.12 และ 6.88% ตามลำดับ เมื่อใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์บรอมมีเลนต่ำสุดคือ 0.1% จะย่อยสลายได้ปริมาณโปรตีนต่ำกว่าคือ 6.52% ในขณะที่การย่อยสลายโปรตีนในเนื้อหอยโดยไม่ใช้เอนไซม์บรอมมีเลน จะได้ปริมาณโปรตีนต่ำมากเพียง 3.97%

การย่อยโปรตีนจากเนื้อหอยนางรมที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 30°C) เมื่อใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์บรอมมีเลน 0.3% จะย่อยสลายได้ปริมาณโปรตีนสูงสุด คือ 6.45% ส่วนที่ความเข้มข้นของเอนไซม์ 0.7%, 0.5%, 0.1% ได้ปริมาณโปรตีน 6.12, 6.11, 6.17% ตามลำดับ ในขณะที่การย่อยสลายโปรตีนในเนื้อหอยโดยไม่ใช้เอนไซม์บรอมมีเลนได้ปริมาณโปรตีนต่ำกว่าคือ 5.02%

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหอยสกัดที่ได้จากการใส่บรอมมีเลนที่มีความเข้มข้นเท่ากัน แต่เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน จะมีปริมาณโปรตีนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้นของเอนไซม์ 0.5%, 0.7% และ 0% (ไม่ใส่เอนไซม์) คือน้ำหอยสกัดที่ได้จากการย่อยโดยไม่ใส่บรอมมีเลนจะให้ปริมาณโปรตีนต่างกันที่อุณหภูมิห้องจะให้โปรตีนสูงกว่า (5.02%) ที่อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ (3.97%) และที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.7% เก็บที่อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ จะให้ปริมาณโปรตีนในน้ำหอยสกัดสูงกว่าเก็บที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 1) ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3% จะให้ปริมาณโปรตีนในน้ำหอยสกัดไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเอนไซม์บรอมมีเลน คือ $40-60^{\circ}\text{C}$ ส่วนที่ไม่ใส่บรอมมีเลน (0.0%) นั้น เก็บที่อุณหภูมิห้องนั้นเหมาะสมกว่า เก็บที่อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ จึงให้ปริมาณโปรตีนสูงกว่า

ดังนั้น จากการทดลองนี้ผลปรากฏว่าสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีนจากเนื้อหอย คือ ใช้เอนไซม์บรอมมีเลน 0.1% เก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน

ภาพที่ 1. โปรตีนเฉลี่ยที่ได้จากการย่อยหอยนางรมด้วยเอนไซม์บรอมีเลนที่
อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



2.2.2 การเตรียมซอสหอยนางรมจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

นำน้ำหอยสกัดที่ได้จากการย่อยหอยนางรมด้วยเอนไซม์บรอมมีเลนที่ระดับความเข้มข้น 0.1% เก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ มาปรุงแต่งเป็นซอสหอยนางรม จากนั้นนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 6) ปริมาณโปรตีนของซอสหอยนางรมที่ผลิตได้ สูงกว่าเกณฑ์กำหนด (4.55% และ 4.46%) ส่วนปริมาณโซเดียมคลอไรด์และ pH อยู่ในเกณฑ์กำหนด การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะทั่วไปของซอสหอยนางรมที่ผลิตจากเอนไซม์บรอมมีเลนเก็บที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7)

3. การเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่ผลิตจากการทดลองกับผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมจากท้องตลาด

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี การตรวจคุณสมบัติทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 6) พบว่าซอสหอยนางรมจากเอนไซม์บรอมมีเลนมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าซอสหอยนางรมจากท้องตลาด และอยู่ในเกณฑ์กำหนด คือ สูงกว่า 3% ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ และคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าซอสหอยนางรมจากท้องตลาด ปริมาณความชื้นและไขมันสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดเช่นกัน ส่วน pH และเถ้ามีปริมาณใกล้เคียงกัน

ผลการเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัสของซอสหอยจากการทดลอง และซอสหอยจากท้องตลาด (ตารางที่ 8) พบว่าคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง และจากท้องตลาดไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะทั่วไป และกลิ่นก็ไม่แตกต่างกัน ทั้งผลิตภัณฑ์จากการทดลองและผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสีผลิตภัณฑ์จากการทดลองแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของซอสหอยนางรมจากการทดลองและซอสหอยที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่าง	โปรตีน %	ความชื้น %	เกลือ %	ไขมัน %	คาร์โบไฮเดรต %	pH	ความหนืด เซนติพอยส์ %	เถ้า %
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน ณ อุณหภูมิห้อง	4.55	62.54	12.00	0.6	18.59	4.83	8214	13.72
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน ณ อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$	4.46	64.53	12.48	0.8	17.6	4.58	8294	13.41
ซอสหอยนางรม จากท้องตลาด	3.18	57.35	15.06	0.1052	26.89	5.06	9140	12.48

ตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพด้าน สี กลิ่น รส และลักษณะทั่วไปของซอสหอยนางรมที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่าง	ลักษณะทั่วไป ¹⁶	สี ¹⁶	กลิ่น ¹⁶	รส ¹⁶
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน ณ อุณหภูมิห้อง	6.5 ± 1.17	6.6 ± 1.17	6.1 ± 1.1	6.6 ± 0.96
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน ณ อุณหภูมิ $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$	6.6 ± 0.96	6.1 ± 1.37	6.0 ± 0.94	6.2 ± 1.13

ตารางที่ 8 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสหอยนางรมจากการทดลองและซอสที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตัวอย่าง	ลักษณะทั่วไป ^a	สี ^a	กลิ่น ^{ab}	รส ^{ab}
ซอสหอยนางรม 0.1% หมักที่ อุณหภูมิห้อง	6.5±1.17	6.6 ^a ±1.17	6.1±1.1	6.6±0.96
ซอสหอยนางรม 0.1% หมักที่ อุณหภูมิ 40±2 °C	6.6±0.96	6.1 ^a ±1.37	6.0±0.94	6.2±1.13
ซอสหอยนางรม จาก ท้องตลาด (หมายเลข 4)	7.2±0.78	7.7 ^b ±0.82	6.8±1.22	7.0±1.15

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ระดับความเชื่อมั่น 95%)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ระดับความเชื่อมั่น 95%)

3.2 การทดสอบความชอบในการใช้ผลิตภัณฑ์ซอสหอยปรุงอาหาร

การเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซอสหอยในการนำมาปรุงอาหารผัดผักรุ่นไฟแดง (ตารางที่ 9) ผลปรากฏว่าคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของซอสหอยจากการทดลองไม่แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แต่คะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ และคะแนนการยอมรับแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ซอสหอยจากท้องตลาด จะมีการยอมรับด้านกลิ่นนั้น ผลิตภัณฑ์ซอสหอยที่ย่อยด้วยบรอมมีเลน 0.1% เก็บที่อุณหภูมิ 40±2 °C ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด และแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ย่อยด้วยบรอมมีเลน 0.1% เก็บที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 9 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสหอยในการปรุงอาหาร (ผัดผักบุ้งไฟแดง)

ตัวอย่าง	ลักษณะทั่วไป ^{***}	สี [*]	กลิ่น ^{**}	รส ^{**}
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน หมักที่อุณหภูมิห้อง	6.7±0.67	6.7 ^a ±0.82	6.2 ^b ±1.03	6.0 ^a ±0.81
ซอสหอยนางรม 0.1% บรอมมีเลน หมักที่อุณหภูมิ 40±2 °C	6.9±0.87	7.0 ^b ±0.66	6.6 ^b ±0.96	6.7 ^b ±1.05
ซอสหอยนางรม จากห้องตลาด	7.4±0.69	7.5 ^b ±0.70	7.3 ^b ±0.82	7.7 ^b ±0.67

สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาดได้แก่ โปรตีน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต โซเดียมคลอไรด์ แต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันมาก ปริมาณไขมัน และค่า pH มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1)
2. ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่าคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ และสีสูงสุด อยู่ในช่วงขอบ คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงสุด อยู่ในช่วงขอบเล็กน้อย (ตารางที่ 2)
3. ความเข้มข้นของเอนไซม์บรอมมีเลนที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 0.1 ผสมเกลือร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก) หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน จะได้น้ำหอยสกัดที่มีโปรตีนสูงสุด
4. การนำน้ำหอยสกัดที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์บรอมมีเลนมาปรุงเป็นซอสหอยนางรม จะได้ซอสหอยนางรมที่มีคุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และมีองค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
5. เมื่อนำซอสหอยนางรมจากการทดลองมาปรุงอาหาร (ผัดผักนึ่งไฟแดง) เปรียบเทียบกับซอสหอยจากท้องตลาด คะแนนการยอมรับด้านรสชาติและกลิ่น เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่คะแนนการยอมรับต่ำกว่าผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
6. จากการศึกษาซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาดมีคุณภาพแตกต่างกันมาก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับซอสปรุงรส น้ำซีอิ้วซึ่งได้กำหนดมาตรฐานโดยใช้ปริมาณโปรตีน โซเดียมคลอไรด์ และค่าความเป็นกรดต่าง ผลจากการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดมาตรฐานของซอสหอยนางรมโดยใช้โปรตีน โซเดียมคลอไรด์ และค่าความเป็นกรดต่างเช่นกัน ดังนี้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองครั้งนี้ยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร และถ้ามีการทดลองขั้นต่อไปจึงควรศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

1. การใช้เอนไซม์ชนิดอื่น ๆ
2. ศึกษาเกี่ยวกับกลิ่นและรสชาติ
3. ศึกษาต้นทุนการผลิตและราคาขายในครัวเรือนและอุตสาหกรรม

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้สำเร็จด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญมามู โปธารส คุณ PALL B. แห่งบริษัทเทรทฟู้ด จำกัด ได้อื้อเพื่อเอนไซม์บรอมม์เลขที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คุณประดิษฐ์ สนชื่นชอบ นักวิชาการประมง 6 ที่ช่วยจัดส่งหอยนางรมจากระเบียง อาจารย์วันนุช รักสกุลไทย ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคุณมันดล โชติกุล เจ้าหน้าที่ประมง 2 ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ 2519 ซอสหอยนางรม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี กรุงเทพฯ 4น.
- จรัญ จันทักขณา 2523 สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ 468 น.
- บังอร เชื้อโพธิ์หัก และคณะ 2524 การใช้เอนไซม์บรอมมีเลนจากสับปะรด เพื่อเร่งขบวนการทำน้ำปลา
จากปลาสร้อย วารสารการประมง 34(6):649-659
- ประเสริฐ กองศิษย์ 2508 การทดลองใช้บรอมมีเลนช่วยในการทำน้ำปลา วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี
คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ปราณีศา เชื้อโพธิ์หัก 2533 การศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดและเอนไซม์ในการทำซอสหอยนางรมและ
หอยแมลงภู่ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
98 หน้า
- สติมา จิตตินันท์ และจิราพรณ แซ่ลิ้ม 2528 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำมันหอย วิทยานิพนธ์
ปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2513 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำซอสปรุงรส
กระทรวง อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ 15น.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2521 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำซีอิ๊ว
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ 15น.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2526 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำปลาพื้นเมือง
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ 10น.

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13th. ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1074 P.

Beddows, C.G. and A.G. Ardeshir. 1979. The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture I. The use of added enzyme. J. Food. Techno. 14:603-612.

Larmond, E. 1977 Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture Publication 1937. 73 P.

Poosaran, N. 1986b. Fish sauce II : Enzyme hydrolysis. Songklanakarn. J. Sci. Techno. 8:205-207

