ตรวจเอกสาร

อุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่า

ปลาทูน่าจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากผู้บริโภคตะหนักได้ว่า ปลาทูน่าเป็นอาหารที่สามารถทดแทนเนื้อสัตว์ประเภทอื่น มีราคาไม่แพง และให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด ω-3 ซึ่งมีความสามารถช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด (Eitenmiller, 1991) อุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่าของไทยสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท โดยส่วนใหญ่ส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

ปลาทูน่าส่วนใหญ่นิยมนำมาผลิตในลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง โดยจะใช้ส่วนเนื้อขาวบรรจุลงกระป๋อง แล้วเติมส่วนของเหลว ได้แก่ น้ำมัน เกลือ และซอสมะเขือเทศ การแบ่งชั้นของผลิตภัณฑ์จะแบ่งตามขนาดของชิ้นเนื้อและสีของเนื้อปลา (อัจฉริยา เชื้อช่วยชู, 2539)

ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าไม่บรรจุกระป๋อง

ปลาทูน่านอกจากจะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋องแล้ว ยังสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น ๆ ได้อีกหลายชนิด เช่น เนื้อปลาทูน่านึ่งแช่เย็นแข็ง ปลาดิบหรือซาชิมิ พายทูน่า เป็นต้น ซึ่งการส่งออกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีมูลค่าต่ำกว่าประเภทแรก (อัจฉริยา เชื้อช่วยชู, 2539)

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่าในประเทศไทยได้มาจาก 2 แหล่ง คือ

1.) จากการจับภายในประเทศ ซึ่งได้จากการประมงในน่านน้ำไทยเป็นสำคัญ โดยวัตถุดิบที่ได้ภายในประเทศสามารถรองรับภาวะการขยายตัวด้านการส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณความต้องการทั้งหมด

2.) จากการนำเข้าจากต่างประเทศ ปัจจุบันประมาณร้อยละ 90 ของวัตถุดิบทั้งหมดเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยในปี 2531-2538 ประเทศไทยนำเข้าวัตถุดิบปลาทูน่าปริมาณมากกว่า 50,000 ตันต่อปี และมีมูลค่าการนำเข้าไม่ต่ำกว่าปีละ 10,000 ล้านบาท ซึ่งปลาทูน่าที่นำเข้าส่วนใหญ่เป็นปลาโอแถบในรูปปลาโอแถบแช่เย็นและปลาโอแถบแช่เยือกแข็ง นอกจากนั้นเป็นปลาทูน่าครีบเหลือง ปลาทูน่าชนิดอัลบาคอร์ และที่เหลือเป็นปลาทูน่าพันธุ์อื่นๆ

ขั้นตอนการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

การผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องมีกระบวนการผลิตและวัสดุเศษเหลือเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่1 และมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1.) **การเตรียมวัตถุดิบ** (Raw material)

ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของปลา คือเหงือก ตา ผิวหนังและความยืดหยุ่นของเนื้อปลา ต้องอยู่ลักษณะดี ให้ดี หากมีการเสื่อมเสียให้คัดทิ้ง

2.) **การละลาย** (Thawing)

วัตถุดิบที่รับมาส่วนใหญ่อยู่ในรูปการแช่เยือกแข็ง ดังนั้นจึงต้องทำการละลายน้ำแข็งก่อนโดยการทำในบ่อพักปลา ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อต้องการให้อุณหภูมิภายในตัวปลาเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้หากอุณหภูมิของปลาหลังจากผ่านการทำละลายสูงกว่า 5 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียของปลาจากเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของน้ำย่อย

3.) **การตัดปลา** (Butchering)

ก่อนและหลังการควักไส้ของปลาออกควรมีการล้างปลา เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ การควักไส้ปลาทำให้สูญเสียน้ำหนักประมาณร้อยละ 3-6

4.) **การนึ่งปลา** (Pre-cooking)

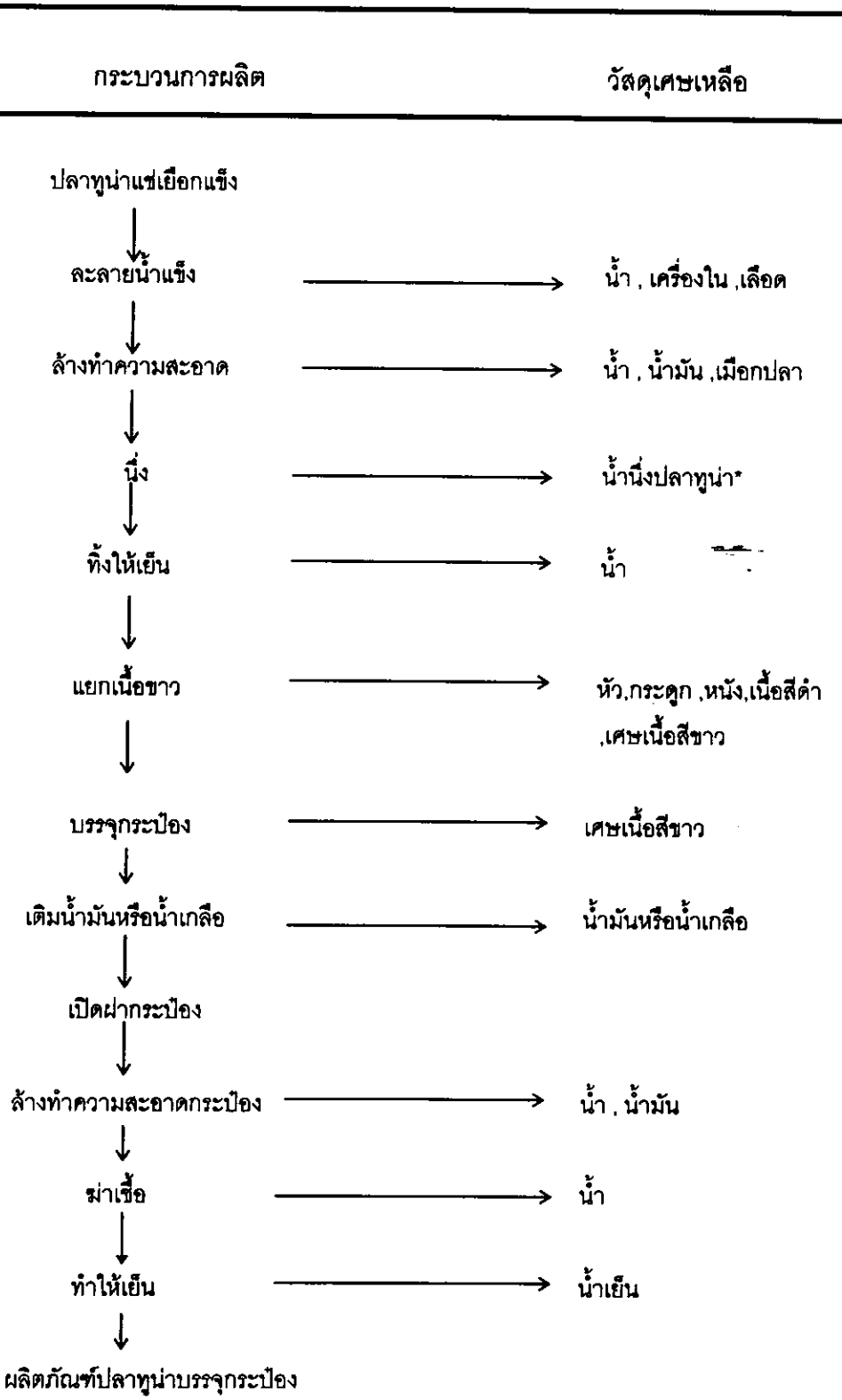
การนึ่งปลาจะต้องใช้ความร้อนจากไอน้ำ เพื่อแยกผิวหนังและกระดูกออกจากกล้ามเนื้อ เพิ่มความเหนียวและตกตะกอนโปรตีน ทำให้สะดวกในขั้นตอนการขูดเนื้อปลา การให้ความร้อนจะทำในหม้อนึ่งไอน้ำอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และต้องให้อุณหภูมิบริเวณจุดกึ่งกลางของตัวปลาเท่ากับ 95 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ระยะเวลาการให้ความร้อนจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของปลา

5.) **การลดอุณหภูมิ** (Cooling)

ใช้น้ำฉีดพ่นลงไปบนตัวปลา เพื่อให้ปลามีอุณหภูมิลดลง และมีผลทำให้น้ำหนักของปลาลดลงเนื่องจากน้ำระเหยเป็นไอออกจากตัวปลา ทำให้กล้ามเนื้อปลาเหนียวและน้ำมันในตัวปลามารวมตัวอยู่บริเวณผิวหนังปลา

6.) **การขูดปลา** (Cleaning)

เป็นการขูดปลาเพื่อแยกเอาสิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น หนัง เลือด ก้าง ให้เหลือเพียงเนื้อปลา



* วัสดุเศษเหลือที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบเลี้ยงยีสต์

รูปที่ 1. กระบวนการผลิตและวัสดุเศษเหลือจากโรงงานผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

7.) **การคัดปลา** (Grading)

เป็นการแยกแบ่งระดับปลาโดยอาศัยความสะอาดและสีของเนื้อปลา

8.) **การบรรจุ** (Packing)

เป็นการบรรจุเนื้อปลาด้วยเครื่องจักรหรือด้วยมือลงในกระป๋องขนาดต่าง ๆ และบรรจุน้ำมันหรือน้ำเกลือลงไป

9.) **การปิดผนึก** (Seaming)

ก่อนการปิดผนึกฝาต้องทำการไล่อากาศออกก่อนโดยใช้ไอน้ำทำให้เป็นสุญญากาศ

10.) **การฆ่าเชื้อ** (Retorting)

เป็นขั้นตอนการฆ่าจุลินทรีย์โดยใช้ความดันของไอน้ำอย่างน้อย 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

11.) **การหล่อเย็นและการทำให้แห้ง** (Cooling and Drying)

หลังจากสิ้นสุดการฆ่าเชื้อต้องทำให้กระป๋องเย็นโดยทันทีด้วยน้ำเย็นผสมคลอรีนอย่างน้อย 2 ppm กระป๋องที่เย็นได้ที่แล้ว ต้องทำให้แห้งทันทีด้วยการเป่าด้วยพัดลมเพื่อป้องกันการเกิดสนิมของกระป๋อง แล้วเก็บปลาทูน่ากระป๋องในห้องเก็บ

วัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

จากแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของวัสดุเศษเหลือเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

Prasertsan และคณะ (1988) ทำการสำรวจวัสดุเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปอาหารทะเล (ตารางที่ 1) พบว่า การแปรรูปปลาทูน่ามีปริมาณการใช้วัตถุดิบสูงถึง 135 ตันต่อวัน ในจำนวนโรงงานแปรรูปปลาทูน่าในเขตจังหวัดสงขลา 4 โรงงาน โดยได้ผลผลิตเฉลี่ยร้อยละ 35 ที่เหลือจัดเป็นวัสดุเศษเหลือ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1.) **วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็ง** ได้แก่ เศษกระดูก หัว หนังปลา และเศษเนื้อปลาทูน่าที่มีขนาดเล็ก ทั้งที่ผ่านความร้อนและยังไม่ได้ผ่านความร้อน พบว่า วัสดุเศษเหลือที่เป็นของแข็งทั้งหมดมีปริมาณร้อยละ 25-30 ของวัตถุดิบสำหรับโรงงานขนาด 35-40 ตันต่อวัน จะมีวัสดุเศษเหลือประมาณ 12 ตัน ส่วนมากมักขายรวมกันให้กับโรงงานปลาป่น

2.) **วัสดุเศษเหลือที่เป็นของเหลว** มีปริมาณร้อยละ 30-35 ส่วนใหญ่โรงงานแปรรูปยังไม่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ จะปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งวัสดุเศษเหลือที่เป็น

ของเหลว ได้แก่ น้ำเลือดปลา ปริมาณร้อยละ 7 และน้ำนึ่งปลาทูน่า ปริมาณร้อยละ 10-14 พบว่าประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่น โปรตีน ไขมัน เอนไซม์ และวิตามินหลายชนิด จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น อาจมีการใช้วัตถุดิบ 135 ตันต่อวัน จะมีน้ำนึ่งปลาทูน่าเกิดขึ้น 13.5-18.9 ตันต่อวัน

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ผลผลิตและวัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมปลาทูน่าบรรจุกระป๋องของโรงงานในจังหวัดสงขลา 4 โรงงาน

ชื่อโรงงาน	วัตถุดิบ (ตัน / วัน)	ผลผลิต (ร้อยละ)	วัสดุเศษเหลือ (ร้อยละ)	
			ของแข็ง	ของเหลว
โชติวัฒน์อุตสาหกรรม	35-40	35	25-30	30-35
ไทยมารีน	12-15	30-37	20-25	25
รอแยลแคนนิ่ง	30	30-35	30	20-30
ทรอปิคอลแคนนิ่ง	50	35	25-30	-

ที่มา : ดัดแปลงจาก Prasertsan และคณะ (1988)

น้ำนึ่งปลาทูน่า

น้ำนึ่งปลาทูน่า เป็นของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำให้สุกในระยะเริ่มต้น (pre-cooking) ของกระบวนการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง ซึ่งให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ ไอน้ำจะไปทำให้น้ำและสารประกอบพวกโปรตีนที่ละลายน้ำ เช่น เจลาติน ถูกสกัดออกจากตัวปลามาสะสมอยู่ในน้ำนึ่งปลารวมทั้งไขมันด้วย

ประพน ดลกิจ และสัญชิต แสงกล้า (2535) กล่าวว่า น้ำนึ่งปลาทูน่ามีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม มีความข้นหนืด มีกลิ่นคาวจัด และมีชั้นไขมันบางๆ ลอยอยู่บริเวณผิวหน้า พบว่าน้ำนึ่งปลาทูน่าจากโรงงานโชติวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จำกัด และจากโรงงานทรอปิคอลแคนนิ่ง มีองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำนึ่งปลาทูน่า

องค์ประกอบ	ค่าวิเคราะห์
พีเอช	4.9-6.2
โปรตีน (ร้อยละ)	2.17-4.81
ของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	3.2-8.7
ไขมัน (ร้อยละ)	0.9-3.2
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	70,000-157,000

ที่มา : ดัดแปลงจาก ธีรภัทร์ เด่นประเสริฐกุล (2534), สุทธวัฒน์ เบญจกุล (2534) และ สุวิทย์ สุวรรณโณ (2535)

จากตารางจะเห็นว่าน้ำนึ่งปลาทูน่ามีปริมาณสารอินทรีย์ต่างๆ อยู่ในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะโปรตีนและไขมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของปลาที่ใช้ ได้แก่ เพศ อายุ ฤดูกาลที่จับ ความแตกต่างในเรื่องการปฏิบัติหลังจับ การเก็บรักษาและกระบอนการแปรรูป (Besedits and Netzer, 1982)

การใช้ประโยชน์จากน้ำนึ่งปลาทูน่า

วัสดุเศษเหลือจากโรงงานปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง สามารถนำมาดัดแปลงและแปรรูปได้ผลิตภัณฑ์หลายประเภท (นิรนาม, 2534) เช่น

1.) **น้ำสกัดเข้มข้นจากปลา** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำนึ่งปลาทูน่ามาย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์โปรติเอส การย่อยโปรตีนทำให้ได้สารเปปไทด์สายสั้นและกรดอะมิโนอิสระ ทำให้มีสมบัติการละลายดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นำมาทำให้อยู่ในรูปเข้มข้น สามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสหรือทำเป็นเครื่องจิ้มอาหาร

2.) **น้ำมันปลา** น้ำมันปลาสามารถแยกได้จากส่วนของเครื่องใน และของเหลวที่ออกจากตัวปลาในช่วงของการให้ความร้อน มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการเช่น ใช้เป็นน้ำมันบริโภค ใช้ในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมฟอกหนังเพื่อทำให้หนังนิ่ม ใช้ทำหมึกพิมพ์เพื่อช่วยให้หมึกติดทน ใช้ในอุตสาหกรรมผงซักฟอกเพื่อให้ความคงตัวของสีและสะดวกต่อการทำความสะอาด นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมหล่อลื่น และอุตสาหกรรมสีทาเรือ เป็นต้น

3.) **แหล่งอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์** น้ำนึ่งปลาทูน่าสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

สุวิทย์ สุวรรณโณ (2535) ได้ทำการทดลองเลี้ยงเชื้อ *Rhodocyclus gelatinosus* R7 ในน้ำนึ่งปลาทูน่าที่เจือจางด้วยน้ำต้มกุ้ง 10 เท่า ภายใต้สภาวะไร้อากาศ-มีแสง เลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน ได้ปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดเท่ากับ 5.6 กรัมต่อลิตร เซลล์มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 52.6 แคโรทีนอยด์ 1.2 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักเซลล์แห้งและวิตามินบี 12 เท่ากับ 1.27 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักเซลล์แห้ง

มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ (2537) เลี้ยงเชื้อ *Rhodocyclus gelatinosus* R7 เป็นเวลา 7 วัน ภายใต้สภาวะไร้อากาศ- มีแสง ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ โดยมีการเติมยีสต์สกัดในน้ำนึ่งปลาทูน่าเจือจาง ความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่ากับ 3.0 กรัมต่อลิตร ได้ปริมาณมวลชีวภาพ 6.24 กรัมต่อลิตร แคโรทีนอยด์ และแบคเทอริโอคลอโรฟิลล์เท่ากับ 3.09 และ 26.35 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักเซลล์แห้งตามลำดับ ค่าซีโอดีลดลงร้อยละ 38.5

รพีพร แสงศรี (2539) เลี้ยงเชื้อ *Rhodocyclus gelatinosus* R7 ในน้ำนึ่งปลาทูน่า ภายใต้สภาวะไร้อากาศ- มีแสง (3,000 ลักซ์) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 8 วัน พบว่าซีโอดีที่เหมาะสมต่อการเจริญ มีค่าเท่ากับ 15,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมยีสต์สกัดเท่ากับ 3 กรัมต่อลิตร เชื้อให้มวลชีวภาพ 5.48 กรัมต่อลิตร เซลล์มีปริมาณแคโรทีนอยด์ และแบคเทอริโอคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 2.37 และ 21.18 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักเซลล์แห้งตามลำดับ มีวิตามินบี 12 เท่ากับ 0.247 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักเซลล์แห้ง

สุวิทย์ สุวรรณโณ (2539) เลี้ยง *C. tropicalis* TISTR 5136 ในน้ำนึ่งปลาทูน่าที่ไม่เจือจาง โดยเติมกลูโคสร้อยละ 2 เป็นแหล่งคาร์บอน ปรับพีเอชให้ได้ 4.5 ภายใต้สภาวะให้อากาศบนเครื่องเขย่าความเร็ว 130 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้มวลชีวภาพสูงสุด 15.1 กรัมต่อลิตรและสามารถลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 84 ในเวลา 3 วัน

การพยายามหาทางใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือเหล่านี้ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต โดยพยายามใช้ประโยชน์สูงสุดจากวัสดุเศษเหลือที่มีอยู่ ซึ่งปัจจุบันวัสดุเศษเหลือเหล่านี้ได้นำมาใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดในระดับอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันปลา เจลาติน อาหารแมวบรรจุกระป๋อง น้ำสกัดเข้มข้นจากปลา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือ เช่น การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจากน้ำนึ่งปลาโอแถบ เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ บาบีคิวไก่ย่างและเครื่องปรุงซุบปลา

อัดก้อน ในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (บุศราภา ลีละวัฉน์ และ ปราณี อ่านเปรื่อง, 2536) ผลิตภัณฑ์เศษเนื้อดำปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผัก (อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์, 2536) เป็นต้น

การแยกไขมันและโปรตีนจากน้ำทิ้ง

1) **การแยกไขมัน** Klyhn (1979) ศึกษาการแยกโปรตีนและไขมันในน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์โดยนำ น้ำทิ้งก่อนจะเข้าสู่ระบบบำบัดมาหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิสูง หลังจากนั้นกวนเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันและพักไว้ในบ่อพักน้ำประมาณ 1-2 วัน หลังจากนั้นจะทำการกวาดไขมันด้วยเครื่องกวาดไขมันซึ่งสามารถลดไขมันในน้ำทิ้งร้อยละ 80

Civit และคณะ (1982) ได้ศึกษาการแยกโปรตีนและไขมันในน้ำเลือดปลาที่เป็นน้ำทิ้ง โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง ทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะเกิดการแยกชั้นระหว่างไขมันและน้ำส่วนที่มีสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งอยู่ด้านล่าง วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายในการแยกไขมันออกจากน้ำทิ้ง

2) **การแยกโปรตีนจากน้ำทิ้ง** ในการแยกโปรตีน มีหลักการแยก 4 ขั้นตอน (Meinke and Mattil, 1973) คือ

ก. สกัดโปรตีน (extraction) ด้วยน้ำที่มี พีเอช หรือความเข้มเกลือที่เหมาะสม

ข. แยกส่วนที่ไม่ละลาย (กระดูก เกล็ด กรวด) ออกจากสารละลายโปรตีนโดยการหมุนเหวี่ยงหรือการกรอง

ค. ตกตะกอนโปรตีนออกมาจากสารละลาย

ง. ทำให้โปรตีนที่แยกได้มีความบริสุทธิ์ ได้แก่ การกำจัดกลิ่น สี ไขมัน และเกลือออกไปแล้วทำแห้ง

การแยกโปรตีนจากน้ำทิ้งเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ควรเลือกใช้วิธีการแยกสารประกอบจากน้ำทิ้งให้เหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยดังต่อไปนี้ (Nettli, 1982)

ก. ควรเป็นวิธีการที่สามารถนำมาใช้กับน้ำทิ้งได้หลายชนิด

ข. ควรเป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำและไม่ต้องใช้ทักษะพิเศษมาก

ค. สารเคมีที่นำมาใช้จะต้องไม่ตกค้าง ในสารประกอบที่แยกได้

ง. ผลผลิตที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลยโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการอื่นอีก

Meister และ Thompson (1976) กล่าวว่า การบำบัดน้ำทิ้งเพื่อต้องการนำโปรตีนมาใช้ประโยชน์โดยวิธีการตกตะกอนนั้น ประกอบด้วย 3 วิธีการคือ

ก. การปรับพีเอช ของน้ำทิ้งให้เท่ากับจุดไอโซอิเลกตริกของโปรตีน

ข. การใช้ความร้อน เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการตกตะกอน

ค. การใช้สารช่วยตกตะกอนชนิดต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดความเป็นกลางทางประจุของโปรตีน

ที่จุดไอโซอิเลกตริก ประจุบวกและประจุลบของโปรตีนจะเท่ากัน ซึ่งจะทำให้โปรตีนมีการละลายต่ำมาก จุดไอโซอิเลกตริกมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับธรรมชาติของน้ำทิ้ง เช่น น้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปปลา จะมีจุดไอโซอิเลกตริกอยู่ในช่วง 4.5-5.0 (Ertz, *et al.*, 1977)

ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตกตะกอนของสารประกอบโปรตีนในน้ำทิ้งต่าง ๆ เช่น Knorr (1977) ศึกษาการตกตะกอนของสารประกอบโปรตีน สามารถทำได้โดยใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียว แต่ประสิทธิภาพจะสูงขึ้นถ้ามีการใช้ร่วมกับการปรับ pH เช่น การตกตะกอนโปรตีนจากน้ำทิ้งโรงงานแปรรูปมันฝรั่ง โดยการใช้อุณหภูมิ 203-212 องศาฟาเรนไฮต์ ร่วมกับการปรับพีเอช 3.5-6.0

Tagawa และคณะ (1977) ได้ทำการทดลองตกตะกอนสารประกอบอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากการผลิตคามาโบโกะโดยปรับพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 2.0 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วทำให้เป็นกลาง สามารถลดของแข็งแขวนลอยได้มากกว่าร้อยละ 85 ลดซีโอดีได้ร้อยละ 60-70 และสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ร้อยละ 70-80

Shimizu และ Nishioka (1978) พบว่า สามารถตกตะกอนโปรตีนได้ ร้อยละ 88 จากน้ำล้างปลาแมคเคอรอล เมื่อปรับพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 3.1 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก แล้วเพิ่มพีเอชเป็น 6.4 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

Civit และคณะ (1982) ได้ทำการทดลองแยกโปรตีนและไขมันจากน้ำเลือดที่เป็นน้ำทิ้ง โดยมีการปรับพีเอชในช่วง 5.6-5.9 และใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส นำไปหมุนเหวี่ยงจะได้น้ำทิ้งที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันลดลงร้อยละ 90 ซึ่งสามารถลดค่าซีโอดีลงร้อยละ 15

Nishioka และ Shimizu (1983) ทำการแยกโปรตีนจากน้ำล้างเนื้อปลาโดยปรับพีเอชให้อยู่ช่วงที่เป็นกรด คือ 4-5 และอยู่ในช่วงเป็นด่าง คือ 9-11 แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงได้ตะกอนโปรตีนประมาณร้อยละ 70

Marti และคณะ (1994) ได้ศึกษาการแยกโปรตีนจากน้ำทิ้งโรงงานปลาป่นมีการแยกโปรตีนหลายวิธีด้วยกัน เช่น การตกตะกอนโปรตีนด้วยการปรับพีเอชให้มีจุดไอโซอิเลกตริกเท่ากับ 4.3 ซึ่งสามารถลดปริมาณโปรตีนได้ร้อยละ 30 และใช้อุณหภูมิในการตกตะกอน

โปรตีน ได้ที่ 60, 70 และ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ได้ดีในการตกตะกอนโปรตีนคือ 100 องศาเซลเซียส

เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีน

เอนไซม์เป็นโปรตีนที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี มีคุณสมบัติไม่ทนต่อความร้อนมีมวลโมเลกุลสูง และสามารถสังเคราะห์ขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต The enzyme commission (EC) แบ่งเอนไซม์ออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มออกซิโดรีดักเตส (Oxidoreductases) กลุ่มทรานส์เฟอเรส (Transferases) กลุ่มไฮโดรเลส (Hydrolases) กลุ่มไลเอส (Lyases) กลุ่มไอโซเมอเรส(Isomerases) และกลุ่มไลเกส (Lygases) (เรืองลักขณา จามิกรณ์,2536)แต่มีเฉพาะเอนไซม์ในกลุ่มไฮโดรเลสเท่านั้นที่นิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม และในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจะใช้เอนไซม์ในกลุ่มไฮโดรเลสที่เรียกว่า โปรตีเอส หรือ โปรติโอไลติกเอนไซม์ (proteolytic enzyme) (Hall and Ahmad,1992)

โปรติเอส เป็นเอนไซม์ที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้ในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีนได้ผลผลิตเป็นเปปไทด์สายสั้นและกรดอะมิโนอิสระที่มีคุณสมบัติการละลายสูง (Alder-Nissen,1986) ในการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ต้องการนั้น จำเป็นต้องมีการคัดเลือกชนิดของเอนไซม์ที่ใช้และมีการควบคุมสภาวะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลาย เช่น พีเอช อุณหภูมิ ระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นต้น (Windsor and Barlow,1981)

แหล่งของเอนไซม์โปรติเอส อาจได้จากพืช สัตว์และจุลินทรีย์ เช่น เอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอ เอนไซม์บรอมเมลินจากสับประรด เอนไซม์ฟิซินจากผลมะเดื่อ เอนไซม์เรนนินจากกระเพาะลูกวัว Subtilisin และ Alcalase จาก *Bacillus* sp.เป็นต้น (Hall and Ahmad,1992)ในทางการค้าให้ความสำคัญกับการผลิตเอนไซม์จากจุลินทรีย์มากขึ้นดังแสดงในตารางที่ 3

ประเภทของเอนไซม์ย่อยโปรตีน จากการวิเคราะห์ถึงสมบัติของเอนไซม์ย่อยโปรตีนสามารถแบ่งประเภทของเอนไซม์ย่อยโปรตีนได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามความเป็นกรด-ด่างที่เอนไซม์สามารถดำเนินกิจกรรมได้ ได้แก่ เอนไซม์ย่อยโปรตีนที่สามารถดำเนินกิจกรรมในสภาวะเป็นกรด (acid proteases) เอนไซม์ย่อยโปรตีนที่สามารถดำเนินกิจกรรมในสภาวะเป็นกลาง (neutral proteases) เอนไซม์ย่อยโปรตีนที่สามารถดำเนินกิจกรรมในสภาวะเป็นด่าง (alkalinecid proteases) หรือแบ่งตามความจำเพาะเจาะจงต่อพันธะเปปไทด์ในโมเลกุลโปรตีน ได้แก่ เอนไซม์ที่ย่อยสลายพันธะเปปไทด์ภายในโซ่โมเลกุลโปรตีน

ตารางที่ 3 ชนิดของเอนไซม์โปรตีเอสที่ใช้โดยทั่วไป

Common name	Source	Nature of active site	Specificity	Application
Animal enzymes				
Chymotrypsin	Bovine,porcine pancreas	Serine protease	Phe , Try , Tryp	Leather
Pancreatin	Bovine,porcine pancreas	As for trypsin , chymotrypsin	Very broad	Food
Trypsin	Bovine,porcine pancreas	Serine protease	Lys , Arg	Leather
Pepsin	Bovine,porcine stomach	Aspartic protease	Aromatic amino acids	Food
Rennet	Calf abomasum	Aspartic protease	Phe-Met in casein	Cheese
Plant enzymes				
Bromelain	Pineapple	Cysteine protease	Lys, Arg, Phe, Try	Brewing
Ficin	Fig	Cysteine protease	Phe, Try	Food
Papain	Papaya	Cysteine protease	Lys, Arg, Phe	Meat
Bacterial enzymes				
Subtilisin	*B. subtilis*	Serine protease	Very broad	Detergents
Alcalase	*B. licheniformis*	Serine protease	Very broad	Detergents
Fungal enzymes				
Rennilase	*Mucor miehei*	Aspartic protease	As for rennet	Cheese
Protease	*Aspergillus spp.*	Aspartic protease	Very broad	Baking

ที่มา : Hall และ Ahmad (1992)

หมายเหตุ : Arg = arginine ; Lys = lysine ; Met = methionine ; Phe = phenylalanine ;
Try = tyrosine ; Tryp = tryptophan

(endopeptidase) และเอนไซม์ที่ย่อยสลายพันธะเปปไทด์ที่ปลายโซ่โมเลกุลโปรตีน (endopeptidase)

ปัจจุบันระบบการแบ่งประเภทของเอนไซม์ย่อยโปรตีนกำหนดโดย The Enzyme Commission โดยแบ่งเอนไซม์ย่อยโปรตีนตามลักษณะการทำงาน (mechanism of action) ได้เป็น 4 กลุ่ม Serine proteinase, Thiol proteinase, Acid proteinase และ Metallo proteinaseคือ (นิพนธ์ ธนิกุล,2532)

โดยปกติแล้วเอนไซม์โปรตีเอสมีบทบาทมากในอุตสาหกรรม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การทำเนยแข็ง การฟอกหนัง การปรับปรุงคุณภาพเนื้อ การผสมในผงซักฟอก การปรับปรุงคุณภาพเบียร์ และทางเภสัชกรรม (Shin and Zall, 1996)

การใช้เอนไซม์โปรตีเอสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีน จะให้อัตราการย่อยสลายสูงกว่าเมื่อใช้กรดและด่าง เนื่องจากเอนไซม์โปรตีเอสมีความจำเพาะเจาะจงในการตัดพันธะเปปไทด์ที่สูงกว่า และปฏิกิริยาเกิดไม่รุนแรง สามารถทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิและพีเอชปานกลางได้ โดยความจำเพาะเจาะจงขึ้นอยู่กับบริเวณ active site ของเอนไซม์ ทั้งนี้มีข้อจำกัดขึ้นอยู่กับสับสเตรทและสภาวะที่เลือกใช้ ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ทำให้สามารถประมาณขอบเขตของการย่อยสลายและขนาดของเปปไทด์ที่เกิดขึ้นได้ (Adler-Nissen, 1986) ในขณะที่การย่อยสลายเมื่อใช้กรดและด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะไม่สามารถระบุถึงการย่อยสลายของพันธะเปปไทด์ได้ กรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิดถูกทำลายไปในระหว่างการย่อยสลาย เช่น ทริปโตเฟน (tryptophan) ในบางภาวะซีสเตอีน (cysteine) เซรีน (serine) และทรีโอนีน (treonine) อาจถูกทำลายด้วย และนอกจากนี้อาจทำให้เกิด racemization ของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนจาก L-form เป็น D-form ที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนลดลง (Hall and Ahmad, 1992) ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เอนไซม์โปรตีเอสย่อยสลายโปรตีน จึงมีบทบาทมากขึ้นแทนการย่อยสลายด้วยสารเคมี

Quaglia และ Orban (1987a) ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนจากเนื้อปลาซาร์ดีนโดยใช้เอนไซม์ Alcalase 0.6 L, Papain 60 u mg^{-1} และ Neutrase 0.5 L ด้วยปริมาณเอนไซม์ที่แตกต่างกันจากร้อยละ 0.1-4.0 ของปริมาณโปรตีนในเนื้อปลา ทำการย่อยสลายในสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์แต่ละตัว พบว่า ปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมมีค่า

ระหว่างร้อยละ 1.0-2.0 ซึ่งจะทำให้ได้ระดับการย่อยสลายประมาณ 60-70 % และพบว่าเอนไซม์ Alcalase และ Papain มีประสิทธิภาพสูงกว่าเอนไซม์ Neutrase

ในปีเดียวกัน Quaglia และ Orban (1987b) ได้ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลาซาร์ดีนโดยใช้เอนไซม์ Alcalase 0.6 L ปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ที่สภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา พบว่า เมื่อปริมาณเอนไซม์เพิ่มขึ้นจะมีระดับการย่อยสลายเพิ่มสูงขึ้นด้วย

Yu และ Tan (1992) ทำการศึกษาการย่อยสลายเนื้อปลา *Oreochomis mossambicus* โดยใช้เอนไซม์ Alcalase 0.6 L ซึ่งเป็นเอนไซม์ทางการค้า ได้จากเชื้อ *Subtilisin carlsberg* ทำการย่อยสลายที่ pH 8 โดยทำการคนตลอดเวลา พบว่า ที่ระดับเอนไซม์ 2.0 % ทำการย่อยสลายเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำให้ได้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุดประมาณ 42 % และเมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์เพิ่มขึ้นจะทำให้ระดับการย่อยสลายเพิ่มขึ้นด้วย

ในปี 1994 Hoyle และ Merritt ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนจากปลาแฮริ่ง (Clupea harengus) ที่เตรียมขึ้นด้วยวิธีการต่างกัน 3 แบบ คือ เนื้อปลาแฮริ่งสด เนื้อปลาแฮริ่งที่สกัดไขมันออกโดยการทำเป็น presscake และเนื้อปลาแฮริ่งที่สกัดไขมันออกโยการใช้เอทานอล โดยใช้เอนไซม์ Alcalase 2.4 L ทำการย่อยสลายที่ pH 8.0 -8.5 อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส และ Papain ที่สกัดจากยางมะละกอทำการย่อยสลายที่ pH 6.0-7.0 อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส พบว่า เอนไซม์ Alcalase สามารถย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลาแฮริ่งได้มากกว่าเอนไซม์ Papain โดยเมื่อย่อยสลายเนื้อปลาแฮริ่งสดเป็นเวลา 60 นาที มีระดับการย่อยสลายสูงที่สุดเท่ากับ 44.7 % และ 43.1 % ตามลำดับ

Surowha และ Fix (1992) ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนในหัวไก่ที่ต้มและสับละเอียดโดยใช้เอนไซม์ Neutrase ซึ่งได้จากการสกัดจากเชื้อ *Bacillus subtilis* โดยตรง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลาย คือ pH 7 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เติมน้ำ 75 % และใช้ปริมาณเอนไซม์ 0.2 % (w/w) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้ได้โปรตีนไฮโดรไลเสทแห้ง 75 กรัมจากวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 78.1 %

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และปราณี อ่านเปรื่อง (2535) ศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียม Neutrase ตรึงรูปบนผ้าไนลอนสำหรับการทำให้เบียร์ใส โดยใช้เอนไซม์ Neutrase 0.5 L พบว่า Neutrase ตรึงรูปที่ได้แสดงแอคติวิตีสูงที่สุดที่ pH 6.6 อุณหภูมิ 55 องศา

เซลเซียส ขณะที่ Neutrase อิสระแสดงแอคติวิตีสุงที่สุดที่ pH 7.1 อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

บุศราภา ลีละวัฒน์ และปราณี อ่านเปรื่อง (2536) ศึกษาการเตรียม Papain และ Neutrase ตรึงรูปสำหรับผลิตสารสกัดจากปลาจากน้ำนึ่งปลาทูน่า พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ Papain และ Neutrase อิสระ คือ pH 6.4 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และ pH 6.7 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อผ่านการตรึงรูปพบว่าเอนไซม์ Papain และ Neutrase ตรึงรูปมีสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาที่ pH 5.9 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และ pH 7.1 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

Sanguandeekul และคณะ (1992) ศึกษาการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าเพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร โดยการย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ Skipjack และพันธุ์รวม พีเอช 6.5 ด้วยเอนไซม์ Neutrase (0.5 unit / g) และกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6.0 โมลาร์ พบว่าเมื่อย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์ Skipjack และพันธุ์รวม พีเอช 6.5 ด้วยสารละลายเอนไซม์ 1.0 % - 1.5 % ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนกลิ่นสูงสุด และมีค่าระดับการย่อยสลาย (DH) 48.93 % และ 53.49 % ตามลำดับ และเมื่อย่อยสลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6.0 โมลาร์ 15 % ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนกลิ่นสูงสุด และมีค่า DH 32.50 % และ 38.53 % ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังศึกษาพันธุ์ปลาที่ดีที่สุดและสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงกลิ่นของโปรตีนไฮโดรไลเสทโดยใช้ activated carbon powder จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่าโปรตีนไฮโดรไลเสทจากการย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยเอนไซม์ Neutrase ที่ผ่านการปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon powder 0.02 % ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนกลิ่นสูงสุด ส่วนโปรตีนไฮโดรไลเสทจากการย่อยสลายน้ำนึ่งปลาทูน่าพันธุ์รวมด้วยกรดเกลือที่ผ่านการปรับปรุงกลิ่นด้วย activated carbon powder 0.01 % ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนกลิ่นสูงสุด

ซอสหอยนางรม

ซอสหอยนางรมหมายถึง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารชนิดหนึ่ง ลักษณะข้นประกอบด้วยเนื้อหอยนางรมบด หรือน้ำสกัดหอยนางรม หรือส่วนที่ได้จากการย่อยสลาย

หอยนางรมด้วยกรดหรือเอนไซม์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน เป็นส่วนประกอบสำคัญ และมีส่วนประกอบอื่นรวมทั้งเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสผสมอยู่ด้วยบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท (มอก.1317-2538)

ส่วนประกอบ

ส่วนประกอบหลัก

1. เนื้อหอยนางรม หรือหอยนางรมสกัด หรือหอยนางรมย่อยสลาย
2. เกลือบริโภค
3. น้ำตาล
4. แป้ง เช่นแป้งข้าวโพด แป้งมันสำประหลัง แป้งดัดแปร

ส่วนประกอบอื่นที่อาจจะมี

1. โปรตีนสกัดจากพืช
2. เครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรส เช่น น้ำปลา น้ำซีอิ๊ว น้ำซอสปรุงรส

วัตถุเจือปนอาหาร

1. วัตถุกันเสีย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.1 กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิค

1.2 กรดซอร์บิคหรือกรดของซอร์บิค

2. สี ห้ามใช้สีสังเคราะห์

3.สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ห้ามใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด เช่น แซ็กคารินไซคลาเมต

4.วัตถุปรุงแต่งรสดังต่อไปนี้ ในปริมาณที่เหมาะสมตามกรรมวิธีที่ถูกต้อง

4.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมท โมโนไฮเดรท (monosodium L-glutamate monohydrate)

4.2 ไดโซเดียม-5'-อิโนซิเนต (disodium-5'-inosinate)หรือแคลเซียม -5'-อิโนซิเดรท (calcinm-5'-inosinate)

4.3 ไดโซเดียม-5'-กัวนิเลต (disodium-5'-guanylate)หรือแคลเซียม -5'-กัวนิเลต (calcinm-5'-guanylate)

ปรานิศา เชื้อโพธิ์หัก และนงนุช รักสกุลไทย (2534)ศึกษาการผลิตหอยนางรมโดยการใช้เอนไซม์ปาเปนและโบรมิเลน เมื่อนำเนื้อหอยนางรมบดมาย่อยสลายด้วยเอนไซม์โดยใช้ปริมาณเอนไซม์ 0, 0.1, 0.3, 0.5, และ 0.7% พบว่าปาเปน 7% หรือโบรมิโลน 0.3%ให้ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายได้ในน้ำหอยสกัดสูงสุด เมื่อนำน้ำหอยสกัดที่ได้มาเตรียมซอสหอยนางรม พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของซอสหอยนางรมที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันและคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน เมื่อนำไปผัดผักบุ้งไฟแดงพบว่าผักบุ้งซึ่งผัดกับซอสหอยนางรมที่เตรียมไว้ ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าผักบุ้งที่ผัดกับซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

สังคีต จิตต์ละออง (2539) ศึกษาการทำซอสปรุงรสคล้ายซอสหอยนางรมจากน้ำนึ่งปลาทูน่าโดยการนำน้ำนึ่งปลาทูน่ามาทำให้มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่า และ 5 เท่า แล้วทำเป็นซอสปรุงรสคล้ายซอสหอยนางรม พบว่าซอสปรุงรสจากน้ำนึ่งปลาทูน่าความเข้มข้น 2 เท่า ได้รับการยอมรับมากที่สุด และคุณลักษณะของซอสที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด