

ผลการเพิ่มปริมาณออกซิเจนต่อกระบวนการหมักน้ำปลา

Effect of Oxygen Addition on Fish Sauce Fermentation

ปราณิสรา เชื้อโพธิ์หัก นงนุช รักสกุลไทย ดวงเดือน กุลวิลัย

Pranisa Chuapoehuk Nongnuch Raksakulthai Duangdoen Kulwilai

ABSTRACT

Anchovies were mixed with salt at a ratio of 3:1. Fish-salt mixture was divided into 2 parts, the control was fermented under natural condition without aeration while the other treatment was aerated for 8 hours per days except on Saturday and Sunday. Three replicates of both control and the other treatment were left out-door for 1 year. From 2-40 weeks of fermentation, amino acid and total nitrogen contents of aerated samples were higher than those of control ($P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively) but pH of aerated samples was not significantly ($p > 0.05$) different from the control ($P > 0.05$). Sensory evaluation scores of both samples were fermented for 6 months and commercial sample were not significantly ($P > 0.05$) different. But the samples were fermented for 1 year, the acceptability scores of control samples were significantly higher than aerated samples. Therefore, fermentation times of fish sauce with aeration should not be longer than 6 months since the total nitrogen content had higher than the TISI standard of local fish sauce after 5 months.

Key words : Fish sauce, Amino acid, Fermentation

บทคัดย่อ

นำปลาไส้ตันมาผสมกับเกลือในอัตราส่วน 3:1 แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนแบ่งเป็น 3 ถัง ส่วนที่หนึ่ง หมักแบบธรรมชาติ และส่วนที่สอง ติดตั้งเครื่องกวนทั้ง 3 ถัง เปิดเครื่องกวนวันละ 8 ชั่วโมง เว้นวันเสาร์และอาทิตย์ พบว่าในช่วง 2-40 สัปดาห์ ปริมาณไนโตรเจนจากกรด

อะมิโนและไนโตรเจนทั้งหมดในถังที่มีการกวนจะสูงกว่าถังที่หมักแบบธรรมชาติ ($P \leq 0.05$ และ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ) ส่วนค่าความเป็นกรดต่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่า หลังจากหมักเป็นเวลา 6 เดือน การหมักแบบธรรมชาติและการเติมอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

แต่เมื่อหมักเป็นนาน 1 ปี พบว่า การหมักแบบธรรมชาติได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าแบบเติมอากาศ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า การหมักแบบเติมอากาศ ควรใช้ระยะเวลาในการหมักไม่เกิน 6 เดือน โดยที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะสูงกว่าค่าของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 3-2526) เมื่อหมักได้เป็นเวลา 5 เดือน

บทนำ

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักดองที่มีความสำคัญมากที่สุดในจำนวนผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักดองทั้งหมด ในแต่ละปีการผลิตน้ำปลาในระดับอุตสาหกรรมมีปริมาณสูง ในปี 2534 กรมประมงรายงานว่า มีจำนวนโรงงานผลิตน้ำปลา 110 โรง ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำปลา มีจำนวนถึง 127,089 เมตริกตัน นอกจากการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังมีการส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย โดยในปี 2534 ปริมาณการส่งออกน้ำปลาจำนวน 17,152 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 308.7 ล้านบาท (กรมประมง, 2536) ถึงแม้ว่าจะมีการผลิตน้ำปลาในแต่ละปีเป็นปริมาณสูง แต่กระบวนการผลิตน้ำปลาพื้นเมืองในระดับอุตสาหกรรมก็ยังคงใช้วิธีดั้งเดิมคือ การหมักปลากับเกลือในอัตราส่วนปลาต่อเกลือ 3:1 ถึง 2:1 (โดยน้ำหนัก) แล้วทิ้งไว้นาน 8-12 เดือน มีรายงานการศึกษาวิจัยเพื่อลดระยะเวลาการหมักโดยการใช้เอนไซม์ต่างๆ (Raksakulthai et al., 1986) การใช้อุณหภูมิ (Orejana et al., 1984)

การใช้กรด (Beddows and Ardesir, 1979) ฯลฯ แต่ยังไม่มียูนิเวอร์สัลที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม

กลิ่นของน้ำปลาเกิดจากการย่อยโปรตีนโดยน้ำย่อยในตับปลาให้เป็นเปปไทด์และอาจถูกย่อยสลายต่อไปอีกเป็น เอมีน คีโตแอซิด แอมโมเนีย และคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนพวกไขมันจะถูกน้ำย่อยอีกพวกหนึ่งให้เกิดกรดไขมันทั้งที่ระเหยได้และระเหยไม่ได้ รวมทั้งพวกสารคีโตนและอัลดีไฮด์ ปริมาณของด่างและกรดที่ระเหยได้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมักจนถึงเวลาประมาณ 9 เดือน หลังจากนั้นแล้วจะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อปลาลิ้นสุดลงแล้ว ปริมาณของกรดและด่างที่ระเหยได้ที่ยังเหลืออยู่หลังจากการหมักสมบูรณ์แล้วจัดเป็นสารประกอบที่สำคัญของน้ำปลา (ประเสริฐ, 2516) จากเอกสารต่างๆ ปรากฏว่าอาหารปลาหมักที่ใส่เกลือมากๆ อย่างเป็นทางการทำน้ำปลา กลิ่นและรสของอาหารเหล่านี้จะได้จากกิจกรรมของแบคทีเรีย (Van Veen., 1953;

Sreenivasan and Venkataraman, 1957) นอกจากนี้ยังมีผู้เชื่อว่า สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยา nonenzymatic browning reaction ซึ่งเป็นสารประกอบประเภทอัลดีไฮด์ จะให้กลิ่นเฉพาะตัวแต่จากการทดลองของประเสริฐ (2511) พบว่า กลิ่นของน้ำปลาบางส่วนประกอบด้วยกรดอินทรีย์ที่ระเหยได้ 5 ชนิดกับกรดอินทรีย์ที่ระเหยไม่ได้ 1 ชนิด และพบกรดแลคติกอยู่เป็นปริมาณมากในน้ำปลา (ประเสริฐ, 2516)

ส่วนรสของน้ำปลาพบว่าประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดซึ่งต่างก็มีรสเฉพาะตัว (Jones, 1961) ที่พบมีเกือบทุกระยะของการหมัก ได้แก่ ไกลซีน แอสพาทิกแอซิด กลูตามิกแอซิด ไกลซีน-ฮิสติดีน ลูซีน หรือไอโซลูซีน และเฟนิลอะลานีน จำนวนของสารประกอบอะมิโนจะลดน้อยลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น

สีของน้ำปลาจะเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนๆ ไปเป็นสีน้ำตาลอมแดง เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลคือ Maillard reactions จากปฏิกิริยาของ carbonyl group ที่

ที่เกิดจากน้ำตาล เช่น น้ำตาล ribose หรือจากกรดไขมันที่ถูกเติมออกซิเจนกับ amino group หรือสารประกอบ amine จากปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีน ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ และเชื่อว่าตัวการสำคัญในการทำให้เกิดสีน้ำตาลคือ taurine เมื่อ taurine หรือ ribose ถูกใช้หมดไปแล้ว ผลที่ได้จากปฏิกิริยาของ taurine และ ribose จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนตัวอื่นๆ ต่อไป (Saisithi, 1967)

ปฏิกิริยาการหมักน้ำปลาของไทยตามธรรมชาติเป็นการหมักแบบ anaerobic หรือ facultative fermentation เนื่องจากการนำวัตถุดิบผสมกับเกลือบรรจุในถังหมัก แล้วปล่อยให้การหมักดำเนินไปเองโดยไม่มีการรบกวน ดังนั้นออกซิเจนที่มีอยู่ในตอนต้นของการหมักจะถูกใช้หมดไป (ประเสริฐ, 2526) และโอกาสในการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันจะลดลงด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการหมักน้ำปลาแบบธรรมชาติ กับการเพิ่มออกซิเจนโดยให้มีการหมุนเวียนของส่วนผสมในถังหมัก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

ปลากระดัก *Stolephorus indicus* (anchovies) จากแพปลาในจังหวัดระยอง หมักกับเกลือในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก บรรจุลงพลาสติกแล้วนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง

2. วิธีการ

แบ่งปลาและเกลือที่ผสมเข้ากันดีแล้วเป็น 6 ส่วน แต่ละส่วน (ประมาณ 100 กิโลกรัม) บรรจุในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 175 ลิตร ซึ่งมีฝาปิดและตอนล่างของถังมีก๊อชขนาด 8 หุนติดอยู่ ใช้ตะแกรงไม้ไผ่ขนาดตา 3 มิลลิเมตร ปิดที่ด้าน

ในของก๊อก นำตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีการกวน 3 ถังตั้งไว้กลางแจ้ง ส่วนอีก 3 ถัง นำมาติดตั้งเครื่องกวน ซึ่งมีลักษณะเป็นใบพัดขนาด 40 มิลลิเมตร ใช้ไฟฟ้าหมุนมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า (HP) ด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที ปิดเปิดใบพัดระหว่างเวลา 9.00-16.00 น. ทุกวัน เว้นวันเสาร์-อาทิตย์ ตั้งถึงทดลองไว้กลางแจ้งเช่นกัน

หลังจากหมัก 2 สัปดาห์ ปล่อยของเหลวที่ได้จากการหมักออกทางก๊อก สุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ นำมากรองแล้วตรวจวิเคราะห์ดังนี้

1. ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) มอก. 3-2526
2. ฟอมัลดีไฮด์ไนโตรเจน (formaldehyde nitrogen) มอก. 3-2536
3. แอมโมเนียคอลไนโตรเจน (ammoniacal

nitrogen) มอก. 3-2526

4. อะมิโนแอซิดไนโตรเจน (amino acid nitrogen) มอก. 3-2526

5. ความเป็นกรดต่าง (pH)

หลังจากหมักนาน 6 เดือน และ 1 ปี นำตัวอย่างน้ำปลาทั้ง 2 การทดลองมากรอง แล้วนำมาทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส ให้คะแนนด้าน สี กลิ่น รส โดยให้คะแนน 1-5 คะแนน (5 คือยอมรับมากที่สุด 1 คือยอมรับน้อยที่สุด ผู้ชิมเป็นข้าราชการและนิสิตภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง ใช้ตัวอย่างน้ำปลาชั้นคุณภาพหนึ่งที่จำหน่ายในท้องตลาดนำมาเปรียบเทียบกับ

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ Student T-test โดยใช้โปรแกรม Banana Stat. Pack Version 3.0 (Wicha Chaleeprom)

ผล

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และ pH ระหว่างการหมักน้ำปลาโดยวิธีธรรมชาติและการ

เติมออกซิเจน แสดงใน Figure 1, 2 และ 3. ตามลำดับ คะแนนการยอมรับโดยประสาทสัมผัส แสดงใน Table 1 และ 2.

Table 1. Average sensory evaluation scores of commercial fish sauce samples and fish sauces were fermented with and without aeration for 6 months.

Types of fish sauce	Average scores ¹		
	Color	Flavor	Odor
Not - aerated	4.1 ^a	3.4 ^a	3.8 ^a
Aerated	3.2 ^a	3.2 ^a	3.7 ^a
Commercial	4.3 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a

¹ In a column, means followed by a same letter are not significantly difference ($p > 0.05$)

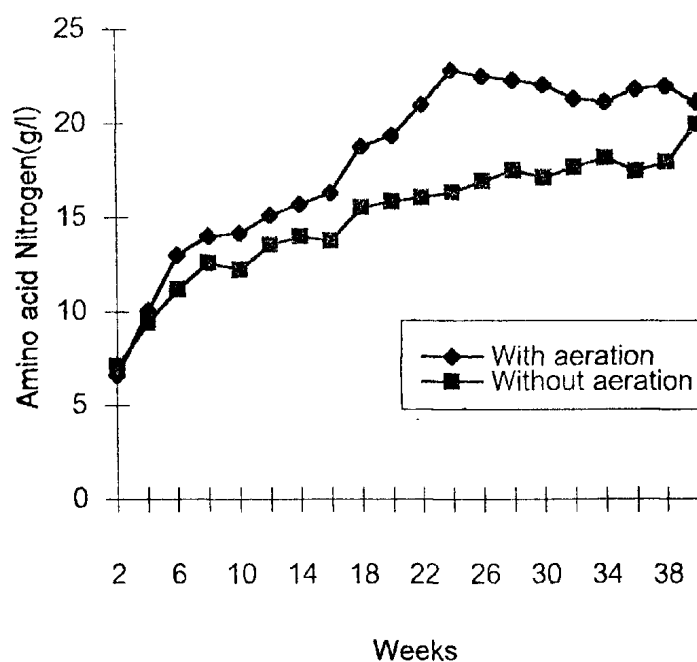


Figure 1. Amino acid-Nitrogen in fish sauces were fermented with and without aeration

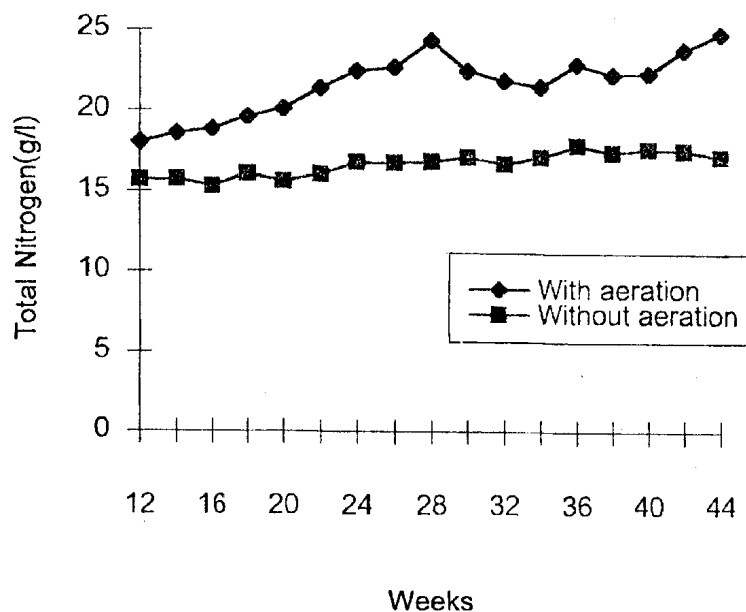


Figure 2. Total nitrogen in fish sauces were fermented with and without aeration

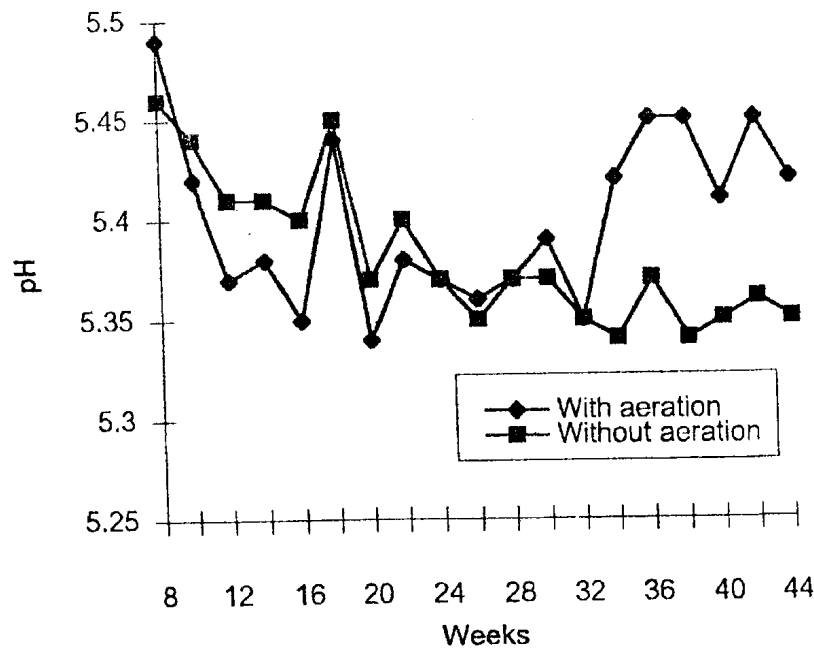


Figure 3. pH in fish sauces were fermented with and without aeration

Table 2. Average sensory evaluation scores of commercial fish sauce samples and fish sauces were fermented with and without aeration for 1 year.

Types of fish sauce	Average scores ¹		
	Color	Flavor	Odor
Not - aerated	4.1 ^a	3.6 ^a	3.4 ^a
Aerated	1.4 ^a	1.5 ^a	1.9 ^a
Commercial	3.5 ^a	3.0 ^a	3.6 ^a

¹ In a column, means followed by a same letter are not significantly difference ($p > 0.05$)

บทวิจารณ์

จาก Figure 1. จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโนระหว่างการหมักมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น โดยในช่วง 2-40 สัปดาห์ ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน

ในตัวอย่างที่มีการเติมอากาศจะสูงกว่าการหมักตามธรรมชาติ ($P \leq 0.05$)

จาก Figure 2. จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างที่มีการเติมอากาศ

ระหว่างหมักมีค่าสูงกว่าการหมักตามธรรมชาติ ตลอดระยะเวลาการหมัก ($P \leq 0.01$) และหลังจากหมักได้ 20 สัปดาห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่า 20.14 กรัม/ลิตร ซึ่งตาม มอก. 3-2526 กำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำปลาต้องมีค่าสูงกว่า 20 กรัม/ลิตร ในขณะที่น้ำปลาหมักตามธรรมชาติมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพียง 15.64 กรัม/ลิตร

สำหรับ pH ในตัวอย่างทดลองและตัวอย่างควบคุม Figure 3. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

การเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโนในระหว่างการหมักเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนโดยเอนไซม์จากปลา (Orejana and Liston, 1982) เอนไซม์จากจุลินทรีย์จะมีบทบาทในการย่อยสลายโปรตีนน้อยมาก เนื่องจากการหมักน้ำปลาจะมีปริมาณเกลือสูง การเพิ่มอุณหภูมิระหว่างหมักจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (Orejana et al., 1984) การใช้ใบพัดหมุนเวียนทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมในถังมีความสม่ำเสมอ ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมอุณหภูมิที่ผิวหน้าจะสูงกว่าอุณหภูมิกันถังประกอบกับการใช้ใบพัดหมุนเวียนตัวปลาจะมีลักษณะคล้ายถูกบดละเอียด ทำให้การย่อยสลายโดยเอนไซม์เกิดได้ดีขึ้น ส่วนในตัวอย่างควบคุมปลาจะมีลักษณะเป็นตัวอยู่ แต่การที่เนื้อปลาถูกบดละเอียดทำให้การกรองทำได้ยากมาก และได้ผลผลิตน้อยกว่าการหมักตาม

ธรรมชาติ

สีของน้ำปลาในถังที่หมักแบบให้อากาศ จะมีสีเข้มกว่าในถังหมักตามธรรมชาติ ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่มีออกซิเจนทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันเพิ่มขึ้น และสารที่ได้จากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันจะทำให้ปฏิกิริยากับ amino group หรือสาร amine จากปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีนเกิดเป็นสีน้ำตาล (Saisithi, 1967)

ผลการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม หลังจากการหมักเป็นเวลานาน 6 เดือน พบว่า คะแนนคุณภาพของน้ำปลาที่หมักตามธรรมชาติ แบบเดิมอากาศ และตัวอย่างที่ผลิตเป็นการค้า ด้านรสชาติ กลิ่น และสี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่เมื่อหมักไว้นาน 1 ปี น้ำปลาที่นำมาทดสอบมีคะแนนคุณภาพทุกด้านต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) คะแนนของน้ำปลาที่ผลิตเป็นการค้า และน้ำปลาที่หมักตามธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่จะสูงกว่าคะแนนคุณภาพของน้ำปลาที่หมักแบบเดิมอากาศ ($P > 0.01$)

สาเหตุที่คะแนนน้ำปลาที่หมักแบบเดิมอากาศต่ำกว่าตัวอย่างอื่นๆ น่าจะมาจากสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความเข้มมาก และกลิ่นซึ่งจะเป็นกลิ่นไขมันที่ถูกออกซิไดซ์ จึงทำให้ผู้ชิมไม่ยอมรับ ในขณะที่หมักนานเป็นเวลา 6 เดือน คะแนนคุณภาพ

กลับไม่ต่างกัน แสดงว่า การเติมอากาศระหว่างหมักช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมักให้เร็วขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากค่าอะมิโนไนโตรเจน และค่าไนโตรเจน

ทั้งหมด และเมื่อทิ้งไว้ถึง 1 ปี ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเป็นสาเหตุทำให้คะแนนการยอมรับลดลง

บทสรุป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ในการหมักแบบเติมออกซิเจนนั้น ควรใช้ระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน เพราะเมื่อดูจากปริมาณไนโตรเจนพบว่าถึงมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของ สมอ. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) หลังจากใช้เวลาในการหมักเพียง 5 เดือน แต่ปัญหาในการ

หมักแบบเติมออกซิเจนคือ การกรอง เนื่องจาก การกรองกระทำได้ยาก จึงนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองผลิตเป็นน้ำบูดู โดยเติมส่วนผสม ได้แก่ ตะไคร้ หอมแดงทุบและน้ำตาล และได้ให้ผู้ชิมทดสอบพบว่า ได้รับการยอมรับสูง

เอกสารอ้างอิง

- ประมง, กรม. 2536. สถิติการประมง ปี 2534. ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2511. กลิ่นและรสของน้ำปลา. วารสารการประมง 21(3): 467-474.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2516. น้ำปลา หนังสืออนุสรณ์ในงานฌาปนกิจศพ.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2526. การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักดองพื้นเมือง. การประชุมวิชาการ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ.
- Beddows and Ardeshir. 1979. The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture : I. The used of added enzyme. *J. Food Technol.* 14: 603-612.

- Jones, N.R. 1961. Fish flavor. *proc. flavor. Chemistry Symp.* p.61-81. *Compbell Soup Co.*
- Orejana, F.M. and Liston, J. 1982. Agents of proteolysis and its inhibition in patis (Fish sauce) fermentation. *J. Food Sci.* 47: 198-203.
- Orejana, F.M., Espejo-Hermes, J. and Maulapig, E. 1984. Hastening fermentation of fish by artificial methods. Report to ASEAN Working Group. *National Science and Technology. Philippines.*

-
- Raksakukthai, N., Lee, Y.Z. and Harrd, N.F.
1986. Effect of enzyme supplements
on the production of the sauce from
male capelin *Mallotus villosus*. *Can.*
Inst. Food Sci Technol. J. 19: 28-23.
- Saisithi, P. 1967. Studies on the origins and
development of the typical flavor and
aroma of thai fish. sauce. Ph.D.
Thesis. *Univ. of Wash., Seattle, USA.*
- Sreenivasan, A. and Venkataraman, R.
1957. The bacteriology of Indian
curing salt and brine cured fish. *Proc.*
2nd Intern. Symp. Food Microbiology.
p. 117-120 *Dept. of Scientific and*
Industrial Research, London.
- Van Veen. 1953. Fish preservation in
Southeast Asia. *Advances in Food*
Research, Academic Press Inc. Pub-
lisher. 4: 212-217.