Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 380-386 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 380-386 (2545)**

การศึกษาคุณภาพปลากะตักที่เก็บรักษาบนเรือและคุณภาพน้ำปลาระหว่างการหมัก

A Study on Quality of Anchovy Kept on Board and Quality of Fish Sauce during Fermentation

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล[1] วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์[2] และ จิราภรณ์ รุ่งทอง[2]

Poonsap Virulhakul[1], Varatip Somboonyarithi[2] and Jiraporn Roongthong[2]

คำนำ

น้ำปลาเป็นอาหารหมักพื้นบ้าน โดยใช้ปลาหมักกับเกลือเป็นเวลาตั้งแต่ 8-24 เดือน น้ำปลาที่หมักระยะสั้นจะมีกลิ่นคาวจัด ดังนั้นผู้ผลิตมักใช้เวลาหมักมากกว่า 1 ปีขึ้นไป การหมักเกิดจากน้ำย่อยในตัวปลาโดยเฉพาะน้ำย่อยโปรทีน จึงจำเป็นต้องใช้ปลาทั้งตัว น้ำย่อยในตัวปลาเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากของอาหารหมักประเภทนี้ ปลาที่นิยมใช้ทำน้ำปลามากที่สุดคือ ปลากะตัก (*Stolephorus* spp.) ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำขนาดเล็กที่อยู่กันเป็นฝูงในทะเลเพราะเป็นปลาที่ให้น้ำปลาที่มีกลิ่นดี

นอกจากน้ำย่อยในตัวปลาแล้ว มีผู้พบน้ำย่อยจากแบคทีเรียที่อยู่บนและในตัวปลารวมทั้งที่ปนอยู่กับเกลืออาจมีส่วนช่วยในการหมักน้ำปลา จากการศึกษาของ Thongthai และ Siriwongpairat (1989) พบว่าในระยะ 2 วันแรกของการหมักน้ำปลามีแบคทีเรียสูงถึง 10^7/มล และเพิ่มไปจนถึงระดับสูงสุดคือ $7x10^8$/มล หลังจากหมักได้ 3 สัปดาห์ ตามการปฏิบัติของผู้ผลิตน้ำปลาบางรายจะใช้ปลาที่มีคุณภาพอยู่ในระยะสุดท้ายของการย่อยสลายด้วยตัวเอง (autolysis) และเริ่มเสื่อมคุณภาพโดยแบคทีเรีย ซึ่งเมื่อนำปลาเหล่านี้มาผสมกับเกลือทำให้โปรทีนสลายออกมากับน้ำในตัวปลาได้มากและเร็วขึ้น แต่มีผลเสียอาจทำให้น้ำปลาที่ได้ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้เพราะในกระบวนการหมักน้ำปลาโดยใช้ปลาที่เสื่อมคุณภาพจะเกิดฮีสตามีนที่ผลิตโดยแบคทีเรียที่ผลิตฮีสตามีน เช่น *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* (Stratton and Taylor, 1991) กระบวนการหมักน้ำปลาดังกล่าวข้างต้นนั้น จึงมีโอกาสที่จะพบปริมาณฮีสตามีนสูงเนื่องจากการย่อยสลายตัวเองร่วมกับการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย รวมทั้งปลาที่ใช้ทำน้ำปลาถูกจัดอยู่ในกลุ่มปลาที่เกิดฮีสตามีนได้ง่าย จึงทำให้น้ำปลาผลิตออกมาส่วนใหญ่มีปริมาณฮีสตามีนสูง ในปัจจุบันนี้น้ำปลากลายเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยเพราะมีชาวเอเชียอพยพไปอยู่ในประเทศแถบตะวันตกจำนวนมาก แม้แต่ชาวตะวันตกเองก็หันมานิยมบริโภคน้ำปลาเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2539 มีการส่งออกน้ำปลาคิดเป็นมูลค่า 1,700 ล้านบาท (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2541) โดยที่ประเทศผู้นำเข้าส่วนมากเป็นประเทศที่มีมาตรฐานสูง และพบว่าในปี พ.ศ. 2540 แคนาดาและออสเตรเลียไม่ยอมรับน้ำปลาจากไทย 3 และ 5 รุ่น ตามลำดับ เนื่องจากตรวจพบฮีสตามีนสูงเกิน 10 มก/100 ก (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2540)

มาตรฐานน้ำปลาของไทยที่ออกโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ซึ่งเป็นมาตรฐานบังคับ ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข (ฉบับที่ 203) พ.ศ.2543 เรื่องน้ำปลา และมาตรฐานน้ำปลาพื้นเมือง มอก. 3-2526 ซึ่งเป็นมาตรฐานไม่บังคับกำหนดคุณภาพและคุณลักษณะอื่นที่ไม่เกี่ยวกับความปลอดภัยแต่ไม่ได้กำหนดปริมาณฮีสตามีน ได้ออกโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) แต่ประเทศคู่ค้าบางประเทศ ได้แก่แคนาดากำหนดปริมาณฮีสตามีนในน้ำปลาไว้ที่ <20 มก/100 ก ไว้เป็นลายลักษณ์อักษร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำปลา พร้อมทั้งศึกษาติดตามคุณภาพน้ำปลาตั้งแต่เริ่มหมักปลาและระหว่างการหมักเพื่อหาแนวโน้มการเกิดฮีสตามีน สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานฮีสตามีนซึ่งเป็นมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับน้ำปลาไทย

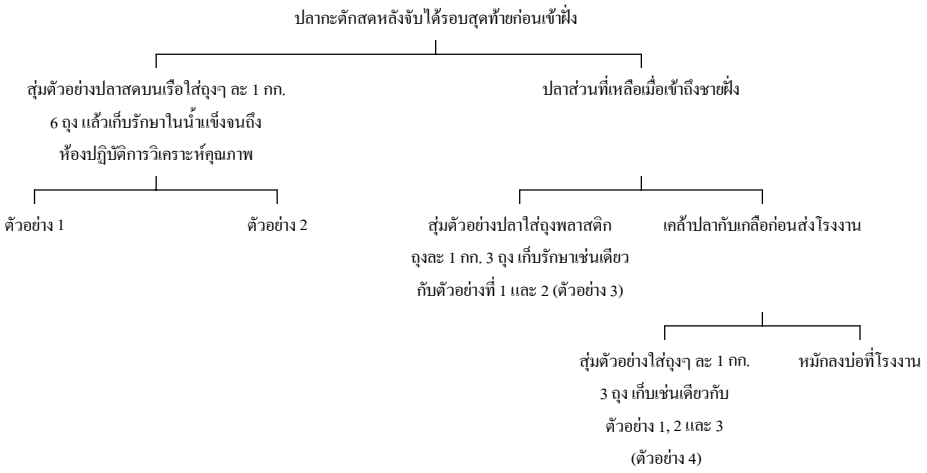
อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุ ได้แก่ ปลากะตัก (*Stolephorus* spp.) สด และเกลือ
2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมตัวอย่างปลากะตัก 2 ชุด คือ ชุดควบคุม (ภาพที่ 1) และชุดที่ได้จากการปฏิบัติปกติของโรงงาน (ภาพที่ 2)

2.2 สุ่มตัวอย่างที่ 1-9 มาวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้ ได้แก่ ตรวจคุณลักษณะที่ปรากฏด้วยสายตา ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (AOAC, 1990) ความเป็นกรดด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (Radiometer รุ่น PHM 210) โซเดียมคลอไรด์ (FAO, 1981) ด่างระเหยได้ทั้งหมด (TVB) (Uchiyama, 1978) ฮีสตามีน (Hardy & Smith, 1976) จุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) (Yatsunami and Echigo, 1993) แบคทีเรียที่สร้างฮีสตามีน (Histamine forming bacteria, HFB) (Yatsunami & Echigo, 1993)

[1]ราชการบริหารส่วนกลาง
Central ExecutiveAdministration Office,
[2]สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง
Fishery Technological Development Institute, Department of Fisheries



ภาพที่ 1 ปลากะตักชุดควบคุม

ภาพที่ 2 ปลากะตักที่ใช้เป็นวัตถุดิบปกติของโรงงาน

2.3 ศึกษาคุณภาพของปลาก่อนหมักและระหว่างการหมักน้ำปลา 1 บ่อ ขนาด 2.5x2.5x2.75 ลูกบาศก์เมตร จากโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นบ่อหมักเปิดอยู่ในโรงเรือนมีหลังคาโดยสุ่มตัวอย่างปลากะตักใส่ถุงพลาสติกเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งในกล่องโพลีสไตรีนมาวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบเริ่มต้นก่อนการเคล้าเกลือและหมักลงบ่อ ซึ่งวัตถุดิบเริ่มต้นนั้นได้จากการสุ่มตัวอย่างปลาหลายรุ่น จนได้ปลาเต็มบ่อ หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างปลาระหว่างการหมักเดือนที่ 2, 4½, 6 และ 8½ โดยสุ่มส่วนเนื้อปลาจาก 5 ตำแหน่งของบ่อหมักได้แก่ ข้างบ่อด้านหน้า ด้านหลัง ซ้าย ขวาและมุมบ่อด้านหน้า และส่วนของเหลว ซึ่งอยู่ก้นบ่อหมักโดยใช้ปั๊มดูดผ่านท่อซึ่งติดอยู่ข้างในบ่อซึ่งเป็นรูปแบบของบ่อน้ำปลาไทยทั่วไป เมื่อหมัก 6 และ8½ เดือนสุ่มตัวอย่าง 3 จุด คือ ส่วนบน กลาง และล่างของบ่อ นำตัวอย่างดังกล่าวมาวิเคราะห์หา pH, TN, ปริมาณเกลือ, TVB, ฮีสตามีน, TVC และ HFB เช่นเดียวกับ 2.2

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลากะตักที่ใช้หมักน้ำปลา

จากการวิเคราะห์คุณภาพของปลากะตักสดชุดควบคุม (Table 1) พบว่าอุณหภูมิของปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง วัดเมื่อถึงห้องปฏิบัติการอยู่ระหว่าง 0-2 °C เมื่อตรวจดูลักษณะด้วยสายตาพบว่าปลาตัวอย่าง 1, 2 และ 3 มีตัวใส นัยน์ตาใส เนื้อแน่นซึ่งแสดงคุณลักษณะของปลาสด ตัวอย่าง 4 ตัวปลาเริ่มขุ่น มีเมือกเล็กน้อย ตัวปลาเริ่มนิ่มและมีสีแดงช้ำ ซึ่งลักษณะปรากฏดังกล่าวนี้สอดคล้องกับปริมาณด่างระเหยได้ทั้งหมด (TVB) ตัวอย่าง 1 และ 2 เป็นปลาที่ได้สดมาก มีค่า TVBใกล้เคียงกัน คือ 19.45 และ 20.12 มก/100 ก ตามลำดับ ตัวอย่าง 3 เป็นปลาที่ถูกทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานกว่า ค่า TVB จึงสูงขึ้นเป็น 22.10 มก/100 ก และตัวอย่าง 4 เป็นปลาที่ถูกลำเลียงขนส่งมาถึงโรงงานความสดลดลงอีก ค่า TVB สูงขึ้นเป็น 36.87 มก/100 ก

สำหรับตัวอย่าง 5-9 ซึ่งเป็นตัวอย่างตามการปฏิบัติปกติของโรงงานพบว่าตัวขุ่น มีเมือกมาก ตัวนิ่มค่อนไปทางเละและมีกลิ่นเน่าเสีย สอดคล้องกับค่า TVB ซึ่งอยู่ในช่วง 40-72 มก/100 ก ผลการวิเคราะห์ค่า TVB ของตัวอย่างทั้งหมดสอดคล้องกับที่

Stanby (1976) รายงานไว้ว่าปลาสด ปลาที่เริ่มเน่าเสียน้อยแต่ยังบริโภค ปลาถึ่งดีถึ่งเน่า และปลาที่เน่าเสียไม่ควรนำมาบริโภคมีค่า TVB เท่ากับ 12, >12-20, >20-25 และ >25 มก/100 ก ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่าปลาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำปลาชุดนี้นั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว เนื่องจากระยะเวลาในการจับปลามีความผันแปรตามปริมาณปลาที่จับได้ บางครั้งชาวประมงใช้เวลาถึง 2 วันในการออกเรือแต่ละเที่ยวกว่าจะได้ปลาเต็มลำเรือหรือคุ้มกับค่าใช้จ่ายในการออกเรือจับปลา ชาวประมงจับปลากะตักได้ประมาณ 200-2,500 กก/ลำ/คืน แล้วแต่เครื่องมือที่ใช้และพบว่าทรัพยากรปลากะตักยังมีมากพอที่จะนำมาใช้ต่อไปได้อีกหากมีการลงแรงงานประมงที่เหมาะสม (กองประมงทะเล, 2542) ชาวประมงบางรายพยายามลดค่าใช้จ่ายโดยใช้เกลือรักษาปลาโดยโรยบนตัวปลาหรือใส่น้ำแข็งบ้างเล็กน้อย จึงทำให้วัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงานไม่สดเท่าที่ควร แต่โดยทั่วไปเรือจับปลากะตักเพื่อใช้ในการผลิตน้ำปลามักจะไม่ใช้น้ำแข็งรักษาความสด ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณเกลือของปลาสดตัวอย่าง 1-4 พบเกลือร้อยละ 1.09, 1.12, 1.27 และ 1.43 ตามลำดับ ควรเป็นปลาสดที่ยังไม่ได้ใส่เกลือส่วนตัวอย่างที่เหลือมีปริมาณเกลือมากกว่าร้อยละ 1.5 จึงเป็นปลาที่ใส่เกลือมาจากเรือ

ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลากะตัก อยู่ในช่วง 10^4 –10^5 โคโลนี/กรัม โดยเฉพาะตัวอย่าง 1-2 ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างสำหรับศึกษาเปรียบเทียบนี้ได้รับการดูแลอย่างดีจนถึงห้องปฏิบัติการ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.0 x 10^4 และ 8.0 x 10^4 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ตัวอย่าง 3 เป็นตัวอย่างที่ถูกสุ่มเมื่อเรือเข้าถึงฝั่งแล้วเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง 9 ชั่วโมง ก่อนการวิเคราะห์มีปริมาณแบคทีเรีย 1.8 x 10^5 โคโลนี/กรัม ในตัวอย่าง 4 และ 5 ซึ่งเป็นปลาที่อยู่ที่อุณหภูมิห้องนานมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นเป็น 5.8 x 10^5 และ 9.2 x 10^5 โคโลนี/กรัม นั่นแสดงให้เห็นว่าถ้าวัตถุดิบได้รับการดูแลรักษาคุณภาพตั้งแต่หลังการจับ การขนส่งจนถึงโรงงานแล้ว ผู้ผลิตก็จะได้ปลาที่มีคุณภาพดี จากการทดลองนี้ยังพบว่า ตัวอย่างที่ให้ความเอาใจใส่ตั้งแต่จับจนถึงโรงงานผู้ผลิต คือ ตัวอย่าง 1-4 นั้น มีผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกันตั้งแต่ค่า pH, TVC และ TVB เช่นตัวอย่าง 4 ซึ่งเริ่มเสื่อมสภาพมีค่า pH สูงเป็น 6.95 ค่า TVB เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทิ้งปลาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ตรวจพบ HFB ในตัวอย่าง 4 ในระดับ 1.86x10^5 โคโลนี/กรัม ตัวอย่าง 5-9 เป็นตัวอย่างปกติที่เข้าสู่โรงงานผู้ผลิต ซึ่งขนส่งโดยรถยนต์หลายเที่ยวต่อวัน พบว่าปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 10^5 โคโลนี/กรัม และตรวจพบ HFB ในบางตัวอย่าง คือ ตัวอย่าง 5, 6 และ 8 ซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากน้ำทะเลในแหล่งจับ ซึ่งมีรายงานการสำรวจของ Okuzumi *et al*. (1994) พบว่า มี HFB ในปลาทะเลและน้ำทะเลเป็นพวกแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในที่ไม่มีอากาศและที่มีอากาศ (facultative anaerobic) และเป็นแบคทีเรียที่ทนความเค็ม (halophilic bacteria) ที่สามารถสร้างฮีสตามีนได้จำนวนมาก และแบคทีเรียกลุ่มนี้มีทั้งที่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 4 °C และ 35-40 °C

นอกจากนั้นยังตรวจพบว่าปริมาณฮีสตามีนในตัวอย่าง 3-4 ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างศึกษาเปรียบเทียบกับปลากะตักทั่วไปที่เข้าสู่โรงงานผู้ผลิตมีค่า 12.03 และ 26.97 มก/100 ก ซึ่งเกิน 10 มก/100 ก ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่คู่ค้าส่วนใหญ่กำหนดเช่นเดียวกันค่าความสด (TVB) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนตัวอย่างที่มีการดูแลรักษาตามปกติ (ตัวอย่าง 5-9) นั้น มีปริมาณฮีสตามีนสูงเกิน 20 มก/100 ก ซึ่งเป็นข้อกำหนดของประเทศแคนาดาอยู่มากคืออยู่ในช่วง 60-170 มก/100 ก และพบว่าปริมาณฮีสตามีนในตัวอย่าง ไม่ได้แปรตามค่าความสด กล่าวคือตัวอย่าง 1 แม้เป็นปลาสดที่เก็บไว้ในน้ำแข็งอย่างดีแต่นานถึง 60 ชม. ทำให้ค่า TVB เป็น 19.45 มก/100 ก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของปลาเริ่มเน่าเสียแต่ยังบริโภคได้ แต่ค่าฮีสตามีนไม่สูงมีค่าเพียง 5.79 มก/100 ก เนื่องจากน้ำแข็งจะช่วยควบคุมการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างฮีสตามีนได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อรวรรณ (2529) พบว่าที่อุณหภูมิ 0 °C หรือต่ำกว่าจะช่วยป้องกันไม่ให้ฮีสตามีนในปลาโอซึ่งเป็นปลาที่ผลิตฮีสตามีนได้ง่ายเช่นเดียวกับปลากะตักเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเก็บรักษาปลาโอสดที่อุณหภูมิ 30 °C และ 20 °C เก็บไว้ไม่เกิน 6 ชั่วโมง ตัวอย่าง 1 และ 2 มีค่า TVB และฮีสตามีนสอดคล้องกันคือมีความสดบริโภคได้ฮีสตามีนต่ำ ซึ่งเช่นเดียวกับ ตัวอย่าง 6, 7 และ 9 ที่เป็นปลาไม่สดทำให้อีสตามีนมีค่าสูง ในกรณีของตัวอย่าง 5 และ 8 ซึ่งมีฮีสตามีน >160 มก/100 ก ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างอื่นอาจเป็นเพราะมีปัจจัยอื่น เช่น ปริมาณเกลือมีส่วนช่วยรักษาคุณภาพปลาไม่ให้เสื่อมสลาย และจากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตพบว่าตัวอย่างปลากะตักที่มาถึงโรงงานจะผสมเกลือมาบ้างเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เกลือตาม Table1 ดังนั้นเกลืออาจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดฮีสตามีนให้เร็วขึ้นได้เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างฮีสตามีนมีความทนต่อความเค็ม (Okuzumi *et al*, 1994, Yatsunami and Echigo, 1993)

Table 1 Quality of fresh fish for making fish sauce.

Sam. no.	Sample handling	Appearance (visual inspection)	pH	NaCl (%)	TVB (mg/100g)	Histamine (mg/100g)	TVC (cfu/g)	HFB (cfu/g)
1	Kept 60 hr. in ice on board after harvesting	Transparency, less slime, bright black eyes, firm texture	6.77	1.12	19.45	5.79	1.0×10^4	NF
2	Kept 60 hr. in ice on board after harvesting	Transparency, less slime, bright black eyes, firm texture	6.75	1.27	20.12	4.40	8.0×10^4	NF
3	Kept. on board as normal practice and kept in ice 9 hr.	Slight opaque, less slime, little soft texture	6.77	1.43	22.10	12.03	1.8×10^5	NF
4	Kept. on board and transport to the factory as usual practice and kept in ice 10 hr before analyzing	Slight opaque , less slime, soft texture, some red color	6.95	2.33	36.87	26.97	9.2×10^5	1.86×10^4
5	Normal handling practice	Opaque, slime, very soft texture, red color, sign of decomposed fish appeared	7.03	1.81	72.09	165.87	5.8×10^5	3.3×10^2
6	Normal handling practice	Opaque, slime, very soft texture, red color, sign of decomposed fish appeared	6.60	2.68	40.11	63.21	2.6×10^5	3.3×10^2
7	Normal handling practice	Opaque, slime, very soft texture, red color, sign of decomposed fish appeared	6.70	2.43	41.80	63.42	2.7×10^5	NF
8	Normal handling practice	Opaque, slime, very soft texture, red color, sign of decomposed fish appeared	6.8	2.21	49.16	168.61	2.9×10^5	3.3×10^2
9	Normal handling practice	Opaque, slime, very soft texture, red color, sign of decomposed fish appeared	6.93	1.79	53.54	75.27	4.7×10^5	NF

NF : not found

ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลากะตักที่ใช้หมักน้ำปลาตั้งแต่เริ่มหมักและระหว่างการหมัก

Table 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปลากะตักที่ใช้เป็นวัตถุดิบหมักน้ำปลา 1 บ่อ ต้องรอปลาถึง 6 เที่ยวเรือ รวม 15 วัน จึงได้ปลาเต็มบ่อนับจากวันที่หมักปลาชุดแรก พบว่าวัตถุดิบที่เข้ามาแต่ละครั้งคุณภาพแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าตัวอย่าง 1.1-1.6 มีค่า TVB ต่ำกว่า 20 มก/100 ก ยกเว้นตัวอย่าง 1.2 แสดงว่าวัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำปลารุ่นนี้สดอยู่ในระดับที่ยังบริโภคได้และเป็นวัตถุดิบที่ใส่เกลือมาแล้วมีเกลือมากกว่าร้อยละ 20 ยกเว้นตัวอย่าง 1.1 ที่ไม่ได้ใส่เกลือเพราะมีเกลือเพียงร้อยละ 1.09 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีอยู่ตามธรรมชาติ นอกจากนั้นยังพบว่าตัวอย่างปลาที่มีความสดนั้นปริมาณฮีสตามีนจะต่ำ ยกเว้นตัวอย่างที่ 1.1 อาจเป็นเพราะตัวอย่างอื่นๆ ผสมเกลือมาแล้วทำให้เกลือดึงน้ำออกจากตัวปลาและอาจรวมทั้งปริมาณฮีสตามีนด้วย เนื่องจากสารฮีสตามีนสามารถละลายน้ำได้ (Budavari, 1989) ส่วน pH นั้นมีค่าในช่วง 6.15-6.66 หรือมีค่าเฉลี่ย 6.28 ใกล้เคียงกับ pH ของปลาสดทั่วไป ซึ่งต่ำกว่าชุดควบคุม (Table 1) และสอดคล้องกับค่า TVB สำหรับ TVB ของตัวอย่างทั้ง 6 อยู่ระหว่าง 3.3×10^4–5.0×10^6 โคโลนี/กรัม TVB ของตัวอย่าง 1.1 สูงกว่าตัวอย่างอื่นอาจเป็นเพราะเป็นตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่เกลือ การใส่เกลือจะช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ สำหรับการตรวจ HFB นั้นตรวจไม่พบ HFB ในทุกตัวอย่าง เนื่องจากในปลาสด histidine decarboxylase ยังไม่ทำงาน แต่จะทำงานเมื่อปลาเน่าเสีย จึงทำให้เมื่อนำตัวปลามาวิเคราะห์หาปริมาณฮีสตามีนที่ได้จึงต่ำ อีกทั้งวัตถุดิบที่ได้มานั้นไม่ใช่วัตถุดิบที่ได้จากการจับครั้งเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่าปลาที่นำมาหมักนั้นคุณภาพดีกว่า เพราะใส่เกลือรักษาคุณภาพมาตั้งแต่บนเรือ ปลาจึงยังไม่เกิดการเน่าเสีย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ritchie and Mackie (1980) ที่พบว่าสารจำพวกอะมีน เช่น ฮีสตามีนเกิดขึ้นในกระบวนการเน่าเสียของปลา เนื่องจากเอนไซม์ของบักเตรีย่อยสลาย trimethylamine oxide หรือ กรดอะมิโนอิสระ และสรุปว่าการเกิดฮีสตามีนในปลาไม่ได้เกิดจากเอ็นไซม์ของแบคทีเรียที่มีอยู่ในตัวปลาตามธรรมชาติ แต่อีสตามีนเกิดขึ้นในช่วงปลาเน่าเสีย นอกจากนั้น Okuzumi และคณะ (1994) รายงานว่าพบ HFBในน้ำทะเลและในปลาทะเล แบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวเป็นพวกที่เจริญได้ในที่ที่มีอากาศน้อยๆ และทนความเค็มสูง เช่นเดียวกับ Yatsunami และ Echigo (1992) รายงานว่า HFB ที่พบในปลาซาร์ดีนหมักกับข้าว (rice-bran pickles of sardine) เป็นชนิดที่ทนเกลือเหมือนกัน

ในระหว่างการหมักน้ำปลาเดือนที่ 2 และ 4½ ได้วิเคราะห์คุณภาพส่วนที่เป็นเนื้อปลาหมักดังแสดงผลค่าเฉลี่ยในตาราง ตัวอย่าง 2.1 และ 3.1 พบว่า TN ของส่วนที่เป็นเนื้อปลามีค่าใกล้เคียงกับปลาสด (ตัวอย่าง 1 Table 2) แต่พบว่าของเหลวที่ออกมาจากการหมัก ตัวอย่าง 2.2 และ 3.2 มีค่า TN 14.02 และ 16.25 ก/ล ส่วน TVB เพิ่ม > 80 มก/100 ก ซึ่งแสดงว่าเริ่มมีการย่อยสลายของโปรตีนในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการหมักนานขึ้น และสอดคล้องกับค่าด่างระเหยได้ทั้งหมด (TVB) ที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการหมักนาน 8½ เดือน จากปลาสดมีค่าตั้งแต่ 8.46-27.02 มก/100 ก เป็น 80.67, 81.48, 140.62 และ 150.82 (ค่าเฉลี่ย) มก/100 ก ตามลำดับ ส่วนปริมาณอีสตามีนเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่เกิน 10 มก/100 ก พบว่าฮีสตามีนในของเหลวของตัวอย่าง 2.2 และ 3.2 ที่ได้จากการหมักเดือนที่ 2 และ 4½ สูงกว่าส่วนที่เป็นเนื้อปลา แม้ว่าจะตรวจพบ HFB ในตัวอย่าง 3-5 และตรวจพบ pH ของตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในช่วง 5-6 ซึ่งไม่ใช่ pH 6.5 อันเป็น pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ histidine decarboxylase แต่อย่างไรก็ตาม pH 5.0 แบคทีเรีย *Morganella morganii* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่ม HFB สามารถผลิตเอนไซม์ histidine decarboxylase ได้มาก (Eitelnmiller *et al*., 1982) จึงพบ HFB ในตัวอย่าง 3-5

Table 2 Quality of fresh fish and fish-salt fermentation from a fish sauce production batch.

Sample	pH	NaCl (%)	TVB (mg/100g)	TN (g/l)	Histamine (mg/100g)	TVC (cfu/g)	HFB (cfu/g)
1 fresh fish							
1.1 arrival (Day 1)	6.66	1.09	8.46	29.79	44.06	5.0×10^6	NF
1.2 arrival (Day 10)	6.26	26.68	27.02	21.80	18.21	2.4×10^5	NF
1.3 arrival (Day 12)	6.27	21.30	13.94	22.14	3.05	9.3×10^5	NF
1.4 arrival (Day 13)	6.20	34.87	15.36	20.08	0.22	3.3×10^4	NF
1.5 arrival (Day 14)	6.17	27.34	16.49	21.96	0.51	5.0×10^5	NF
1.6 arrival (Day 15)	6.15	22.90	15.60	21.07	0.52	4.1×10^5	NF
2. 2 mos. fermentation							
2.1 paste	6.04	33.79	76.61	23.42	4.67	1.8×10^4	NF
2.2 liquid	5.40	25.16	84.74	14.02	9.57	1.0×10^4	NF
3. 4.5 mos. fermentation							
3.1 paste	5.61	27.55	77.64	22.83	7.71	3.90×10^4	3.7×10^3
3.2 liquid	5.45	25.55	85.32	16.25	10.59	3.33×10^4	2.5×10^3
4. 6 mos. Fermentation							
4.1 upper part	5.34	23.86	140.06	7.31	2.9	8.75×10^3	1.5×10^3
4.2 middle part	5.18	24.77	137.80	17.38	8.79	6.0 x 103	1.5×10^3
4.3 bottom part	5.25	24.40	144.01	17.24	6.59	1.0 x 102	7.5 x 10
5. 8.5 mos. fermentation							
5.1 upper part	6.02	26.25	124.0	6.32	4.70	1.5 x 102	8
5.2 middle part	5.34	24.51	189.04	18.57	12.96	1.5 x 102	7.5 x 10
5.3 botton part	5.34	24.38	157.41	18.46	11.63	2.0 x 102	8.0 x 10

NF : Colony was not found

นอกจากนั้นเมื่อหมักนาน 6 เดือนเป็นต้นไปปลาเริ่มเละการสุ่มตัวอย่างที่หมักได้นาน 6 และ 8½ เดือน จึงต้องสุ่มตัวอย่างเป็น 3 ระดับ คือ ส่วนบน กลาง และล่าง ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการย่อยสลายของปลาแสดงโดยค่า TN นั้น ใกล้เคียงกัน คือ ตัวอย่างหมัก 6 เดือนส่วนบน กลาง ล่าง มีค่า TN 7.31, 17.38 และ 17.24 ก/ล ตามลำดับ และในเดือนที่ 8½ ค่า TN ของตัวอย่างส่วนกลางและส่วนล่างของบ่อเพิ่มขึ้นเป็น 18.57 และ 18.46 ก/ล แต่ส่วนบนจะมีการย่อยสลายน้อยกว่า เนื่องจากแบคทีเรียที่มีส่วนในการหมักน้ำปลาพวกที่เจริญได้ในที่มีอากาศน้อย ทำให้ปริมาณฮีสตามีนที่ตรวจพบในแต่ละส่วนของบ่อต่างกันด้วย ส่วนกลางและล่างมีอากาศน้อยแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวเจริญได้ จึงมีค่าฮีสตามีนสูงกว่า ดังตัวอย่างที่หมัก 4 ½เดือน ส่วนบนมีปริมาณอีสตามีนเพียง 2.9 มก/100 ก ในขณะที่ส่วนกลางและล่างบ่อมีค่า 8.79 และ 6.59 มก/100 ก และเมื่อหมักนาน 8½ เดือนก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน คือ ส่วนบน กลาง และส่วนล่างของบ่อเป็น 4.70 12.96 และ 11.63 มก/100 ก ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วต่ำกว่า 10 มก/100 ก และค่าที่ได้สอดคล้องกับ HFB ที่ส่วนบนมีปริมาณน้อยกว่าส่วนล่างของบ่อ คือในเดือนที่ 6 มีค่าส่วนบน กลาง และล่างเป็น $1.5x10^3$ $1.5x10^3$และ7.5x10 โคโลนี/กรัม ส่วนเดือนที่ 8½ มีค่าเป็น 8, 7.5 และ 8.0 x 10 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ในกระบวนการหมักโดยธรรมชาติปริมาณฮีสตามีน สามารถเพิ่มขึ้นได้จากปริมาณแบคทีเรียที่มีเอนไซม์ histidine decarboxylase ซึ่งเปลี่ยนฮีสติดีนให้เป็นฮีสตามีน เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมทั้งอุณหภูมิและ pH อีกทั้งยังมีแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งทนความเค็มได้สูง ดังที่ได้กล่าวแล้วมีส่วนทำให้ปริมาณฮีสตามีนในน้ำปลาสูงขึ้นได้ แต่ในสภาวะการผลิตจริงนั้นควบคุมคุณภาพวัตถุดิบได้ยาก เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของปริมาณการจับแต่ละเที่ยวจึงต้องเสียเวลาเก็บปลาไว้บนเรือนานขึ้น และเกิดการแย่งวัตถุดิบกับปลากะตักตากแห้งและแปรรูปโดยการทอดปรุงรสซึ่งให้ราคาดีกว่า

และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณฮีสตามีนในน้ำปลาที่ส่งจำหน่ายต่างประเทศส่วนใหญ่มีค่าสูงเกิน 10 มก/100 ก ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้กับปลาทูน่ากระป๋องนั้น เมื่อประเทศคู่ค้านำมาใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพน้ำปลา จึงเห็นว่าไม่เป็นธรรม นอกเหนือจากนั้นปริมาณการบริโภคต่อวันต่อคนที่ไม่เท่ากันแล้ว กล่าวคือ จากการสำรวจพบว่าคนไทยบริโภคน้ำปลาเฉลี่ยวันละ 23.5 กรัม (อมรา และกนกพร, 2533) จากการศึกษาของพูลทรัพย์ และคณะ (2540) พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฮีสตามีนที่ได้จากตัวอย่างน้ำปลาที่ส่งออก 250 ตัวอย่าง มีค่า เฉลี่ย 38 มก/100 ก ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นปริมาณที่ผู้บริโภคได้รับเพียง 8.93 มก/1 วัน (2.98 มก/มื้อ) เมื่อเทียบกับการบริโภคปลาทูน่ากระป๋องของคนสหรัฐ โดยเฉลี่ย 56 กรัม/มื้อ หากมีปริมาณฮีสตามีนเพียง 10 มก/100 ก ผู้บริโภคก็จะได้รับฮีสตามีนถึง 5.6 มก/มื้อ ซึ่งสูงกว่าการบริโภคน้ำปลาในหนึ่งวันถึง 1.87 เท่า จากข้อมูลนี้อาจกล่าวได้ว่าการกำหนดระดับฮีสตามีนในน้ำปลาไว้ที่ 40 มก/100 ก น่าจะเป็นระดับที่ให้ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นธรรมทางการค้า

ดังนั้นจากการทดลองนี้ ดูเหมือนว่าการใช้เกลือรักษาความสดมาตั้งแต่บนเรือซึ่งอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่จะรักษาคุณภาพความสดของปลาไว้ได้ แต่ในทางปฏิบัตินั้นค่อนข้างทำได้ยาก เนื่องจากสัดส่วนของการใช้เกลือต่อปลา ที่ชาวประมงใช้นั้นอาจผิดพลาดได้ง่าย ซึ่งมีผลต่อกระบวนการหมักเป็นน้ำปลา ถ้าใส่น้อยไปอาจทำให้ปลาเน่า ถ้ามากไประยะเวลาการหมักจะนานขึ้น แต่ก็น่ามีแนวทางการเก็บรักษาปลากะตักที่เหมาะสมในทางปฏิบัติเพื่อควบคุมปริมาณฮีสตามีนให้อยู่ในระดับที่ให้ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้ได้

สรุป

1. ปลากะตักสดที่เข้าสู่โรงงานผลิตน้ำปลาโดยทั่วไปจะมีคุณภาพหลากหลาย มีทั้งที่สดมากไปจนถึงเกือบเน่าเสีย เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ ปริมาณปลาที่จับได้ลดลงทำให้ได้วัตถุดิบไม่เพียงพอที่จะหมักน้ำปลาด้วยวัตถุดิบรุ่นเดียวกันทั้งบ่อ จึงเป็นการยากที่จะได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะการตรวจพบปริมาณอีสตามีนในวัตถุดิบทั่ว ๆ ไป มีทั้งสูงและต่ำกว่า 10 มก/100 ก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้ว พบว่า ถ้ามีการดูแลรักษาคุณภาพปลาหลังจากจับเป็นอย่างดี จะได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ปริมาณอีสตามีนต่ำในระดับปลอดภัยได้

2. การหมักน้ำปลาด้วยวัตถุดิบปลากะตักที่ได้คัดเลือกความสดให้ใกล้เคียงกัน โดยใช้กระบวนการผลิตปกติที่โรงงานปฏิบัติแล้วติดตามคุณภาพระหว่างการหมัก เมื่อหมักได้ 8½ เดือน ก็เป็นน้ำปลา พบว่าปริมาณ TN ในของเหลวที่หมักมีค่าเพิ่มขึ้น และพบว่าส่วนบนของบ่อจะมีค่า TN ในของเหลงต่ำกว่าส่วนล่าง โดยมีค่า 6.32 ก/ล ส่วนกลางและส่วนล่างมีค่า 18.57 และ 18.46 ก/ล ตามลำดับ และตรวจพบว่าปริมาณฮีสตามีนมีค่าสูงขึ้นในตัวอย่างที่หมักได้ 2, 4½, 6 และ 8½ เดือน แต่ยังไม่เกิน 10 มก/100 ก และมีการตรวจพบปริมาณ HFB ในตัวอย่างที่หมักนาน 4½, 6 และ 8½ เดือนด้วย แสดงว่าในระหว่างกระบวนการหมักน้ำปลาฮีสตามีนก็เกิดได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัทน้ำปลาไทย จำกัด (ตราปลาหมึก) และบริษัทอุตสาหกรรมน้ำปลาระยอง จำกัด เป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีเกี่ยวกับสถานที่ และจัดหาวัตถุดิบสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2541. การส่งออกสินค้าอาหารของประเทศไทย.

กองประมงทะเล. 2542. การประมงปลากะตักในน่านน้ำไทย. เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการนโยบายประมงแห่งชาติ. กรมประมง. 80 หน้า

ชัยวัฒน์ คนจริง บุญจิต ฐิตาภิวัฒนกุล สุวรรณา ประณีตวตกุล และ นุชนาถ มั่งคั่ง. 2540. รายงานเบื้องต้น โครงการพัฒนาและยกระดับมาตรฐานสินค้าอุตสาหกรรมเกษตรส่งออก ปี 2539 เสนอต่อ กรมการค้าต่างประเทศ. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ และจิราภรณ์ รุ่งทอง. 2540. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและฮีสตามีนกับคุณภาพน้ำปลา. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร. ปีที่ 8. ฉบับที่ 3. หน้า 44-55.

อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ และกนกพร อธิสุข. 2533. การเตรียมตัวอย่างอาหารเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารพิษที่คนไทยได้รับจากการบริโภคอาหารประจำวัน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (4):169-184.

อรวรรณ คงพันธุ์. 2529. ผลของเวลาและอุณหภูมิต่อปริมาณฮีสตามีนในปลาโอสดและปลาโอกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

Association of Official Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. *In* Helrich, K. (ed.). 15th edition Vol. I and II. AOAC, Inc.Virginir:

Budavari, S. 1989. The Merck Index An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biological. 7th. Merck, Co, I.C. Rahway. N.J. USA.

Eitenmiller, R.R., J.H. Orr, and W.W. Wallis. 1982. Histamine in fish: microbiological and biochemical conditions. *In* Martin, R.T. (ed.). Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Pub. Co., Inc. Westport. Conn. pp. 39-50.

FAO. 1981. The prevention of losses in cured fish. FAO Fisheries Technical Papers. No. 219.

Hardy, R. and J. G. M. Smith. 1976. The storage of mackerel (*Scomber scombrus*). Development of histamine and rancidity. J. Sci. Food Agric. 27: 595-9.

Okuzumi, M., A. Hiraishi, T. Kobayashi and T. Fuji. 1994. *Phytobacterium histaminum* sp. nov., a histamine producing marine bacterium. International Union of Microbiological Societies. 44(4): 631-636.

Stratton, J.E. and S.L. Taylor. 1991. Scombroid poisoning. *In* Ward, D.R. and C.R. Hackney (eds.). Microbiology of Marine Food Products. Van Nostrand Reinhold. 311, 351.

Stanby, M.E. 1976. Analytical Method. *In* Robert, E. (ed.). Industrial Fishery Technology. Krieger Publishing Co. Huntington. N.Y.

Thongthai, C. and M. Siriwongpairat. 1989. The sequence quantitative of microorganisms in traditionally fermented fish sauce (Nampla). *In* Proceeding of the Workshop on Post-harvest Technology, Preservation and Quality Control of Fish in Southeast Asia, 13-17 Nov. 1989, Bangkok. Published by International Foundation for Science. Sweden. pp. 51-59.

Uchiyama, H. 1978. Analytical methods for estimating freshness of fish Training Department. Southeast Asian Fisheries Department. pp. 4-13.

Yatsunami, K. and T. Echigo. 1993. Changes in the number of halotelorant histamine forming bacteria and contents of non-volatile amines in sardine meat with addition of NaCl. Nippon Suisan Gakkaishi. 59(1): 123-127.