

Pickled fish



“ปลาส้ม” เป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นบ้านที่ทำได้ง่ายไม่ต้องใช้อุปกรณ์หลายชนิด เป็นผลิตภัณฑ์หมักดองที่มีรสเปรี้ยว ได้จากการนำปลาที่ผ่านการหมักด้วยเกลือ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียวหนึ่ง หรือข้าวคั่ว

อาจเติมส่วนผสมอื่น ๆ เช่น กระเทียม พริกไทย หมักจนมีรสเปรี้ยว โดยทั่วไป แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ปลาส้มตัว เป็นปลาส้มที่ทำจากปลาทั้งตัวเอาเครื่องในออกอาฉีหัวหรือตัดออก ปลาส้มชิ้น เป็นปลาส้มที่ทำจากปลาแล่เป็นชิ้น และปลาส้มเส้น เป็นปลาส้มที่ทำจากเนื้อปลาล้วนหันเป็นเส้น โดยคุณสมบัติของปลาส้มต้องมีลักษณะภายนอกอยู่ในสภาพดี สะอาด อาจมีน้ำซึมได้เล็กน้อย ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องเป็นปลาชนิดเดียวกันยังคงสภาพเป็นตัว ชิ้น หรือเส้น เนื้อแน่น ไม่ยุ่ย สีต้องเป็นไปตามธรรมชาติของปลาสด ไม่มีกลิ่นอื่น ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นรสต้องเป็นไปตามธรรมชาติของปลาสด ไม่มีรสชาติผิดปกติ เช่น รสเปรี้ยวบูด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปลาส้มโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 4.0-4.6 ค่าความเป็นกรดอยู่ในช่วงร้อยละ 2-4 โดยที่ค่า pH ในระดับนี้มีผลดีต่อผลิตภัณฑ์หลายด้านทั้งการปรับปรุงกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีทั้งโปรตีน ไขมัน โดยเฉพาะกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แอลจินีน กรดกลูตามิก อะลานีน ที่เกิดจากการย่อยโปรตีน และยังมีการศึกษาว่าจุลินทรีย์กรดแลคติกบางตัวยังช่วยลดสารจำพวกไนโอจินิคเอมีนซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ชีวภาพที่พบได้ในเนื้อสัตว์และอาหารหมักดอง เช่น คาดาวาลีน รวมทั้งยังสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดได้ (Kongkiattikajorn, 2015) แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดในการรับประทานปลาส้มต้องรับประทาน

“ปลาส้ม”

ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านไทยยอดนิยม

นางสาวรุ่งนภา ว่องไวไพโรจน์¹ และ นายวิศรุต ศิริพรภักดิ์²

¹ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการเก็บรักษาสัตว์น้ำสด

² กลุ่มวิจัยและพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการแปรรูปสัตว์น้ำ
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

21 เมษายน 2563

ในรูปแบบปรุงสุกไม่ว่าจะทอด นึ่ง ปิ้ง ย่าง หรือ อบ เพื่อป้องกันอันตรายจากพยาธิที่อาจติดมากับวัตถุดิบรวมทั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ไม่ได้ถูกกำจัดไปในกระบวนการหมักนั่นเอง

ปลาส้มนั้นมีการบริโภคกันทั่วไปในทั่วทุกภาคของประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา และราชอาณาจักรกัมพูชา โดยจากการดำเนินกิจกรรมด้านการส่งเสริมและพัฒนาผู้ประกอบการแปรรูปสัตว์น้ำของกองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่า มีผู้ประกอบการฯ ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาส้มมากถึงร้อยละ 30 ของกลุ่มผู้ประกอบการฯ ที่กองฯ ได้เข้าไปดำเนินกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนา รวมทั้งยังมีการขอความอนุเคราะห์วิทยากรจากกองฯ แนะนำกระบวนการแปรรูปปลาส้มเป็นอันดับต้น ๆ เกือบทุกปี ด้วยเพราะปลาส้มนั้นสามารถแปรรูปได้ง่าย ต้นทุนต่ำ จำหน่ายได้ง่าย

1 กระบวนการผลิตปลาส้มและการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมัก

กระบวนการผลิตปลาส้มมีหลายวิธีแตกต่างกันไป ในแต่ละพื้นที่แต่สรุปโดยรวมแล้วคือการนำวัตถุดิบปลาที่เตรียมเรียบร้อยแล้วมาคลุกเคล้ากับเกลือ ในกรณีที่ใช้ปลาทั้งตัว เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล มีการบั้งปลาในแนวเฉียงขึ้นตามลำตัวเพื่อให้เกลือได้ซึมเข้าไปในเนื้อได้ง่ายขึ้นและยังเป็นการตัดก้างตามแนวลำตัวให้ขาดอีกด้วย หมักไว้จนเกลือซึมเข้าเนื้อปลาอาจใช้เวลา 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้นตามแต่ละท้องถิ่น

Contact : กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการวัตถุดิบสัตว์น้ำ
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

☎ 0 2940 6130-45 ต่อ 4217

✉ roongnapaw@hotmail.com

superhero492@gmail.com

🌐 www4.fisheries.go.th/industry

โดยพบว่าในบางพื้นที่ใช้เวลาหมักข้ามคืนมากกว่า 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงผสมกับข้าวสุกและส่วนผสมอื่น ๆ แล้วจึงนำไปหมักไว้ในภาชนะปิดสนิทและควรมีอากาศน้อย เช่น ถุงพลาสติกที่มัดให้แน่น ถึงที่มีฝาปิด เพื่อให้จุลินทรีย์ที่เกิดกระบวนการหมักได้ดี วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยที่อุณหภูมิในช่วงนี้เป็นช่วงที่จุลินทรีย์กรดแลคติกซึ่งเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญสามารถเจริญได้ดี โดยทั่วไปจะหมักไว้ประมาณ 2-5 วัน ถ้าที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 องศาเซลเซียสขึ้นไปอาจใช้เวลา 2 ถึง 3 วัน แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าปกติอาจใช้เวลา 4 ถึง 5 วัน หรือมากกว่านั้น ปลาสดที่ผ่านกระบวนการหมักจนมีรสเปรี้ยวแล้วสามารถสังเกตได้จากการมีน้ำสีขาวขุ่นซึมออกมาที่บริเวณก้นภาชนะเป็นจำนวนมาก หรือในกรณีใช้ถุง ลักษณะถุงจะบวมจากก๊าซที่ผลิตออกมา ปัจจุบันสูตรที่ใช้ผลิตปลาสดมีหลากหลายขึ้นอยู่กับแต่ละท้องที่ กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (2561) มีการทดลองและพัฒนาสูตรปลาสดที่มีรสชาติเป็นที่ยอมรับซึ่งมีสูตรดังนี้ ปลา 1,000 กรัม ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก 100-200 กรัม กระเทียมบด 50-150 กรัม และเกลือ 30-200 กรัม หมักทิ้งไว้วัน 30-120 นาที เคล้าปลากับกระเทียมและข้าวนำไปใส่ในถุงที่ปิดไม่ให้อากาศผ่านเข้าออกที่อุณหภูมิห้อง 3-5 วัน จนปลาสดมีรสเปรี้ยว (ภาพที่ 1) โดยสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 4 วัน แช่ตู้เย็นในช่องธรรมดาได้ไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์ และเก็บในช่องแช่แข็งได้นานกว่า 6 เดือน



วัตถุดิบ



คลุกเคล้าส่วนผสม



หมักแบบไม่ให้อากาศเข้าออก



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตปลาสด

2 วัตถุดิบและปัจจัยที่สำคัญในการแปรรูปปลาสด

ประกอบด้วย ปลา ข้าว เกลือ กระเทียม อุณหภูมิ และอากาศ ซึ่งทั้ง 6 ส่วนมีความสำคัญต่างกันไป ดังนี้

1) ปลา เป็นสัตว์น้ำที่มีโปรตีนสูง ราคาถูก และเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตปลาสด ใช้ได้ทั้งปลาจีน ปลาตะเพียน ปลาทับทิม ปลานิล ปลายี่สก ปลาสร้อย ปลาสร้อย รวมทั้งปลาทะเลอีกหลายชนิด ซึ่งปลาโดยทั่วไปประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 15-24 ไขมันร้อยละ 0.2-22 ความชื้นร้อยละ 70-80 รวมทั้งวิตามินรวมและแร่ธาตุต่าง ๆ (สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2545) เมื่อโปรตีนในเนื้อปลาเกิดกระบวนการย่อยจากเอนไซม์และปัจจัยอื่น ๆ จะทำให้โปรตีนมีขนาดเล็กกลายเป็นเปปไทด์อิสระที่มี สายยาวประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายชนิด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดรสชาติหวานเฉพาะตัวของปลา ส่วนหลักการการเลือกวัตถุดิบที่สำคัญนั้น ให้เน้นวัตถุดิบที่สดและตัดแต่งทำความสะอาด โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเลือดตามซอกต่าง ๆ เพราะเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย รวมทั้งกลิ่นและรสชาติไม่พึงประสงค์

2) ข้าว มีหน้าที่สำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานที่จุลินทรีย์กรดแลคติกใช้ในการหมัก แต่ละพื้นที่ของประเทศไทยนิยมใช้ชนิดข้าวที่แตกต่างกัน เช่น ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมใช้ข้าวเหนียวนึ่งสุกหรือข้าวเจ้านึ่งสุก ภาคใต้ใช้ข้าวคั่ว และเรียกปลาสดที่ใช้ข้าวคั่วผสมว่าปลาไสวอน ซึ่งทั้งชนิดและปริมาณของข้าวที่ใช้ส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งปริมาณกรดแลคติกที่เกิดจากจุลินทรีย์กรดแลคติกผลิตเอนไซม์ไปย่อยกลูโคสที่เป็นองค์ประกอบของข้าวนั่นเอง โดย สรินดา และคณะ (2548) ได้กล่าวว่าในกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุล สามารถผลิตกรดแลคติกได้ประมาณร้อยละ 50-80 ที่เหลือจะเป็นเอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอื่น ๆ จุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติก ยีสต์ รา และพวกจุลินทรีย์ที่ชอบเกลือชนิดอื่นๆ ที่สามารถเติบโตได้ จุลินทรีย์เหล่านี้จะสร้างกรดอินทรีย์ที่ช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดความเป็นพิษได้ (Amano, 1962)

FTDD

Fisheries Industrial Technology
Research and Development Division

ข้าวมีอะไมโลสและอะไมโลเพกตินเป็นองค์ประกอบหลักที่ประกอบด้วยกลูโคส โดยอะไมโลสจะมีลักษณะโครงสร้างของกลูโคสจัดเรียงกันเป็นเส้นตรงที่ไม่มีกิ่งก้านสาขา ส่วนอะไมโลเพกตินประกอบด้วยกลูโคสนับล้านหน่วยที่มีลักษณะการจัดเรียงเป็นสายยาวและมีจุดแตกแขนงแยกออกไปโดยเฉลี่ยทุก ๆ 20-30 หน่วยของกลูโคสพบว่า ข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพกตินสูงกว่าข้าวเจ้าที่มีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนมาก (กล้าณรงค์ และ เกื้อกุล, 2546) ข้าวเหนียวจึงมีปริมาณกลูโคสที่ค่อนข้างสูงกว่าจากปัจจัยทางโครงสร้าง ทำให้การใช้ข้าวเหนียวเป็นส่วนผสมในการแปรรูป จะพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลคติกและค่า pH เปลี่ยนแปลงเร็วกว่าข้าวเจ้าเล็กน้อย ส่วนในปลาหมึกที่ใช้ข้าวคั่วเป็นส่วนผสมนั้นจะทำให้เกิด สี กลิ่น และรสชาติที่เฉพาะตัว ส่วนเทคนิคในการเลือกข้าวมาเป็นวัตถุดิบนั้นก็เช่นเดียวกับเนื้อปลาในเรื่องของความสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน และในกรณีที่ใช้ข้าวเหนียวเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ควรจะล้างข้าวเหนียวออกก่อนนำมาใช้เพื่อไม่ให้เกิดรสขมที่เกิดจากยางข้าวเหนียว

3) เกลือ มีหน้าที่หลักในการควบคุมและรักษาสภาวะการหมักให้จุลินทรีย์ที่จำเป็นต่อการหมัก เช่น จุลินทรีย์กรดแลคติก และมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ชอบเกลือ จากที่กล่าวมาแล้วจุลินทรีย์กรดแลคติกมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการหมักปลาหมึกสามารถเจริญได้ในช่วงเกลือประมาณร้อยละ 0-15 และเจริญได้ดีในช่วงร้อยละ 2.5-5.0 โดยถ้าหมักเกลือในปริมาณน้อย จุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกก็มีโอกาสที่จะสร้างกรดแลคติกได้มากและความเปรี้ยวก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (นาตสุดา, 2522) แต่จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียที่อยู่ในอาหารที่มีเกลือต่ำอาจยังหลงเหลือ กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2561) ได้มีการปรับปรุงสูตรในการผลิตปลาหมึกและเลือกใช้เกลือที่ประมาณร้อยละ 2 ในการผลิตปลาหมึกแบบขึ้นหรือเส้นเพราะอัตราการซึมผ่านเข้าเนื้อปลาได้รวดเร็วและรสชาติปลาหมึกไม่เค็มจนเกินไป และเลือกใช้ที่ปริมาณร้อยละ 4 ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกตัวเพื่อให้เกลือซึมเข้าไปในเนื้อปลาได้

ส่วนการเลือกใช้ให้เกลือเกลือที่สะอาดไม่มีสิ่งสกปรกเจือปนไม่ว่าจะเป็นเกลือสมุทรหรือเกลือสินเธาว์ ควรเลือกใช้ขนาดที่พอดี ไม่ใช้ขนาดใหญ่เกินไปเพราะจะทำให้ละลายช้า หรือเล็กเกินไปเพราะจะซึมเข้าเนื้อได้เร็วทำให้เกิดปฏิกิริยากับโปรตีนตรงผิวเนื้อปลาได้เร็วจนเนื้อกระด้าง และที่สำคัญคือเกลือ 2 ประเภทนี้มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ไม่เท่ากัน โดยเกลือสมุทรมีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 90 ส่วนเกลือสินเธาว์มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 98-99

4) ระยะเวลา สามารถใช้ได้ทั้งแบบกลีบเล็กและกลีบใหญ่ เป็นวัตถุดิบที่ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของปลาหมึกแล้วยังมีสารอัลลิซิน (Allicin) ที่ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์แกรมลบและจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Salmonella* และ *Aspergillus* เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกในกระบวนการหมัก (วัชร, 2547; ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, 2558) การนำกระเทียมมาใช้ในการแปรรูปนั้น สามารถใช้ได้ทั้งแบบมีเปลือกและไม่มีเปลือก แต่สิ่งสำคัญที่ควรระวังคือการป้องกันสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ติดมากับกระเทียมโดยเฉพาะเชื้อรา จึงควรนำกระเทียมไปล้างให้สะอาดและผึ่งให้แห้งก่อนนำมาใช้

5) อุณหภูมิ การหมักปลาหมึกที่อุณหภูมิห้องหรือในช่วงประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์กรดแลคติกเจริญเติบโตได้ โดยพบว่าสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ในขณะที่การหมักในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ ต้องหมักปลาหมึกให้นานขึ้น 7-10 วัน จึงจะมีรสชาติเปรี้ยว และมีค่า pH ตามที่ต้องการ

6) อากาศ จุลินทรีย์กรดแลคติกซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการหมัก ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (Microaerophile) และบางชนิดเป็นพวกไม่ต้องการอากาศ (Strictly Anaerobe) ในการเจริญ ในการหมักปลาหมึกจึงควรหมักในบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ไม่มีอากาศหรือมีเพียงเล็กน้อย เพื่อทำให้สภาวะเหมาะสมต่อการหมัก

3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักปลาสด

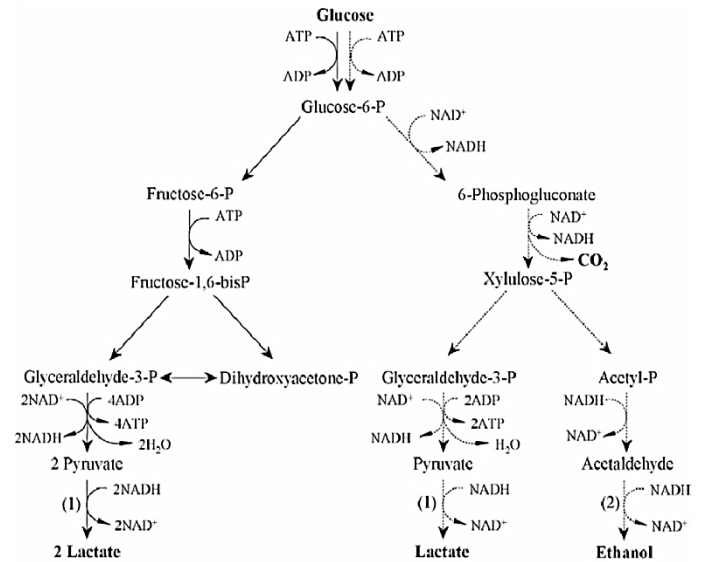
เนื่องจากปลาสดเป็นผลิตภัณฑ์หมักดอง ที่เกิดจากการหมักจุลินทรีย์กับเกลือโคส ฉะนั้น ระยะเวลาในการหมักจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะรสชาติ กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส จากการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์กรดแลคติก ปริมาณกรดแลคติก และ pH โดยตลอดอายุการหมัก พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในวันที่เริ่มหมักนั้นอยู่ในช่วง 10^6 - 10^8 CFU/g ประกอบด้วย *Staphylococcus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus sp.* และ *Pseudomonas* ที่มีบทบาทในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของปลาสด และกลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกที่สำคัญ เช่น *Pediococcus sp.*, *Lactobacillus plantarum* และ *Lactobacillus brevis* หลังจากหมักผ่านไป 3 ถึง 4 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะ *Pediococcus* ซึ่งเป็นกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกในปริมาณสูง ส่งผลให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วน *L. brevis*, *L. plantarum* และจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกอื่น ๆ ตรวจพบในปริมาณที่รองลงมา ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ทนต่อสภาวะความเป็นกรดจะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (มีทนา, 2545; มาโนชญ์ และ สุรลักษณ์, 2551; วิศรุต, 2563) การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยนำตัวอย่างปลาสดที่เปรี้ยวได้ที่ ($\text{pH} \leq 4.6$) ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับกลุ่มผู้ทดสอบที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ปลาสดภายในกองฯ ทั้งแบบที่นำปลาสดไปทอดและแบบนึ่ง พบว่า ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสดที่หมักผ่านไปประมาณ 6-7 วัน ผู้ทดสอบแสดงความคิดเห็นว่ามีรสชาติเปรี้ยวมากขึ้นจนกลายเป็นรสขม เนื้อสัมผัสแตกยุ่ย มีสีของเนื้อปลาออกเหลืองไม่เป็นไปตามธรรมชาติของเนื้อปลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีสาเหตุหลักมาจากโปรตีนในเนื้อปลาเปลี่ยนแปลงสภาพเพราะกรดที่เกิดขึ้น จากกระบวนการหมัก เมื่อนำไปวัดค่า pH พบว่ามีค่าต่ำกว่า 4.2 ปริมาณกรดแลคติกที่สูงกว่าร้อยละ 4 ของน้ำหนักปลาสด ปริมาณจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้นมากกว่า 3.3×10^8 CFU/กรัม (วิศรุต, 2563)

จากที่ปลาสดเป็นผลิตภัณฑ์หมักดอง ระยะเวลาในการหมักจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ทั้งรสชาติ กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มจุลินทรีย์กรดแลคติกในระหว่างการหมัก ทำให้ปริมาณกรดแลคติก และค่า pH ซึ่งเกี่ยวข้องกับรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในช่วงเริ่มต้นของการหมักปลา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 10^6 - 10^8 CFU/กรัมจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ ได้แก่ *Staphylococcus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* และกลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติก เช่น *Pediococcus sp.*, *L. plantarum*. และ *L. brevis* เมื่อหมักปลาผ่านไป 3-4 วันกลุ่ม *Pediococcus* จะเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการสร้างกรดแลคติกในปริมาณสูง ส่งผลให้ค่า pH ลดลงส่วน *L. plantarum*, และ *L. brevis* นั้น จะเจริญช้ากว่าในช่วงนี้ ในสถานะที่มีความเป็นกรดสูงนี้ จุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ชอบกรดจะค่อย ๆ ลดปริมาณลงหรือหยุดการเจริญ (มีทนา, 2545; มาโนชญ์ และ สุรลักษณ์, 2551; วิศรุต, 2563) หากหมักปลาต่อนาน 6-7 วัน รสชาติของปลาสดจะเปรี้ยวมากขึ้นจนกลายเป็นรสขม เนื้อสัมผัสแตกยุ่ย สีของเนื้อปลาอ่อนไปทางเหลืองไม่เป็นไปตามธรรมชาติของเนื้อปลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุหลักมาจากโปรตีนในเนื้อปลาได้เปลี่ยนแปลงสภาพเนื่องจากกรดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก pH ในช่วงนี้มีค่าต่ำกว่า 4.2 ปริมาณกรดแลคติกสูงกว่าร้อยละ 4 โดยจุลินทรีย์ที่พบมากและมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลง pH ช่วงนี้ ได้แก่กลุ่ม *Lactobacillus sp.* (วิศรุต, 2563) ปลาสดที่หมักนานเกินไป จะเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพได้จากยีสต์และรา เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกรดอย่างช้า ๆ ในระหว่างกระบวนการหมัก ยีสต์และราจะสามารถปรับตัวและเจริญได้ในสภาวะเป็นกรด ซึ่งเจริญได้ดีกว่าจุลินทรีย์ตัวอื่น ๆ (ปรมาภรณ์, 2561)

กระบวนการหมักอาหารโดยกลุ่มจุลินทรีย์กรดแลคติกโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ประเภท (Wood and Holzapfel, 1995) คือ การหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (Obligate homofermentatives) เฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (Obligate heterofermentatives) และ แฟคคัลเททีฟ เฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (Facultative heterofermentatives) (ภาพที่ 2) โดยการหมักแบบแรกนั้นเป็นการหมักโดยผ่านกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม โดยเอนไซม์อัลโดเลสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาผ่าน Embden-Meyerhof-Parnas Pathway กระบวนการเริ่มจากการย่อยฟรุกโตส-1-6-ไดฟอสเฟต เป็นน้ำตาล 2 ชนิด ได้แก่ ไดไฮดรอกซีอะซิโตนฟอสเฟต และกลีเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต แล้วเปลี่ยนเป็นกรดไพรูเวทและรีดิวซ์กลายเป็นกรดแลคติกได้ 2 โมเลกุล จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักแบบนี้ เช่น *L. helveticus*, *L. acidophilus* และ *L. delbrueckii* รวมทั้ง *P. cerevisiae* และ *P. Pentosaceus* เป็นต้น การหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ จะให้กรดแลคติกในอาหารได้มากกว่าร้อยละ 80

การหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟจะไม่ใช้เอนไซม์อัลโดเลสเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นกระบวนการหมักผ่าน Phosphoglyconate Pathway หรือ Phosphoketolase pathway ทำให้กลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอมเปลี่ยนไปเป็น เซลลูโลส-5-ฟอสเฟต หลังจากนั้นจะถูกเอนไซม์ฟอสโฟคีโตเลสย่อยและแตกตัวได้ กลีเซอรัลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกคล้ายกับแบบแรก และอะเซทิลฟอสเฟต ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและถูกรีดิวซ์เป็นเอทานอล จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง เช่น *L. buchneri*, *L. brevis* และ *L. kefir* เป็นต้น การหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ จะผลิตกรดแลคติกในอาหารได้ประมาณร้อยละ 50 และที่เหลือเป็นสารจำพวกแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอื่น ๆ

การหมักแบบแฟคคัลเททีฟ เฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ เป็นกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ที่สามารถเกิดได้ทั้งแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ และเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ ขึ้นกับสภาวะการหมัก โดยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง เช่น *L. plantarum*, *L. aske* และ *L. casei* เป็นต้น



ภาพที่ 2 Metabolic pathways of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria ที่มา: Ryu at el. (2006)

ระยะแรกเป็นการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ มากกว่าเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ *Pediococcus sp.* ซึ่งเป็นกลุ่มที่ค่อนข้างเจริญได้ในอาหารที่มีเกลือสูง เจริญได้ดีกว่าเชื้อตัวอื่น ๆ เมื่อระยะเวลาหมักนานขึ้น ค่า pH ต่ำลง การเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะค่อย ๆ ลดลง และกลุ่ม *Lactobacillus sp.* เจริญมากขึ้น (มีทนา, 2545) ทำให้เกิดการหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟสูงในระยะต่อมา

เครื่องปรุงแต่งรสอื่นๆ เช่น หอม กระเทียม พริกไทย ตะไคร้ ขิง กระชาย ผิวมะกรูด แล้วบดละเอียดเข้าด้วยกัน จากนั้นนำไปผสมข้าวคั่วแล้วอัดเป็นแผ่น หรือเม็ดบรรจุขวดหรือถุงพลาสติกจำหน่าย หรือนำปลาร้ามาบดคลุกเคล้าผสมข้าวคั่วหรือรำเพื่อดูดซับน้ำจากปลาให้แห้งพอหมาด ปั้นเป็นก้อนได้ ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร โดยห่อพลาสติกและอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วบรรจุขวดหรือถุงพลาสติกจำหน่าย

โดยสรุปแล้วปลาต้มเป็นอาหารหมักดองที่มีประโยชน์ แปรรูปได้ง่าย ใช้วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่นราคาไม่สูงมาก รสชาติเป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคคนไทยทั่วทั้งประเทศ สามารถปรุงสุกได้หลายรูปแบบทั้ง นึ่ง ทอด อบ หรือนำไปทำเป็นน้ำพริก สามารถเก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะเมื่อนำไปแช่เยือกแข็ง ซึ่งในปัจจุบันยังมีผู้ประกอบการหลายรายที่นำปลาต้มมาพัฒนาให้มีรูปลักษณะที่สวยงาม ดึงดูดใจผู้บริโภค และจัดจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ปลาต้มยังสามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าให้มากขึ้น ทั้งการพัฒนาให้บริโภคได้สะดวกเหมาะสมกับสังคมไทยในปัจจุบัน พัฒนาการเก็บรักษาให้นานขึ้นเพื่อสะดวกต่อการขนส่งระยะทางไกล และที่สำคัญคือการพัฒนาให้ได้คุณภาพและมาตรฐานสามารถเป็นสินค้าส่งออกได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. 2562. ปลาแร่...อาหารปลาหมักอัตลักษณ์ประชานิยมอาเซียน. วารสารวัฒนธรรม. 58(2): 99-103.
- ชลันธร วิชาศิลป์. 2548. การคัดแยกแบคทีเรียแล็กติกและการนำไปใช้ประโยชน์เป็นก้ำเชื้อในการหมักปลาร้าปลาทะเล.
- ชุมพล แนวจำปา. 2529. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของปลาน้ำจืดตอนบน พ.ศ. 2443-2468. วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 325 หน้า.
- คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2561. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: ปลาร้า (มกษ. 7023 - 2561). ราชกิจจานุเบกษา. 2561. เล่มที่ 135. ตอนพิเศษ 87 ง, หน้า 2-9.
- บุษกร อุตรักษาติ. 2547. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ลักษณ์, สงขลา. 451 หน้า.
- ไทยโพสต์. 2561. ปลาร้าไทยดีตลาดทำเงินปีละ 800 ล. <https://www.thaipost.net/main/detail/7454>, 16 มกราคม 2563.
- นพพร สุวรรณพาณิชย์. 2542. พจนานุกรมหัวปากและปลายจวก ไทย-อังกฤษ ฉบับสามัญชน. สำนักพิมพ์มูลนิธิเด็ก. กรุงเทพมหานคร. 121 หน้า.
- นฤมิต บุญหลง. 2528. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตและคุณภาพปลาหมักแบบพื้นบ้านสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก. กรรมวิธีการหมักปลาร้า. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 34 หน้า.
- วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 190 หน้า.
- พจน์ สัจจะ. 2540. โลกวัฒนธรรมของอาหาร: อาหาร. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพมหานคร. 176 หน้า.
- พลทรัพย์ วิรุฬหกุล, จีราวรรณ แยมประยูร, นิรชา วงษ์จินดา, ปรีดา เมธาทิพย์, ประทีพ เกียรติกังวาลไกล และอมรรัตน์ สุขโข. 2542. คุณภาพและความปลอดภัยของปลาร้า. วารสารกรมประมง. 53(4): 382-375.
- แพรวพรรณ ห้องทองแดง. 2522. การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมือง: ปลาร้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 119 หน้า.
- ผะอับ ใจเย็น, อรรวรรณ คงพันธุ์, วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, นิรชา วงษ์จินดา, สุนีย์ พยอมแจ่มศรี, ประทีพ เกียรติกังวาลไกล, สุภาพร สิริมานุยุตต์ และ บดินทร์ อิทธิพงษ์. 2547