

ผลของหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และน้ำตาลอินนูลินที่มีต่อคุณภาพปลาซัมที่ผลิตจาก
ปลาหนังลูกผสมบึงสยามแม่โจ้

The Effect of *Lactobacillus acidophilus* Starter and Inulin on Quality of *Pla-Som*
Produced from Maejo Buk Siam Hybrid Catfish

กนิษฐา มาตัน¹ โพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน² และเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน^{1*}
Kanidta Matan¹ Pairote Wongputtisin² and Kriangsak Mengamphan^{1*}

Received: April 28, 2020

Revised: June 29, 2020

Accepted: July 22, 2020

บทคัดย่อ

ปลาหนังลูกผสมบึงสยามแม่โจ้ได้ถูกพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นและมีการเพาะเลี้ยงเพื่อแปรรูปเชิงพาณิชย์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตามพบว่าเนื้อท้องปลาเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแล้ จึงมีแนวคิดนำส่วนนี้มาเพิ่มมูลค่าโดยผลิตเป็นปลาซัมที่มีคุณภาพและมีจุดเด่นด้านคุณสมบัติเชิงหน้าที่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมหัวเชื้อโพรไบโอติกสายพันธุ์ *Lactobacillus acidophilus* และอินนูลินซึ่งเป็นน้ำตาลพรีไบโอติกที่มีต่อคุณภาพของปลาซัม โดยใช้แผนการทดลอง factorial ชนิด 2x3 ผลการทดลองพบว่าปลาซัมทุกหน่วยทดลองมีลักษณะปรากฏ สี และความเค็มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในขณะที่ปลาซัมที่ได้รับโพรไบโอติกและพรีไบโอติกในระดับสูง (1.0×10^9 CFU/100 กรัม และอินนูลิน ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก) พบแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมดสูงที่สุด ($7.11 \log \text{CFU/g}$) สอดคล้องกับค่า pH ที่ต่ำสุด (4.57 ± 0.01) และตรวจพบปริมาณกรดไขมันสายสั้นรวมสูงสุด ($13.33 \pm 0.02 \text{ mg/g}$) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากปลาซัมที่หมักตามธรรมชาติ นอกจากนี้ปลาซัมเสริมโพรไบโอติกและ พรีไบโอติกระดับสูงนี้ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด ($p<0.05$) จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้โพรไบโอติกและพรีไบโอติกร่วมในการหมักปลาซัมเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีจุดเด่นของคุณสมบัติเชิงหน้าที่และใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ: ปลาซัม ปลาลูกผสมบึงสยามแม่โจ้ โพรไบโอติก พรีไบโอติก คุณสมบัติเชิงหน้าที่

ABSTRACT

Maejo Buk Siam hybrid catfish had been bred and farmed for commercial processing. However, fish belly is one of the major by-products obtained after fillet processing. Therefore, production of *Pla-som* with quality and prominence in term of functional properties from this part was subsequently initiated for value added. The aim of this study was to investigate the effect of supplementation by probiotic *Lactobacillus acidophilus* starter and prebiotic inulin on qualities of *Pla-som*. The 2x3 factorial experimental designs were used in this experiment. It was investigated that the appearance, color and salinity of all *Pla-som* treatments were not significantly different ($p>0.05$). However, *Pla-som* with high level of probiotic and prebiotic (1.0×10^9 CFU/100 g and 5% by wt. of inulin) possessed the highest viable cell of total lactic acid bacteria ($7.11 \log \text{CFU/g}$), conform with its lowest pH value (4.57 ± 0.01) and the superior total short chain fatty acids content ($13.33 \pm 0.02 \text{ mg/g}$), which were significantly improved ($p<0.05$) comparing to those of indigenous fermented *Pla-som*. Moreover, this *Pla-som* (highest level of probiotic and prebiotic) obtained the highest acceptance score ($p<0.05$). Thus, there is a possibility to apply probiotic starter and prebiotic as ingredients in *Pla-som* fermentation to promote prominences of nutritional and functional properties and for commercial use.

Key words: *Pla-som*, Maejo Buk Siam hybrid catfish, Probiotic, Prebiotic, Functional properties

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

² Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai

บทนำ

เนื้อปลาเป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำคัญของมนุษย์ ซึ่งโปรตีนในเนื้อปลาเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย อีกทั้งเป็นแหล่งของวิตามิน แร่ธาตุ และกรดไขมันที่ดี เช่น กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า 3 โดยเฉพาะ DHA (docosahexaenoic acid) และ EPA (eicosapentaenoic acid) ที่มีส่วนช่วยในการบำรุงสมองและการพัฒนาของสมองในเด็ก ลดการจับตัวของเกล็ดเลือด และช่วยในการป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ หรือไขมันในเลือดสูง [1] จากการทดสอบฤทธิ์ชีวภาพของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากปลาหนึ่งลูกผสม (ปลาเทโพ X ปลาสวาย) ในหนูที่มีภาวะเบาหวานด้วยการให้น้ำมันปลาในปริมาณ 1 กรัม ต่อ กิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคส ไขมันคอเลสเตอรอล และ ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของหนูได้ โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ คือ ช่วยเพิ่มความไวในการตอบสนองต่ออินซูลิน เพิ่มระดับของฮอโมนอะดิพอนectin (adiponectin; ApN) และลดระดับของฮอโมนเลปติน (leptin) ในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยลดการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid oxidation) อีกด้วย [2] ที่ผ่านมามีงานวิจัยจากคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้พัฒนาปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ขึ้น โดยเป็นปลาหนึ่งลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เกิดจากพ่อแม่ปลาลูกผสม (F1: พ่อปลาบิก x แม่ปลาสวาย) และพบว่าเนื้อปลามีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า 3 6 และ 9 เป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันโอเมก้า 9 ที่สูงกว่าปลาทะเลถึง 4 เท่า [3] และพบมากในเนื้อส่วนท้อง ซึ่งภายหลังกลายเป็นส่วนเหลือทิ้งจากการแล่เนื้อปลาคิดเป็นปริมาณมากถึงร้อยละ 10-14 โดยน้ำหนัก ส่วนเนื้อท้องนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงแต่ยังไม่มีมีการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์แต่อย่างใด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงโภชนาการพบว่า เนื้อท้องปลาหนึ่งลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ มีโปรตีนร้อยละ 34 พลังงาน 6,110 แคลอรี/กรัม แร่ธาตुर้อยละ 5 มีแคลเซียมเท่ากับ 28 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีคลอโรเจน 1,015 มิลลิกรัม/100กรัม เบื้องต้นทีมวิจัยได้ทดลองแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสามโดยใช้หัวเชื้อธรรมชาติและพบว่า

ผลิตภัณฑ์ได้รับการตอบรับจากกลุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบเป็นอย่างดี (ข้อมูลวิจัยไม่ได้เผยแพร่) จึงมีแนวคิดต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสามจากเนื้อท้องปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ให้มีคุณภาพสูงและมีจุดเด่นในเชิงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties) เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ต่อไป

เป็นที่รู้กันดีว่าแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีบทบาทสำคัญในการหมักปลาสาม โดยทำหน้าที่หมักน้ำตาลกลูโคสให้เป็นกรดแลคติกและกรดอะซิติก และยังสามารถสร้างสารที่ให้กลิ่น รสในอาหาร และสารเมแทบอไลต์อื่นๆ อีกหลายชนิด [4, 5] แต่การอาศัยหัวเชื้อธรรมชาติในการหมักนี้ไม่สามารถคงความสม่ำเสมอในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสามได้ อีกทั้งยังมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนโดยแบคทีเรียก่อโรคจากทางเดินอาหารของปลาและสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสะอาดปลอดภัย สม่ำเสมอ และมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น จึงมีแนวคิดผลิตปลาสามโดยใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแลคติกสายพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นโพรไบโอติก (probiotic) และมีการเสริมด้วยน้ำตาลพรีไบโอติก (prebiotic) เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียโพรไบโอติกระหว่างกระบวนการหมักปลาสามอย่างเฉพาะเจาะจงแต่ไม่กระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียปนเปื้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียก่อโรคจากทางเดินอาหารปลา ทั้งนี้ โพรไบโอติกหมายถึงจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่เมื่อรับประทานเข้าไปในปริมาณที่เหมาะสมแล้วจะให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของเจ้าบ้าน [6] โดยสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ เพิ่มภูมิคุ้มกัน ลดคอเลสเตอรอล ลดการแพ้แลคโตส และเพิ่มความต้านทานต่อการติดเชื้อในลำไส้หลายชนิด [4, 5] นอกจากนี้ยังมีบทบาทยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียในกระบวนการผลิตอาหารด้วย ในขณะที่พรีไบโอติกหมายถึงส่วนประกอบอาหารที่ถูกหมักอย่างเจาะจงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างจำเพาะทั้งต่อสัดส่วนและ/หรือกิจกรรมของจุลินทรีย์เจ้าถิ่นในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลให้เกิดประโยชน์โดยทำให้เจ้าบ้านมีสุขภาพที่ดี [7] นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์อาหาร

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹ Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

² Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai

ใดๆ ที่มีองค์ประกอบของทั้งโพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่มีความจำเพาะต่อกันสามารถจัดเป็นผลิตภัณฑ์ซินไบโอติก (synbiotic) อีกด้วย ซึ่งมีรายงานว่าก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้บริโภคได้มากขึ้น

งานวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการเสริมหัวเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกและน้ำตาลพรีไบโอติกที่มีต่อคุณภาพของปลาสด เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาสูตรการผลิตปลาสดที่มีคุณภาพ ที่ผลิตจากเนื้อท้องปลาหนังลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ส่วนเนื้อท้องซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปปลาหนังลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ได้อีกด้วย

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

ใช้เนื้อท้องปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ ที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการแปรรูปเนื้อปลาแล่แช่เยือกแข็งเป็นวัตถุดิบ เนื้อท้องปลาถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ระหว่างรอทำการทดลอง น้ำตาลพรีไบโอติกที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ น้ำตาลอินนูลิน (inulin) ยี่ห้อ Frutafit® IQ และหัวเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus acidophilus* จากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยี

ชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งผ่านการทดสอบเบื้องต้นในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดและรับรองว่ามีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก [8-10] ส่วนวัตถุดิบอื่นๆ ได้แก่ กระเทียมและเกลือที่ซื้อจากตลาดสดทั่วไป

2. การศึกษาผลของหัวเชื้อโพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่มีต่อคุณภาพปลาสด

นำเนื้อท้องปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ 1,000 กรัม มาล้างน้ำแล้วสะเด็ดน้ำ ผสมกับกระเทียมบด 150 กรัม เกลือ 15 กรัม จากนั้นทำการศึกษาผลของการเติมหัวเชื้อโพรไบโอติกและน้ำตาลพรีไบโอติกที่มีต่อคุณภาพปลาสดโดยวางแผนการทดลองแบบ factorial ทำให้ได้สิ่งทดลองทั้งสิ้น 9 หน่วยทดลอง โดยโพรไบโอติก ใช้ในระดับ 0.5×10^8 และ 1.0×10^9 CFU/100 กรัม และอินนูลิน ในระดับร้อยละ 0 2.5 และ 5 โดยน้ำหนัก (Table 1) คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วบรรจุส่วนผสมทั้งหมดลงในถุงร้อน (polypropylene) หน่วยการทดลองละ 100 กรัม มัดให้แน่นโดยไม่มีฟองอากาศ หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียสโดยประมาณ) เป็นเวลา 2 วัน เมื่อครบกำหนดนำไปวิเคราะห์คุณภาพเชิงเคมี กายภาพ ชีวภาพ และประสาทสัมผัส

Table 1 Ingredients of nine *Pra-som* treatments designed in this study

Treatments	Raw material used				
	fish belly (g)	garlic (g)	salt (g)	<i>L. acidophilus</i> (CFU/100g)	inulin (% by weight)
1	1,000	150	15	0	0
2	1,000	150	15	0	2.5
3	1,000	150	15	0	5
4	1,000	150	15	0.5×10^8	0
5	1,000	150	15	0.5×10^8	2.5
6	1,000	150	15	0.5×10^8	5
7	1,000	150	15	1×10^9	0
8	1,000	150	15	1×10^9	2.5
9	1,000	150	15	1×10^9	5

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

3. การวิเคราะห์คุณภาพปลาต้ม

ทำการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อปลาต้มในรูปค่า L^* (ค่าความสว่าง) a^* (ค่าความเป็นสีแดง) และ b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) ด้วยเครื่องวัดสี Chroma Meter CR-400 (KONICA MINOLTA, Japan)

ปลาต้มแต่ละหน่วยทดลองถูกนำไปบดผสมแล้ว นำส่วนของเหลวมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ต่างด้วยเครื่อง pH Meter (FE20 FiveEasy™ pH) วิเคราะห์ความเค็มด้วยเครื่อง Salinity Meter (HT212ATC) และวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acids, SCFAs) ได้แก่ กรดแลคติก (lactic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) และกรดบิวทิริก (butyric acid) ด้วยเครื่อง HPLC (Shimadzu™, Japan) ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ Aminex HPX-87H (300x7.8mm) เชะด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 5mM อัตราเร็วคงที่ 0.75 mL/นาที อุณหภูมิคอลัมน์ 25 องศาเซลเซียส และใช้ UV detector (Shimadzu SPD-10 Avp) ความยาวคลื่น 250 nm ในการตรวจวัด

ทำการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่ม *Salmonella-Shigella* sp. *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* โดยการเกลี่ย (spread plate) บนอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อสูตร MRS (Himedia®) *Salmonella-Shigella* agar (Himedia®) mannitol egg yolk polymyxin agar (Himedia®) และ mannitol salt agar base (Himedia®) ตามลำดับ

การประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาต้มนั้น ทำโดยนำปลาต้มแต่ละหน่วยทดลองมาทดสอบชิมโดยอาสาสมัครจำนวน 60 คน (เพศชายจำนวน 30 คน และเพศหญิงจำนวน 30 คน โดยอายุอยู่ในช่วงอายุ 20-65 ปี) ประเมินความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 6 ด้าน ได้แก่ สี ความเค็ม ความเปรี้ยว ความคาว ความแน่นเนื้อ และรสชาติโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scaling โดยระดับความชอบ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และสุดท้ายทดสอบให้

อาสาสมัครเลือกสูตรที่ชอบมากที่สุด (overall liking) จำนวนหนึ่งสูตร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละหน่วยการทดลองโดยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS V. 17

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของปลาต้ม

ปลาต้มทั้ง 9 หน่วยการทดลองที่หมักด้วยหัวเชื้อโพรไบโอติกและเสริมน้ำตาลฟรีไบโอติกล้วนมีลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างกัน โดยคงสภาพเป็นชิ้นไม่เปื่อยยุ่ย เนื้อมีสีขาวครีมแกมชมพู และมีกลิ่นหอมเปรี้ยวและรสเปรี้ยวจากการหมัก (Figure 1) และเมื่อวิเคราะห์ค่าสี พบว่าปลาต้มทุกสูตรมีสีขาวครีมแกมชมพูอ่อนของสีเนื้อที่องปลา ปริมาณส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสีของปลาต้มแต่ละชนิดแตกต่างกันด้วย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ในช่วง 60.56-76.76, 1.75-6.37 และ 3.69-9.99 ตามลำดับ แต่องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และชีวภาพบางประการมีความแตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ปลาต้มที่ผลิตได้ทั้ง 9 สูตร สามารถตรวจพบแบคทีเรียกรดแลคติกได้ในปริมาณที่ต่างกัน ดังแสดงใน Figure 2 ซึ่งปลาต้มหน่วยทดลองที่ 9 และหน่วยทดลองที่ 1 พบปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกสูงที่สุดและต่ำที่สุด ตามลำดับ สอดคล้องกับค่า pH ของผลิตภัณฑ์โดยพบว่าปลาต้มหน่วยทดลองที่ 9 มีค่า pH ต่ำที่สุด (4.57 ± 0.01) และเป็นไปตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งกำหนดไว้ที่ค่าไม่สูงกว่า 4.6 [11] ในขณะที่ปลาต้มหน่วยทดลองที่ 1 มีค่า pH สูงที่สุด (5.93 ± 0.06) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับปลาต้มทุกสูตร ($p \leq 0.05$) การที่ปลาต้มจากหน่วยทดลองที่ 9 มีค่า pH ต่ำสุด เนื่องมาจากเป็นสูตร

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹ Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

² Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai

ที่มีการเสริมโพรไบโอติกและพรีไบโอติกในระดับสูง ส่งผลให้มีการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกสูงด้วยเช่นกัน (Figure 2) และมี *L. acidophilus* เป็นแบคทีเรียกลุ่มใหญ่ในผลิตภัณฑ์ปลาสดนี้ และแบคทีเรียเหล่านี้ใช้สารอาหารจากพวกคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในการหมัก และสามารถผลิตกรดอินทรีย์หลากหลายชนิด [12,

13] และกรดเหล่านี้ไม่เพียงแต่นำมาซึ่งรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการรักษาคุณภาพและความปลอดภัยโดยยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค [4, 13-15]



Figure 1 The appearance of *Pla-som* supplemented with or without probiotic and prebiotic

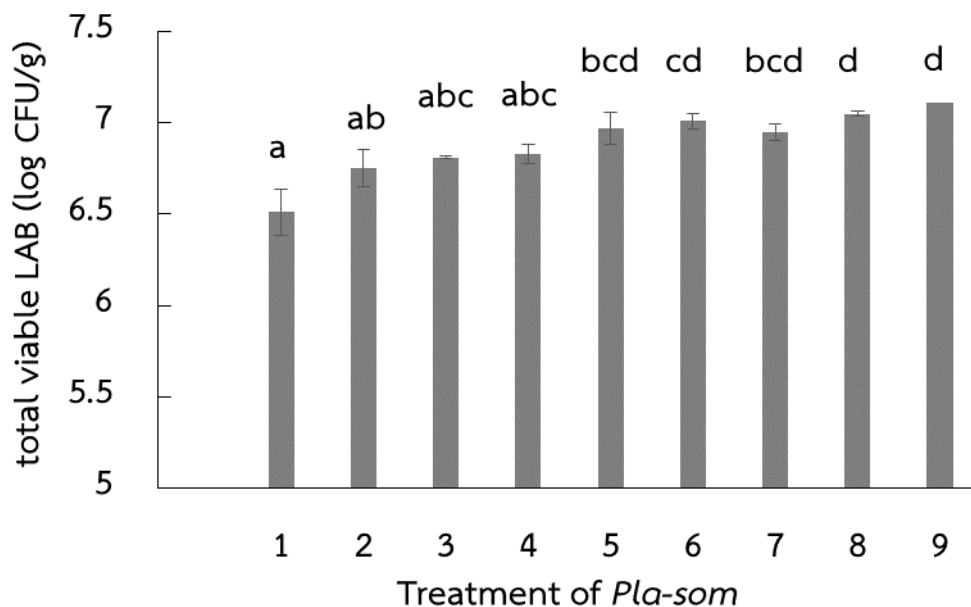


Figure 2 Viable cell count of total lactic acid bacteria in *Pla-som* treatments

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

จากการตรวจพบว่าค่า pH ลดลงนั้น นำไปสู่การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันสายสั้นด้วยเครื่อง HPLC โดยในภาพรวมพบว่าปริมาณของกรดไขมันสายสั้นรวมทั้ง 4 ชนิดในปลาหมักหน่วยทดลองที่ 9 มีปริมาณสูงที่สุด และพบน้อยที่สุดในปลาหมักหน่วยทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า pH และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างทั้งสองปัจจัยนี้แล้ว พบว่ามีผลต่อการผลิตกรดไขมันสายสั้นโดยรวมในผลิตภัณฑ์ปลาหมักอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงใน Table 2 เช่นกัน ทั้งนี้อิทธิพลสูงสุดพบในผลของการใช้หัวเชื้อโพรไบโอติกและน้ำตาลฟรีไบโอติกร่วมกันในระดับสูง อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปัจจัยเดียวทั้งสองในระดับที่สูงขึ้นมีผลต่อการผลิตกรดไขมันสายสั้นรวมในปลาหมักแต่ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (Table 2) ผลิตภัณฑ์ปลาหมักในแต่ละหน่วยทดลองพบว่ามีปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริกในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจาก *L. acidophilus* เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกประเภท homofermentative lactic acid bacterium จึงเป็นสาเหตุให้พบปริมาณกรดแลคติกในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก ตามลำดับ ซึ่งกรดแลคติกมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยรักษาสมดุลจุลินทรีย์ในลำไส้ช่วยลดความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร รักษาสมดุลระบบทางเดินอาหาร เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง ลดอาการท้องผูก รวมทั้งลดอาการท้องเสียที่เกิดจาก rotavirus และมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค [16] ในแบคทีเรียกรดแลคติกนั้น กรดโพรพิโอนิกผลิตได้โดยใช้กรดแลคติกเป็นสารตั้งต้นและในการสังเคราะห์กรดโพรพิโอนิกทุกสองโมเลกุลทำให้ได้กรดอะซิติกขึ้นมาหนึ่งโมเลกุล ส่วนการสังเคราะห์กรดบิวทิริกนั้น ใช้ acetyl coenzyme A สองโมเลกุลเป็นสารตั้งต้น [17] นอกจากนี้กรดไขมันสายสั้นเหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและฟังไจที่เป็นสาเหตุโรคทางเดินอาหารและสาเหตุของอาหารเน่าเสียแล้ว ยังพบว่ากรดไขมันสายสั้นช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อลำไส้ได้ โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ histone deacetylases (HDACs) และกระตุ้นการทำงานของ G-

protein coupled receptors ของเซลล์ภูมิคุ้มกันและเซลล์ผนังลำไส้ ในส่วนของกรดบิวทิริกนั้นช่วยเพิ่มจำนวนและความยาวของวิลไล (villi) ทำให้เพิ่มพื้นที่ดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็ก รวมถึงช่วยทำให้เซลล์ชั้นผิวของลำไส้ใหญ่ (colonocyte) แบ่งตัวเพิ่มจำนวน กระตุ้นเลือดให้มาเลี้ยงเยื่อลำไส้มากขึ้น ดังนั้นลำไส้ใหญ่สามารถดูดซึมน้ำและเกลือแร่ได้ดีขึ้น กรดบิวทิริกยังช่วยกระตุ้นให้มีการหลั่งเมือกจากเยื่อลำไส้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเยื่อและลดโอกาสติดเชื้อแบคทีเรียจากลำไส้เข้าสู่กระแสเลือด นอกจากนี้กรดบิวทิริกยังถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับเซลล์ชั้นผิวของลำไส้ใหญ่ ในขณะที่กรดโพรพิโอนิกถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและถูกใช้เป็นพลังงานที่ตับ กล่าวกันว่าพลังงานที่ร่างกายมนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวันมาจากกรดไขมันสายสั้นประมาณร้อยละ 10 [16-19] คุณประโยชน์เหล่านี้ สร้างให้เกิดจุดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เสริมหัวเชื้อโพรไบโอติกและน้ำตาลฟรีไบโอติกได้ โดยทำให้เกิดความมั่นใจว่าปราศจากเชื้อก่อโรคและอาจส่งผลดีต่อการทำงานของระบบลำไส้ของผู้บริโภคอันเนื่องมาจากกรดไขมันสายสั้นที่พบปริมาณสูงในผลิตภัณฑ์

ความเค็มในปลาหมักในรูปของปริมาณเกลือมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 4.82-5.92 ของน้ำหนักแห้ง โดยทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 3) ซึ่งเกลือมีบทบาทในกระบวนการแปรรูปอาหารจากเนื้อสัตว์เนื่องจากช่วยลดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity; Aw) และควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร [20] มีรายงานว่า การเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียและก่อโรคบางชนิด เช่น *Salmonella* sp. *Staphylococcus* sp. และ *B. cereus* ถูกยับยั้งได้ที่ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 34, 0-20 และ 0-10 ตามลำดับ [21, 22] ซึ่งปลาหมักจากงานวิจัยครั้งนี้ ตรวจสอบไม่พบแบคทีเรียเหล่านี้ แม้มีเกลือเพียง ร้อยละ 4-5 คาดว่าฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้งสามกลุ่มนี้เกิดจากกรดอินทรีย์และสารเมแทบอไลต์ชนิดอื่นๆ ที่ผลิตจากแบคทีเรียกรดแลคติกร่วมกับผลของเกลือ และเกลือยังมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมรสชาติและกำหนดคุณภาพโดยรวมของปลาหมัก แต่การใช้เกลือในปริมาณสูงเกินไปอาจทำให้จุลินทรีย์ที่สำคัญเจริญได้น้อยลงและความเปรี้ยวของปลาหมักลดลงได้ [23]

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹ Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

² Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai

Table 2 Effect of single factor and cofactor on short chain fatty acid production in *Pla-som* samples

Factor	short chain fatty acid count (mg/g)				
	lactic acid	acetic acid	propionic acid	butyric acid	total SCFA
<u>Probiotic 3 levels (A)</u>	ns	ns	ns	ns	ns
0 cfu/100g	8.51±2.45	2.51±0.51	0.20±0.01	0.06±0.05	11.28±2.93
0.5×10 ⁸ cfu/100g	9.21±0.47	2.13±0.29	0.18±0.04	0.14±0.05	11.66±0.77
1×10 ⁹ cfu/100g	9.36±2.27	2.24±0.14	0.20±0.03	0.10±0.10	11.91±2.23
<u>Prebiotic 3 levels (B)</u>	ns	ns	ns	ns	ns
0%	7.34±2.03	2.18±0.27	0.22±0.01	0.17±0.08	9.91±2.34
2.5%	9.72±0.10	2.34±0.49	0.18±0.01	0.08±0.04	12.32±1.12
5%	10.01±0.66	2.36±0.38	0.18±0.04	0.05±0.06	12.62±0.95
<u>(A) x (B)</u>					
A1B1	5.68±0.05 ^a	1.93±0.08 ^a	0.21±0.00 ^a	0.08±0.00 ^{cd}	7.90±0.08 ^a
A1B2	9.80±0.02 ^f	2.89±0.01 ^f	0.19±0.00 ^e	0.09±0.00 ^{bc}	12.96±0.01 ^f
A1B3	10.05±0.01 ^g	2.72±0.01 ^g	0.21±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	12.98±0.01 ^f
A2B1	9.60±0.02 ^e	2.46±0.01 ^e	0.22±0.01 ^c	0.20±0.00 ^d	12.48±0.01 ^e
A2B2	8.69±0.06 ^c	1.96±0.03 ^c	0.18±0.01 ^a	0.12±0.00 ^b	10.95±0.04 ^c
A2B3	9.33±0.05 ^d	1.96±0.01 ^d	0.14±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a	11.54±0.02 ^d
A3B1	6.74±0.09 ^b	2.15±0.02 ^b	0.22±0.00 ^b	0.22±0.00 ^d	9.34±0.07 ^b
A3B2	10.68±0.00 ^h	2.17±0.04 ^h	0.17±0.00 ^b	0.04±0.00 ^d	13.06±0.03 ^f
A3B3	10.65±0.04 ^h	2.41±0.04 ^h	0.22±0.00 ^c	0.05±0.00 ^b	13.33±0.02 ^g

Note: Values expressed as mean±SD, values within each column with the same superscript character are not significantly different at ($p<0.05$) and ns is not significantly different at ($p<0.05$)

Table 3 pH and salt content in *Pla-som* samples

Treatment	pH	salt (w/w)
1	5.93±0.06 ^g	5.16±0.18 ^a
2	5.51±0.08 ^f	5.92±0.08 ^a
3	5.35±0.05 ^e	5.69±0.17 ^a
4	5.37±0.03 ^e	4.82±0.12 ^a
5	5.23±0.02 ^{cd}	5.21±0.04 ^a
6	5.16±0.02 ^c	5.92±0.05 ^a
7	5.34±0.02 ^{de}	5.09±0.12 ^a
8	5.02±0.02 ^b	5.80±0.16 ^a
9	4.57±0.01 ^a	5.55±0.24 ^a

Note: Values expressed as mean±SD, values within each column with the same superscript character are not significantly different at ($p<0.05$)

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

² Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai

2. การประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อปลาต้มเสริมโพรไบโอติกและพรีไบโอติก

จากการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส 6 ด้าน ได้แก่ สี ความเค็ม ความเปรี้ยว ความคาว ความแน่นเนื้อ และรสชาติโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ (Table 4) พบว่าอาสาสมัครให้คะแนนความพึงพอใจต่อสีและความเปรี้ยวของปลาต้มทั้ง 9 หน่วยทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยให้คะแนนอยู่ระหว่าง 6.80-7.33 และ 6.00-6.80 ตามลำดับ แต่คะแนนด้านอื่นๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในบางสูตรมีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านรสชาติโดยรวม พบว่าปลาต้มจากหน่วยการทดลองที่ 5, 7 และ 9 ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในกลุ่มสูง สอดคล้องกับการทดสอบให้อาสาสมัครเลือกสูตรที่ชอบที่สุดเพียงหนึ่งสูตร พบว่าปลาต้มในหน่วยการทดลองที่ 9 (เสริมโพรไบโอติก 1.0×10^9 CFU/100g และพรีไบโอติก ร้อยละ 5) ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีอาสาสมัครจำนวนร้อยละ 40 ที่เลือกสูตรนี้ ด้วยเหตุผลส่วนใหญ่ด้านกลิ่นหอมเปรี้ยวเฉพาะตัว รสชาติอร่อยและกลมกล่อม

Table 4 Acceptance scores of *Pla-som* supplemented with probiotic starter and prebiotic sugar

Treatment	Average scores by attribute – Acceptance analysis					
	color	salty	sour	fishy smell	Tightness	overall taste
1	6.80±1.57 ^a	5.80±1.99 ^a	6.00±1.80 ^a	5.13±2.08 ^a	6.47±1.68 ^{abc}	6.27±1.67 ^a
2	6.80±1.61 ^a	6.13±1.51 ^{ab}	6.60±1.51 ^a	6.67±1.08 ^b	6.27±1.78 ^{abc}	6.40±1.60 ^{ab}
3	6.80±1.77 ^a	6.53±2.01 ^{abc}	6.33±1.79 ^a	6.33±1.87 ^b	6.07±2.13 ^{ab}	6.53±1.72 ^{ab}
4	7.20±1.29 ^a	6.33±1.36 ^{abc}	6.27±1.67 ^a	6.27±1.71 ^b	6.60±1.83 ^{abc}	6.67±1.55 ^{ab}
5	7.20±1.29 ^a	6.60±1.87 ^{abc}	6.80±1.92 ^a	7.00±1.38 ^b	7.07±1.58 ^{bc}	7.27±1.40 ^b
6	7.33±1.41 ^a	6.80±1.44 ^{bc}	6.53±1.60 ^a	6.33±1.83 ^b	6.67±1.67 ^{abc}	7.07±1.35 ^{ab}
7	7.13±1.32 ^a	6.87±1.27 ^{bc}	6.60±1.60 ^a	6.60±1.32 ^b	6.93±1.54 ^{abc}	7.20±1.23 ^b
8	7.33±1.31 ^a	6.80±1.65 ^{bc}	6.53±1.37 ^a	6.47±1.76 ^b	6.00±2.18 ^a	6.73±1.58 ^{ab}
9	7.27±1.71 ^a	7.07±1.62 ^c	6.73±1.82 ^a	6.80±1.99 ^b	7.27±1.82 ^c	7.27±1.82 ^b

Note: Values expressed as mean±SD, values within each column with the same superscript character are not significantly different at ($p < 0.05$)

สรุปผล

การเสริมหัวเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกและน้ำตาลพรีไบโอติกในการทำปลาต้มจากเนื้อท้องปลาลูกผสมบึงสยามแม่โจ้ มีผลทำให้คุณภาพบางประการของปลาต้มมีความแตกต่าง โดยมีค่า pH ลดต่ำลง กรดไขมันสายสั้นมีปริมาณสูงขึ้น และมีรสชาติได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากขึ้นกว่าสูตรดั้งเดิมที่มักโดยใช้หัวเชื้อตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้โพรไบโอติกและพรีไบโอติกร่วมในสูตรการผลิตปลาต้มเพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีจุดเด่นในเชิงโภชนาการและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ รวมถึงสามารถนำไปสู่การขยายผลและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็น

ทางเลือกให้กับผู้บริโภคยุคปัจจุบันที่มีแนวโน้มบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และทุนกักกันกัญชิตติวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- [1] Swanson, D., Block, R. and Mousa, S.A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition*. 3: 1-7.
- [2] Amornlerdpison, D., Mengamphan, K., Lailerd, N., Srimaroeng, C. and Suppahakitchanon, T. (2013). Developing and adding value of hybrid catfish (Black ear catfish x *Pangasius*) for increasing commercial productivity and increasing competitiveness: Complete research report. National research council of Thailand. (in Thai).
- [3] Mengamphan, K., Amornlerdpison, D., Tongsir, S., Chitmanat, C., Wangcharoen, W. and Suppahakitchanon, T. (2012). Manual for culture of giant catfish, *Pangasius* and hybrid fish (Buk Siam) for added value and marketing (1st ed.). Chiang Mai: Maejo University Press, (in Thai).
- [4] Helland, M.H., Wicklund, T. and Narvhus, J.A. (2014). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in maize porridge with added malted barley. *International Journal of Food Microbiology*. 91(3): 305-313.
- [5] Parvez, S., Malik, K.A., Ah Kang, S. and Kim, H.Y. (2016). Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology*. 100(6): 1171-1185.
- [6] FAO/WHO Expert Consultation Group. (2007). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Geneva: WHO.
- [7] Gibson, G.R., Robert, H.M., Loo, J.V., Rastall, R.A. and Roberfroid, M.B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*. 17(2): 259-275.
- [8] Pongtrakul, N., Rodboonrit, T., Popluechai, S., Niamsup, P., Deejing, S. and Wongputtisin, P. (2008). Effect of probiotic form on properties of milk ice cream. *Journal of Food Technology, Siam University*. 13(1): 58-70. (in Thai).
- [9] Wongputtisin, P., Ramaraj, R., Unpaprom, Y., Kawaree, R. and Pongtrakul, N. (2015). Raffinose family oligosaccharides in seed of *Glycine max* cv. Chiang Mai60 and potential source of prebiotic substances. *International Journal of Food Science and Technology*. 50(8): 1750-1756.
- [10] Pongtrakul, N. (2017). Development of synbiotic powder entrapped with Thai rice starch and Thai soybean oligosaccharides. Master thesis, Thailand: Maejo University. (in Thai).
- [11] Thai Industrial Standards Institute. Thai community product standard: fermented fish, *Pla-som*. [Online] Available from [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0026_57\(%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8AA%E0%B9%89%E0%B8%A1\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0026_57(%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8AA%E0%B9%89%E0%B8%A1).pdf) [Accessed September, 8, 2020]. (in Thai).
- [12] Kandler, O. (1983). Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 49(3): 209-224.
- [13] Paludan-Müller, C., Madsen, M., Sophanodora, P., Gram, L. and Moller, R.L. (2002). Fermentation and microflora of *plaa-som*, a Thai fermented fish product prepared with different salt

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

- concentrations. *International Journal of Food Microbiology*. 73(1): 61–70.
- [14] Owens, J.D. and Mendoza, L.S. (1985). Enzymatically hydrolysed and bacterially fermented sherry products. *Journal of Food Technology*. 20: 273–293.
- [15] Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinont, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P. and Panya, A. (2006). Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. *LWT-Food Science and Technology*. 39(7): 814–826.
- [16] Bikila, W. (2015). Lactic acid bacteria: benefits, selection criteria and probiotic potential in fermented food. *Journal of Probiotics & Health*. 3(2): 1-9.
- [17] Schönfeld, P. and Wojtczak, L. (2016). Short- and medium-chain fatty acids in energy metabolism: the cellular perspective. *Journal of Lipid Research*. 57(6): 943-954.
- [18] Kopermsub, P. and Yunchalard, S. (2008). Safety control indices for *plaa-som*, a Thai fermented fish product. *African Journal of Microbiology Research*. 2(2): 18–25.
- [19] Parada Venegas, D., De la Fuente, M.K., Landskron, G., Gonzalez, M.J., Quera, R., Dijkstra, G., Harmsen, H.J.M., Faber, K.N. and Hermoso, M.A. (2019). Short chain fatty acids (SCFAs)-mediated gut epithelial and immune regulation and its relevance for inflammatory bowel diseases. *Frontiers in Immunology*. 10(16): 277.
- [20] Lamkampang, P. (2016). Effect of salt on fermentation and sensory characteristics of Kung-Jom. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. 26(1): 105-112. (in Thai).
- [21] Chaisakdanugull, Y., Phrikanahok, N. and Jaturapahu, U. (2012). Surveillance of Salmonellosis in livestock products imported into Thailand. Bureau of disease control and veterinary services. (in Thai).
- [22] Namwong, S. (2010). Potential of halotolerant and moderate halophilic bacteria for biotechnology. *Burapha Science Journal*. 15(2): 122-132. (in Thai).
- [23] Phithakpol, B., Varanyanond, W., Reungmaneepeatoon, S. and Wood, H. (1995). The traditional fermented foods of Thailand. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur, Malaysia. 6-9.

* Corresponding author e-mail: kriang1122sak@gmail.com

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่