

คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของ ปลาหมักกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดสุรินทร์

กชนิภา อุดมทวี โศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์ ห้องนุช สารภี
จุฑามาส อยู่มาก และปิยรัตน์ มีแก้ว

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

E-mail: kotchaniphanaka@gmail.com

รับบทความ: 9 มีนาคม 2564 แก้ไขบทความ: 17 มิถุนายน 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 18 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น แคลเซียม และ ฟอสฟอรัสของปลาสดและปลาหมัก และ 2) ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* *Escherichia coli* *Bacillus cereus* *Clostridium perfringens* ยีสต์ และรา ของปลาหมักที่พบในกลุ่มชาติพันธุ์ ได้แก่ 1) ไทย-ลาว 2) ไทย-เขมร และ 3) ไทย-กูย จากการวิเคราะห์ตามวิธีการของ AOAC พบว่า ปลาสด และปลาร้า (ปลาสร้อยขาว ปลาตุ๊ก) ปลาจ่อม (ปลาชิว ปลาคับของ) และปลาต้ม (ปลาตะเพียน ปลานิล) ในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยปลาสดมีปริมาณโปรตีน และไขมันมากกว่าปลาร้า ปลาจ่อม และปลาต้ม ปลาสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัสน้อยกว่าปลาร้าและปลาจ่อม ปลาสดและปลาหมักมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ยกเว้นปลาต้มมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาหมักไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้นปลาจ่อมปลาชิว (ไทย-เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-กูย) ปลาต้มปลานิล (ไทย-ลาว) และปลาต้มปลาตะเพียน (ไทย-กูย) พบ *Escherichia coli* ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-เขมร) ปลาต้มปลาตะเพียน (ไทย-เขมร) และปลาต้มปลานิล (ไทย-กูย) พบ *Staphylococcus aureus* คิดเป็นร้อยละ 16.66 ยีสต์และราพบปริมาณ $1.23 \times 10^2 - 9.26 \times 10^2$ CFU/g ดังนั้นปลาหมักจึงเป็นอาหารทดแทนปลาสดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค เป็นทั้งอาหาร เครื่องปรุงรสอาหาร และอาหารว่าง โดยใช้ปลาหมักเป็นส่วนประกอบในอาหารทุกมื้อ ทุกวัน และตลอดปี

คำสำคัญ: คุณค่าทางโภชนาการ จุลินทรีย์ก่อโรค ปลาหมัก ชาติพันธุ์

Nutrition and Amount of Pathogenic Microorganisms in Fermented Fish of Ethnic Groups at Surin Province

Kotchanipha Udomthawee*, Sopit Vetayasuporn, Nongnut Sarapee,
Jutamas Yoomark and Piyarat Meekaew

Program Study of Biology, Faculty of Science and Technology,
Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand
*E-mail: kotchaniphanaka@gmail.com

Received: 9 March 2021 Revised: 17 June 2021 Accepted: 18 June 2021

Abstract

The objectives of this research were to study: 1) nutrition values such as the content of protein, carbohydrate, fat, ash, moisture, calcium and phosphorus from various types of fresh and fermented fishes and 2) determine the number of pathogenic microorganisms such as *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, yeast and fungi from different types of fermented fishes from Ethnic groups of 1) Thai–Laos, 2) Thai–Khmer and 3) Thai–Kui. AOAC methods were used to analyze nutrition values and pathogenic microorganisms. The results showed statistical significantly different in nutritional values ($p < 0.05$) when fresh fish, fermented fish (Jullien’s mud carp and Catfish), pickled fish (Minnow and tight fish) and sour fish and fermented rice (Carp and Tilapia) were analyzed. Protein and fat values in fresh fish were higher contents than all fermented fish, pickled fish and sour fish. The amount of carbohydrate, ash, moisture, calcium and phosphorus of fresh fish were less than fermented fish and pickled fish. The calcium and phosphorus values between fresh and fermented fishes were different ($p < 0.05$), but these amount showed no statistical significant different ($p \geq 0.05$) when fresh fish and sour fish and fermented rice were compared. Pathogenic microorganisms such as *Salmonella* sp., *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* were not found in fermented fish product. However, *Escherichia coli* was found in Minnow pickled fish (Thai–Khmer), Tight pickled fish (Thai–Kui), Tilapia sour fish and fermented rice (Thai–Laos) and Carp sour fish and fermented rice (Thai–Kui). Furthermore, 16.66 % of Tight pickled fish (Thai–Kui), Tight pickled fish (Thai–Khmer), Carp sour fish and fermented rice (Thai–Khmer) and Tilapia sour fish and fermented rice (Thai–Kui) were found

Staphylo-coccus aureus. Number of yeast and fungi in fermented fish products were found between 1.23×10^2 – 9.26×10^2 CFU/g; therefore, the fermented fish products are possible to substitute fresh fish since they contain high nutrition values and hygienic from pathogenic microorganisms. The fermented fish products always use as foods, food ingredients and combination in snacks in all foods.

Keywords: Nutrition, Pathogenic microorganism, Fermented fish, Ethnic groups

บทนำ

ปลาหมัก (fermented fish) เป็นอาหารหมักที่สำคัญของคนในเขตภาคอีสาน ประเทศไทย รวมทั้งจังหวัดสุรินทร์ซึ่งเป็นจังหวัดทางตอนใต้ของภาคอีสานที่มีกลุ่มชาติพันธุ์ 3 กลุ่มอาศัยอยู่ คือ กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กวย ปลาหมักเป็นผลผลิตที่เกิดจากการนำปลามาผ่านกระบวนการถนอมอาหาร เพื่อให้ไม่ให้ปลาเน่าเสียและให้มีปลาซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนรับประทานตลอดทั้งปี โดยนำปลาหมักร่วมกับเกลือ และส่วนประกอบอื่น ๆ ลงในภาชนะแล้วปิดฝาปิดสนิท และอาศัยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียผลิตกรดแลกติก สุดท้ายจะได้เนื้อปลาหมักที่มีสี กลิ่น และรสชาติเฉพาะตัว รวมทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น (Udomthawee *et al.*, 2017) นอกจากนี้ปลาหมักยังมีประโยชน์ในด้านการเพิ่มปริมาณโปรตีน และธาตุอาหารจำเป็น เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส (Udomthawee *et al.*, 2012) ปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน แร่ธาตุ และวิตามินที่จำเป็น โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณโปรตีนจากสัตว์ที่เป็นอาหารมนุษย์เฉลี่ยต่อวันสำหรับประชากรประมาณ 3.1 พันล้านคน (Tacon and Metian, 2017; Zang *et al.*, 2018)

ในบรรดาอาหารปลา ปลาหมักเป็นอาหารหมักที่สำคัญของคนในภาคอีสาน (Udomthawee

et al., 2017) โดยปลาหมักที่พบในจังหวัดสุรินทร์ทั้งในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กวยมีจำนวน 6 ชนิดคือ ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาส้ม ปลาหมัก ปลาหมี่ และไข่ปลาหมัก (Udomthawee *et al.*, 2020) ปลาหมักที่พบมีความหลากหลายจะต่างกันบ้างในส่วนของวัตถุดิบ อัตราส่วน การผลิต การนำมาประกอบอาหารและปรุงรสที่แตกต่างกันไปตามรสนิยมของกลุ่มชาติพันธุ์และท้องถิ่น ซึ่งถ้าอาหารหมักเหล่านี้มีการปนเปื้อนและไม่สะอาด อาจเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร ซึ่งสาเหตุการปนเปื้อนมักเกิดจากจุลินทรีย์ก่อโรค จุลินทรีย์ที่มักตรวจพบปนเปื้อนในอาหารมี 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เป็นดัชนีชี้วัดสุขลักษณะในการผลิต เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ยีสต์และรา และกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ตัวอย่างจุลินทรีย์ก่อโรคที่พบในอาหารหมัก ได้แก่ *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* *Escherichia coli* และ *Bacillus cereus* (Hwanhlem *et al.*, 2011; Kae-wintha, 2010; Miyashita *et al.*, 2012; Swetwiwthana *et al.*, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

เนื่องจากปลาหมักเป็นอาหารที่มีกรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้านที่สะท้อนให้เห็นภูมิปัญญาการถนอมอาหารของประชาชนในชุมชน ปลาหมักเป็นอาหารวัฒนธรรม แต่คนทั่วไปมัก

กังวลเกี่ยวกับความสะอาด และความปลอดภัย ในการบริโภค งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาว่า ในชุมชนที่ กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย อาศัยอยู่มีความหลากหลายของปลาหมักชนิด ต่าง ๆ อย่างไร จากนั้นจึงวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาหมักชนิดต่าง ๆ และ ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหารในท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัส ของปลาสดและ ปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว

ไทย-เขมร และไทย-กูย จังหวัดสุรินทร์

2. ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* *Escherichia coli* *Bacillus cereus* *Clostridium perfringens* ยีสต์ และรา ของปลาหมักชนิดต่าง ๆ ใน กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย จังหวัดสุรินทร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่าง ปลาหมักในจังหวัดสุรินทร์ที่ 3 กลุ่มชาติพันธุ์ อาศัยอยู่และมีการบริโภคและผลิตปลาหมัก แสดง ในตาราง 1

ตาราง 1 พื้นที่ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาหมักในจังหวัดสุรินทร์ที่มีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย-ลาว	ไทย-เขมร	ไทย-กูย
อำเภอศีขรภูมิ	ตำบลยาง	ตำบลยาง	ตำบลยาง
	1. บ้านโนนแดง	1. บ้านยาง	1. บ้านหนองเหล็ก
	2. บ้านสว่าง หมู่ 8	3. บ้านอาเสก	2. บ้านโจดสิริ
	ตำบลหารุ่ง	5. บ้านศรีตะวัน	3. บ้านดงน้อย
	3. บ้านลูกไก่	7. บ้านสว่าง หมู่ 12	
	ตำบลกุศุดหวาย	9. บ้านกระชาย	
4. บ้านนาหวาน	11. บ้านอาเกียง		
ตำบลผักไหม			
5. บ้านหนองยาง			
ตำบลคะละมะ			
6. บ้านหนองคู			
อำเภอท่าตูม	ตำบลเมืองแก	ตำบลเมืองแก	ตำบลกะโพ
	1. บ้านสวนหม่อน	1. บ้านกุง	1. บ้านกระโพ
			2. บ้านกระเจา
			3. บ้านหนองอีต่า
			4. บ้านบอน
			5. บ้านอาคุณ
			6. บ้านตระมุง
			7. บ้านจินดา
			8. บ้านตาทิตย์
			9. บ้านตากลาง หมู่ 9
		10. บ้านโนนโพ	
		11. บ้านศาลา	
		12. บ้านหนองบึง	
		13. บ้านตากกลาง หมู่ 13	
		14. บ้านหนองบัว	
		15. บ้านภูดิน	
		16. บ้านบุรี	
		17. บ้านโคกกุง	
		18. บ้านหินเหล็กไฟ	
		19. บ้านต่าน	
		20. บ้านชะมวง	

ตาราง 1 (ต่อ)

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย-ลาว	ไทย-เขมร	ไทย-กวย
อำเภอสำโรงทาบ	ตำบลหนองไผ่ล้อม 1. บ้านหนองแคน ตำบลหนองฮะ 2. บ้านคูโศก		ตำบลหนองไผ่ล้อม 1. บ้านหนองหว้า 2. บ้านโพธา 3. บ้านหนองคู 4. บ้านไทร 5. บ้านกระโพธิ์ 6. บ้านหนองแคน 7. บ้านจ้งเอ็ด 8. บ้านจ้งเกา 9. บ้านโนนลี่ 10. บ้านโสนน้อย 11. บ้านหนองคูพัฒนา
อำเภอรัตนบุรี	ตำบลรัตนบุรี 1. บ้านฝื่อ 2. บ้านรัตนบุรี ตำบลแก 3. บ้านดงแหลม-หัวช้าง 4. บ้านบึงใหม่ ตำบลคอนแรด 5. บ้านหาญฮี ด.ห้าเขี้ยว 6. บ้านน้ำเขี้ยว ตำบลเบ็ด 7. บ้านหมกเต่า		
อำเภอโนน นารายณ์	ตำบลระเวียง 1. บ้านค้อ ตำบลหนองหลวง 2. บ้านโนนสัน		
อำเภอจอมพระ	ตำบลลุ่มระวี 1. บ้านหนองเหล็ก ตำบลหนองสนธิ 2. บ้านสำโรงน้อย ตำบลเป็นสุข 3. บ้านดินแดง		
อำเภอสนม	ตำบลโพทโก 1. บ้านหนองคู ตำบลห้วยจัว 2. บ้านหนองคู		
อำเภอชุมพลบุรี	ตำบลนาหนองไผ่ 1. บ้านกระเบื้อง		
อำเภอเมือง		ตำบลท่าสว่าง 1. บ้านท่าสว่าง 2. บ้านเขวา 3. บ้านสำโรง 4. บ้านโคกเพชร 5. บ้านจะแกโกน 6. บ้านอังกัญ 7. บ้านละเอาะ 8. บ้านกาเกาะ 9. บ้านตาแมน 10. บ้านระโยง 11. บ้านส้มป่อย 12. บ้านระเกาวัล 13. บ้านอำมือง 14. บ้านจะแกแสง	

ตาราง 1 (ต่อ)

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย-ลาว	ไทย-เขมร	ไทย-กวย
อำเภอเมือง		15. บ้านโคกจ๊ะ 17. บ้านโคกสวย 19. บ้านโคกมะกะ 21. บ้านหนองบัว	16. บ้านศาลา 18. บ้านกระเพรสวม 20. บ้านหนองปรือ
รวมจำนวนหมู่บ้าน	24	34	34

คัดเลือกและเก็บตัวอย่างปลาหมักจาก ความนิยมในการบริโภคและการผลิตมากที่สุด จำนวน 3 ประเภท (ได้มาจากการสังเกตบริเวณพื้นที่ที่ทำการสำรวจ และสัมภาษณ์คนในชุมชน) โดยแต่ละประเภทของการทำปลาหมักให้ทำการ

เก็บตัวอย่างปลาสดที่นิยมนำมาทำปลาหมักเพื่อ เป็นชุดควบคุมในการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ แสดงชนิด ปริมาณวัตถุดิบ และระยะเวลาในการทำปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ ดังในตาราง 2

ตาราง 2 ชนิด ปริมาณวัตถุดิบ และระยะเวลาในการทำปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กวย จังหวัดสุรินทร์

ชนิดปลาหมัก	วัตถุดิบ	ชนิด/ปริมาณวัตถุดิบ/ระยะเวลา		
		กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว	กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-เขมร	กลุ่มชาติพันธุ์ไทย-กวย
ปลาร้า	ปลา	สร้อยขาว/ดุก 1 กิโลกรัม	สร้อยขาว/ดุก 1 กิโลกรัม	สร้อยขาว/ดุก 1 กิโลกรัม
	เกลือ	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม
	ข้าวคั่ว/รำ	รำข้าวเหนียว 150 กรัม	ข้าวเจ้าคั่ว 150 กรัม	รำข้าวเจ้า 150 กรัม
	ระยะเวลา	มากกว่า 3 เดือน	มากกว่า 3 เดือน	มากกว่า 3 เดือน
ปลาจ่อม	ปลา	ชีว/คับของ 150 กรัม	ชีว/คับของ 150 กรัม	ชีว/คับของ 150 กรัม
	เกลือ/น้ำปลา	สินเธาว์ 50 กรัม	น้ำปลา 150 มิลลิลิตร	สินเธาว์ 50 กรัม
	ข้าวคั่ว	ข้าวเหนียวคั่ว 30 กรัม	ข้าวเจ้าคั่ว 30 กรัม	ข้าวเจ้าคั่ว 30 กรัม
	ระยะเวลา	2-3 สัปดาห์	2-3 สัปดาห์	2-3 สัปดาห์
ปลาส้ม	ปลา	ตะเพียนนิล 1 กิโลกรัม	ตะเพียนนิล 1 กิโลกรัม	ตะเพียนนิล 1 กิโลกรัม
	เกลือ	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม
	ข้าว	เหนียวสุก 100 กรัม	เจ้าสุก 100 กรัม	เจ้าสุก 100 กรัม
	กระเทียม	โหลกหยาบ 100 กรัม	โหลกหยาบ 100 กรัม	โหลกละเอียด 100 กรัม
	อื่น ๆ	ผงปรุงรส 1 กรัม	พริกไทยเม็ดตำละเอียด 1 ช้อนโต๊ะ น้ำตาล 1/2 ช้อนโต๊ะ	-
	ระยะเวลา	3-4 วัน	3-4 วัน	3-4 วัน

2. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เยื่อใย เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัส ในปลาสร้อยขาวสด ปลาร้าปลาสร้อยขาว (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กวย) ปลาดุกสด

ปลาร้าปลาดุก (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กวย) ปลาชีวสด ปลาจ่อมปลาชีว (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กวย) ปลาคับของสด ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กวย) ปลาทะ-

เพียสนสด ปลาสด ปลาตากแห้ง (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลานิลสด และ ปลาสดปลานิล (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) รวม 24 ตัวอย่าง ๆ ละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ ตามวิธีการของ AOAC (1984) ได้แก่ 1) โปรตีนใช้วิธี Kjeldal method 2) ไขมันใช้วิธี acid hydrolysis และ solvent extraction 3) เยื่อใย ใช้วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก และโซเดียมไฮดรอกไซด์ กรอง และล้างด้วยน้ำร้อน นำถ้วย crucible อบตัวอย่างที่ผ่านการย่อยในตู้อบอุณหภูมิ 100°C เวลา 5 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ซึ่งน้ำหนัก เผาตัวอย่างที่ผ่านการอบในเครื่องเผาอุณหภูมิ 550°C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง คำนวณปริมาณเยื่อใย 4) เถ้าใช้วิธี dry ashing นำตัวอย่างไปทำให้แห้งในตู้อบ เผาตัวอย่างบนเตาให้ความร้อนจนหมดควัน นำไปเผาต่อที่ 550°C จนเป็นเถ้าสมบูรณ์ ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักเพื่อคำนวณปริมาณเถ้า 5) ความชื้นใช้วิธีอบตัวอย่างในตู้อบที่ 100±5 °C โดยใช้ทรายที่ผ่านการแช่กรดและล้างมาแล้วเป็นตัวช่วยในการกระจายความร้อน นำไปอบให้แห้งจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไปของตัวอย่าง 6) แคลเซียมใช้วิธี atomic absorption spectrometry และ 7) ฟอสฟอรัสใช้วิธี gravimetric method

3. วิเคราะห์ปริมาณ *Salmonella* sp.

Staphylococcus aureus *Escherichia coli* *Bacillus cereus* *Clostridium perfringens* ยีสต์ และราใน ปลาร้าปลาสร้อยขาว (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลาร้าปลาตุก (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลาจ่อมปลาชิว (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-ลาว/ไทย-

เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลาสดปลาตากแห้ง (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) ปลาสดปลานิล (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กุ่ม) รวม 18 ตัวอย่าง ๆ ละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ยีสต์ และราโดยวิธี total standard plate count ตามวิธีการของ AOAC (1984) โดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม บั่นให้ละเอียด แล้วกระจายตัวอย่างในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แล้วเจือจางจนได้ระดับเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ หยดตัวอย่างที่เจือจางแล้ว ความเข้มข้นอัตราส่วน 1:10 หยดตัวอย่างที่เจือจางแล้วลงบนอาหาร PDA ระดับความเจือจางละ 3 จานนำไปบ่มที่ 25°C เป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับโคโลนี

4. วิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ดำเนินการที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 16

ผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาร้าในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาสด และปลาหมักชนิดต่างๆ ที่นิยมผลิตและบริโภคของชาติพันธุ์ในจังหวัดสุรินทร์ (ตาราง 1 และ 2) แล้วนำไปหาค่าคุณค่าทางโภชนาการตามวิธีการของ AOAC (1984) ผลการศึกษาแสดงในตาราง 3-5

จากตาราง 3 พบว่า ปลาร้ามีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปลาสด ($p < 0.05$) และปลาร้าปลาสร้อยขาวมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาร้าปลาตุก ($p < 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า

พลาสติก ($p < 0.05$) และปลาร้าปลาดุกมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ($p < 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณไขมันน้อยกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาดุกมีปริมาณไขมันสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาสร้อยขาว และปลาสร้อยขาวสดในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาร้าปลาดุก(ไทย-เขมร/ไทย-กูย) และปลาดุกสดมีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณถั่วมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) และปลาร้าปลาดุกมีปริมาณถั่วสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ปลาร้ามีปริมาณความชื้นมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาสร้อยขาวและปลาร้าปลาดุกมีปริมาณแคลเซียมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

จากตาราง 4 พบว่า ปลาจ่อมมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) และปลาจ่อมปลาชิวและปลาจ่อมปลาคับคองมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณไขมันมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) โดยปลาจ่อมปลาชิวและปลาจ่อมปลาคับคองในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมและปลาสดมีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ยกเว้นปลาจ่อมปลาชิว และปลาจ่อมปลาคับคองในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ปลาจ่อมมีปริมาณถั่วมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) โดยปลาจ่อมปลาชิว และปลาจ่อมปลาคับคองในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณความชื้นมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าพลาสติก ($p < 0.05$)

จากตาราง 5 พบว่า ปลาส้มมีปริมาณ

โปรตีนน้อยกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) และปลาส้มปลาตะเพียนและปลาส้มปลานิลมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาตะเพียนสดและปลาส้มในทุกชาติพันธุ์มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลานิลสดมีปริมาณเยื่อใยแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณถั่วแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณความชื้นแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย จังหวัดสุรินทร์

นำปลาหมักชนิดต่าง ๆ ที่นิยมบริโภคมากที่สุดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาร้า (ปลาสร้อยขาว ปลาดุก) ปลาจ่อม (ปลาชิว ปลาคับคอง) และปลาส้ม (ปลาตะเพียน ปลานิล) มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคตามวิธีการของ AOAC (1984) ได้แก่ *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* *Escherichia coli* *Bacillus cereus* *Clostridium perfringens* ยีสต์และรา จากผลการศึกษา (ตาราง 6) พบว่า ปลาหมักไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้นปลาจ่อมปลาชิว (ไทย-เขมร) ปลาจ่อมปลาคับคอง (ไทย-กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย-ลาว) และปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-กูย) ที่พบ *Escherichia coli* รวม 4 ตัวอย่าง ปลาจ่อมปลาคับคอง (ไทย-ลาว) ปลาจ่อมปลาคับคอง (ไทย-เขมร) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-เขมร) และปลาส้มปลานิล (ไทย-กูย) ที่พบ

Staphylococcus aureus รวม 5 ตัวอย่าง ยีสต์และ ราพบปริมาณ $1.23 \times 10^2 - 9.26 \times 10^2$ CFU/g

อภิปรายผล

คุณค่าทางโภชนาการของพลาสติกและปลาหมัก ชนิดต่าง ๆ จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์

จากผลของปริมาณโปรตีนพบว่า พลาสติก

มีปริมาณโปรตีนมากกว่าปลาหมัก (ปลาร้า ปลาจ่อม และปลาต้ม) โดยปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันของปลาและปลาหมักเนื่องจากความแตกต่างของชนิดปลา ปริมาณเกลือ และระยะเวลาการหมัก โดยโปรตีนในพลาสติกถูกย่อยสลายกลายเป็นกรดอะมิโน และกรดอะมิโนถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ในกระบวนการหมัก (Udomthawee *et al.*, 2012)

ตาราง 3 คุณค่าทางโภชนาการของพลาสติก และปลาร้าในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์

ปลา/ปลาร้า	ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ) ± S.D.								
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	
ปลาร้าขาวสด	68.18±0.56 ^a	6.78±0.88 ^c	16.47±0.72 ^{ab}	0.02±0.01 ^c	11.78±0.63 ^d	3.78±0.02 ^c	1.25±0.02 ^c	3.95±0.20 ^c	
ปลาร้าปลาสรร้อย (ไทย-ลาว)	61.20±0.29 ^c	7.29±0.45 ^b	13.29±0.47 ^c	0.02±0.01 ^c	14.59±0.21 ^{bc}	5.91±0.57 ^a	3.65±0.21 ^a	6.56±0.39 ^{ab}	
ปลาร้าปลาสรร้อย (ไทย-เขมร)	62.82±0.49 ^c	7.36±0.21 ^b	13.36±0.60 ^c	0.02±0.01 ^c	15.97±0.33 ^{ab}	5.33±0.31 ^{ab}	3.65±0.30 ^a	6.52±0.33 ^{ab}	
ปลาร้าปลาสรร้อย (ไทย-กุ่ม)	62.78±0.40 ^c	7.03±0.02 ^b	13.32±0.41 ^c	0.02±0.01 ^c	15.72±0.53 ^b	5.28±0.23 ^{ab}	3.63±0.21 ^a	6.49±0.20 ^b	
ปลาดุกสด	66.02±0.69 ^b	7.41±0.34 ^b	17.92±0.43 ^a	0.07±0.01 ^b	14.93±0.53 ^b	3.81±0.03 ^c	1.31±0.02 ^c	3.99±0.22 ^c	
ปลาร้าปลาดุก (ไทย-ลาว)	58.51±0.51 ^d	8.98±0.24 ^a	16.60±0.22 ^a	0.08±0.01 ^a	17.50±0.02 ^a	5.90±0.02 ^a	3.45±0.22 ^a	6.62±0.31 ^a	
ปลาร้าปลาดุก (ไทย-เขมร)	56.83±0.37 ^d	9.07±0.36 ^a	15.70±0.22 ^b	0.07±0.02 ^b	16.46±0.36 ^a	5.54±0.45 ^a	3.47±0.31 ^a	6.67±0.25 ^a	
ปลาร้าปลาดุก (ไทย-กุ่ม)	56.74±0.57 ^d	9.03±0.11 ^a	16.70±0.03 ^a	0.07±0.02 ^b	16.36±0.25 ^a	5.51±0.19 ^a	3.43±0.32 ^a	6.64±0.21 ^a	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตาราง 4 คุณค่าทางโภชนาการของพลาสติก และปลาจ่อมในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์

ปลา/ปลาจ่อม	ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ) ± S.D.								
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	
ปลาสด	55.51±0.08 ^a	1.05±0.02 ^c	9.46±0.03 ^a	0.02±0.01 ^b	5.85±0.06 ^b	4.22±0.02 ^d	1.73±0.03 ^c	1.60±0.02 ^c	
ปลาจ่อมปลาสด (ไทย-ลาว)	48.68±0.39 ^b	1.84±0.10 ^a	8.03±0.41 ^b	0.03±0.01 ^a	7.01±0.22 ^a	7.61±0.03 ^b	2.15±0.14 ^a	3.01±0.02 ^a	
ปลาจ่อมปลาสด (ไทย-เขมร)	49.47±0.56 ^b	1.77±0.21 ^a	8.30±0.27 ^b	0.02±0.01 ^b	7.21±0.30 ^a	7.51±0.22 ^c	1.96±0.08 ^b	2.45±0.21 ^b	
ปลาจ่อมปลาสด (ไทย-กุ่ม)	49.39±0.34 ^b	1.74±0.21 ^a	8.25±0.42 ^b	0.02±0.01 ^b	7.29±0.41 ^a	7.54±0.20 ^c	2.00±0.03 ^b	2.33±0.21 ^b	
ปลาคั๊บน้ำของสด	54.23±0.08 ^a	1.02±0.17 ^c	9.20±0.03 ^a	0.02±0.00 ^b	5.95±0.22 ^b	4.24±0.21 ^d	1.78±0.28 ^c	1.60±0.32 ^c	
ปลาจ่อมปลาคั๊บน้ำของ (ไทย-ลาว)	47.77±0.28 ^{bc}	1.75±0.22 ^{ab}	7.94±0.42 ^b	0.03±0.01 ^a	7.10±0.19 ^a	7.74±0.36 ^a	2.20±0.27 ^a	3.08±0.22 ^a	
ปลาจ่อมปลาคั๊บน้ำของ (ไทย-เขมร)	48.68±0.02 ^b	1.69±0.02 ^b	8.17±0.02 ^b	0.02±0.01 ^b	7.22±0.02 ^a	7.41±0.03 ^c	2.03±0.02 ^b	2.50±0.03 ^b	
ปลาจ่อมปลาคั๊บน้ำของ (ไทย-กุ่ม)	48.25±0.39 ^b	1.65±0.22 ^b	8.08±0.32 ^b	0.02±0.01 ^b	7.17±0.41 ^a	7.46±0.42 ^c	2.02±0.19 ^b	2.36±0.06 ^b	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตาราง 5 คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาส้มในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย จังหวัดสุรินทร์

ปลา/ปลาส้ม	ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ) ± S.D.							
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปลาตะเพียนสด	68.74±0.42 ^a	6.85±0.06 ^c	17.63±0.51 ^b	0.04±0.01 ^c	13.83±0.06 ^c	3.64±0.05 ^c	1.36±0.03 ^{NS}	3.95±0.07 ^{NS}
ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-ลาว)	66.82±0.49 ^b	7.96±0.05 ^b	15.26±0.34 ^c	0.05±0.01 ^c	15.95±0.15 ^b	4.77±0.18 ^b	1.42±0.07 ^{NS}	4.03±0.38 ^{NS}
ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-เขมร)	66.95±0.45 ^b	7.91±0.93 ^b	12.88±0.41 ^d	0.02±0.01 ^d	14.69±0.50 ^b	5.84±0.43 ^a	1.38±0.12 ^{NS}	4.02±0.26 ^{NS}
ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-กูย)	67.27±0.74 ^b	8.03±0.51 ^b	12.18±0.40 ^d	0.02±0.01 ^d	14.62±0.45 ^b	5.82±0.56 ^a	1.41±0.17 ^{NS}	4.05±0.23 ^{NS}
ปลานิลสด	69.22±0.92 ^a	7.10±0.44 ^c	18.11±0.22 ^a	0.04±0.01 ^c	13.90±0.34 ^c	3.67±0.17 ^c	1.29±0.01 ^{NS}	3.72±0.24 ^{NS}
ปลาส้มปลานิล (ไทย-ลาว)	67.82±0.23 ^b	7.96±0.14 ^b	15.96±0.29 ^c	0.06±0.01 ^b	16.17±0.29 ^{ab}	4.75±0.18 ^b	1.32±0.24 ^{NS}	3.81±0.27 ^{NS}
ปลาส้มปลานิล (ไทย-เขมร)	68.01±0.26 ^b	8.72±0.69 ^a	16.42±1.04 ^{bc}	0.08±0.01 ^a	17.69±0.46 ^b	5.84±0.81 ^a	1.35±0.12 ^{NS}	3.79±0.33 ^{NS}
ปลาส้มปลานิล (ไทย-กูย)	68.35±0.40 ^b	8.70±0.65 ^a	16.29±0.51 ^{bc}	0.08±0.01 ^a	17.65±0.41 ^b	5.93±0.35 ^a	1.33±0.23 ^{NS}	3.76±0.21 ^{NS}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และ NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กูย จังหวัดสุรินทร์

ประเภทปลาหมัก	ชาติพันธุ์	ชนิดปลา	ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค					ยีสต์ และ รา (CFU/g)
			<i>Salmonella</i> sp.	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	
ปลาร้า	ไทย-ลาว	ปลาสร่อยขาว	-	-	-	-	-	1.23×10 ²
		ปลาดุก	-	-	-	-	-	2.12×10 ²
	ไทย-เขมร	ปลาสร่อยขาว	-	-	-	-	-	2.45×10 ²
		ปลาดุก	-	-	-	-	-	1.89×10 ²
	ไทย-กูย	ปลาสร่อยขาว	-	-	-	-	-	2.04×10 ²
		ปลาดุก	-	-	-	-	-	1.72×10 ²
ปลาจ่อม	ไทย-ลาว	ปลาชีว	-	-	-	-	-	5.56×10 ²
		ปลาคับของ	-	1	-	-	-	8.23×10 ²
	ไทย-เขมร	ปลาชีว	-	-	1	-	-	4.76×10 ²
		ปลาคับของ	-	1	-	-	-	6.65×10 ²
	ไทย-กูย	ปลาชีว	-	-	-	-	-	6.43×10 ²
		ปลาคับของ	-	-	1	-	-	5.63×10 ²
ปลาส้ม	ไทย-ลาว	ปลาตะเพียน	-	-	-	-	-	9.02×10 ²
		ปลานิล	-	-	1	-	-	8.56×10 ²
	ไทย-เขมร	ปลาตะเพียน	-	1	-	-	-	9.42×10 ²
		ปลานิล	-	-	-	-	-	9.56×10 ²
	ไทย-กูย	ปลาตะเพียน	-	-	1	-	-	8.86×10 ²
		ปลานิล	-	2	-	-	-	9.26×10 ²
รวม			0	5	4	0	0	1.23×10 ² – 9.26×10 ²

หมายเหตุ 1 หมายถึง พบจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นในปลาหมัก 1 ตัวอย่าง 2 หมายถึง พบจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นในปลาหมัก 2 ตัวอย่าง – หมายถึง ไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นในปลาหมัก

ปลาหมักที่ผลิตจากพลาสติกต่างชนิดกันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกัน ($p < 0.05$) เนื่องจากพลาสติกแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน และปลาหมักแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์มีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน เช่น รำข้าวเหนียว รำข้าวเจ้า ข้าวเจ้าคั่ว ข้าวเหนียวคั่ว ข้าวเหนียวสุก ข้าวเจ้าสุก นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโปรตีนในปลาหมักจะมีค่าลดลงในปลาหมักทุกชนิด ปริมาณไขมันของปลาหมักมีปริมาณน้อยกว่าพลาสติก พลาสติกและปลาหมักแต่ละชนิดมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ($p < 0.05$) เนื่องจากชนิดของปลาและแหล่งของปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ปริมาณเยื่อใยของปลาหมักมีแนวโน้มสูงกว่าพลาสติกเนื่องจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของปลาหมัก

ปลาร้าและปลาจ่อมมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าพลาสติก ($p < 0.05$) เนื่องจากผลของกระบวนการหมักจะได้กรดแลคติก (Steinkraus, 2004) ทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสภายในไหหรือภาชนะหมักลดลงอยู่ในช่วง 4–6 กรดแลคติกจะช่วยทำให้เนื้อปลาเปื่อยยุ่ย ทำให้ได้เนื้อปลาร้าและปลาจ่อมที่มีลักษณะนุ่มนวลรับประทานและยังช่วยในการย่อยสลายกระดูกปลาและองค์ประกอบต่าง ๆ ของปลาที่ไม่ใช่สารอินทรีย์ให้มีการปลดปล่อยออกมาในรูปธาตุอาหารสะสมอยู่ในเนื้อและน้ำปลาร้าและปลาจ่อม โดยมีสารประกอบแคลเซียมปลดปล่อยออกมาละลายอยู่ในน้ำและเนื้อปลาหมักมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการย่อยสลายกับด้วยกรดแลคติก ภายใต้สภาวะไร้อากาศพบว่า ภายหลังจากย่อยสลายมีการปลดปล่อยแคลเซียมออกมามากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ตามลำดับ เนื่องจากกรดแลคติกไปย่อยสลายกระดูกและโครงสร้างส่วนอื่นของกบนอกเหนือจากที่แบคทีเรียไม่สามารถ

ย่อยสลายได้ (Daniel and Jackson, 2005; Udomthawee *et al.*, 2017) สำหรับปลาหมักที่มีปริมาณแคลเซียมมากกว่าพลาสติก แต่ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาในการหมักที่ค่อนข้างสั้น กระบวนการในการย่อยกระดูกปลาจึงยังไม่สมบูรณ์

ในผลิตภัณฑ์หมักความเข้มข้นของเกลือสูงสามารถส่งเสริมการสูญเสียสภาพของโปรตีน การเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างทุติยภูมิ ทุติยภูมิและควอเตอร์นารีของโมเลกุลโปรตีนโดยไม่ทำลายพันธะโควาเลนต์ รวมทั้งพันธะเพปไทด์ ระหว่างกระบวนการหมักปริมาณของแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกมีปริมาณสูงขึ้น แบคทีเรียกรดแลคติกบางสายพันธุ์ที่เจริญในระหว่างกระบวนการหมัก ได้แก่ โปรติโอไลติกแบคทีเรีย จะย่อยสลายโปรตีนของปลาให้เป็นเพปไทด์และกรดอะมิโนที่ทำให้เกิดรสชาติ โปรตีนทั้งหมดที่ผลิตได้ประกอบด้วยโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำและโปรตีนที่ละลายน้ำได้ การย่อยสลายของโปรตีนเป็นโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลขนาดเล็กหรือเพปไทด์ที่ละลายน้ำได้ (Wenno and Loppies, 2019) คุณค่าทางโภชนาการของพลาสติกและปลาหมักแอฟริกันที่มีค่าแตกต่างกัน และมีคุณค่าในการเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีจากสัตว์ ซึ่งกระบวนการหมักปลาในประเทศแอฟริกาจะแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ การหมักด้วยเกลือและทำให้แห้ง การหมักและการทำให้แห้งโดยไม่ใช้เกลือ และการหมักด้วยเกลือโดยไม่ทำให้แห้ง (El Sheikh *et al.*, 2014) ความหลากหลายของจุลินทรีย์และเอนไซม์สามารถทำให้ปลาหมักมีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น การยืดอายุการเก็บรักษา และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ดี ในกระบวนการหมัก โปรตีน ไขมัน

และคาร์โบไฮเดรตถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เป็นแอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ กรดไขมันที่ระเหยได้ และกรดอะมิโน (Gowda *et al.*, 2016)

ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์

ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ (ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาต้ม) จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กุ่ม จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 54 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้น ปลาจ่อมปลาชิว (ไทย-เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-กุ่ม) ปลาต้มปลานิล (ไทย-ลาว) และปลาต้มปลาตะเพียน (ไทย-กุ่ม) ที่พบ *Escherichia coli* รวม 4 ตัวอย่าง ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-เขมร) ปลาต้มปลาตะเพียน (ไทย-เขมร) และปลาต้มปลานิล (ไทย-กุ่ม) ที่พบ *Staphylococcus aureus* รวม 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.66 ยีสต์และราพบปริมาณ $1.23 \times 10^2 - 9.26 \times 10^2$ CFU/g เมื่อเปรียบเทียบปลาหมักทั้ง 3 ชนิดคือ ปลาร้า ปลาจ่อม และปลาต้ม พบว่า ปลาร้าไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากกระบวนการในการหมักปลาร้าใช้ระยะเวลาที่ยาวนานกว่าปลาหมักชนิดอื่น ๆ ทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ ปลาหมักมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องคือ แบคทีเรียกรดแลกติก ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่นอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารหมัก เช่น ในแหนม ไส้กรอก หรืออาหารหมักประเภทปลา จะพบ *Lactobacillus plantarum* และ *L. brevis* (Sewtiwathana *et al.*, 2009) ขณะนั้นพบ *L. plantarum* (Oupathum *et al.*, 2009) อาหารหมักพบแบคทีเรีย

แลกติก 6 จีนัสได้แก่ *Aerococcus* *Enterococcus* *Lactobacillus* *Pediococcus* *Tetragenococcus* และ *Weissella* (Miyashita *et al.*, 2012) การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่วางจำหน่ายในเขตอำเภอพนม จังหวัดเชียงรายไม่พบ *Salmonella* sp. *S. aureus* *E. coli* และ *Clostridium perfringens* (Kaewintha, 2010) แม้ว่าผลิตภัณฑ์จากภาคเหนือของประเทศไทยจะมีความเค็มต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ สภาพความเป็นกรดที่เกิดขึ้นก็มีประโยชน์ในการป้องกันการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Marui *et al.*, 2015) แบคทีเรียกรดแลกติกที่แยกและคัดเลือกจากปลาต้มยับยั้ง *Salmonella* sp. *S. aureus* และ *E. coli* ได้ (Hwanhlem *et al.*, 2011) แบคทีเรียกรดแลกติกที่ได้จากฟาร์มปลาสามารถผลิตสารยับยั้ง *Listeria monocytogenes* และ *S. aureus* ได้ (Carmen *et al.*, 2006) แบคทีเรียกรดแลกติกยับยั้ง *E. coli* *Sal. typhimurium* ATCC 14028 *Bacillus cereus* *S. aureus* และ *Listeria monocytogenes* สามารถผลิตสารบางอย่าง เช่น กรดอินทรีย์ (กรดแลกติกและกรดอะซิติก) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โตอะซิทิล และแบคเทอริโอซิน (Desniar *et al.*, 2013) นอกจากนี้ปลาร้าในไทย ปา-แดกในลาว และปราเฮาะในกัมพูชาไม่พบการเจริญของ *Salmonella* sp. และ *S. aureus* (Udomthawee *et al.*, 2012) ปลาหมักที่หมักโดยจุลินทรีย์มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ประจำถิ่นและจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Enterobacteriaceae* *Staphylococcus* และ *Pseudomonas* ได้ (Yin *et al.*, 2005) การเก็บตัวอย่างอาหารหมักพื้นบ้านจากแบคทีเรียก่อโรคบริเวณชายแดนไทย กัมพูชา จังหวัดสุรินทร์ ประเภทละ 2 ชนิด ๆ ละ 3 ตัวอย่าง (อาหารหมักที่เก็บจากภาชนะหมัก อาหาร

หมักแบริ่งรับประทาน และอาหารหมักวางจำหน่าย) ใน 4 อำเภอ รวม 120 ตัวอย่าง พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนจากแบคทีเรียก่อโรค ยกเว้นนมจีน 1 ตัวอย่าง ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่าง ปลาจ่อม 1 ตัวอย่าง ผักกาดเขียวตอง 1 ตัวอย่าง และปลูดอง 1 ตัวอย่าง พบ *S. aureus* ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่าง ปลูดอง 1 ตัวอย่าง และกุ้งจ่อม 1 ตัวอย่าง พบ *E. coli* ปลูดอง 2 ตัวอย่าง พบ *Salmonella* sp. แหนมหมู 1 ตัวอย่าง และปลูดอง 1 ตัวอย่าง พบ *Bacillus cereus* ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่าง พบ *Clostridium perfringens* ทั้งนี้ในตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคล้วนเป็นอาหารหมักที่เก็บมาจากภาชนะบรรจุที่ไม่ใช่ภาชนะหมัก ยกเว้นปลูดองที่พบในอาหารหมักที่เก็บทั้ง 3 รูปแบบ เนื่องจากสุลักษณะในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การทำและการเก็บรักษา และอาหารหมักที่บ้านมีจุลินทรีย์สำคัญคือแบคทีเรียกรดแลคติก ที่นอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารหมักแล้ว ยังมีบทบาทในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคอีกด้วย (Udomthawee *et al.*, 2020)

จากผลของคุณค่าทางโภชนาการที่พบในปลาสดและปลาหมักในแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ บ่งบอกว่า ปลาหมักมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้นจึงสามารถรับประทานปลาหมักแทนปลาสดได้และใช้เป็นอาหารที่รับประทานได้ทุกมื้อ ทุกวัน และตลอดปี

สรุป

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย-ลาว ไทย-เขมร และไทย-กวย สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

1. ปลาสดและปลาร้า (ปลาสร้อยขาว ปลาตุ๊ก) ปลาจ่อม (ปลาชิว ปลาคับของ) และปลาสาม (ปลาตะเพียน ปลานิล) ในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน โดยปลาสดมีปริมาณโปรตีน และไขมันมากกว่าปลาร้า ปลาจ่อมและปลาสามทุกชนิด ปลาสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส น้อยกว่าปลาร้าและปลาจ่อมทุกชนิด ปลาสดและปลาสามมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน

2. ปลาหมักไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้น ปลาจ่อม ปลาชิว (ไทย-เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-กวย) ปลาสามปลานิล (ไทย-ลาว) และปลาสามปลาตะเพียน (ไทย-กวย) ที่พบ *Escherichia coli* ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย-เขมร) ปลาสามปลาตะเพียน (ไทย-เขมร) และปลาสามปลานิล (ไทย-กวย) ที่พบ *Staphylococcus aureus*

3. สามารถใช้ปลาหมักเป็นอาหารทดแทนปลาสดได้ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ได้มอบทุนอุดหนุนในการทำวิจัย ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์สำหรับการอนุเคราะห์สถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (1984). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 14th ed. Washington, DC: Author.
- Carmen, A. Rodriguez, O., Calo–Malta, P., Prado, M., and Barros–Velazques, J. (2006). Preliminary characterization of bacteriocin from *Lactobacillus lactis*, *Enterococcus faecium* and *Enterococcus mundtii* strains isolated from turbot (*Psetta maxima*). **Food Research International** 39: 356–364.
- Daniel, E. W., and Jackson, D. C. (2005). The role of mineralized tissue in the buffering of lactic acid during anoxia and exercise in the leopard frog *Rana pipiens*. **Journal of Experimental Biology**. 208: 1117–1124.
- Desniar, Rusmana, I. Suwanto, A., and Mubarik, D. N. R. (2013). Characterization of lactic acid bacteria isolated from an Indonesian fermented fish (Bekasam) and their antimicrobial activity against pathogenic bacteria. **Emirates Journal of Food and Agriculture** 25(6): 489–494.
- El Sheikha, A. F., Ray, R., Montet, D., Panda, S., and Worawattanamateekul, W. (2014). African fermented fish products in scope of risk. **International Food Research Journal** 21(1): 425–432.
- Gowda, S. G. S., Narayan, B., and Gopal, S. (2016). Bacteriological properties and health-related biochemical components of fermented fish sauce: An overview. **Food Reviews International** 32(2): 203–229.
- Hwanhlem, N., Buradaleng, S., Wattanachant, S., and Benjakul, S. (2011). Isolation and screening of lactic acid bacteria from Thai traditional fermented fish (Plasom) and production of Plasom from selected strains. **Food Control**. 22: 401–407.
- Kaewintha, P. (2010). **Detection of Microbial Contamination in Fermented Fish Commercial Products in Phuan District, Chiang Rai Province**. Master of Science Thesis. Chiang Rai: Chiang Rai Rajabhat University. (in Thai)
- Marui, J., Boulom, S., Panthavee, W. Momma, M., Kusumoto, K, Nakahara, K, and Saito, M. (2015). Culture-independent bacterial community analysis of the salty-fermented fish paste products of Thailand and Laos. **Bioscience of Microbiota, Food and Health**. 34(2): 45–52.
- Miyashita, M., Yukphan, P., Chaipitakchonlartam, W., Malimas, T., Sugimoto, M., Yoshino, M. Potacharaen, W., Tanasupawat, S., Nakagawa, Y., Kiritkara, K., Tanticharaen, M., and Suzuki, K.I. (2012). 16s rDna gene sequence analysis of lactic acid bacteria isolated from fermented foods in Thailand. **Microbiology Culture Collection** 28(1): 1–9.
- Oupathum, O., Chantarapanont, W., Suwonsi-

- chon, T., Haruthaithanasan, V., and Chompreede, P. (2009). Screening lactic acid bacteria for improving the Kanom-jeen process. **Agriculture and Natural Resources** 43: 557–565.
- Steinkraus, K.H. (2004). **Industrialization of Indigenous Fermented Foods**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker.
- Swetwivathana, A., Pilasombut, K., and Selthakul, J. (2009). An *in vitro* screening of isolated bacteriocin-producing lactic acid bacteria from Thai fermented meat for probiotic prospect. **The 3rd International Conference on Fermentation Technology for Value added Agriculture Products** (pp. 26–28). Khon Kean, Thailand.
- Tacon, A. G. J., and Metian, M. (2017). Food matter: fish, income and food supply – A comparative analysis. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**. 26(1): 15–28.
- Udomthawee, K., Chankaew, K., Phanurat, A., and Nakocho, K. (2012). Protein, calcium and phosphorus composition of fermented fish in the lower Mekong basin. **Chiang Mai Journal of Science** 39(2): 327–335.
- Udomthawee, K., Saraphi, N., Klangprapan, J., and Khotsri. (2020). Diversity and safety of local fermented foods from pathogenic bacteria nearby Thailand – Cambodia border, Surin province. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 11(1): 131–143. (in Thai)
- Udomthawee, K., Vetayasuporn, S., Saraphi, N., Klangprapan, J., and Khotsri. (2017). **Diversity and Wisdom of Local Fermented Food Products in the Southern Part of North-East of Thailand**. National Research Council of Thailand. Surin: Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University. (in Thai)
- Wenno, M. R., and Loppies, C. R. M. (2019). **Physico-characteristics and Amino Acid Profile of Fermented Sauce Made from Tuna Loin by-product**. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
- Yin, L. J., Tong, Y. L., and Jiang, S.T. (2005). Effect of combining proteolysis and lactic acid bacteria fermentation on the characteristics of minced mackerel. **Journal of Food Science** 70(3): S186–S192.
- Zang, J., Xu, Y., Xia, W., Jiang, Q., Yang, F., and Wang, B. (2018). Phospholipid molecular species composition of Chinese traditional low-salt fermented fish inoculated with different starter cultures. **Food Research International** 111: 87–96.