คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดสุรินทร์

กชนิภา อุดมทวี* โศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์ น้องนุช 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 ปลาดุก) ปลาจ่อม (ปลาซิว ปลาคับของ) และปลาส้ม (ปลาตะเพียน ปลานิล) ในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยปลาสดมีปริมาณโปรตีน และไขมันมากกว่าปลาร้า ปลาจ่อม และปลาส้ม ปลาสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัสน้อยกว่าปลาร้าและปลาจ่อม ปลาสดและปลาหมักมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ยกเว้นปลาส้มมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาหมักไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้นปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว) และปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–กูย) พบ *Escherichia coli* ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–เขมร) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–เขมร) และปลาส้มปลานิล (ไทย–กูย) พบ *Staphylococcus aureus* คิดเป็นร้อยละ 16.66 ยีสต์และราพบปริมาณ 1.23×10^2–9.26×10^2 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 per-fringens*, 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 per-fringens* 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 microor-ganisms. 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–กูย ปลาหมักเป็นผลผลิตที่เกิดจากการนำปลามาผ่านกระบวนการถนอมอาหาร เพื่อไม่ให้ปลาเน่าเสียและให้มีปลาซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนรับประทานตลอดทั้งปี โดยนำปลามาหมักร่วมกับเกลือ และส่วนประกอบอื่น ๆ ลงในภาชนะแล้วปิดฝามิดชิด 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–กูยมีจำนวน 6 ชนิดคือ ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาส้ม ส้มฟัก ปลาหม่ำ และไข่ปลาหม่ำ (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; Kaewintha, 2010; Miyashita *et al*., 2012; Swetwiwathana *et al*., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

เนื่องจากปลาหมักเป็นอาหารที่มีกรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้านที่สะท้อนให้เห็นภูมิปัญญาการถนอมอาหารของประชาชนในชุมชน ปลาหมักเป็นอาหารวัฒนธรรม แต่คนทั่วไปมัก

กังวลเกี่ยวกับความสะอาด และความปลอดภัยในการบริโภค งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาว่าในชุมชนที่กลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย อาศัยอยู่ว่ามีความหลากหลายของปลาหมักชนิดต่าง ๆ อย่างไร จากนั้นจึงวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาหมักชนิดต่าง ๆ และปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหารในท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัส ของปลาสดและปลาหมักชนิดต่าง 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 ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างปลาหมักในจังหวัดสุรินทร์ที่ 3 กลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่และมีการบริโภคและผลิตปลาหมัก แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 พื้นที่ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาหมักในจังหวัดสุรินทร์ที่มีกลุ่มชาติพันธุ์อาศัยอยู่

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย–ลาว	ไทย–เขมร	ไทย–กูย
อำเภอศีขรภูมิ	**ตำบลยาง**	**ตำบลยาง**	**ตำบลยาง**
	1. บ้านโนนแดง	1. บ้านยาง 2. บ้านอนันต์	1. บ้านหนองเหล็ก
	2. บ้านสว่าง หมู่ 8	3. บ้านอาเสก 4. บ้านตาพรม	2. บ้านโจดสิริ
	ตำบลนารุ่ง	5. บ้านศรีตะวัน 6. บ้านจลง	3. บ้านดงน้อย
	3. บ้านลูกไก่	7. บ้านสว่าง หมู่ 12 8. บ้านทุ่งมนต์	
	ตำบลกุดหวาย	9. บ้านกระชาย 10. บ้านกะลัน	
	4. บ้านนานวน	11. บ้านอาเกียง 12. บ้านโคกพะยอม	
	ตำบลผักไหม		
	5. บ้านหนองยาง		
	ตำบลคะละแมะ		
	6. บ้านหนองคู		
อำเภอท่าตูม	**ตำบลเมืองแก**	**ตำบลเมืองแก**	**ตำบลกะโพ**
	1. บ้านสวนหม่อน	1. บ้านกุง	1. บ้านกระโพ 2. บ้านกระเจา
			3. บ้านหนองอีดำ 4. บ้านบอน
			5. บ้านอาคุณ 6. บ้านตระมูง
			7. บ้านจินดา 8. บ้านตาทิตย์
			9. บ้านตาหลาง หมู่ 9 10. บ้านโนนโพ
			11. บ้านศาลา 12. บ้านหนองบึง
			13. บ้านตากลาง หมู่ 13 14. บ้านหนองบัว
			15. บ้านภูดิน 16. บ้านบุรี
			17. บ้านโคกกุง 18. บ้านหินเหล็กไฟ
			19. บ้านด่าน 20. บ้านชะมวง

ตาราง 1 (ต่อ)

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย–ลาว	ไทย–เขมร	ไทย–กูย
อำเภอสำโรงทาบ	**ตำบลหนองไผ่ล้อม** 1. บ้านหนองแคน **ตำบลหนองฮะ** 2. บ้านดู่โศก		**ตำบลหนองไผ่ล้อม** 1. บ้านหนองหว้า 2. บ้านโพธา 3. บ้านหนองคู 4. บ้านไทร 5. บ้านกระโพธิ์ 6. บ้านหนองแคน 7. บ้านจังเอิด 8. บ้านจังเกา 9. บ้านโนนลี 10. บ้านโสนน้อย 11. บ้านหนองคูพัฒนา
อำเภอรัตนบุรี	**ตำบลรัตนบุรี** 1. บ้านผือ 2. บ้านรัตนบุรี **ตำบลแก** 3. บ้านดงแหลม–หัวช้าง 4. บ้านบึงใหม่ **ตำบลดอนแรด** 5. บ้านหาญฮี **ต.น้ำเขียว** 6. บ้านน้ำเขียว **ตำบลเบิด** 7. บ้านหมกเต่า		
อำเภอโนน นารายณ์	**ตำบลระเวียง** 1. บ้านค้อ **ตำบลหนองหลวง** 2. บ้านโนนสั้น		
อำเภอจอมพระ	**ตำบลลุ่มระวี** 1. บ้านหนองเหล็ก **ตำบลหนองสนิท** 2. บ้านสำโรงน้อย **ตำบลเป็นสุข** 3. บ้านดินแดง		
อำเภอสนม	**ตำบลโพนโก** 1. บ้านหนองคู **ตำบลหัวงัว** 2. บ้านหนองคู		
อำเภอซุมพลบุรี	**ตำบลนาหนองไผ่** 1. บ้านกระเบื้อง		
อำเภอเมือง		**ตำบลท่าสว่าง** 1. บ้านท่าสว่าง 2. บ้านเขวา 3. บ้านสำโรง 4. บ้านโคกเพชร 5. บ้านจะแกโกน 6. บ้านอังกัญ 7. บ้านละเอาะ 8. บ้านกาเกาะ 9. บ้านตาแบน 10. บ้านระโยง 11. บ้านส้มป่อย 12. บ้านระเภาร์ 13. บ้านอาม็อง 14. บ้านจะแกแสรง	

ตาราง 1 (ต่อ)

อำเภอ	กลุ่มชาติพันธุ์		
	ไทย–ลาว	ไทย–เขมร	ไทย–กูย
อำเภอเมือง		15. บ้านโคกจ๊ะ 16. บ้านศาลา 17. บ้านโคกสวาย 18. บ้านกระเพอสกวม 19. บ้านโคกมะกะ 20. บ้านหนองปรือ 21. บ้านหนองบัว	
รวมจำนวนหมู่บ้าน	24	34	34

คัดเลือกและเก็บตัวอย่างปลาหมักจากความนิยมในการบริโภคและการผลิตมากที่สุด จำนวน 3 ประเภท (ได้มาจากการสังเกตบริเวณพื้นที่ที่ทำการสำรวจ และสัมภาษณ์คนในชุมชน) โดยแต่ละประเภทของการทำปลาหมักให้ทำการเก็บตัวอย่างปลาสดที่นิยมนำมาทำปลาหมักเพื่อเป็นชุดควบคุมในการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ แสดงชนิด ปริมาณวัตถุดิบ และระยะเวลาในการทำปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ ดังในตาราง 2

ตาราง 2 ชนิด ปริมาณวัตถุดิบ และระยะเวลาในการทำปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

ชนิดปลาหมัก	วัตถุดิบ	ชนิด/ปริมาณวัตถุดิบ/ระยะเวลา		
		กลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว	กลุ่มชาติพันธุ์ไทย–เขมร	กลุ่มชาติพันธุ์ไทย–กูย
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	ซิว/คับของ 150 กรัม	ซิว/คับของ 150 กรัม	ซิว/คับของ 150 กรัม
	เกลือ/น้ำปลา	สินเธาว์ 50 กรัม	น้ำปลา 150 มิลลิลิตร	สินเธาว์ 50 กรัม
	ข้าวคั่ว	ข้าวเหนียวคั่ว 30 กรัม	ข้าวจ้าวคั่ว 30 กรัม	ข้าวจ้าวคั่ว 30 กรัม
	ระยะเวลา	2–3 สัปดาห์	2–3 สัปดาห์	2–3 สัปดาห์
ปลาส้ม	ปลา	ตะเพียน/นิล 1 กิโลกรัม	ตะเพียน/นิล 1 กิโลกรัม	ตะเพียน/นิล 1 กิโลกรัม
	เกลือ	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม	สินเธาว์ 400 กรัม
	ข้าว	เหนียวสุก 100 กรัม	เจ้าสุก 100 กรัม	เจ้าสุก 100 กรัม
	กระเทียม	โขลกหยาบ 100 กรัม	โขลกหยาบ 100 กรัม	โขลกละเอียด 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–กูย) ปลาดุกสด ปลาร้าปลาดุก (ไทย-ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาซิวสด ปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาคับของสด ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาตะ-

เพียนสด ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย-ลาว/ไทย-เขมร/ไทย-กูย) ปลานิลสด และ ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) รวม 24 ตัวอย่างๆ 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 ชั่งน้ำหนัก เผาตัวอย่างที่ผ่านการอบในเครื่องเผาอุณหภูมิ 550°C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง คำนวณปริมาณเยื่อใย 4) เถ้าใช้วิธี dry ashing นำตัวอย่างไปทำให้แห้งในตู้อบ เผาตัวอย่างบนเตาให้ความร้อนจนหมดควัน นำไปเผาต่อที่ 550°C จนเป็นเถ้าสมบูรณ์ ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณปริมาณเถ้า 5) ความชื้นใช้วิธีอบตัวอย่างในตู้อบที่ 100±5 °C โดยใช้ทรายที่ผ่านการแช่กรดและล้างมาแล้วเป็นตัวช่วยในการกระจายความร้อน นำไปอบให้แห้งจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไปของตัวอย่าง 6) แคลเซียมใช้วิธี atomic absorption spectrometry และ 7) ฟอสฟอรัสใช้วิธี gravimetric method

3. วิเคราะห์ปริมาณ *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus Escherichia coli Bacillus cereus Clostridium perfringens* ยีสต์ และราในปลาร้าปลาสร้อยขาว (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาร้าปลาดุก (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว/ไทย–เขมร/ไทย–กูย) รวม 18 ตัวอย่าง ๆ ละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ยีสต์ และราโดยวิธี total standard plate count ตามวิธีการของ AOAC (1984) โดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ปั่นให้ละเอียด แล้วกระจายตัวอย่างในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แล้วเจือจางจนได้ระดับเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ หยดตัวอย่างที่เจือจางแล้วความเข้มข้นอัตราส่วน 1:10 หยดตัวอย่างที่เจือจางแล้วลงบนอาหาร PDA ระดับความเจือจางละ 3 จาน นำไปบ่มที่ 25°C เป็นเวลา 5 วัน ตรวจนับโคโลนี

4. วิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ดำเนินการที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version16

ผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาร้าในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาสดและปลาหมักชนิดต่างๆ ที่นิยมผลิตและบริโภคของชาติพันธุ์ในจังหวัดสุรินทร์ (ตาราง 1 และ 2) แล้วนำไปหาคุณค่าทางโภชนาการตามวิธีการของ AOAC (1984) ผลการศึกษาแสดงในตาราง 3–5

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

ปลาสด ($p < 0.05$) และปลาร้าปลาดุกมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ($p < 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณไขมันน้อยกว่าปลาสด ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาดุกมีปริมาณไขมันสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาสร้อยขาว และปลาสร้อยขาวสดในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาร้าปลาดุก(ไทย–เขมร/ไทย–กูย) และปลาดุกสดมีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณเถ้ามากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) และปลาร้าปลาดุกมีปริมาณเถ้าสูงกว่าปลาร้าปลาสร้อยขาว ปลาร้ามีปริมาณความชื้นมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) ปลาร้ามีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) ปลาร้าปลาสร้อยขาวและปลาร้าปลาดุกมีปริมาณแคลเซียมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

จากตาราง 4 พบว่า ปลาจ่อมมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปลาสด ($p < 0.05$) และปลาจ่อมปลาซิวและปลาจ่อมปลาคับคองมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณไขมันมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) โดยปลาจ่อมปลาซิวและปลาจ่อมปลาคับของในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมและปลาสดมีปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ยกเว้นปลาจ่อมปลาซิว และปลาจ่อมปลาคับของในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ปลาจ่อมมีปริมาณเถ้ามากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) โดยปลาจ่อมปลาซิว และปลาจ่อมปลาคับของในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณความชื้นมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$) ปลาจ่อมมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าปลาสด ($p < 0.05$)

จากตาราง 5 พบว่า ปลาส้มมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปลาสด ($p < 0.05$) และปลาส้มปลาตะเพียนและปลาส้มปลานิลมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาตะเพียนสดและปลาส้มในทุกชาติพันธุ์มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลานิลสดมีปริมาณเยื่อใยแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปลาส้มและปลาสดมีปริมาณเถ้าแตกต่างกัน ($p < 0.05$) 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 (ปลาซิว ปลาคับของ) 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* ยกเว้นปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว) และปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–กูย) ที่พบ *Escherichia coli* รวม 4 ตัวอย่าง ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–เขมร) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–เขมร) และปลาส้มปลานิล (ไทย–กูย) ที่พบ

Staphylococcus aureus รวม 5 ตัวอย่าง ยีสต์และราพบปริมาณ $1.23\times10^2 – 9.26\times10^2$ CFU/g

อภิปรายผล

คุณค่าทางโภชนาการของปลาสดและปลาหมักชนิดต่าง ๆ จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

จากผลของปริมาณโปรตีนพบว่า ปลาสดมีปริมาณโปรตีนมากกว่าปลาหมัก (ปลาร้า ปลาจ่อม และปลาส้ม) โดยปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันของปลาและปลาหมักเนื่องจากความแตกต่างของชนิดปลา ปริมาณเกลือ และระยะเวลาการหมัก โดยโปรตีนในปลาสดถูกย่อยสลายกลายเป็นกรดอะมิโน และกรดอะมิโนถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ในกระบวนการหมัก (Udomthawee *et al*., 2012)

ตาราง 3 คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาร้าในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

ปลา/ปลาร้า	ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ) ± S.D.							
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปลาสร้อยขาวสด	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}
ปลาร้าปลาสร้อยขาว (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}
ปลาร้าปลาสร้อยขาว (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}
ปลาร้าปลาสร้อยขาว (ไทย–กูย)	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–กูย)	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 คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด และปลาจ่อมในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์

ปลา/ปลาจ่อม	ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ) ± S.D.							
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปลาชิวสด	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}
ปลาจ่อมปลาชิว (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}
ปลาจ่อมปลาชิว (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^{bc}	2.45±0.21^{b}
ปลาจ่อมปลาชิว (ไทย–กูย)	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}
ปลาคับของสด	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}
ปลาจ่อมปลาคับของ (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}
ปลาจ่อมปลาคับของ (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}
ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–กูย)	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^{a}	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^{a}	5.93±0.35^{a}	1.33±0.23^{NS}	3.76±0.21^{NS}

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

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

ประเภทปลาหมัก	ชาติพันธุ์	ชนิดปลา	ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค					
			Salmonella sp.	*Staphylococcus aureus*	*Escherichia coli*	*Bacillus cereus*	*Clostridium perfringens*	ยีสต์ และรา (CFU/g)
ปลาร้า	ไทย–ลาว	ปลาสร้อยขาว	–	–	–	–	–	1.23×10^{2}
		ปลาดุก	–	–	–	–	–	2.12×10^{2}
	ไทย–เขมร	ปลาสร้อยขาว	–	–	–	–	–	2.45×10^{2}
		ปลาดุก	–	–	–	–	–	1.89×10^{2}
	ไทย–กูย	ปลาสร้อยขาว	–	–	–	–	–	2.04×10^{2}
		ปลาดุก	–	–	–	–	–	1.72×10^{2}
ปลาจ่อม	ไทย–ลาว	ปลาซิว	–	–	–	–	–	5.56×10^{2}
		ปลาคับของ	–	1	–	–	–	8.23×10^{2}
	ไทย–เขมร	ปลาซิว	–	–	1	–	–	4.76×10^{2}
		ปลาคับของ	–	1	–	–	–	6.65×10^{2}
	ไทย–กูย	ปลาซิว	–	--	–	–	–	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 พบจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดนั้นในปลาหมัก 1 ตัวอย่าง 2 หมายถึง พบจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดนั้นในปลาหมัก 2 ตัวอย่าง
– หมายถึง ไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดนั้นในปลาหมัก

ปลาหมักที่ผลิตจากปลาสดต่างชนิดกันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกัน ($p < 0.05$) เนื่องจากปลาสดแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน และปลาหมักแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์มีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน เช่น รำข้าวเหนียว รำข้าวเจ้า ข้าวเจ้าคั่ว ข้าวเหนียวคั่ว ข้าวเหนียวสุก ข้าวเจ้าสุก นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโปรตีนในปลาหมักจะมีค่าลดลงในปลาหมักทุกชนิด ปริมาณไขมันของปลาหมักมีปริมาณน้อยกว่าปลาสด ปลาสดและปลาหมักแต่ละชนิดมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ($p < 0.05$) เนื่องจากชนิดของปลาและแหล่งของปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ปริมาณเยื่อใยของปลาหมักมีแนวโน้มสูงกว่าปลาสดเนื่องจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของปลาหมัก

ปลาร้าและปลาจ่อมมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าปลาสด ($p < 0.05$) เนื่องจากผลของกระบวนการหมักจะได้กรดแลกติก (Steinkraus, 2004) ทำให้ค่าความเป็นกรด–เบสภายในไหหรือภาชนะหมักลดลงอยู่ในช่วง 4–6 กรดแลกติกจะช่วยทำให้เนื้อปลาเปื่อยยุ่ย ทำให้ได้เนื้อปลาร้าและปลาจ่อมที่มีลักษณะนุ่มน่ารับประทานและยังช่วยในการย่อยสลายกระดูกปลาและองค์ประกอบต่าง ๆ ของปลาที่ไม่ใช่สารอินทรีย์ให้มีการปลดปล่อยออกมาในรูปธาตุอาหารสะสมอยู่ในเนื้อและน้ำปลาร้าและปลาจ่อม โดยมีสารประกอบแคลเซียมปลดปล่อยออกมาละลายอยู่ในน้ำและเนื้อปลาหมักมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการย่อยสลายกบด้วยกรดแลกติก ภายใต้สภาวะไร้อากาศพบว่า ภายหลังการย่อยสลายมีการปลดปล่อยแคลเซียมออกมามากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ตามลำดับ เนื่องจากกรดแลกติกไปย่อยสลายกระดูกและโครงสร้างส่วนอื่นของกบนอกเหนือจากที่แบคทีเรียไม่สามารถย่อยสลายได้ (Daniel and Jackson, 2005; Udomthawee *et al*., 2017) สำหรับปลาสัมที่มีปริมาณแคลเซียมมากกว่าปลาสด แต่ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาในการหมักที่ค่อนข้างสั้น กระบวนการในการย่อยกระดูกปลาจึงยังไม่สมบูรณ์

ในผลิตภัณฑ์หมักความเข้มข้นของเกลือสูงสามารถส่งเสริมการสูญเสียสภาพของโปรตีน การเปลี่ยนสภาพของโปรตีนนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างทุติยภูมิ ตติยภูมิและควอเทอร์นารีของโมเลกุลโปรตีนโดยไม่ทำลายพันธะโควาเลนต์ รวมทั้งพันธะเพปไทด์ ระหว่างกระบวนการหมักปริมาณของแบคทีเรียผลิตกรดแลกติกมีปริมาณสูงขึ้น แบคทีเรียกรดแลกติกบางสายพันธุ์ที่เจริญในระหว่างกระบวนการหมัก ได้แก่ โปรตีโอไลติกแบคทีเรีย จะย่อยสลายโปรตีนของปลาให้เป็นเพปไทด์และกรดอะมิโนที่ทำให้เกิดรสชาติ โปรตีนทั้งหมดที่ผลิตได้ประกอบด้วยโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำและโปรตีนที่ละลายน้ำได้ การย่อยสลายของโปรตีนเป็นโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลขนาดเล็กหรือเพปไทด์ที่ละลายน้ำได้ (Wenno and Loppies, 2019) คุณค่าทางโภชนาการของปลาสดและปลาหมักแอฟริกันที่มีค่าแตกต่างกัน และมีคุณค่าในการเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีจากสัตว์ ซึ่งกระบวนการหมักปลาในประเทศแอฟริกาจะแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ การหมักด้วยเกลือและทำให้แห้ง การหมักและการทำให้แห้งโดยไม่ใช้เกลือ และการหมักด้วยเกลือโดยไม่ทำให้แห้ง (El Sheikha *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–กูย จังหวัดสุรินทร์

ปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ (ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาส้ม) จากปลาต่างชนิดในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 54 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้น ปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว) และปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–กูย) ที่พบ *Escherichia coli* รวม 4 ตัวอย่าง ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–เขมร) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–เขมร) และปลาส้มปลานิล (ไทย–กูย) ที่พบ *Staphylococcus aureus* รวม 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.66 ยีสต์และราพบปริมาณ 1.23×10^2 – 9.26×10^2 CFU/g เมื่อเปรียบเทียบปลาหมักทั้ง 3 ชนิดคือ ปลาร้า ปลาจ่อม และปลาส้ม พบว่า ปลาร้าไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากกระบวนการในการหมักปลาร้าใช้ระยะเวลาที่ยาวนานกว่าปลาหมักชนิดอื่น ๆ ทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ ปลาหมักมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องคือ แบคทีเรียกรดแลกติก ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่นอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารหมัก เช่น ในแหนม ไส้กรอก หรืออาหารหมักประเภทปลาจะพบ *Lactobacillus plantarum* และ *L. brevis* (Swetwiwathana *et al*., 2009) ขนมจีนพบ *L. plantarum* (Oupathum *et al*., 2009) อาหารหมักพบแบคทีเรียแลกติก 6 จีนัสได้แก่ *Aerococcus Enterococcus Lactobacillus Pediococcus Tetragenococcus* และ *Weissella* (Miyashita *et al*., 2012) การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่วางจำหน่ายในเขตอำเภอพวน จังหวัดเชียงรายไม่พบ *Salmonella* sp. *S. aureus E. coli* และ *Clostridium perfringens* (Kaewintha, 2010) แม้ว่าผลิตภัณฑ์จากภาคเหนือของประเทศไทยจะมีความเค็มต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ สภาพความเป็นกรดที่เกิดขึ้นก็มีประโยชน์ในการป้องกันการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (Marui *et al*., 2015) แบคทีเรียกรดแลกติกที่แยกและคัดเลือกจากปลาส้มยับยั้ง *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 ไดอะซิทิล และแบคเทอริโอซิน (Desniar *et al*., 2013) นอกจากนี้ปลาร้าในไทย ปาแดกในลาว 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

หมักแบ่งรับประทาน และอาหารหมักวางจำหน่าย) ใน 4 อำเภอ รวม 120 ตัวอย่าง พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนจากแบคทีเรียก่อโรค ยกเว้นขนมจีน 1 ตัวอย่าง ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่าง ปลาจ่อม 1 ตัวอย่าง ผักกาดเขียวดอง 1 ตัวอย่าง และปูดอง 1 ตัวอย่างพบ *S. aureus* ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่าง ปูดอง 1 ตัวอย่าง และกุ้งจ่อม 1 ตัวอย่างพบ *E. coli* ปูดอง 2 ตัวอย่างพบ *Salmonella* sp. แหนมหมู 1 ตัวอย่าง และปูดอง 1 ตัวอย่างพบ *Bacillus cereus* ไส้กรอกหมู 1 ตัวอย่างพบ *Clostridium perfringens* ทั้งนี้ในตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคล้วนเป็นอาหารหมักที่เก็บมาจากภาชนะบรรจุที่ไม่ใช่ภาชนะหมัก ยกเว้นปูดองที่พบในอาหารหมักที่เก็บทั้ง 3 รูปแบบ เนื่องจากสุขลักษณะในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การทำ และการเก็บรักษา และอาหารหมักพื้นบ้านมีจุลินทรีย์สำคัญคือแบคทีเรียกรดแลกติก ที่นอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารหมักแล้ว ยังมีบทบาทในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคอีกด้วย (Udomthawee *et al*., 2020)

จากผลของคุณค่าทางโภชนาการที่พบในปลาสดและปลาหมักในแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ บ่งบอกว่า ปลาหมักมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้นจึงสามารถรับประทานปลาหมักแทนปลาสดได้และใช้เป็นอาหารที่รับประทานได้ทุกมื้อ ทุกวัน และตลอดปี

สรุป

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคของปลาหมักชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชาติพันธุ์ไทย–ลาว ไทย–เขมร และไทย–กูย สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

1. ปลาสดและปลาร้า (ปลาสร้อยขาว ปลาดุก) ปลาจ่อม (ปลาซิว ปลาคับของ) และปลาส้ม (ปลาตะเพียน ปลานิล) ในทุกกลุ่มชาติพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน โดยปลาสดมีปริมาณโปรตีน และไขมันมากกว่าปลาร้า ปลาจ่อมและปลาส้มทุกชนิด ปลาสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัสน้อยกว่าปลาร้าและปลาจ่อมทุกชนิด ปลาสดและปลาส้มมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน

2. ปลาหมักไม่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* sp. *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ยกเว้น ปลาจ่อมปลาซิว (ไทย–เขมร) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–กูย) ปลาส้มปลานิล (ไทย–ลาว) และปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–กูย) ที่พบ *Escherichia coli* ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–ลาว) ปลาจ่อมปลาคับของ (ไทย–เขมร) ปลาส้มปลาตะเพียน (ไทย–เขมร) และปลาส้มปลานิล (ไทย–กูย) ที่พบ *Staphylococcus aureus*

3. สามารถใช้ปลาหมักเป็นอาหารทดแทนปลาสดได้ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ได้มอบทุนอุดหนุนในการทำวิจัย ขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 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 facium* 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, C., 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., Chaipitakchonlatarm, 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.

Swetwiwathana, 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 Nakochom, 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.