นวัตกรรมการเลี้ยงปลาซิว โอเมก้า-3

เศกสรรค์ อุปพงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง

กันยายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

นวัตกรรมการเลี้ยงปลาซิว โอเมก้า-3

เศกสรรค์ อุปพงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง
กันยายน 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE INNOVATIVE CULTURE OF A MINNOW FISH SUPPLEMENTED WITH AN OMEGA-3

SEKSAN UPPAPHONG

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Master of Science Degree in Fisheries Technology and Innovation

September 2022

Copyright 2022 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

นวัตกรรมการเลี้ยงปลาซิว โอเมก้า-3

ของ เศกสรรค์ อุปพงศ์

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนกันต์ จิตมนัส)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงไกร สีตะพันธุ์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมศักดิ์ พินธะ)

..... คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก)

เรื่อง: นวัตกรรมการเลี้ยงปลาซิว โอเมก้า-3

ผู้วิจัย: เศกสรรค์ อุปพงศ์, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (เทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงไกร สีตะพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ

คำสำคัญ: ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ, น้ำมันงาม้อน, การเจริญเติบโต, กรดไขมันโอเมก้า-3

บทคัดย่อ

ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ (*Danio roseus*) เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีกรดไขมันจำเป็นต่ำเมื่อเทียบกับปลาทะเล อย่างไรก็ตาม กรดไขมันจำเป็นเหล่านี้พบได้ในพืชน้ำมันหลายชนิด โดยเฉพาะน้ำมันงาม้อน การศึกษาจึงสนใจผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3 ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ประกอบด้วยอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำมันงาม้อนต่างกัน ที่ร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 4, 8, และ 12 ใช้ปลาน้ำหนักเฉลี่ย 0.22±0.05 กรัม จำนวน 100 ตัว/บ่อ เลี้ยงนาน 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ร้อยละ 4 มีความยาวเพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการแลกเนื้อ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนอัตรารอดพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ร้อยละ 4 มีค่าสูงที่สุด แตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันงาม้อนที่ร้อยละ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ร้อยละ 4 มีค่าสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับทุกชุดการทดลอง ($p > 0.05$) สำหรับปริมาณโอเมก้า-3 ที่สะสมในตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำมันงาม้อนที่ผสมในอาหาร มีค่าเท่ากับ 242.56±7.87, 461.59±9.84, 792.49±10.73 และ 1,117.84±7.60 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ดังนั้น จากผลการศึกษานี้ จึงแนะนำว่า อาหารปลาที่เสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ เนื่องจากให้อัตรารอดสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ความรู้ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปลาชนิดอื่น ๆ ได้ในอนาคต

Title: THE INNOVATIVE CULTURE OF A MINNOW FISH SUPPLEMENTED WITH AN OMEGA-3

Author: Seksan Uppaphong, Thesis: M.Sc. (Fisheries Technology and Innovation), University of Phayao, 2022

Advisor: Assistant Professor Dr. Kriengkrai Seetapan Co-advisor Associate Professor Dr.Chatmongkon Suwannapoom

Keywords: Rosy Danio Perilla Mint oil Growth performances Omega-3 Fatty acid

ABSTRACT

Rosy Danio (*Danio roesus*) are freshwater fish with high nutritional values but low in essential fatty acids when compared to marine fish. However, these essential fatty acids are found in many oil plants especially perilla. Therefore, this study aimed to examine the effects of perilla oil supplements on growth and the accumulation of omega-3 fatty acids in the Rosy Danio. The completely randomized design (CRD) trial was divided into 4 treatments with 3 replications, consisting of food with different concentrations of perilla oil at 0 (control), 4, 8, and 12%. Before the experiment started, the average weight of fish was at 0.22±0.05 g. 100 fish/pond were cultured in a cement pond (diameter 1 m) for 90 days. At the end of the experiment, Rosy Danio in the group fed a diet with perilla oil at 4% had significantly higher length gain, weight gain, specific growth rate, and feed conversation ratio ($p < 0.05$). The survival rate, Rosy Danio in the group fed a diet with perilla oil at 4% was the highest. They were significantly different from those feds with perilla oil at 8% and 12% ($p < 0.05$), but not significantly from the control ($p > 0.05$). B/C ratio of Rosy Danio fed a diet with perilla oil 4% had the highest value, but not significantly ($p > 0.05$) from all treatments. Omega-3 accumulated in the fish at the end the trend increased with the amount of perilla oil mixed in food; the values were 242.56±7.87, 461.59±9.84, 792.49±10.73 and 1,117.84±7.60 mg/g respectively. Therefore, our results suggest that dietary supplementation with 4% perilla oil would be suitable for Rosy Danio feeding. However, the knowledge gained can be applied to other fish species in the future.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร สีตะพันธุ์ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมศักดิ์ พินธะ เป็นอย่างยิ่ง ที่กรุณามอบโอกาสทางการศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง ให้ความรู้ อบรมสั่งสอน ให้ความช่วยเหลือ และดูแลเป็นอย่างดีเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ คณะกรรมการที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้แนวทาง และคำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและนวัตกรรมการประมง อาจารย์ในคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ทุก ๆ ท่าน นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการเกษตร นักวิจัย เจ้าหน้าที่สำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ที่คอยให้การช่วยเหลือสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน

ขอขอบพระคุณครอบครัว ญาติ พี่ น้อง ที่คอยให้โอกาส เป็นกำลังใจ และสนับสนุน ในทุก ๆ ด้าน ตลอดมา

ขอขอบพระคุณแหล่งทุน หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) และทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยพะยา ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ตลอดจนพื้นที่ปฏิบัติการงานศึกษาและพัฒนาการประมง ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่คอยสนับสนุน และอำนวยความสะดวก อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษา เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้และเป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่สามารถทำให้เกิดประโยชน์แก่สังคมต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าต้องขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เศกสรรค์ อุปพงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

ลักษณะทั่วไปของปลาซิว 3

ประโยชน์ของปลาซิว 4

คุณค่าทางโภชนาการของปลา 4

การสร้างกรดไขมันในปลา 6

กรดไขมัน 6

งาม้อน 9

ตัวอย่างการศึกษาการเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของพืชน้ำมันกลุ่ม โอเมก้า-3 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

สัตว์ทดลอง 12

การวางแผนการทดลอง 12
การเตรียมอาหารทดลอง 12
การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 13
การบันทึกข้อมูล 13
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 14
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 15
บทที่ 4 ผลการทดลอง 16
คุณค่าทางโภชนาการอาหารปลาทดลอง 16
ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ 16
ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่อการสะสมของกรดไขมันในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ 19
คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน 21
อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน 22
การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ก่อนและหลังการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลากรอบ 23
บทที่ 5 บทสรุป 24
สรุปผลการวิจัย 24
อภิปรายผลการวิจัย 24
ข้อเสนอแนะ 29
บรรณานุกรม 37
ประวัติผู้วิจัย 38

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สารอาหารประเภทโปรตีนและไขมันของปลาน้ำจืดและปลาทะเลบางชนิด 5

ตาราง 2 คุณค่าโภชนาการของอาหารทดลองที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ 14

ตาราง 3 การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ระดับแตกต่างกัน ระยะ 90 วัน 19

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 60 วัน 20

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน 21

ตาราง 6 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน 22

ตาราง 7 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน 22

ตาราง 8 เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันโอเมก้าระหว่างปลาก่อนและหลังการแปรรูปของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 23

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบ 3

ภาพ 2 การกินสาหร่ายที่มีกรดไขมันโอเมก้า–3 ของปลาทะเล 6

ภาพ 3 โครงสร้างของกรดไขมันโอเมก้า–6 และโอเมก้า–3 7

ภาพ 4 ความแตกต่างของโครงสร้างระหว่าง กรดไขมันอิ่มตัวกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว 8

ภาพ 5 งาม้อน Perilla frutescens 10

ภาพ 6 การเจริญเติบโตของปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ระดับแตกต่างกัน ระยะ 90 วัน: ความยาวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ก); น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ข) 18

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปลาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและในปัจจุบันผู้คนเริ่มหันมาบริโภคปลามากขึ้น เนื่องจากปลาเป็นแหล่งโภชนาการที่หาง่ายและมีประโยชน์อีกทั้งเป็นแหล่งโปรตีน แคลเซียม วิตามิน แร่ธาตุ นอกจากนี้ยังพบรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ได้ระบุว่า ปลาบางชนิดโดยเฉพาะปลาทะเลมีกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) ที่ร่างกายมนุษย์ ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ เช่น alpha-linolenic acid (LNA, 18:3n-3) หรือกรดไขมันโอเมก้า-3 (omega-3), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3) และ docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ เสริมการเรียนรู้ความจำและป้องกันการเกิดโรคหัวใจ อัลไซเมอร์ พาร์กินสันและโรคมะเร็ง (Cengiz, Ünlü and Başhan, 2010; Shahidi and Ambigaipalan, 2018) ดังนั้นการรับประทานปลาจะทำให้ร่างกายสามารถได้รับกรดไขมันที่เป็นประโยชน์เหล่านี้ได้

ปลาน้ำจืดที่นิยมนำมาบริโภคในปัจจุบันและเป็นปลาเศรษฐกิจที่สามารถเลี้ยงเพื่อการบริโภคและการส่งออก ได้แก่ ปลานิล ตะเพียน ปลาสวาย และปลายี่สก เป็นต้น โดยเฉพาะปลานิล ที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุด มีผลผลิตเฉลี่ย 201,359 ตัน/ปี (ร้อยละ 48.54) คิดเป็นมูลค่า 9,900 ล้านบาท/ปี (ศิริประภา ประชุมสงค์ และคณะ, 2565) โดยปลาเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีน และโภชนาการที่ดีที่สามารถทดแทนด้วยเนื้อสัตว์ นอกจากปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ ปลาในกลุ่มปลาซิวซึ่งเป็นปลาขนาดเล็กที่เป็นแหล่งโปรตีนและแคลเซียมสูง รวมถึงเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย และโตเร็ว สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ ปลาซิวชุบแป้งทอด แกงป่าปลาซิวและหมกปลาซิว นอกจากนี้ยังมีการนำมาแปรรูปเป็นปลาซิวแห้ง ปลาซิวสามรส และปลาส้มฟัก แต่ปัญหาหลักของปลาน้ำจืดส่วนใหญ่มีปริมาณของกรดไขมันจำเป็นกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3, Eicosapentaenoic (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ในปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับในปลาทะเล (Abouel-Yazeed, 2013) อย่างไรก็ตาม ก่อนหน้านี้มีรายงานทางวิทยาศาสตร์พบว่าเมื่อให้ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) กินอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันที่มีกรดไขมันโอเมก้า-3 จะทำให้ระดับกรดไขมันโอเมก้า-3 ในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Justi et al., 2003)

ดังนั้น การพัฒนารูปแบบการเพาะเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบโดยการนำเอากรดไขมันโอเมก้า-3 จากน้ำมันงาม้อน มาเป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลา จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งการศึกษานี้จะช่วยยกระดับผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืดให้มีทั้งโปรตีน แคลเซียม โอเมก้า-3 EPA และ DHA เพิ่มสูงขึ้น ถือเป็นอีกหนึ่งนวัตกรรมของการสร้างผลิตภัณฑ์จากปลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้บริโภคได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้น้ำมันงาม้อนเป็นส่วนผสมของอาหารทดลองเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่สามารถส่งผลต่อการเพิ่มกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA และ DHA
2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้น้ำมันงาม้อนเป็นส่วนผสมของอาหารทดลองเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบต่อกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA และ DHA ในระยะเวลา 90 วัน โดยใช้สถานที่พื้นที่ปฏิบัติการสาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา
2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA และ DHA ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบหลังได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันงาม้อน

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

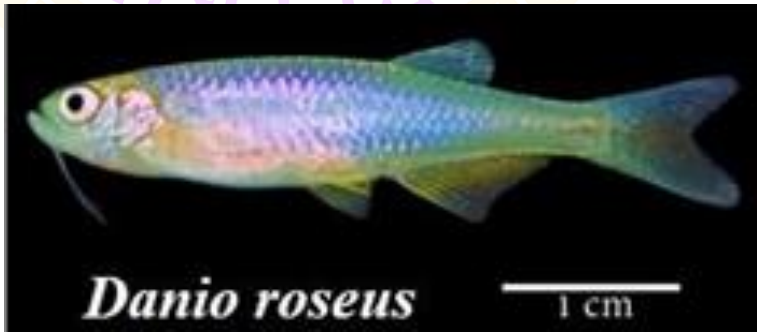
1. สามารถทราบถึงปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้น้ำมันงาม้อนผสมอาหารทดลองเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้
2. สามารถผลิตปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบโอเมก้า-3 ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาน้ำจืดได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของปลาซิว

ปลาซิว (Minnow fish) อยู่ในวงศ์ย่อยปลาซิว (subfamily Danioninae) มีประมาณ 25 สกุล 319 ชนิดในโลก (Nelson, Gran and Wilson, 2016) ในประเทศไทยพบประมาณ 20 สกุล 60 ชนิด (ชวลิต วิทยานนท์, จรัลธาดา กรรณสูต และจารุจินต์ นภีตะภัฏ, 2540) ปลาวงศ์ย่อยนี้มีความหลากหลายสูงมากในประเทศไทย เช่น ปลาซิวแคะสามจุดซึ่งถูกจัดเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่สุดชนิดหนึ่งของโลก ไปจนถึงปลาซิวอ้าว ที่มีขนาดใหญ่ถึงเกือบ 1 ฟุต นอกจากนี้ยังถูกนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามอีกหลายชนิด เป็นปลาน้ำจืดขนาดเล็กที่กินพืชและสัตว์พบได้ทั่วไปและมีจำนวนมาก (นณณ์ ผาณิตวงศ์, 2563) และอยู่ในวงศ์เดียวกับปลาตะเพียน (Family Cyprinidae) ปากอยู่ตำแหน่งเฉียงขึ้นหรือตรง มีฟันในหลอดคอ 1–3 แถว บางชนิดมีหนวด บางชนิดไม่มีหนวด ลำตัวส่วนใหญ่เพรียวยาวมีสีเงิน แบนข้าง สันท้องกลมไม่เป็นสัน หรือบางชนิดสันท้องคม มีรูปร่างอ้วนป้อม ก้านครีบเดี่ยวของครีบหลังไม่แข็ง อาศัยอยู่ร่วมกันเป็นฝูงใหญ่ขนาดความยาวสูงสุดไม่เกิน 5 เซนติเมตร (อภินันท์ สุวรรณรักษ์, 2561) และปลาที่สนใจนำมาศึกษา ได้แก่ ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Danio roseus* ชื่อสามัญ Pearl Danio หรือ Rosy Danio และมีชื่อเรียกหลายชื่อ ปลาม้านีออน ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ หรือปลาม้ามุก (นณณ์ ผาณิตวงศ์, 2563) เป็นปลาที่มีตำแหน่งปากอยู่ด้านหน้า มีหนวดสั้น 1 คู่ มีลำตัวยาวประมาณ 35 มิลลิเมตร เส้นข้างตัวไม่สมบูรณ์ มีก้านครีบหลังเป็นครีบอ่อน 7 ก้าน ก้านครีบก้นเป็นครีบอ่อน 13 ก้าน (Fang and Kottelat, 2000) (ภาพ 1)



ภาพ 1 ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ
(ที่มา: เจนจิรา แก้วติ๊บ และคณะ, 2564)

ประโยชน์ของปลาซิว

ประโยชน์ของปลาซิวคือใช้เป็นอาหารในรูป ปลาร้า ปลาจ่อม น้ำปลา ใช้เลี้ยงเป็นปลาสวยงามและใช้เป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงสัตว์ ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า อุดมด้วยโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินบี แต่ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนกรดไขมันจำเป็นกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3, Eicosapentaenoic (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) (Puwastien et al., 1999)

คุณค่าทางโภชนาการของปลา

1. คุณค่าด้านโปรตีน ปลาเป็นแหล่งสร้างสารอาหารที่มีโปรตีนคุณภาพดี และโปรตีนที่ได้รับจากปลาย่อยได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ช่วยเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ ร่างกายคนเรามีการสร้างเซลล์ต่าง ๆ มากมาย ยกตัวอย่างเช่น เด็กต้องมีการสร้างเซลล์เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต วัยผู้ใหญ่มีการสร้างเซลล์เพื่อมาทดแทนเซลล์เก่าที่ตายไป ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีการสร้างเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์เก่าในจำนวนเท่า ๆ กันอยู่ตลอดเวลา (มณีวรรณ์ วงศ์นอก, 2555)

2. คุณค่าด้านไขมัน ไขมันเป็นสารอาหารที่ได้รับจาก น้ำมันพืช น้ำมันหมู เนย และไขมันสัตว์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน เช่นให้พลังงานและสร้างความอบอุ่น รวมถึงกรดไขมันที่จำเป็น เช่น alpha-linolenic acid หรือกรดไขมันโอเมก้า-3 และ linoleic acid หรือกรดไขมันโอเมก้า-6 อย่างไรก็ตาม หากรับประทานมากเกินไป จะทำให้เกิดภาวะไขมันในเลือดและโรคอื่น ๆ ตามมา แต่คำแนะนำจากกรมอนามัยอาหารในกลุ่มนี้ควรได้รับ ไม่เกิน 5-9 ช้อนชาต่อวัน (วสุนธรา รตโนภาส, 2560)

3. คุณค่าด้านแคลเซียม แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญที่ร่างกายมนุษย์ ถูกนำไปช่วยสร้างกระดูกและฟัน หากร่างกายได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ แคลเซียมจะถูกดึงไปจากกระดูกทำให้เสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุน แต่อย่างไรก็ตามปลาและสัตว์ขนาดเล็กอื่น ๆ ที่สามารถรับประทานได้ทั้งตัว เช่น ปลาซิว และกุ้งฝอย จึงเป็นแหล่งแคลเซียมที่สำคัญ (ช่อลดา เที่ยงพุก , 2563)

4. คุณค่าด้านวิตามินและแร่ธาตุ ปรียานุช แย้มวงษ์ (2561) ได้กล่าวว่าการรับประทานปลากลุ่มที่สามารถทานได้ทั้งตัวโดยเฉพาะปลาซิวซึ่งเป็นปลาขนาดเล็ก จะช่วยทำให้ร่างกายได้รับแคลเซียม ที่มาจากกระดูกปลา ช่วยให้กระดูก และฟันของเราแข็งแรง รวมถึงช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุน นอกจากนี้การรับประทานเครื่องในปลา และตับปลา ยังช่วยให้ได้รับวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามิน A, D, E, K และแร่ธาตุ

นอกจากคุณค่าทางโภชนาการที่กล่าวก่อนหน้านี้ ยังพบว่า ปลายังเป็นแหล่งของกรดอะมิโนและกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสุขภาพของมนุษย์ (ตาราง 1)

ตาราง 1 สารอาหารประเภทโปรตีนและไขมันของปลาน้ำจืดและปลาทะเลบางชนิด

Scientific name	protein (%DW)	Fat (%DW)	Reference
ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*)	17.9 g/100 g	7.4 g/100 g	
ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)	19.8 g/100 g	1.8 g/100 g	
ปลากราย (*Chitala ornate*)	16.7 g/100 g	1.2 g/100 g	
ปลาสลิด (*Osphronemus saigonensis*)	16.7 g/100 g	1.2 g/100 g	
ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*)	17.0 g/100 g	8.9 g/100 g	Puwastien et al. (1999)
ปลาช่อน (*Channa striata*)	19.9 g/100 g	8.5 g/100 g	
ปลาไหล (*Fluta alba*)	20.3 g/100 g	0.6 g/100 g	
ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*)	17.8 g/100 g	14.7 g/100 g	
ปลาเฮร์ริง (*Clupea harengus*)	69.43 g/100 g	10.20 g/100 g	
ปลาเบ็ท (*Trichius lepterus*)	67.55 g/100 g	20.89 g/100 g	
ปลากดหัวแข็ง (*Arius maculatus*)	64.24 g/100 g	23.02 g/100 g	Tenyang et al. (2014)
ปลาไน (*Cyprinus carpio*)	69.02 g/100 g	15.32 g/100 g	
ปลากระบอก (*Semotilus atromaculatus*)	68.94 g/100 g	8.90 g/100 g	
ปลากระบอก (*Liza falcipins*)	62.80 g/100 g	18.88 g/100 g	
ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)	52.47 g/100 g	21.76 g/100 g	
ปลากด (*Chrysichthys nigrodigitatus*)	39.73 g/100 g	30.34 g/100 g	Tenyang et al. (2016)
ปลาตะพัดแอฟริกา (*Heterotis niloticus*)	52.30 g/100 g	55.19 g/100 g	

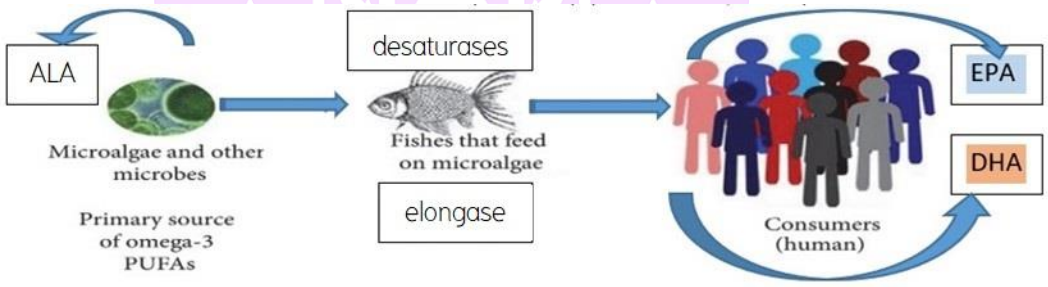
Abbreviations: DW: Dry weight.

นอกจากนี้ยังพบรายงานเพิ่มเติมในปลาช่อน (*Channa striatus*), ปลาสวาย (*Pangasius hypothalamus*) และ ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) พบว่า มีกรดไขมันกลุ่ม saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid, โอเมก้า–3, โอเมก้า–6, EPA และ DHA แต่มีระดับที่น้อยกว่าปลาทะเล (Muhamad and Mohamad, 2012) สุดท้ายนี้ยังพบว่า ปลากระแห (*Barbonymus schwanenfeldii*), ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*), ปลากระสูบขีด (*Hampala macrolepidota*), ปลาไส้ตันตาแดง (*Cyclocheilichthys apogon*), ปลาแปบขาวหางดำ (*Oxygaster anomalure*), ปลาช่อน(*Channa striata*) และ

ปลารากกล้วย (*Acantopsis dialuzona*) มีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า–3, โอเมก้า–6, EPA และ DHA ในเนื้อปลาด้วยเช่นกัน (Jaya–Ram et al., 2018)

การสร้างกรดไขมันในปลา

จากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พบว่าปลาไม่สามารถสร้างกรดไขมันโอเมก้า–3 ได้ด้วยตัวเองแต่ปลามีการบริโภคสาหร่ายที่มีกรดไขมันชนิด Alpha–linolenic acid (ALA) จากนั้นจะเกิดขบวนการ เมแทบอลิสม์ที่ตับโดยเอนไซม์ desaturases และ elongase จะทำหน้าที่เปลี่ยน ALA (C18:3n–3) เป็น EPA (C20:5n–3) และ DHA (C22:6n–3) เมื่อมนุษย์ได้รับ EPA และ DHA จะทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ความจำ ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อ กระดูก ต้านการอักเสบ และช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายเราได้ (ภาพ 2)



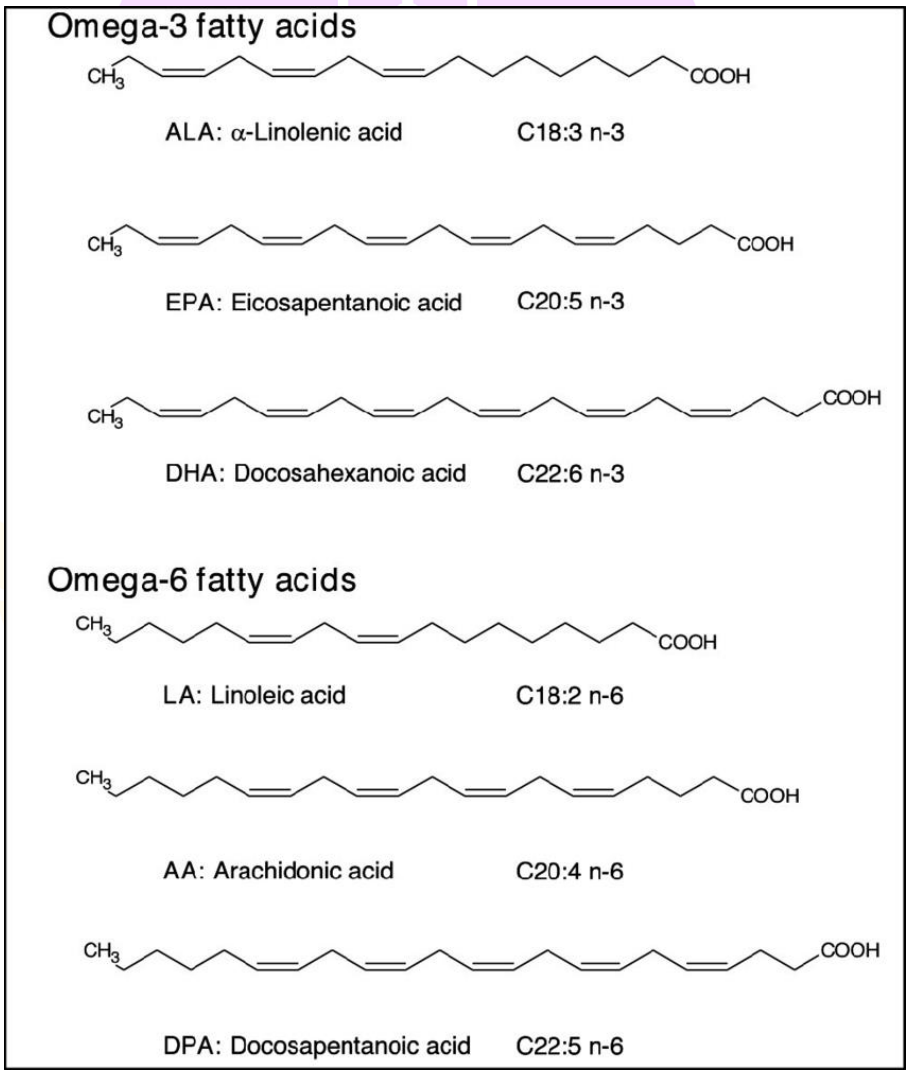
ภาพ 2 การกินสาหร่ายที่มีกรดไขมันโอเมก้า–3 ของปลาทะเล
(ดัดแปลงจาก Khan et al., 2017)

กรดไขมัน

กรดไขมัน (fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) โดยเฉพาะน้ำมันในกลุ่มโอเมก้า–3 (**ω**–3, omega–3 fatty acid) และ โอเมก้า–6 (**ω**–6, omega–6 fatty acid) ที่มีไฮโดรคาร์บอนสายยาว 20–22 ตัว และมีพันธะคู่ 5–6 คู่

กรดไขมันโอเมก้า (Omega fatty acid) คือ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวทั้งเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อนที่เรียกระบุตำแหน่งพันธะคู่เพียงตำแหน่งที่อยู่ติดอยู่กับหมู่เมทธิล (Methyl;–CH3) การแบ่งกลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวแบบโอเมก้า (Omega) ใช้หลักเกณฑ์จากสูตรโครงสร้าง ซึ่งกรดไขมันที่พบส่วน ใหญ่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กรดไขมันโอเมก้า–3, 6 และ 9 ซึ่งมีพันธะคู่พันธะแรกนับจากปลายด้าน Methyl (CH3) อยู่ ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3, 6 และ 9 ตามลำดับ กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า–3 (n–3 PUFA

หรือ ω–3 PUFA) เช่น กรดแอลฟาลิโนเลนิค (α–Linolenic acid, C18:3 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{9\,12\,15}$) Eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{5\,8\,11\,14\,17}$) และ Decosahexaenoic acid (DHA, C22:6 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{4\,7\,10\,13\,16\,19}$) เป็นต้น กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า–6 (n–6 PUFA หรือ ω–6 PUFA) เช่น กรดลิโนเลอิค (Linoleic acid, C18:2 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{9\,12}$) กรดแกมมาลิโนเลอิค (γ–Linolenic acid, C18:3 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{9\,6\,12}$) และกรดอะแรชิโดนิค (Arachidonic acid, C20:4 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ $^{5\,8\,11\,14}$) เป็นต้น กรดไขมันโอเมก้า–9 (n–9 PUFA หรือ ω–9 PUFA) เช่น กรดโอเลอิค (Oleic acid, C18:1 พันธะคู่ c ตำแหน่งที่ ^{9}) เป็นต้น (ภาพ 3)



ภาพ 3 โครงสร้างของกรดไขมันโอเมก้า–6 และโอเมก้า–3
(ที่มา: Kashiwagi et al., 2012)

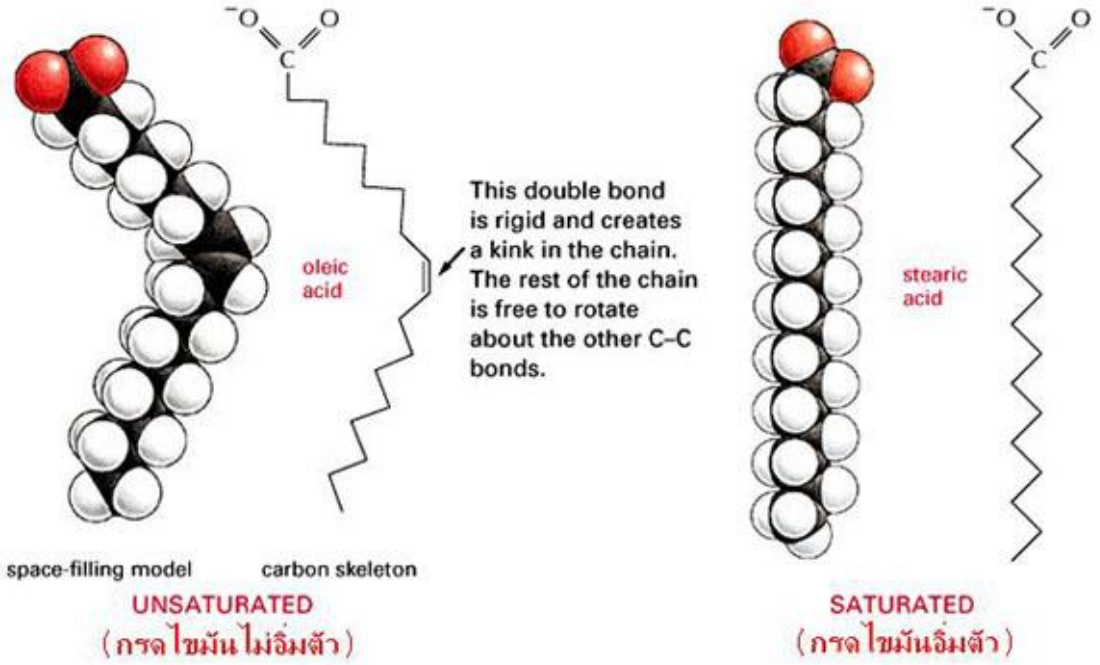
การจำแนกกรดไขมันตามโครงสร้างทางเคมี แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) คือ กรดไขมันที่ในโมเลกุลมีจำนวนไฮโดรเจนอะตอมอยู่เต็มที่หรือ พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสายโซ่สั้น กรดไขมันชนิดนี้มีสูตรทั่วไปเป็น $C_n H_{2n+1} COOH$ เมื่อ n คือ เลขจำนวนเต็มใด ๆ ที่มีค่ามากและเป็นเลขคี่ (แต่จำนวนคาร์บอนทั้งหมดเป็นเลขคี่) เช่น 11,13,15,17 ตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดลอริก ($C_{11} H_{23} COOH$) กรดปาล์มิติก ($C_{15} H_{31} COOH$) กรดสเตียริก ($C_{17} H_{35} COOH$) เป็นต้น

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่ประกอบด้วยพันธะคู่ทำให้เกิดการหืนได้ง่าย มีสายโซ่ยาว (จำนวน C มาก) กรดไขมันไม่อิ่มตัวส่วนใหญ่มักมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากว่ามีกรดไขมันบางชนิดที่ ร่างกายสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น (ภาพ 4) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

– ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีธาตุ C ต่อกันด้วย Double bond เพียงหนึ่งตำแหน่ง

– ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีธาตุ C ต่อกันด้วย Double bond อยู่หลายตำแหน่ง



ภาพ 4 ความแตกต่างของโครงสร้างระหว่าง กรดไขมันอิ่มตัวกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว
(ที่มา: วัชรา หงษ์เวียง และ ธีรพงษ์ แสงสิทธิ์, 2551)

งาม้อน

งาม้อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Perilla frutescens* เป็นพืชตระกูลมิ้นท์ตระกูลเดียวกับสะระแหน่ กะเพรา และโหระพา ต้นงาขี้ม้อน จัดเป็นไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุก ความสูงของต้นประมาณ 1–2 เมตร ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขา ต้นมีกลิ่นหอม ส่วนใบงาขี้ม้อน ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงตรงข้ามกัน ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ ปลายใบเรียวแหลม โคนใบกลมป้าน ส่วนขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ใบมีความกว้าง 3–5 เซนติเมตร ยาว 6–10 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวอ่อน ตามเส้นใบมีขนอยู่หนาแน่น แผ่นใบมีขนนุ่มสีขาวทั้งสองด้าน ดอกงาขี้ม้อน ออกดอกเป็นช่อกระจะตามง่ามใบและที่ปลายกิ่ง แต่ละช่อมีดอกย่อยจำนวนมาก มีขนาดกว้างประมาณ 2.5–3.2 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 3–4 มิลลิเมตร และไม่มีก้าน กลีบดอกเป็นสีขาว ด้านนอกกลีบดอกมีขน ส่วนด้านในมีขนเรียงเป็นวงอยู่กึ่งกลางหลอด ผลงาขี้ม้อน ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่ขนาดเล็ก มีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร ผลแข็งเป็นสีน้ำตาลหือสีเทาและมีลายเป็นรูปตาข่าย ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก ภายในผลมีเมล็ดขนาดเล็กสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะกลม (ภาพ 5) แต่มีจุดเด่นคือมีกรดไขมันโอเมก้า–3 สูงประมาณร้อยละ 50 – 80 ปลูกกันมากในภาคเหนือโดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา และแม่ฮ่องสอน จากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในเมล็ดงาม้อน พบว่ามีน้ำมันอยู่ประมาณ ร้อยละ 27.50 นอกจากนี้ ยังมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยและแร่ธาตุเช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียม แคลเซียม เหล็กและสังกะสี อีกด้วย (Suttajit et al., 2015) นอกจากนี้ Siriamornpun et al. (2006) ยังได้รายงานเพิ่มเติมว่างาม้อน จากภาคเหนือของไทย มีกรดไขมันโอเมก้า–3, 6 และ 9 เฉลี่ยร้อยละ 55 – 60, 18 – 22 และ 0.08 – 0.17 ของกรดไขมันทั้งหมด ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลวิจัยพบว่า ในน้ำมันงาม้อน มีทั้งกรดไขมันลิโนเลอิก และ กรดไขมันลิโนเลนิก ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย โดยปริมาณกรดไขมันโอเมก้า–3 ในน้ำมันงาม้อนนั้นสูงกว่าน้ำมันปลาอยู่ 2 เท่า (ธัญญา ธีรศาสตร์, 2552) งาม้อนมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง มีฟอสฟอรัสและแคลเซียมสูง อุดมไปด้วยวิตามินบี และมีสารเซซามอล ที่เชื่อกันว่ามีส่วนช่วยป้องกันมะเร็ง สรรพคุณของงาม้อน หากกินเมล็ดจะช่วยชูกำลัง ลดไขมันในเลือด แก้ท้องผูก เป็นยาระบาย ลดระดับคอเลสเตอรอล (กัษมาพร ปัญต๊ะบุตร, 2562)

ภาพ 5 งาม้อน Perilla frutescens
(ที่มา: เจษฎา จงใจดี และ อดิเรก ปัญญาลือ, 2559)

ตัวอย่างการศึกษาการเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของพืชน้ำมันกลุ่ม โอเมก้า-3

ที่ผ่านมาพบรายงานการเลี้ยงปลาโดยใช้พืชน้ำมันเช่น น้ำมันคามิลินา (camelina oil), น้ำมันข้าวโพด (corn oil), น้ำมันเมล็ดแฟลกซ์ (linseed oil) หรือ flaxseed oil (flax oil), น้ำมันคาโนล่า (canola oil), น้ำมันถั่วลิสง (peanut oil), น้ำมันดอกทานตะวัน (sunflower oil), น้ำมันพืชผสม (vegetable oil blend), น้ำมันเรพซีด (rapeseed oil), น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) และน้ำมันปาล์มดิบ(crude palm oil) ที่มีสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 แตกต่างกัน มาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารปลาเพื่อให้ปลาจะส่งผลให้ปลามีการสร้างกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA และ DHA ในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย (Ayisi, Zhao and Apraku, 2019) นอกจากนี้ยังพบรายงานการทดแทนน้ำมันดอกทานตะวันด้วยน้ำมันงาม้อนในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิล (GIFT) โดยทำการเลี้ยงปลาด้วยอาหารดังกล่าวนาน 30 วัน และทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 0, 10, 20 และ 30 วันหลังจากทำการทดลอง พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในเนื้อปลานิล แต่กรดไขมันโอเมก้า-6 ลดลง ทั้งนี้การใช้น้ำมันงาม้อนเป็นแหล่งไขมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลควรอยู่ในช่วง 20-30 วัน จึงจะส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Carbonera et al., 2014)

Bahurmiz and Ng (2007) ศึกษาผลการใช้น้ำมันปาล์มความเข้มข้นร้อยละ 8 เป็นส่วนผสมอาหารทดลองเลี้ยงปลานิลแดง เทียบกับน้ำมันปลา (Fish Oil) เป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า ค่าดัชนีทางชีวภาพ ดัชนีตับ สัดส่วนอวัยวะภายใน ดัชนีไขมันในช่องท้อง ดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความชื้น และโปรตีน ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)แต่ค่ากรดไขมันชนิด DHA ใน

กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยน้ำมันปลา ที่มีค่ากรดไขมันโอเมก้า–3, EPA และ DHA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

Ayisi and Zhao (2017) ศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มความเข้มข้นร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 เป็นส่วนผสมอาหารทดลองเลี้ยงปลานิล ต่อปริมาณกรดไขมัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปริมาณกรดไขมันโอเมก้า–3 ในตับและเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณกรดไขมัน EPA และ DHA ลดลง

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าการที่ใช้พืชน้ำมันผสมอาหารทดลองเลี้ยงปลาทำให้ปริมาณกรดไขมัน โอเมก้า–3 เพิ่มขึ้นในเนื้อปลา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจนำพืชน้ำมันเฉพาะถิ่นที่มีปริมาณของกรดไขมันโอเมก้า–3 สูง มาเป็นแหล่งทดแทนกรดไขมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลา เพื่อให้ปลามีคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณกรดไขมันในเนื้อปลาที่สูงขึ้น โดยนำน้ำมันงาม้อนมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารปลาสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ โดยใช้ตัวชี้วัดคือสัดส่วนและปริมาณของกรดไขมันโอเมก้า–3, EPA และ DHA ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบเทียบกับอาหารควบคุม ที่ไม่ได้ผสมน้ำมันงาม้อน ก็จะเป็นอีกแนวทางเลือกในการสร้างนวัตกรรมปลาโอเมก้า–3 แคลเซียมสูงสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ เด็กและกลุ่มผู้รักสุขภาพได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ (*Danio roseus*) อายุ 2 เดือน (น้ำหนักเฉลี่ย 0.22 ± 0.05 กรัม) ที่เพาะพันธุ์เอง ณ พื้นที่ปฏิบัติการสาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ลูกปลาดังกล่าวถูกนำมาเลี้ยงในวงบ่อซีเมนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.40 เมตร เติมน้ำสูง 0.30 เมตร จำนวน 12 บ่อ ปล่อยลูกปลาบ่อละ 100 ตัว แต่ละบ่อเติมอากาศผ่านหัวทราย ให้อาหารตามแผนการทดลองที่วางไว้ วันละ 2 ครั้ง เวลา 08:30 น. และ 17:00 น. ใช้ระยะเวลาทดลอง 90 วัน เปลี่ยนถ่ายน้ำร้อยละ 50 ของบ่อ ทุกวัน เวลา 14:00 น. และเติมน้ำให้อยู่ในระดับเดิม การวิจัยครั้งนี้ได้รับการพิจารณา และอนุมัติจากคณะกรรมการจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา เลขที่รับรองโครงการ 640104014 เลขที่ใบอนุญาต U1-09043-2563

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replications) แต่ละชุดการทดลองมีความเข้มข้นของน้ำมัน งาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 4, 8 และ 12

การเตรียมอาหารทดลอง

น้ำมันงาม้อนได้มาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสันโค้ง อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา เป็นน้ำมันงาม้อนที่ผ่านกระบวนการสะกัดเย็น จากนั้นเตรียมอาหารสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด รายละเอียดของอาหารที่ใช้ดังนี้ โปรตีน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 เยื่อใยไม่มากกว่าร้อยละ 6 ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 12 นำอาหารดังกล่าวมาบดให้ละเอียด จากนั้นนำน้ำมันงาม้อนมาคลุกผสมกับอาหารตามแผนการทดลองที่วางแผนไว้

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารปลา โดยการสุ่มอาหารปลาแต่ละชุดการทดลอง มาชุดการทดลองละ 300 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาค่าโภชนาการต่าง ๆ ดังนี้ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น โดยใช้วิธี In house method TE-CH-208 based on (AOAC, 2012) 996.06 (ตาราง 2) ในส่วนปลาทดลอง ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ และค่าพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy: DE) คำนวณตามวิธีของ NRC (1993) สัดส่วนกรดไขมันโอเมก้า-3 (α-linolenic acid) และระดับไขมันชนิดอื่น ๆ โดยสุ่มปลาก่อนการทดลอง และเมื่อเลี้ยงจนครบ 90 วัน ทำการวิเคราะห์ fatty acid โดยใช้ GC-MS ตามวิธีของ Bligh and Dyer (1959)

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาทดลองตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง และทุก 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง (90 วัน) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาต่าง ๆ ดังนี้

ความยาวที่เพิ่มขึ้น (Length gain (LG): มิลลิเมตร/ตัว)

= ความยาวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ความยาวปลาเมื่อเริ่มการทดลอง

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain (WG): กรัม/ตัว)

= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate (SGR): เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= 100 \times \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

อัตราการแลกเนื้อ (Feed conversation ratio: FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินตลอดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

อัตรารอด (Survival Rate (SR): ร้อยละ)

$$= \frac{(\text{จำนวนปลาที่เหลือรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง})}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

$$= \frac{\text{รายได้ (บาท)}}{\text{ต้นทุนรวม (บาท)}}$$

ตาราง 2 คุณค่าโภชนาการของอาหารทดลองที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ

Parameters	Perilla oil (mean ± SD)			
	0% (control)	4%	8%	12%
Proximate composition by analysis				
Protein (g/100g)	38.77±0.96	38.65±0.29	37.74±0.48	37.29±1.26
Fat (g/100g)	5.26±0.03^{d}	8.55±0.03^{c}	11.35±0.11^{b}	14.27±0.09^{a}
Moisture (g/100g)	9.50±0.57	9.07±0.04	8.68±0.07	8.48±0.56
Fiber (g/100g)	4.83±0.55	4.66±0.07	4.70±0.35	4.79±0.10
Ash (g/100g)	9.69±0.06	9.53±0.12	9.27±0.43	9.13±0.57
Energy (kcal/100g)	352.66±47.15	365.98±52.82	381.20±46.31	395.87±60.12
Fatty acid				
Linoleic acid (C18:2n6) (g/100g)	0.24±0.07	0.16±0.02	0.17±0.05	0.17±0.03
Linolenic acid (C18:3n3) (g/100g)	0.02±0.01^{b}	0.03±0.02^{b}	0.05±0.02^{b}	0.08±0.02^{a}
EPA (C20:5n3) (g/100g)	ND	ND	ND	ND
DHA (C22:6n3) (g/100g)	ND	ND	ND	ND
Total Omega 3 (mg/100g)	42.66±2.29^{d}	48.01±2.39^{c}	53.17±2.69^{b}	103.06±2.50^{a}
Total Omega 6 (mg/100g)	117.13±4.99^{d}	141.74±7.80^{c}	171.01±8.55^{b}	279.39±5.05^{a}

Abbreviations: a, b, c and d with different letters in the same row are significantly different ($p < 0.05$). ND: Not detected

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทำโดยใช้เครื่องวัดค่าคุณภาพน้ำหลายตัวแปร ยี่ห้อ YSI รุ่น YSI 556MPS หาค่าต่าง ๆ ดังนี้ ค่าอุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solids: TDS) ทำการบันทึกข้อมูลทุก 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics 27 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การเสริมน้ำมันงาม้อน ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า-3 ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ดังนี้

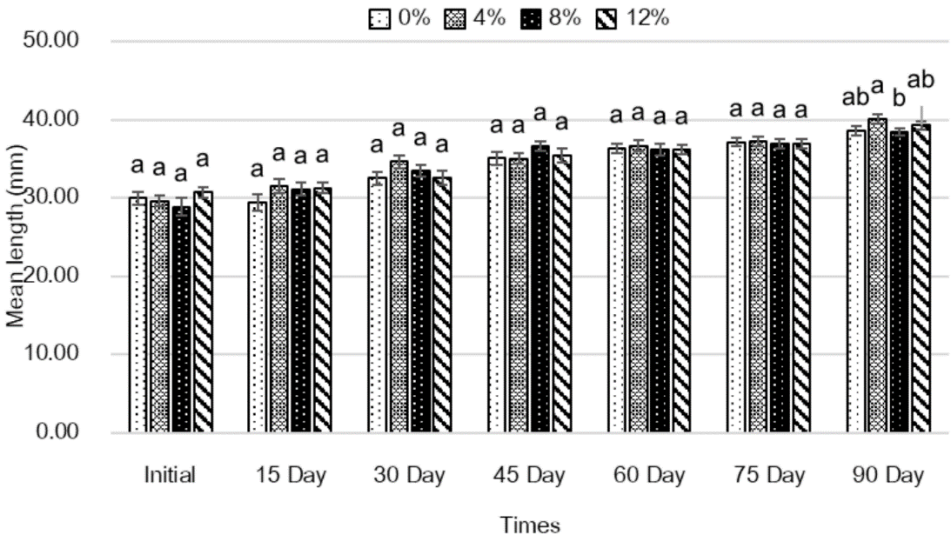
คุณค่าทางโภชนาการอาหารปลาทดลอง

คุณค่าทางโภชนาการอาหารปลาทดลอง พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใยและเถ้า อาหารทดลองที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4, 8 และ 12 มีปริมาณไขมันเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันงาม้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณของโปรตีน ความชื้น เส้นใยและเถ้าในอาหารทดลองเลี้ยงปลาไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 และ 6 ในอาหารทดลองที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อน 4 ระดับพบว่า อาหารทดลองเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 12 มีสัดส่วนปริมาณกรดไขมัน กรดลิโนเลนิก (linolenic acid), ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 (total omega-3) และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 (total omega-6) เพิ่มขึ้นสูงกว่าอาหารทดลองที่เสริมน้ำมันงาม้อน ความเข้มข้นร้อยละ 0, 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณกรดไขมัน linoleic acid ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตาราง 2)

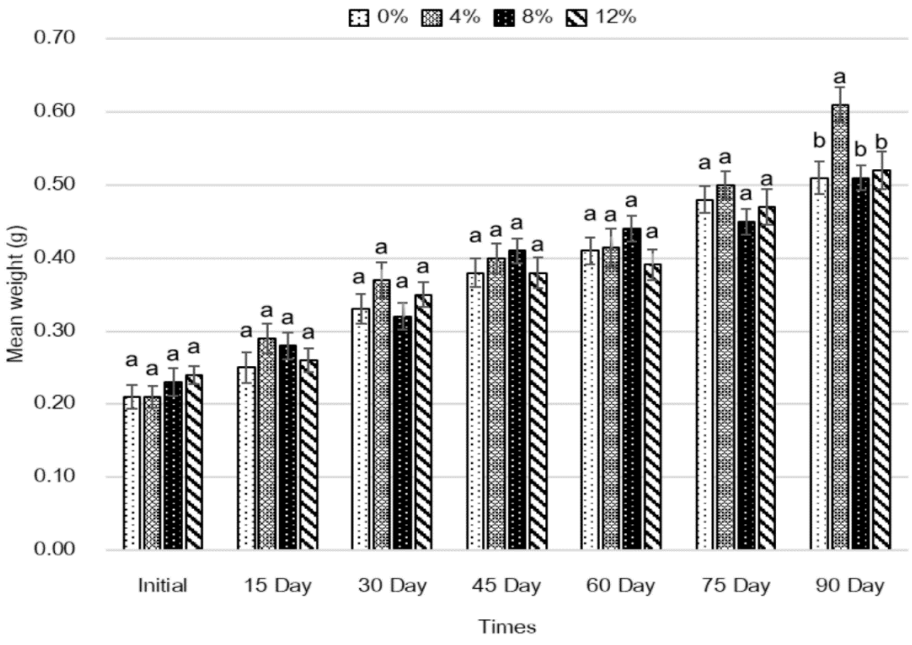
ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ

การศึกษาผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ประกอบด้วย ร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 4, 8 และ 12 ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 29.80 มิลลิเมตร (0.22 ± 0.05 กรัม) ทำการศึกษานาน 90 วัน พบว่า เมื่อเลี้ยงปลาครบ 90 วัน ความยาวที่เพิ่มขึ้นของลูกปลาในชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 มีค่าสูงที่สุด แตกต่างกับชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 8 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 0 และ 12 ($p > 0.05$) (ภาพ 6 ก) สำหรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของลูกปลาในชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 พบว่า มีค่าสูงที่สุดเช่นกัน และแตกต่างกับทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาพ 6 ข)

เมื่อสิ้นสุดการศึกษา พบว่า อาหารที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 ส่งผลดีต่อความยาวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการแลกเนื้อ ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 0 และ 8 ($p > 0.05$) สำหรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าสูงกว่าทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อัตรารอดของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) (ตาราง 3) และสุดท้ายพบว่า ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงกว่าทุกชุดการทดลอง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 6)



(ก)



(ข)

ภาพ 6 การเจริญเติบโตของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ระดับแตกต่างกัน ระยะ 90 วัน: ความยาวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ก); น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ข)

ตาราง 3 การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ระดับแตกต่างกัน ระยะ 90 วัน

Indicators	Perilla oil (mean ± SD)			
	0% (control)	4%	8%	12%
LG (mm)	8.62±1.18^{b}	10.46±1.85^{a}	9.60±1.92^{ab}	8.51±0.64^{b}
WG (g)	0.30±0.05^{b}	0.40±0.08^{a}	0.29±0.03^{b}	0.28±0.00^{b}
SGR (%)	0.98±0.05^{ab}	1.18±0.21^{a}	0.96±0.19^{ab}	0.85±0.03^{b}
FCR (g)	6.84±0.45^{ab}	5.35±0.75^{a}	7.40±1.50^{ab}	6.41±0.82^{b}
SR (%)	82.33±4.63^{a}	88.33±0.88^{a}	64.33±2.19^{b}	58.00±0.58^{b}

Abbreviations: Means followed by different letters in the same row are significantly different by Duncan's New Multiple Range Test ($p < 0.05$). LG: length gain, WG: weight gain, SGR: Specific growth rate, FCR: Feed conversion ratio, SR: Survival rate.

ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่อการสะสมของกรดไขมันในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ

ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารทดลองเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ จะส่งผลให้มีการสะสมของกรดไขมันโอเมก้า-3, กรดไขมันโอเมก้า-6 เช่นกัน จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 ในเนื้อปลาที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 60 วัน (ตาราง 4) และ ระยะ 90 วัน (ตาราง 5) พบว่า เนื้อปลาที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 12 มีสัดส่วนปริมาณกรดไขมัน กรดลิโลเลอิก (Linoleic acid), กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid), ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 (total omega-3) และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 (total omega-6) เพิ่มขึ้นสูงกว่าอาหารทดลองที่เสริมน้ำมันงาม้อน ความเข้มข้นร้อยละ 0, 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นร้อยละของน้ำมันงาม้อน แต่ปริมาณ EPA และ DHA ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ทั้งที่ระยะ 60 และ 90 วัน ด้านปริมาณสัดส่วนกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 อาหารทดลองชุดควบคุมมีค่าสูงที่สุด รองลงมาเป็นอาหารทดลองความเข้มข้นร้อยละ 4, 8 และ 12 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 60 วัน

Fatty acid	Perilla oil (mean ± SD)			
	0% (control)	4%	8%	12%
Linoleic acid (C18:2n6) (g/100g)	0.74±0.04^{d}	1.02±0.04^{c}	1.04±0.03^{b}	1.21±0.04^{a}
Linolenic acid (C18:3n3) (g/100g)	0.08±0.02^{d}	0.62±0.06^{c}	0.90±0.05^{b}	1.27±0.03^{a}
EPA (C20:5n3) (g/100g)	0.05±0.01^{a}	0.06±0.03^{a}	0.06±0.03^{a}	0.07±0.02^{a}
DHA (C22:6n3) (g/100g)	0.16±0.04^{a}	0.18±0.07^{a}	0.17±0.03^{a}	0.18±0.07^{a}
Total Omega 3 (mg/100g)	236.61±8.21^{d}	884.73±9.87^{c}	1,146.43±10.54^{b}	1,590.40±13.82^{a}
Total Omega 6 (mg/100g)	834.93±7.83^{d}	1,104.49±9.66^{c}	1,120.89±8.41^{b}	1,293.83±12.28^{a}
Omega 6/Omega 3	3.53±0.16^{a}	1.25±0.08^{b}	0.98±0.02^{c}	0.81±0.02^{d}

Abbreviations: a, b, c and d with different letters are significantly different ($p < 0.05$). EPA: eicosatetraenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

Fatty acid	Perilla oil (mean ± SD)			
	0% (control)	4%	8%	12%
Linoleic acid (C18:2n6) (g/100g)	0.71±0.04^{d}	0.81±0.04^{c}	0.91±0.03^{b}	1.07±0.04^{a}
Linolenic acid (C18:3n3) (g/100g)	0.08±0.02^{d}	0.39±0.06^{c}	0.65±0.05^{b}	0.91±0.03^{a}
EPA (C20:5n3) (g/100g)	0.04±0.01^{a}	0.04±0.02^{a}	0.04±0.02^{a}	0.04±0.01^{a}
DHA (C22:6n3) (g/100g)	0.10±0.02^{a}	0.08±0.02^{a}	0.08±0.01^{a}	0.09±0.01^{a}
Total Omega 3 (mg/100g)	242.56±7.87^{d}	461.59±9.84^{c}	792.49±10.73^{b}	1,117.84±7.60^{a}
Total Omega 6 (mg/100g)	854.44±6.70^{d}	920.39±8.50^{c}	1,014.44±7.20^{b}	1,085.37±14.20^{a}
Omega 6/Omega 3	3.53±0.14^{a}	1.99±0.06^{b}	1.28±0.03^{c}	0.97±0.01^{d}

Abbreviations: a, b, c and d with different letters are significantly different ($p < 0.05$). EPA: eicosatetraenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid

คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนแตกต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

คุณภาพน้ำบางประการตลอดการทดลอง พบว่าอุณหภูมิในน้ำมีค่าเฉลี่ย 24.31±1.82 องศาเซลเซียส (21.66 – 26.37 องศาเซลเซียส) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 5.55±0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (5.32 – 5.94 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าความเป็นกรด–ด่าง มีค่าเฉลี่ย 8.59±0.20 (8.29 – 8.94) และค่าปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำเฉลี่ย 0.44±0.03 กรัมต่อลิตร (0.41 – 0.45 กรัมต่อลิตร) (ตาราง 6)

ตาราง 6 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนต่างกัน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

Parameters	Perilla oil (mean ± SD)			
	0% (control)	4%	8%	12%
Temperature (°C)	23.97±2.17	24.28±2.09	24.49±1.71	24.51±1.64
DO (mg/L)	5.62±0.33	5.16±0.43	5.75±0.23	5.67±0.37
pH	8.52±0.26	8.58±0.22	8.60±0.22	8.65±0.12
TDS (mg/L)	440±0.03	430±0.02	430±0.03	450±0.02

Abbreviations DO: Dissolved Oxygen, TDS: Total Dissolved Solid

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ ชุดทดลองที่ไม่ได้รับการผสมน้ำมันงาม้อน (ชุดควบคุม) และ ชุดทดลองที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 8 และ 12 โดยมีค่า 1.33±0.02, 1.32±0.01, 1.29±0.02 และ 1.29±0.02 บาท ตามลำดับ แต่ทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตาราง 7)

ตาราง 7 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

รายการ	Perilla oil (mean ± SD)			
	0%	4%	8%	12%
รายได้	7,793.33±45.09	7,843.33±98.00	7,654.67±89.28	7,662.00±70.34
ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed cost) (บาท)	2,300±0.00	2,300±0.00	2,300±0.00	2,300±0.00
ค่าใช้จ่ายหมุนเวียน (บาท)	3,604.56±0.91	3,609.47±1.68	3,614.36±2.52	3,616.70±3.78
ต้นทุนรวม (บาท)	5,904.56±0.91	5,909.47±1.68	5,914.36±2.52	5,916.70±3.78
กำไร (บาท)	1,888.77±44.81	1,831.86±98.39	1,740.30±86.86	1,745.30±66.66
B/C Ratio (บาท)	1.32±0.01[a]	1.33±0.02[a]	1.29±0.02[a]	1.29±0.02[a]

หมายเหตุ : B/C Ratio คือ อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน

การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ก่อนและหลังการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลากรอบ

ผลการเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ก่อนและหลังการแปรรูปของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 พบว่า ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบหลังแปรรูป มีค่าสูงกว่า ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบก่อนแปรรูป ด้านสัดส่วนกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบหลังการแปรรูป มีค่าสูงกว่า ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบก่อนการแปรรูป ในส่วนของปริมาณ EPA และ DHA ของปลาซิวใบไผสีกุหลาบ ก่อนและหลังการแปรรูปมีค่าใกล้เคียงกัน (ตาราง 8)

ตาราง 8 เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันโอเมก้าระหว่างปลาก่อนและหลังการแปรรูปของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4

ผลวิเคราะห์กรดไขมัน	ก่อนแปรรูป	หลังแปรรูป
Linoleic acid (C18:2n6) (g/100g)	0.81±0.04	4.12±1.56
Linolenic acid (C18:3n3) (g/100g)	0.39±0.06	0.53±0.08
EPA (C20:5n3) (g/100g)	0.04±0.02	0.04±0.02
DHA (C22:6n3) (g/100g)	0.08±0.02	0.08±0.02
Total Omega 3 (mg/100g)	461.59±9.84	681.74±8.24
Total Omega 6 (mg/100g)	920.39±8.50	4,174.58±10.52
Omega 6/Omega 3 (mg/100g)	1.99±0.06	6.12±2.84

Abbreviations EPA: eicosatetraenoic acid, DHA: docosahexaenoic acid, wet weight basis

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า อาหารเสริมน้ำมันงาม้อนที่ร้อยละ 4 เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เลี้ยงปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบ ซึ่งส่งผลดีต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน เมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง พบว่าในเนื้อปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารดังกล่าว มีการสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3, EPA และ DHA สะสมในตัวปลา นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่สัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-6 ต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 จะเห็นว่ามีปริมาณที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเพื่อบริโภค จากการนำปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาชิวกรอบ พบว่า ปริมาณ EPA และ DHA ไม่แตกต่างกันกับปลาก่อนนำไปแปรรูป ความรู้ที่ได้นี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเพิ่มระดับกรดไขมันโอเมก้า-3 ในปลาน้ำจืดชนิดอื่นต่อไปได้ หากนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมทานจะสามารถเพิ่มมูลค่าปลาขนาดเล็กให้มีมูลค่าสูงต่อไปได้

อภิปรายผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนาการอาหารทดลอง

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง พบว่า อาหารทดลองเลี้ยงปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 12 มีสัดส่วนปริมาณกรดไขมัน กรดลิโนเลนิก (linolenic acid), ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 สูงกว่าอาหารทดลองเลี้ยงปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่เสริมด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 0, 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารที่มีการเสริมน้ำมันงาม้อนในปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาทดลองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปริมาณไขมันที่เหมาะสมถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Glencross et al., 2002) โดยพบว่า ปริมาณไขมันรวมในอาหารที่สูงเกินไปจะทำให้การอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำลดลง สอดคล้องกับรายงานในปลา *Lateolabrax japonicas* (Xu et al., 2011) ปลา *Carassius auratus gibelio* (Wang et al., 2014) ปลา *Rachycentron canadum* (Wang et al., 2005) และปลา *Takifugu rubripes*

(Kikuchi et al., 2009) แต่ปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid) ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใยและเถ้า พบว่า ปริมาณไขมันเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันงาม้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณของโปรตีน ความชื้น เส้นใยและเถ้าในอาหารทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ

การศึกษาผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตราการเจริญเติบโต เช่น ความยาวที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการแลกเนื้อ ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 ซึ่งมีปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลองร้อยละ 8.55±0.03 มีค่าดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 12 มีปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลองร้อยละ 14.27±0.09 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และพบเพิ่มเติม สาเหตุเกิดจากการย่อยอาหารไม่มีประสิทธิภาพ หรือการบริโภคที่ลดลง อันมีสาเหตุจากการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณไขมันและแคลอรี (Glencross et al., 2002; Tocher and Glencross, 2015) ซึ่งปริมาณไขมันรวมในอาหารที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์น้ำ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อาหารที่เสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 ที่มีปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลองประมาณร้อยละ 8.55 เป็นอาหารที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ถือว่าใกล้เคียงกับปลาหลายชนิด ได้แก่ ปลาชะโอน (*Ompok bimaculatus*) ปริมาณไขมันรวมที่เหมาะสมร้อยละ 8 (Paul et al., 2021) ปลาชะโอน *Ompok pabda* ปริมาณไขมันรวมที่เหมาะสมร้อยละ 6.5 (Paul et al., 2011) ปลาไน (*Cyprinus carpio*) ปริมาณไขมันรวมที่เหมาะสมร้อยละ 7 (Choi et al., 2015) ปลาเฉา (*Ctenopharyngodon idella)* ปริมาณไขมันรวมที่เหมาะสมร้อยละ 6.5 (Jin et al., 2013) และปลากด *Mystus montanus* ปริมาณไขมันรวมที่เหมาะสมร้อยละ 7(Raj et al., 2007) ซึ่งสอดคล้องกับอาหารสำเร็จรูปโดยทั่วไปที่จะผลิตให้มีปริมาณไขมันรวมไม่เกินร้อยละ 10 (Lim, Yildirim–Aksoy and Klesius, 2011) อย่างไรก็ตามปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม (ปริมาณไขมันรวมในอาหารทดลองประมาณร้อยละ 5.26) มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 ($p > 0.05$) สอดคล้องกับงานก่อนหน้านี้ในสัตว์น้ำหลายชนิด ที่ใช้พืชน้ำมันทดแทนน้ำมันปลา ทั้งแบบเดี่ยว และแบบผสม ในอาหารสัตว์น้ำ จะไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต (Carbonera et al., 2014; Turchini, Torstensen and Ng, 2009; Sales and Glencross 2011; You et al., 2019)

อัตรารอดของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าสูงที่สุดแตกต่างกับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 8 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาหารที่มีปริมาณไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลเสียต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับการศึกษาในปลา *Pseudosciaena crocea* (Ai et al., 2008) การเพิ่มขึ้นของปริมาณไขมันในอาหาร โดยเฉพาะในส่วนของ PUFA (polyunsaturated fatty acid) จะช่วยเร่งปฏิกิริยาของลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) และอาจเพิ่มความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress) ทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลง (Olsen and Henderson, 1997) ซึ่งกระบวนการเมตาบอลิซึมที่เพิ่มสูงขึ้น และความเครียดที่เพิ่มขึ้นนี้ อาจส่งผลต่ออัตราการรอดของปลาได้ (Portz, Woodley and Cech, 2006)

ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน ที่ส่งผลต่อการสะสมไขมันในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ

ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนความเข้มข้นร้อยละ0, 4, 8 และ 12 ส่งผลให้เนื้อปลามีปริมาณของกรดไขมันจำเป็นชนิด ลิโนเลนิก (linolenic acid) และ ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 (total omega-3) เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำมันงาม้อนที่เสริมไปในอาหาร ส่วนปริมาณของผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 (total omega-6) พบว่า เพิ่มขึ้นแต่ไม่เป็นไปตามความเข้มข้น ในส่วนของปริมาณ EPA และ DHA ไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งระยะ 60 วัน และ ระยะ 90 วัน ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาในปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดฝ้าย (Linseed oil) และน้ำมันปาล์มโอลีอิน (Palm olein oil) เป็นเวลา 32 และ 140 วัน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันจำเป็นโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ EPA และ DHA (Karapanagiotidis et al., 2007) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมน้ำมันงาม้อนความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 75 วัน พบว่า ส่งผลให้สัดส่วนของ Linolenic acid (C18:3n3) ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 (total omega-3) และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 (total omega-6) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ EPA และ DHA (Teoh and Ng, 2016) ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า-3 (linolenic acid) และโอเมก้า-6 (linoleic acid) ในเนื้อปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ มีสาเหตุจาก ในน้ำมันงาม้อนมีกรดไขมันจำเป็นอยู่ ดังนั้น เมื่อปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อน หรือพืชน้ำมันชนิดอื่นที่มีกรดไขมันจำเป็นเป็นส่วนผสม จะส่งผลให้เกิดการสะสมกรดไขมันจำเป็นกลุ่มดังกล่าวในอวัยวะต่าง ๆ ของปลา ได้แก่ ตับ กล้ามเนื้อ และสมอง ทั้งนี้กรดไขมันที่จำเป็นเหล่านี้ปลาซิวใบ

ไผ่สีกุหลาบไม่สามารถสร้างขึ้นภายในร่างกายได้เอง จะต้องรับจากอาหารโดยตรงเท่านั้น (Teoh and Ng, 2016; Tocher et al., 2001) เมื่อปลาได้รับกรดไขมันจำเป็นเข้าสู่ร่างกายแล้ว ปลาจะเปลี่ยนกรดไขมันจำเป็นดังกล่าวผ่านกระบวนการ desaturation/elongation โดยมีเอนไซม์ desaturases และ elongases ช่วยเปลี่ยนให้เป็น EPA และ DHA ซึ่งสารทั้ง 2 เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ (Tocher et al., 2001; Ackman and Mcleod, 2002) แต่การศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารผสมน้ำมันงาม้อนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือสัดส่วนของ EPA และ DHA คาดว่าเกิดจากปลาอาจใช้กรดไขมันจำเป็นดังกล่าวเปลี่ยนเป็นแหล่งพลังงานโดยกระบวนการ เบต้าออกซิเดชั่น (β-oxidation) หรือเข้าสู่กระบวนการสร้างไขมัน (lipogenesis) การเพิ่มจำนวนอะตอมคาร์บอนของกรดไขมัน (fatty acid elongation) และการเพิ่มจำนวนพันธะคู่ (desaturation) ได้ นอกจากนี้ยังพบว่า หากตับของปลามีขนาดเล็กอาจส่งผลทำให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเป็น EPA และ DHA ลดลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่า อาจเกิดจากปัจจัยภายนอกต่าง ๆ ได้แก่ ขนาดของปลาเริ่มต้น อายุ ระยะเวลาในการเลี้ยง น้ำหนัก จำนวนครั้งในการให้อาหาร และอุณหภูมิของน้ำที่เลี้ยงปลาเป็นต้น (Karapanagiotidis et al., 2007)

สำหรับอัตราส่วน กรดไขมันโอเมก้า-6/กรดไขมันโอเมก้า-3 เป็นค่าดัชนีชี้วัดคุณค่าทางโภชนาการของไขมันจำเป็นในอาหาร และในเนื้อปลาที่จำเป็นต่อสุขภาพสำหรับการบริโภคในมนุษย์ ก่อนหน้านี้มีรายงานว่าอัตราส่วนดังกล่าวถ้ามีค่าน้อยกว่า 4.0 จะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ โดยอัตราส่วนของ กรดไขมันโอเมก้า-6/กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พบในปลาทะเลบางชนิด ได้แก่ ปลาซาร์ดีน (*Opisthonema oglinum*) และปลาแมคเคอเรล (*Scomberomorus cavalla*) มีอัตราส่วนกรดไขมันจำเป็นดังกล่าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพอยู่ในช่วง 0.08 – 0.2 ตามลำดับ(Fernandes et al., 2014) สำหรับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่นำน้ำมันงาม้อนความเข้มข้นร้อยละ 10 มาเป็นส่วนผสมในอาหารทดลองเลี้ยงปลานิลเป็นเวลา 75 วัน พบว่า อัตราส่วนของ กรดไขมันโอเมก้า-6/กรดไขมันโอเมก้า-3 มีค่าเท่ากับ 0.63 (Teoh and Ng, 2016) นอกจากนี้ยังพบว่า ในเนื้อปลานิล มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วน กรดไขมันโอเมก้า-6/กรดไขมันโอเมก้า-3 เท่ากับ 4.76±0.21 ที่สามารถแนะนำให้บริโภคเพื่อสุขภาพได้ (Zula and Desta, 2021) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าเมื่อเลี้ยงปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 12 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.97 และในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4 และ 8 มีค่าอัตราส่วน กรดไขมันโอเมก้า-6/กรดไขมันโอเมก้า-3 เท่ากับ 1.99 และ 1.28 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า 4 การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงปลาชิวใบไผ่สีกุหลาบด้วยน้ำมันงาม้อนความเข้มข้นร้อยละ 4, 8 และ 12 ส่งผลให้เนื้อปลามี

คุณค่าทางโภชนาการที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อสุขภาพ และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค โดยข้อดีของการใช้น้ำมันงาม้อนคือ เป็นพืชน้ำมันที่มีปริมาณโอเมก้า-3 ที่สูง นิยมปลูกในภาคเหนือตอนบน เมื่อนำไปผสมในอาหารทดลองเลี้ยงปลาจึงส่งผลต่อการสร้างกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้ ทั้งนี้ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้ผสมอาหารสำหรับเลี้ยงปลาควรอยู่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 เนื่องจากส่งผลดีทั้งต่อการสะสมปริมาณโอเมก้า-3 ในตัวปลา และมีความคุ้มทุน หากผสมน้ำมันงาม้อนในปริมาณที่สูงกว่านี้จะทำต้นทุนค่าอาหารเพิ่มสูงขึ้น

คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ระยะ 90 วัน

คุณภาพน้ำบางประการตลอดการทดลอง พบว่า อุณหภูมิในน้ำ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา (Boyd, 1990)

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อน 4 ระดับ ระยะ 90 วัน

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน พบว่า ปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนมีค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่า 1 ในทุกชุดการทดลอง แสดงว่าทุกชุดการทดลองมีความเหมาะสมต่อการลงทุน เป็นไปตามที่มีรายงานก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า ค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับผลรวมมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน หากชุดการทดลองไหนมีค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าชุดการทดลองนั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน (ประคุณ ศาลิกร และโสมสกาว เพชรานนท์, 2559) นอกจากนี้ยังพบว่า ปลาในชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันงาม้อนที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่น ๆ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นชุดการทดลองนี้มีอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนที่เหมาะสม

การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์กรดไขมัน ก่อนและหลังการแปรรูปของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนร้อยละ 4

การวิเคราะห์กรดไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาซิวกรอบ พบว่า ปริมาณผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 ของปลาซิวหลังการแปรรูปมีปริมาณที่มากกว่า ผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 ของปลาก่อนการแปรรูป เนื่องจากการใช้ น้ำมันถั่วเหลืองในการทอดปลา ซึ่งจะส่งผลทำให้ปลาซิวหลังแปรรูปมีปริมาณผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-3 และผลรวมกรดไขมันโอเมก้า-6 สูงขึ้น จากการศึกษาของ วิจิตรา เหลียวตระกูล และ วชิรญา เหลียวตระกูล (2564) พบว่า หลังจากการทอดปลาสลิดจะต้องนำไปอบที่ 60 นาที จึงทำให้ปลามีปริมาณไขมันน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ด้านปริมาณ EPA และ DHA ของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ก่อนและหลังแปรรูป ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่ากระบวนการแปรรูปไม่ส่งผลต่อปริมาณ ของ EPA และ DHA ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ อัลไซเมอร์ เสริมการเรียนรู้ความจำและป้องกันการเกิดโรคหัวใจ พาร์กินสันและโรคมะเร็ง (Cengiz, Ünlü and Başhan, 2010; Shahidi and Ambigaipalan, 2018)

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืด จึงเป็นการพัฒนาสินค้าในชุมชนให้มีความหลากหลายมากขึ้น และเป็นที่รู้จัก เพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืดให้ได้รับการยอมรับ และสามารถพัฒนาในระดับที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกได้ (วลัย หุตะโกวิท และคณะ, 2552)

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการใช้น้ำมันงาม้อนในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 4, 8 และ 12 ซึ่งในความเข้มข้นร้อยละ 4 มีแนวโน้มผลการทดลองค่อนข้างดีต่อการเลี้ยงปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ ในการทดลองครั้งต่อ ๆ ไป อาจปรับความเข้มข้นให้น้อยกว่าร้อยละ 4 หรือใช้พืชน้ำมันชนิด อื่น ๆ ที่สามารถส่งผลที่ใกล้เคียงเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันงาม้อนได้

บรรณานุกรม

กัษมาพร ปัญต๊ะบุตร. (2562). งาขี้ม้อนและประโยชน์ต่อสุขภาพ. **วารสารอาหาร**, 49(3), 11–16.

เจนจิรา แก้วติ๊บ, อาทิตยา วงศ์วุฒิ, นิติ เอี่ยมชื่น, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล และ เกรียงไกร สีตะพันธุ์. (2564). คาริโอไทป์ และอิดิโอแกรมมาตรฐานของปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ (*Danio roseus*) และปลาซิวใบไผ่ลาว (*Devario laoensis*). **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 26(2), 783–798.

เจษฎา จงใจดี และ อดิเรก ปัญญาลือ, (2559). **งาม้อน มหัศจรรย์โอเมก้าจากยอดดอย**. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2565, จาก https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/9

ชวลิต วิทยานนท์, จรัลธาดา กรรณสูต และจารุจินต์ นภีตะภัฏ. (2540). **ความหลากชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

ช่อลดา เที่ยงพุก. (2563). แคลเซียม...แหล่งที่มา และความสำคัญ. **วารสารอาหาร**, 50(2), 5–12.

ธัญญา ธีรศาสตร์. (2552). **น้ำมันงาเจียง เส้นทางใหม่สู่การแก้ไขปัญหาสุขภาพ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2565, จาก https://opac.tistr.or.th/Multimedia/STJN/4903/4903-11.pdf

นณณ์ ผาณิตวงศ์. (2563). **ปลาน้ำจืดไทย**. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

ประคุณ ศาลิกร และ โสมสกาว เพชรานนท์. (2559). การลงทุนเลี้ยงปลานิลเพื่อการพาณิชย์ในจังหวัดนครปฐม. **วารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ,** 3(1), 40–54.

ปรียานุช แย้มวงษ์. (2561). **กินปลาเพื่อสุขภาพ**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2563, จาก https://www.si.mahidol.ac.th/siriraj_online/thai_version/Health_detail .asp?id=345

มณีวรรณ์ วงศ์นอก. (2555). **เมนูอาหารจากปลาคุ้มค่าเพราะกินได้ทั้งตัว**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2563, จาก https://www.fisheries.go.th/fpoubon/web2/images/ download/ kmhealthy.pdf

วลัย หุตะโกวิท, บุษรา สร้อยระย้า, ชญาภัทร สุทธิมิตร, น้อมจิตต์ สุธีบุตร, นพพร สกุลยืนยงสุข, เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และคณะ. (2552). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมูลค่าจากปลาน้ำจืด. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**, 3(2), 197–208.

วสุนธรา รตโนภาส. (2560). กินดีสำหรับสุขภาพดีในศตวรรษที่ 21. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 4(1), 1–13.

วัชรา หงษ์เวียง และ ธีรพงษ์ แสงสิทธิ์. (2551). **กรดไขมัน**. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2565, จาก http://nakhamwit.ac.th/pingpong_web/biochem_web/Lipid_01.htm.

วิจิตรา เหลียวตระกูล และ วชิรญา เหลียวตระกูล. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสลิดแดดเดียวทอดกรอบโดยใช้ตู้อบลมร้อน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี**, 9(2), 35–47.

ศิริประภา ประชุมสงค์, สิรภพ รุกขชาติ, ธีรวุฒิ แก้วเฮียง, ปณิศา มีจินดา และ ภูริณัฐ ยมกนิษฐ์. (2565). การศึกษาลักษณะประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อพฤติกรรมและความตั้งใจซื้อพันธุ์ปลาน้ำจืดของเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี. **วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์**, 1(1), 30–47.

อภินันท์ สุวรรณรักษ์. (2561). **มีนวิทยา** (พิมพ์ครั้ง 2). เชียงใหม่: บริษัท สมาร์ทโคตรติ้ง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด.

Abouel–Yazeed, A.M. (2013). Fatty acids profile of some marine water and freshwater fish. **Journal of the Arabian Aquaculture Society**, 8(2), 283–292.

Ackman, R.G. and Mcleod, C. (2002). Lipids and fatty acid of five freshwater food fishes of India. **Journal of Food Lipids**, 9, 127–145. DOI: 10.1111/j.1745–4522. 2002.tb00214.x

Ai, Q.H., Zhao, J.Z., Mai, K.S., Xu, W., Tan, B.P., Ma, H.M., et al. (2008). Optimal dietary lipid levels for large yellow croaker (*Pseudosciaema croced*) larvae. **Aquaculture Nutrition**, 14, 515–522. DOI: 10.1111/j.1365–2095.2007. 00557.x

AOAC. (2012).**Official Methods of Analysis (19th ed.)**. Washington, D.C., USA: Association of Official Agricultural Chemists.

Ayisi, C.L. and Zhao, J.L. (2017). Fatty acid composition, lipogenic enzyme activities and mRNA expression of genes involved in the lipid metabolism of Nile Tilapia fed with Palm oil. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 17, 405–415.

Ayisi, C.L., Zhao, J.L. and Apraku, A. (2019). Consequences of replacing fish oil with vegetable oils in fish. **Journal of Animal Research and Nutrition**, 4(1), 1–11.

Bahurmiz, O.M. and Ng, W.K. (2007). Effect of dietary Plam oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. **Aquaculture**, 262, 382–392.

Bligh, E.G. and Dyer. W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and physiology**, 37, 911–917.

Boyd, C.E. (1990). **Water Quality in Pond for Aquaculture**. Alabama: Birmingham Publishing.

Carbonera, F., Bonafe, E.G., Martin, C.A., Montanher, P.F., Ribeiro, R.P., Figueiredo, L.C., et al. (2014). Effect of dietary replacement of sunflower oil with perilla oil on the absolute fatty acid composition in Nile tilapia (GIFT). **Food Chemistry**, 148, 230–234.

Cengiz, E., Ünlü, E. and Başhan, M. (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the river Tigris (Turkey). **Turkish Journal of Biology**, 34, 433–438.

Choi, J., Aminikhoei, Z., Kim, Y.O. and Lee, S.M. (2015). Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile fancy carp (*Cyprinus carpio*. Var.) Koi. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, 9(1), 31–37.

Fang, F. and Kottelat, M. (2000). *Danio roseus*: a new species from the Mekong basin in northeastern Thailand and northwestern Laos (Teleostei: Cyprinidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, 11(2), 149–154.

Fernandes, C.E., Vasconcelos, M.A.D.S., Ribeiro, M.D.A., Sarubbo, L.A., Andrade, S.A.C. and Filho, A.B.D.M. (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. **Food Chemistry**, 160, 67–71. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.03.055.

Glencross, B.D., Smith, D.M., Thomas, M.R. and Williams K.C. (2002). The effects of dietary lipid amount and fatty acid composition on the digestibility of lipids by the prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, 205, 157–169.

Jaya–Ram, A., Fuad, F., Mohd–Shafiq, Z. and Shah, A.S.R.M. (2018) Muscle fatty acid content in selected freshwater fish from Bukit Merah Reservoir, Perak, Malaysia. **Tropical Life Sciences Research**, 29(2), 103–117.

Jin, Y., Tian, L.X., Zeng, S.L., Xie, S.W., Yang, H.J., Liang, G.Y., et al. (2013). Dietary lipid requirement on non–specific immune responses in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Fish and Shellfish Immunology**, 34(5), 1202–1208. DOI: 10.1016/j. fsi.2013.01.008

Justi, K. C., Hayashi, C., Visentainer, J. V., Souza, N.E. and Matsushita, M. (2003). The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n–3 fatty acids. **Food Chemistry**, 80, 489–493.

Karapanagiotidis, I.T., Bell, M.V., Little, D.C. and Yakupitiyage, A. (2007). Replacement of dietary fish oils by alpha–linolenic acid–rich oils lowers omega 3 content in tilapia flesh. **Lipids**, 42(6), 547–559. DOI: 10.1007/s11745–007–3057–1

Kashiwagi, S. and Huang, P.L. (2012). **Cardiovascular Risk Factors**, Prof. Armen Gasparyan (Ed.), ISBN: 978–953–51–0240–3, In Tech.

Khan, W.A., Chun–Mei, H., Khan, N., Iqbal, A., Lyu, S.W. and Shah, F. (2017). Bioengineered plants can be a useful source of omega–3 fatty acids. **BioMed Research International**, 1–9.

Kikuchi, K., Furuta, T., Iwata, N., Onuki, K. and Noguchi, T. (2009). Effect of dietary lipid levels on the growth, feed utilization, body composition and blood characteristics of tiger puffer *Takifugu rubripes*. **Aquaculture**, 298, 111–117.

Lim, C., Yildirim–Aksoy, M. and Klesius, P. (2011). Lipid and fatty acid requirements of tilapias. **North American Journal of Aquaculture**, 73(2), 188–193. DOI: 10.1080/15222055.2011.579032

Muhamad, N.A. and Mohamad, J. (2012). Fatty acids composition of selected Malaysian fishes. **Sains Malaysiana**, 41(1), 81–94.

Nelson, J., Grande, T.C. and Wilson, M.V.H. (2016). **Fish of the World**. Inc., Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons. Doi: org/10.1002/9781119174844

NRC. (1993). **Nutrient requirements of fish.** National Academy Press, Washington D.C.

Olsen, R.E. and Henderson, R.J. (1997). Muscle fatty acid composition and oxidative stress indices of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in relation to dietary polyunsaturated fatty acid levels and temperature. **Aquaculture Nutrition**, 3(4), 227–238. DOI: 10.1046/j.1365–2095.1997. 00091.x

Paul, B.N., Chowdhury, D., Das, A., Mandal, R.N., Singh, P., Adhikari, S., et al. (2021). Effect of dietary lipid levels on growth, body composition, and enzyme activities of larvae of butter catfish, *Ompok bimaculatus* (Actinopterygii: Siluriformes: Siluridae). **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, 51(3), 289–298. DOI: 10.3897/aiep.51.67079

Paul, B.N., Datta, A.K., Das, S., Chattopadhyay, D.N., Giri, S.S. and Mohanty, S.N. (2011). Effect of dietary lipid levels on growth and carcass composition of *Ompok pabda* (Siluridae) fry. **Indian Journal of Animal Nutrition**, 28(2), 198–202.

Portz, D.E., Woodley, C.M. and Cech, J.J. (2006). Stress–associated impacts of short–term holding on fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 16(2), 125–170. DOI: 10.1007/s11160–006–9012–z

Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. **Journal of food composition and analysis**, 12(1), 9–16.

Raj, A.J.A., Haniffa, M.A., Seetharaman, S. and Appelbaum, S. (2007). Effect of dietary lipid levels on survival and growth of the threatened freshwater catfish *Mystus montanus*. **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 24(1–2), 51–54.

Sales, J. and Glencross, B. (2011). A meta–analysis of the effects of dietary marine oil replacement with vegetable oils on growth, feed conversion and muscle fatty acid composition of fish species. **Aquaculture Nutrition**, 17(2), e271–e287. DOI: 10.1111/j.1365–2095.2010. 00761.x

Shahidi, F. and Ambigaipalan, P. (2018). Omega–3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. **Annual Review of Food Science and Technology**, 9, 345–381.

Siriamornpun, S., Li, D., Yang, L., Suttajit, S. and Suttajit, M. (2006). Variation of lipid and fatty acid compositions in Thai Perilla seeds grown at different locations. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, 28, 17–21.

Suttajit, K., Khanaree, C., Tantipaiboonwong, P. and Pintha, K. (2015). Omega–3, omega–6 fatty acids and nutrients of Nga–mon seeds in Northern Thailand**. Naresuan Phayao Journal**, 8(2), 80–86.

Tenyang, N., Tiencheu, B., Womeni, H. and Villeneuve, P. (2014). The chemical composition, fatty acid, amino acid profiles and mineral content of six fish species commercialized on the Wouri River coast in Cameroon. **La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, 91, 129–138.

Tenyang, N., Tiencheu, B., Womeni, H. and Villeneuve, P. (2016). Proximate composition, fatty acid and mineral contents of four freshwater fish from Maga Lake (Far North Region of Cameroon). **American Journal of Food Science and Technology**, 4(3), 64–69.

Teoh, C.Y. and Ng, W.K. (2016). The implications of substituting dietary fish oil with vegetable oils on the growth performance, fillet fatty acid profile and modulation of the fatty acid elongase, desaturase and oxidation activities of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. **Aquaculture**, 465, 311–322. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.09.023

Tocher, D.R., Agaba, M., Hastings, N. and Teale, A.J. (2001). Nutritional regulation of hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition in zebrafish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, 24, 309–320.

Tocher, D.R. and Glencross, B.D. (2015). **Dietary Nutrients, Additives and Fish Health: Lipids and Fatty Acids**. In: Lee C–S, Lim C, Gatlin III D, Webster C D, editors., Inc., Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons.

Turchini, G.M., Torstensen, B.E. and Ng, W.K. (2009). Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, 1(1), 10–57. DOI: 10.1111/j.1753–5131.2008. 01001.x

Wang, A., Han, G., Lv, F., Yang, W., Huang, J. and Yin, X. (2014). Effects of dietary lipid levels on growth performance, apparent digestibility coefficients of nutrients, and blood characteristics of juvenile crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) **Turkish Journal of Fisheries and Aquaculture Science**, 14, 1–10. DOI: 10.4194/1303–2712–v14_1_01

Wang, J.T., Liu, Y.J., Tian, L.X., Mai, K.S., Du, Z.Y., Wang, Y, et al. (2005). Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, 249, 439–447.

Xu, J.H., Qin, J., Yan, B.L., Zhu, M. and Luo, G. (2011). Effects of dietary lipid levels on growth performance, feed utilization and fatty acid composition of juvenile Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) reared in seawater. **Journal Aquaculture International**, 19(1), 79–89. DOI: 10.1007/s10499-010-9342-7

You, C., Lu, F., Wang, S., Chen, C. and Li, Y. (2019). Comparison of the growth performance and long-chain PUFA biosynthetic ability of the genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in different salinities. **British Journal of Nutrition**, 121(4), 374–383. DOI: 10.1017/S0007114518003471

Zula, A.T. and Desta, D.T. (2021). Fatty acid-related health lipid index of raw and fried Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish muscle. **Journal of Food Quality**, 1–9. DOI: 10.1155/2021/6676528

บรรณานุกรม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	เศกสรรค์ อุปพงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	28 สิงหาคม 2525
สถานที่เกิด	พะเยา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2548 วท.บ (การประมง),มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านสบป๋อน 3 หมู่ 3 ต.บ้านร้อง อ.งาว จ.ลำปาง 52110
ผลงานตีพิมพ์	เศกสรรค์ อุปพงศ์, คมศักดิ์ พินธะ, ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ, อาทิตยา วงศ์วุฒิ, ปฐมพงษ์ กาศสกุล, ศุภางค์ คนดี และเกรียงไกร สีตะพันธุ์. (2566). ผลของอาหารเสริมน้ำมันงาม้อนต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกรดไขมันโอเมก้า-3 ในปลาซิวใบไผ่สีกุหลาบ. วารสารนเรศวรพะเยา. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์) เศกสรรค์ อุปพงศ์, นิติ เอี่ยมชื่น, ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ และเกรียงไกร สีตะพันธุ์. (2564). ความหลากหลายของปลาในแม่น้ำงาวตอนบน อำเภองาว จังหวัดลำปางและการใช้ประโยชน์. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ ประเทศไทย ครั้งที่ 10. จังหวัดแพร่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ