การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) และปลานิล *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) ในการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ

Comparison on Growth Performance of Silver Barb *Barbonymus Gonionotus* (Bleeker, 1849) and Tilapia *Oreochromis Niloticus* (Linnaeus, 1758) in Culture-Based Fisheries

อนุสรณ์ แซ่ต่าง[1*] อัจฉรา จุฑาเกตุ[1] วชิระ กว้างขวาง[2] และ ทวนทอง จุฑาเกตุ[1]
Anusorn Saetang [1*], Achara Jutagate [1], Wachira Kwangkhwang [2] and Tuanthong Jutagate [1]

[1]สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[2] สำนักงานประมงจังหวัดนครสวรรค์ กรมประมง
[1]Major in Fisheries, Faculty of Agriculture, Ubonratchathani University
[2]Nakhonsawan Fisheries Provinccial office, Depatment of Fisheries
[*]E-mail: anusorn.sa.63@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ ได้รับการยอมรับและนิยมใช้กันอย่างมากในภูมิภาคเอเชีย ในการเพิ่มผลผลิตทางการประมงสำหรับเป็นแหล่งอาหารโปรตีนและสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน ซึ่งทั่วไปสายพันธุ์ที่นิยมปล่อยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก คือ ปลาประจำถิ่นและปลาต่างถิ่น ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาต่างถิ่น (ปลานิล) และปลาประจำถิ่น (ปลาตะเพียนขาว) ที่ปล่อยในธนาคารสัตว์น้ำ (หรือบ่อประมงหมู่บ้าน) เดียวกันใน 4 จังหวัด ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก พบว่า รูปแบบการเจริญเติบโตของปลาทั้ง 2 ชนิดเป็นแบบอัลโลเมตริก แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นสัดส่วนกับขนาด ในขณะที่การศึกษาอัตราการเติบโตจำเพาะพบว่า ร้อยละอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาตะเพียนขาวมีอัตราการเติบโตจำเพาะมากกว่าปลานิล ใน 2 แหล่งน้ำ ได้แก่ หนองคู และหนองอีหอ ในหนองส่างคำปลาทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่าปลานิลมีค่าร้อยละอัตราการเติบโตสูงกว่าปลาตะเพียนขาวในหนองบัวใหญ่ และท้ายสุดในการศึกษาค่าปัจจัยสภาวะของปลาที่ทำการศึกษาทั้ง 2 ชนิด พบว่า มีความความผันผวนอยู่ระหว่าง 0.498 ถึง 1.222 โดยมีค่ามากกว่าในปลานิลทุกบ่อ ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปลาตะเพียนขาวมีแนวโน้มที่เติบโตในด้านน้ำหนักดีกว่าปลานิล แต่ปลานิลการใช้ประโยชน์จากอาหารในระบบเปลี่ยนเป็นเนื้อได้ดีกว่า ผลการศึกษาสามารถนำเป็นแนวทางในการพิจารณาการปล่อยปลาประจำถิ่นและปลาต่างถิ่นในการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ

คำสำคัญ: การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ ความสัมพันธ์ความยาวและน้ำหนัก ค่าปัจจัยสภาวะ โอกาสการเจริญเติบโตของตัวแทนปลาต่างถิ่นและปลาประจำถิ่น

Abstract

Culture-Based Fisheries (CBF) It has been widely accepted and used in Asia. To increase fishery productivity as a source of protein food and income for the community. In general, the popular species are divided into two main groups: native species and exotic species. In this study, the objective was to compare

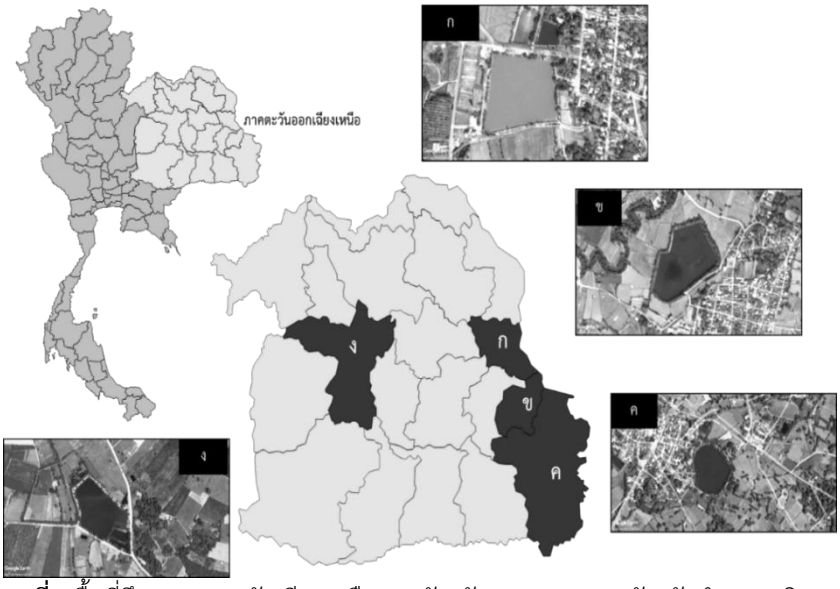
the growth rate of exotic species (tilapia) and native species. (Silver barb) in ponds that join the Aquatic Food Bank with the Department of Fisheries (Or Fisheries of the village) in the same 4 provinces in the northeast of Thailand. The length-weight relationship analyzed revealed that the growth patterns of both fish species were allometric. It shows that weight tends to change disproportionately with size. While studying the specific growth rate It was found that the percentage specific growth rate of silver barb was higher than that of tilapia in 2 ponds, namely Nong Khu and Nong E Ho. In Nong Sang Kham, both fish species were not statistically different. And it was found that tilapia had a higher growth rate than white carp in Nong Bua Yai.. Finally, in the study of the condition factors of both fish species studied, it was found that fluctuated between 0.498 to 1.222. with The value higher in all tilapia ponds. The results of the study showed that Silver barb tended to grow better in terms of weight than tilapia. But tilapia better able to use of feed in but tilapia is better able to use feed in the meat processing system. The study results can be used as a guideline for considering the stocking of endemic and native species and exotic species in Culture-Based Fisheries.

Keywords: Culture-Based Fisheries, Length-Weight Relationship, Condition Factor, Opportunities for The Growth of Native Species and Exotic Species

บทนำ

ประเทศไทยนับว่ามีความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำจืดธรรมชาติเนื่องจากมีลุ่มน้ำที่สำคัญถึง 22 ลุ่มน้ำหลัก และ 353 ลุ่มน้ำย่อย คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 515,488 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วยแม่น้ำสายหลัก แม่น้ำสาขา อ่างเก็บน้ำ ลำคลอง ห้วย คลองชลประทาน หนอง บึง และทะเลสาบ รวมทั้งแหล่งน้ำสาธารณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และจากการขุดของหน่วยงานราชการ และภาคเอกชน อีกทั้งยังมีพื้นที่น้ำท่วมถึงในฤดูน้ำหลาก ที่จะมีประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นมักทำการประมงเป็นอาชีพเสริม เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือนและอาจทำการประมงเป็นอาชีพหลัก จากรายงานพบว่า สัตว์น้ำจืดที่จับได้จากทุกแหล่งประมงมีแนวโน้มปริมาณที่ลดลงช่วงปี พ.ศ. 2554-2564 โดยตั้งแต่ปี 2562 ถึงปี 2564 พบว่า ปี 2563 ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ มีปริมาณจับสัตว์น้ำที่ลดลงจากปี 2562 ร้อยละ 6.08, 1.19, 1.50 และ 0.54 ตามลำดับ ในปี 2564 พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคใต้ มีปริมาณจับสัตว์น้ำที่ลดลงจากปี 2563 ร้อยละ 0.59, 1.36, 1.83, 0.65 ตามลำดับ (กรมประมง, 2565) อันเนื่องจากหลายสาเหตุประกอบกัน ทั้งการเกิดภัยแล้ง การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ การรุกรานของสัตว์น้ำต่างถิ่น การเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ รวมทั้งการพัฒนาต่าง ๆ เช่น การสร้างเขื่อน รวมทั้งการประมง ล้วนกระทบต่อกำลังการผลิต และผลผลิตทางการประมง รวมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด อันเนื่องมาจากผลกระทบที่เกิดต่อการดำรงชีวิตของปลาและสัตว์น้ำ แหล่งสืบพันธุ์และวางไข่ แหล่งหาอาหาร และแหล่งอนุบาลตัวอ่อนสัตว์น้ำ ทำให้มีจำนวนสัตว์น้ำลดลง และส่งผลกระทบต่อปริมาณประชากรและผลผลิตจากการจับสัตว์น้ำลดลง (Virapat et al., 2000; Simon and Schiemer, 2008; Liu et al., 2022) จากสาเหตุดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องอาศัยการบริหารจัดการบนพื้นฐานของแนวทางการเลี้ยงสัตว์น้ำมาช่วยดำเนินการประกอบด้วย การปล่อยพันธุ์ปลา การจัดสร้างแหล่งอาหารธรรมชาติ และการให้อาหารสมทบ เพื่อทำให้เกิดการสร้างผลผลิตสัตว์น้ำ ที่เรียกว่า การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ (Culture-Based Fisheries) (มาลาศรี และคณะ, 2563) โดยกรมประมงได้ดำเนินโครงการในลักษณะดังกล่าวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 ช่วงเริ่มต้นสัตว์น้ำที่ปล่อย

จะประกอบด้วย กลุ่มปลาจีน ปลาคาร์พอินเดีย ปลานิล และต่อมาเริ่มมีการปล่อยปลาพื้นถิ่น เช่น ปลาตะเพียนขาว ปลาสร้อยขาว และปลาสวาย (Jutagate and Rattnachai, 2010) ภายใต้หลายชื่อโครงการ เช่น โครงการบำรุงพันธุ์ปลา โครงการประมงหมู่บ้าน โครงการฟื้นฟูอนุรักษ์ปลาไทย กรมประมง (2563) รายงานการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ จำนวน 568.88 ล้านตัว เป็นสัตว์น้ำจืด 407.22 ล้านตัว (ร้อยละ 71.58) และเป็นสัตว์น้ำชายฝั่ง 161.66 ล้านตัว (ร้อยละ 28.41) และจากรายงานการจับสัตว์น้ำจืดที่จับได้จากธรรมชาติแสดงให้เห็นว่าการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำ สามารถสร้างผลผลิตสัตว์น้ำเข้ามาทดแทนระบบการผลิตจากธรรมชาติที่มีแนวโน้มลดลงและเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในแง่ของการสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับชุมชน ซึ่งปัจจุบันกรมประมงได้ดำเนิน โครงการธนาคารผลผลิตสัตว์น้ำในแหล่งน้ำชุมชน ซึ่งมีแนวทางดำเนินงานที่คล้ายกัน ตามวิธีของการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ Culture-Based Fisheries: CBF ซึ่งรูปแบบดังกล่าวเป็นวิธีปฏิบัติทางเลือกหนึ่งที่นิยมดำเนินการอย่างมากในหลายประเทศ ของภูมิภาคเอเชีย (Cowx, 1998; Nguyen et al., 2005; FAO, 2015) และได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำ (Thayaparan, 1982; Lorenzen et al., 1998; Welcomme and Bartley, 1998; Sugunan and Katiha, 2004) ในทวีปเอเชียมีพื้นที่ประยุกต์ใช้การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ ประมาณ 667,000 ล้านตารางเมตร (FAO, 1999) สำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีน และสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชนและปัจจุบันในชื่อ โครงการธนาคารผลผลิตสัตว์น้ำในแหล่งน้ำชุมชนสำหรับเป็นแหล่งผลิตอาหารโปรตีน เพื่อตอบสนองต่อการบริโภคพันธุ์ปลาของประชากรที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีอัตราการบริโภคสูงขึ้น โดยการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติจะเป็นการผสมผสานของชนิดพันธุ์ปลา และสัดส่วนของแต่ละชนิดที่ใช้แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคและประเทศ ภายใต้ปัจจัยเงื่อนไขต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความพร้อมของชนิดปลาเพื่อสร้างผลผลิตสัตว์น้ำ (Nguyen et al., 2005) ความสามารถในการหาลูกพันธุ์ปลาที่จะนำมาปล่อยซึ่งมีชนิดปลาทั้งสายพันธุ์ต่างถิ่นและสายพันธุ์ประจำถิ่น รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ระหว่างปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ ในแหล่งน้ำอันจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาที่ปล่อย (บุญส่ง, 2563) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพันธุ์ปลาที่ปล่อยระหว่างปลาประจำถิ่นและปลาต่างถิ่นโดยมีปลาตะเพียนขาว และปลานิลเป็นตัวแทนในการศึกษาตามลำดับ ในแหล่งน้ำเดียวกันในรอบการทำธนาคารสัตว์น้ำปีเดียวกัน เพื่อให้ได้ความรู้ที่จำเป็นสำหรับนำไปวางแผนในการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำ ของชุมชน รวมถึงการนำไปถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีของการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และปรับใช้กับแหล่งน้ำในพื้นที่อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่1 พื้นที่ศึกษาภาคตะวันเฉียงเหนือ (ก) จังหวัดมุกดาหาร (ข) จังหวัดอำนาจเจริญ (ค) จังหวัดอุบลราชธานี (ง) จังหวัดขอนแก่น

วิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการโดยเก็บรวบรวมข้อมูลสัตว์น้ำในบ่อประมงหมู่บ้านที่ร่วมโครงการธนาคารสินค้าเกษตรกับกรมประมง ในพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดมุกดาหาร และจังหวัดขอนแก่น (ภาพที่ 1 และตารางที่ 1 และ 2) โดยเก็บข้อมูลปลา 2 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว (Barbonymus gonionotus) ปลานิล (Oreochomis niloticus) ด้วยเครื่องมือข่าย เพื่อสุ่มตัวอย่างและติดตามประเมิน การเปลี่ยนแปลงของขนาดปลาที่ปล่อยในแหล่งน้ำทุก 2 เดือน ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2562 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่1 บ่อประมงหมู่บ้านที่ร่วมโครงการธนาคารสินค้าเกษตรที่ทำการศึกษา

ลำดับ	แหล่งน้ำ	กิจกรรม	คอกอาหาร(จุด)	ปล่อยปลา (จำนวน/ตัว)	
				นิล	ตะเพียนขาว
1	หนองส่างคำ (ก)	สร้างคอกอาหารธรรมชาติ	2	20,000	20,000
2	หนองคู (ข)	สร้างคอกอาหารธรรมชาติ	3	20,000	30,000
3	หนองบัวใหญ่ (ค)	สร้างคอกอาหารธรรมชาติ	3	30,000	30,000
4	หนองอีหอ (ง)	สร้างคอกอาหารธรรมชาติ	2	5,000	20,000

หมายเหตุ: อัตราปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำภายใต้ปัจจัยเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ความพร้อมของชนิดปลา ความต้องการของชุมชน

แหล่งน้ำหนองส่างคำ (SK)
ที่ตั้ง หมู่ที่ 5,10 บ้านพังคอง ตำบลบ้านโคก อำเภอเมือง มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร พื้นที่ ไร่ 25
พิกัด: Lat 15°28′19.19"N Long 104°4'14.39"E (ภาพ ก)
ภาพถ่าย

แหล่งน้ำหนองคู (NK)
ที่ตั้ง หมู่ที่บ้านหนองคู ตำบลนาเวียง อำเภอเสนางคนิคม 7 จังหวัดอำนาจเจริญ พื้นที่ ไร่ 40
พิกัด Lat 16°18'3.59"N Long 104°32'13.2"E (ภาพ ข)
ภาพถ่าย

แหล่งน้ำหนองบัวใหญ่ (BY)
ที่ตั้ง หมู่ที่ 6 บ้านโพนเมืองมะทัน ตำบลหนองเหล่า อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานีพื้นที่ ไร่ 24
พิกัด: Lat 15°28'19.19"N Long 104°42'14.39"E (ภาพ ค)
ภาพถ่าย

แหล่งน้ำหนองอีหอ (EH)
ที่ตั้ง หมู่ที่8 , 13 บ้านเหล่าใหญ่ ตำบลบ้านขาม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พื้นที่ 33 ไร่
พิกัด: Lat 16°35'13.19"N Long 102°59'27.59"E (ภาพ ง)
ภาพถ่าย

ภาพที่ 2 ข้อมูลแหล่งน้ำที่ร่วมโครงการธนาคารสินค้าเกษตรที่ทำการศึกษา และพิกัดที่ตั้ง

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 สุ่มปลามาวัดขนาดและน้ำหนักเมื่อเริ่มต้นปล่อยเลี้ยง โดยทำการสุ่มปลามาชั่งวัดชนิดละ 100 ตัว โดยใช้หน่วยเป็นกรัม ที่ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และวัดความยาวเหยียด โดยใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและความยาวเมื่อเริ่มต้นปล่อย ตัวอย่างสัตว์น้ำที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ปลาตะเพียนขาวและปลานิล

1.2 เก็บรวบรวมตัวอย่างปลาหลังปล่อย ทุก ๆ 2 เดือน ด้วยเครื่องมือข่ายที่ขนาดช่องตา 2, 3, 4, 5.5, 7 และ 9 เซนติเมตร ความยาวข่ายผืนละ 25 เมตร และความลึกข่าย ระหว่าง 1.5-2 เมตร นำข่ายทั้ง 6 ช่องตามาต่อกันเป็นแนวเส้นตรง จำนวน1 ชุดด้วยการจัดลำดับแบบสุ่ม วางข่ายบริเวณที่คาดว่ามีปลาอาศัยอยู่อย่างชุกชุม 1 สถานี สถานีละ 2 ซ้ำ ใช้ระยะเวลาในการวางข่าย 2 ชั่วโมง ช่วงเวลากลางวัน

1.3 นำตัวอย่างปลาที่ได้จากการสุ่มมาวัดความยาวเหยียด (Total Length) (ภาพที่2) ด้วยไม้บรรทัดความยาวละเอียด 0.01 มิลลิเมตร โดยใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 1 ตำแหน่ง ที่ความละเอียด 0.1 กรัม โดยใช้หน่วยเป็นกรัม

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (Length Weight Relationship, LWR) ของเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ (สมการที่1) โดยหาค่าคงที่ a และ b ของความสัมพันธ์ โดยทำการแปลงรูปสมการให้เป็นสมการเส้นตรงโดยการใช้ลอการิทึมฐาน 10 (สมการที่2) ทำการทดสอบว่าค่าคงที่ b ของความสัมพันธ์เท่ากับ 3 (การเติบโตแบบไอโซเมทริก) หรือไม่ ด้วยวิธี t-test (Mirna et al., 2021)

2.2 ทำการวิเคราะห์ร้อยละอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR) โดยการวิเคราะห์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) โดยแปลงข้อมูลโดยใช้ค่าลอการิทึม สมการที่ 3 De Silva and Anderson (1995) มีหน่วยเป็นร้อยละการเติบโตต่อวัน

2.3 ทำการวิเคราะห์ค่าสภาวะปัจจัย (Relative Condition Factor, K) เพื่อบ่งชี้ความอ้วน ผอม หรือความสมบูรณ์แหล่งน้ำโดยใช้วิธีของ Ricker (1979) สมการที่ 4

โดยการวิเคราะห์ทั้งหมดใช้โปรแกรมสถิติ R (R Development Core Team, 2022) ภายใต้แพ็คเกจ FSA (Ogle, 2023) และ Agricolae (Felipe, 2009)

$$W = aL^b \quad (1)$$

$$log\,(W) = log\,(a) + b\,log\,(L) \quad (2)$$

เมื่อ

W = น้ำหนักตัว (กรัม),

L = ความยาวเหยียด (มิลิเมตร)

a, b = ค่าคงที่ของสมการความสัมพันธ์

$$\text{SGR} = \frac{ln(w2) - ln(w1)}{t} \quad (3)$$

เมื่อ

ln (W2) = ลอการิทึมธรรมชาติ น้ำหนักสิ้นสุด

ln (W1) = ลอการิทึมธรรมชาติน้ำหนักเริ่มต้น

t = ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)

$$K = w/aL^b \quad (4)$$

เมื่อ

W = น้ำหนักตัว (กรัม)

L = ความยาวเหยียด (เซนติเมตร)

a, b = ค่าคงที่ของสมการความสัมพันธ์

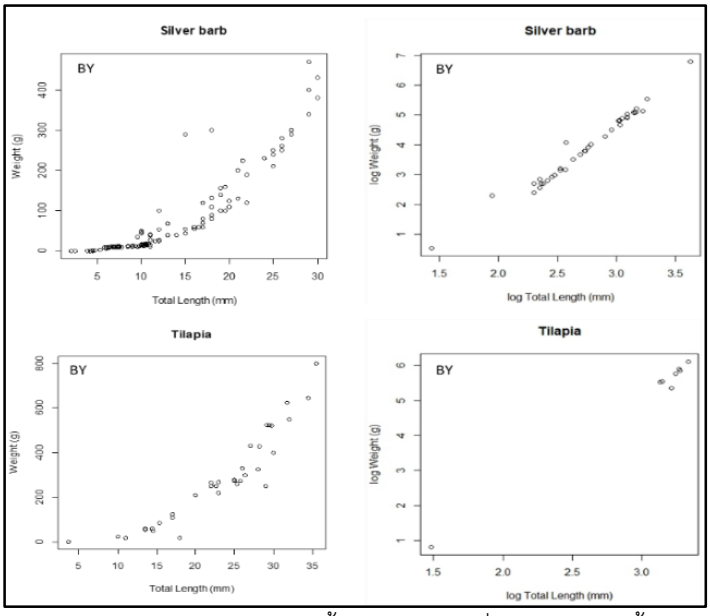
ผลการวิจัย

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

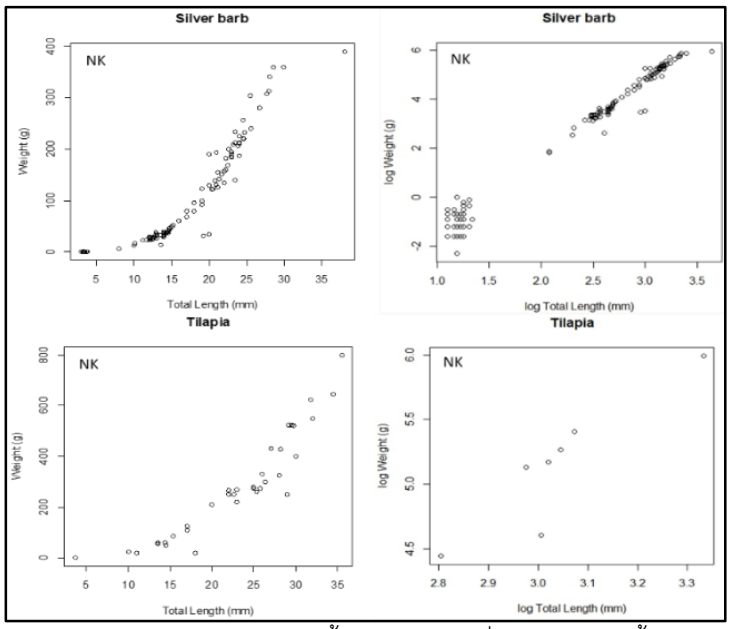
จากตัวอย่างที่ทำการสำรวจทั้ง 4 แหล่งน้ำพบว่า ปลาตะเพียนขาวและปลานิล มีความยาวเหยียดเฉลี่ยสูงสุดที่ 38.0 และ 35.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาทั้ง 2 ชนิด ในแต่ละแหล่งน้ำ ได้ผลการวิเคราะห์ดังสมการในตารางที่ 3, ภาพที่ 2 และภาพที่ 3 โดยรูปแบบการเจริญเติบโตของปลาทั้ง 2 ชนิด เป็นแบบ Allometric growth ($b \neq 3$, $p < 0.05$) โดยพบว่า ปลาตะเพียนขาวรูปแบบที่พบ คือ negative allometry (ค่าคงที่ $b < 3$) ยกเว้นในแหล่งน้ำหนองคู มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ positive allometry (ค่าคงที่ $b > 3$) ในขณะที่ปลานิลที่เป็นปลาต่างถิ่น มีรูปแบบการเจริญเติบโตในทุกแหล่งน้ำมีรูปแบบ negative allometry

ตารางที่ 3 สมการความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวของชนิดปลาที่ทำการศึกษาในแต่ละพื้นที่

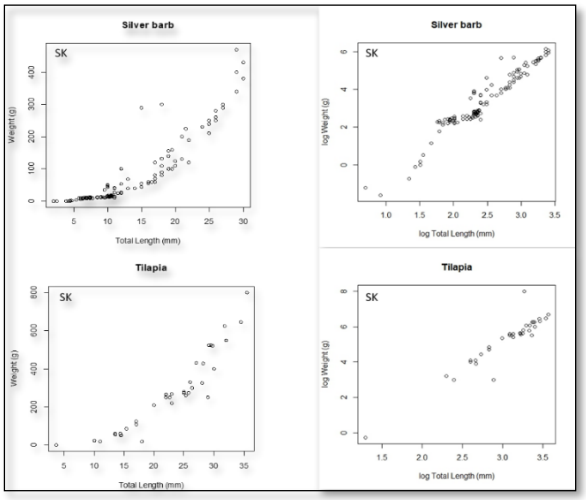
แหล่งน้ำศึกษา	ชนิดปลา	จำนวน (ตัว)	ความยาว สูงสุด-ต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนัก สูงสุด-ต่ำสุด (กรัม)	ความยาว เฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	สมการ ความสัมพันธ์
หนองส่างคำSK	ตะเพียนขาว	170	2-30	0.2-470	14.09	79.49	$W=0.000554\ L^{2.708}$
	นิล	36	3.6-35.5	0.76-3000	22.65	350.65	$W=0.000136\ L^{2.954}$
หนองบัวใหญ่BY	ตะเพียนขาว	40	4.2-37.4	1.7-894	16.57	94.13	$W=0.000120\ L^{2.857}$
	นิล	8	4.4-28.0	2.25-451.0	22.71	275.47	$W=0.000436\ L^{2.812}$
หนองคูNK	ตะเพียนขาว	197	3-38	0.1-390	10.69	56.58	$W=0.000012\ L^{3.221}$
	นิล	7	16.5-28	85.09-401.67	21.05	192.67	$W=0.000117\ L^{2.989}$
หนองอีหอEH	ตะเพียนขาว	126	2-32.6	3.1-540	9.3	54.61	$W=0.001841\ L^{2.548}$
	นิล	5	22.5-37.7	230-1000	25	398	$W=0.000596\ L^{2.791}$



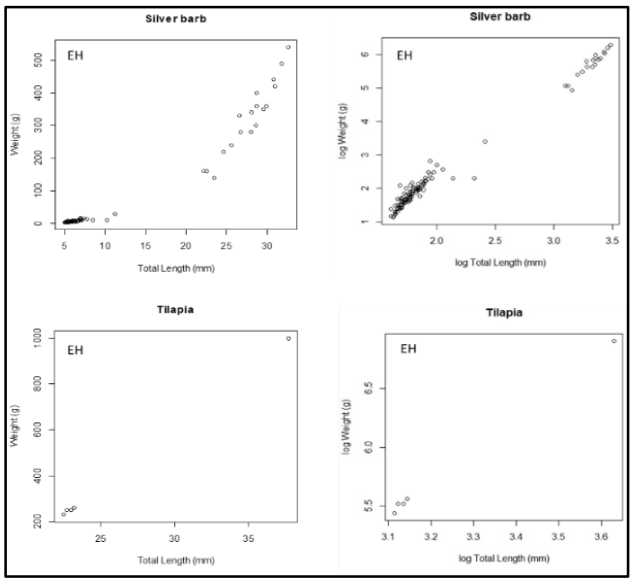
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาที่ศึกษาในแหล่งน้ำหนองส่างคำ (SK) ในรูปแบบเส้นโค้งและเส้นตรง



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาที่ศึกษาในแหล่งน้ำหนองบัวใหญ่ (BY) ในรูปแบบเส้นโค้งและเส้นตรง



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาที่ศึกษาในแหล่งน้ำหนองคู (NK) ในรูปแบบเส้นโค้งและเส้นตรง



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาที่ศึกษาในแหล่งน้ำ หนองอีหอ (EH) ในรูปแบบเส้นโค้งและเส้นตรง

2. อัตราการเติบโตจำเพาะ

ค่าร้อยละอัตราการเติบโตจำเพาะ (ต่อวัน) ในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงในตารางที่ 3 ทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี t-test เปรียบเทียบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p < 0.05$) โดยร้อยละอัตราการเติบโตจำเพาะทั้ง 4 แหล่งน้ำ พบว่า ปลาตะเพียนขาวที่เป็นตัวแทนของปลาประจำถิ่นมีอัตราการเติบโตจำเพาะมากกว่าปลานิลที่เป็นตัวแทนปลาต่างถิ่น ใน 2 แหล่งน้ำได้แก่ หนองคู และหนองอีหอในขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในหนองส่างคำ แต่พบว่าอัตราการเติบโตจำเพาะของปลานิลมีค่าสูงกว่าปลาตะเพียนขาวในหนองบัวใหญ่

ตารางที่ 3 ค่าอัตราร้อยละการเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) ของชนิดปลาที่ทำการศึกษาในแต่ละพื้นที่

บ่อ	ชนิดปลา	
	ปลาตะเพียนขาว	ปลานิล
หนองส่างคำ (SK)	0. 815±0 . 052[a]	0.808 ± 0.0502[a]
หนองบัวใหญ่ (BY)	0.516 ± 0.089 [a]	0.717 ± 0.028[b]
หนองคู (NK)	0.799 ± 0.085[a]	0.517 ± 0.078[b]
หนองอีหอ (EH)	0.949 ± 0.036 [a]	0.838 ± 0.090[b]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ค่าปัจจัยสภาวะของปลา

จากการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยสภาวะตามวิธีการของ Le Cren (1951) จะเป็นการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่แท้จริงกับค่าน้ำหนักที่ประมาณจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก โดยแสดงผลในรูปแบบค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยค่าปัจจัยสภาวะของปลาความสมบูรณ์ของชนิดปลาและบ่งชี้ความอ้วน ผอม ความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำพบว่า ปลานิลมีค่าปัจจัยสภาวะมากกว่าปลาตะเพียนในทุกแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4 ค่า Condition factors ของชนิดปลาที่ทำการศึกษาในแต่ละพื้นที่การศึกษา

แหล่งน้ำศึกษา	ชนิดปลา	Condition factor
หนองส่างคำ	ปลาตะเพียนขาว	1.099±0.188[a]
	ปลานิล	1.222±0.200 [a]
หนองบัวใหญ่	ปลาตะเพียนขาว	0.498±0.062 [a]
	ปลานิล	0.991±0.132[b]
หนองคู	ปลาตะเพียนขาว	0.944±0.292 [a]
	ปลานิล	0.970±0.217 [a]
หนองอีหอ	ปลาตะเพียนขาว	0.993±0.111 [a]
	ปลานิล	1.000±0.021 [a]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ที่พบว่าปลาทั้ง 2 ชนิด ในทุกแหล่งน้ำที่ส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตแบบ negative allometry แสดงว่า มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นค่อนข้างช้ากว่าความยาวที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ในแหล่งน้ำหนองคูพบว่าปลาตะเพียนขาว ที่มีการเจริญเติบโตแบบ Positive allometry ค่าพารามิเตอร์ ($b > 3$) ทั้งนี้แนวโน้มที่ปลาจะสามารถเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตไปตามแต่ละช่วงเวลา อาจมีความเกี่ยวข้องหลายปัจจัยการเจริญเจริญเติบโตของปลาที่อาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ของที่อยู่อาศัย เช่น ชนิดอาหารและขนาดของอาหาร ความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหาร ขนาดของปลา หรือคุณภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น ฤดูกาล อุณหภูมิ และสภาพของปลา (เพศ อายุ การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ พันธุกรรม ปรสิต ความต้านทานต่อโรค และกรรมพันธุ์) (Bagenal and Tesch, 1978; Umar and Kartamihardja, 2011; Kusmini et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับ Dwirastina and Marson (2021), Ubong et al., (2023); Kusmini et al. (2014)

กล่าวถึง ในแหล่งน้ำขนาดใหญ่รูปแบบการเจริญเจริญเติบโตแบบ Positive allometric growth บ่งชี้ถึงแนวโน้มที่ปลาจะเคลื่อนไหวลดน้อยลง จึงมีการสะสมของพลังงานและสภาวะนี้ใช้สำหรับการเพิ่มขนาดของร่างกายทั้งความยาว และน้ำหนัก ของปลาจากผลการวิเคราะห์พบว่าปลาตะเพียนขาวที่เป็นตัวแทนของปลาประจำถิ่น มีอัตราการเติบโตจำเพาะมากกว่าปลานิล ใน 2 แหล่งน้ำ ได้แก่ หนองคู และหนองอีหอ ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในหนองส่างคำ แต่พบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะของปลานิลมีค่าสูงกว่าปลาตะเพียนขาวในหนองบัวใหญ่ ในขณะที่แหล่งน้ำหนองส่างคำ หนองคู และหนองอีหอ มีรูปแบบการจัดการโดยให้ชุมชนมีการสร้างแหล่งอาหารธรรมชาติเพิ่มเติมเพียงอย่างเดียว มาลาศรีและคณะ (2563) กล่าวถึง ศักยภาพแหล่งน้ำ สัดส่วนพื้นที่พันธุ์ไม้น้ำ ต่อพื้นที่แหล่งน้ำ และอาหารธรรมชาติโดยศักยภาพของแหล่งน้ำ จัดอยู่ในกลุ่มของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่มีผลกระทบต่อการสนับสนุนการสร้างผลผลิตปลา ในแหล่งน้ำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำหนองบัวใหญ่ มีการทำปศุสัตว์, เลี้ยงปลาในกระชัง และมีพืชน้ำแพร่กระจายอยู่ตามบริเวณชายบ่อจำนวนมาก อาทิเช่น จอกและผักตบชวา และเมื่อพิจารณารูปแบบการจัดการและจากพฤติกรรมการกินอาหารของปลานิลและปลาตะเพียนขาว พบว่า ปลาตะเพียนขาว มีพฤติกรรมการกินแพลงก์ตอนพืช โดยผ่านการกรองจากซี่เหงือกเป็นอาหาร ในขณะที่ปลานิลมีความสามารถใช้ประโยชน์จากพืชน้ำเป็นอาหารได้มากกว่าเศษซาก เช่น อาหารเหลือจากการเลี้ยงปลาในกระชัง ใบไม้ วัชพืช พืชน้ำ และสาหร่ายสีเขียว ลำดับชั้นการบริโภค (Trophic level: TL) จากกลุ่มชนิดสัตว์น้ำที่มีค่า TL~2 ได้แก่ กลุ่มชนิดปลาสร้อย (*Cyprinids*) กลุ่มชนิดปลาตะเพียน (*Barbonymus* spp.) ปลานิล (*Tilapia*) และกลุ่มชนิดปลาจีน (*Chinese carps*) ซึ่งบ่งชี้ความสามารถในการกินพืช และแพลงก์ตอนพืช บอกถึงความสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด (วชิระ, 2560; Jutagate et al., 2017; Preetha and Khan, 2008; Villanueva et al., 2008)

กัญฐิกา (2563) กล่าวถึงพฤติกรรมของปลานิลในการกินอาหารจะเปลี่ยนแปลง ไปตามขนาด และอายุ เมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถกินซากพืชซากสัตว์ได้ เมื่อพิจารณากลไกการย่อยของปลานิลสามารถช่วยย่อยพนังของเซลล์พืชได้ อรุณีและกัณฑรีย์ (2529) พบว่า ปลานิลที่ทำการเลี้ยงด้วยแหนเป็ดและผักตบชวา มีอัตราการเติบโตที่มากกว่าเดิมถึงร้อยละ 70.32 Soltan et al. (2014) เปรียบเทียบความสามารถในการกินกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียวของปลานิล และปลาจีนพบว่า ปลานิลสามารถกินได้มากกว่าปลาจีน ร้อยละ 72.3 และ 69.9 ตามลำดับ ซึ่งเป็นการยืนยันว่าปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากพืชน้ำชนิดอื่นได้ มาลาศรีและคณะ (2563) ศึกษาผลของการปล่อยปลาในแหล่งน้ำชุมชนขนาดเล็ก จังหวัดศรีสะเกษ ปลานิล ปลาตะเพียน และปลาไน โดยสัดส่วนของผลผลิตพบมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.05 , 6.29 และ 6.13 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Arthur et al. (2010) กล่าวถึงการปล่อยปลาสายพันธุ์ประจำถิ่นร่วมกับ สายพันธุ์ต่างถิ่น (ปลานิล) ในพื้นที่ชุมน้ำของประเทศ สปป.ลาว พบว่า การปล่อยสายพันธุ์ต่างถิ่น มีผลกระทบต่อประชาคมของสายพันธุ์ประจำถิ่น ทั้งด้านความหลากหลาย การเจริญเติบโต เนื่องจากระดับความสามารถในการหาอาหารและกินอาหารที่มีมากกว่าสายพันธุ์ประจำถิ่น ซึ่งเป็นการบ่งชี้ถึงระดับการแข่งขันในการหาอาหารและกินอาหารระหว่างปลาประจำถิ่นและปลาต่างถิ่น

ค่าปัจจัยสภาวะซึ่งสามารถใช้บ่งบอกหลายปัจจัย ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลารวมถึงวงจรการสืบพันธุ์ ความพร้อมของอาหารตลอดจนที่อยู่อาศัยและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปลานิลซึ่งเป็นตัวแทนของปลาต่างถิ่นมีค่าปัจจัยสภาวะ $K \geq 1$ ซึ่งแสดงถึงสภาวะโดยรวมของความเป็นอยู่ที่ดี แหล่งน้ำมีความเหมาะสมกับชนิดที่ทำการศึกษา มีผลการศึกษาที่ใกล้เคียง Jisr et al. (2017) ศึกษาพื้นที่ทางทะเลของตริโปลี ทางตอนเหนือของเลบานอน โดยทั่วไปค่าปัจจัยสภาวะ K มีค่าใกล้เคียงกับ 1 ซึ่งบ่งชี้ถึงรูปร่างของปลาได้ เช่น ปลาเรนโบว์เทราต์ ที่มีลำตัวเรียวยาว ทำให้ได้ค่าปัจจัยสภาวะต่ำ ($K < 1$) เมื่อเทียบกับปลาไน (Goddard, 1996) ในการศึกษาครั้งนี้จำแนกเป็นชนิดได้ ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว ซึ่งมีค่าปัจจัยสภาวะ ความผันผวนอยู่ระหว่าง 0.944-1.099 Mirna et al. (2021) ทำการศึกษาค่าปัจจัยสภาวะของปลาตะเพียนขาว ในแม่น้ำ Mamberamo ของประเทศอินโดนิเซีย โดยพบว่า ค่าปัจจัยสภาวะสูงสุดในเดือนสิงหาคม อยู่ที่ 1.12 และค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคมอยู่ที่ 1.02 ซึ่งพบว่า รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม ปัจจัยด้านสภาพยังได้รับ

ผลกระทบจากสภาพทางสรีรวิทยาด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสืบพันธุ์ ค่าปัจจัยเงื่อนไขมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ที่สูงขึ้น อวัยวะสืบพันธุ์ที่สมบูรณ์เต็มที่จะทำให้น้ำหนักตัวโดยรวมเพิ่มขึ้น (Le Cren, 1951)

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว และปลานิล ในการประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก อัตราการเติบโตจำเพาะ และค่าปัจจัยสภาวะ สำหรับปลาต่างถิ่นและปลาประจำถิ่น ที่รวบรวมจากพื้นที่ 4 จังหวัด ที่เข้าร่วมโครงการธนาคารผลผลิตสัตว์น้ำ กับกรมประมง โดยจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักเกือบทั้งหมดแสดงการเจริญเติบโตแบบ Negative allometry ซึ่งอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมหรือเชื่อมโยงกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาเฉพาะสำหรับแต่ละชนิด โดยปลาประจำถิ่นมีอัตราการเติบโตจำเพาะในแต่ละแหล่งน้ำที่ดีกว่าปลาต่างถิ่น ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการหาอาหาร พฤติกรรมการกิน หรือชนิดและสารอาหารมีเหมาะสมกับปลาสายพันธุ์พื้นเมือง และโดยทั่วไป K มีค่าใกล้เคียงกับ 1 ซึ่งแสดงถึงสถานะโดยรวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและความเป็นอยู่ที่ดีของปลาที่ทำการทดสอบ โดยเฉพาะปลานิลที่มีความสมบูรณ์ที่ดี ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมการกินอาหาร จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงเสนอแนะว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมของขนาดแรกปล่อยที่มีผลต่ออัตรารอด โอกาสในการเจริญเติบโตของพันธุ์ปลาในช่วงแต่ละฤดูกาลเพื่อกำหนดรูปแบบหรือระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตให้มีความเหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนค่าศึกษาวิจัยบางส่วนจาก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการศึกษาวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโท

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2563). *สถานการณ์ผลผลิตของการประมงไทย พ.ศ. 2563*. กรุงเทพมหานคร: กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง.

กรมประมง. (2565). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2564*. กรุงเทพมหานคร: กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง.

กัณฐิกา อ่วมพันธ์. (2563). *ผลการเจริญเติบโตของการให้อาหารต่างชนิดกันของปลานิลในบ่อซีเมนต์ของสาขาประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บุญส่ง ศรีเจริญธรรม. (2563*). หลักเกณฑ์และขั้นตอนการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อการจัดการประมงอย่างเหมาะสม และมีความรับผิดชอบ*. กรุงเทพมหานคร: กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง.

มาลาศรี คำศรี,บุญส่ง ศรีเจริญธรรม และศิราณี งอยจันทร์ศรี (2563). *ผลของการปล่อยปลาที่อัตราความหนาแน่นต่างกันต่อการเพิ่มผลผลิตในแหล่งน้ำชุมชนขนาดเล็กจังหวัด ศรีสะเกษ*. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง.

วชิระ กว้างขวาง. (2560). *การประมงแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ: แนวทางในการเพิ่มอัตรารอดตายและบทบาทระบบนิเวศ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี].

อรุณี สมมณี และกัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์. (2529). การทดลองเลี้ยงปลานิลแดงโดยใช้ผักตบชวาและแหนเป็ดเป็นอาหารสมทบ. *ประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 24 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน*.

Arthur, R. I., Lorenzen, K., Homekingkeo, P., Sidavong, K., Sengvilaikham, B., and Garaway, C. J. (2010). Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish Communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. *Aquaculture, 299*(1-4), 81-88.

Bagenal, T. B. and Tesch, F. W. (1978). *Age and growth Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Oxford, England: Unwin Bros Ltd.

Core, R. T. (2022). *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria*. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming - substances-in-rivers/r-development-core-team.

De Silva, S. S. and Anderson, T. A. (1995). *Fish nutrition in aquaculture*. London, England: Chapman & Hall.

Dwirastina, M. and Marson. (2021). Length-weight relationships Silver barb (*Barbonymus gonionotus*) in Mamberamo River, Papua. *International Seminar on Fish and Fisheries Sciences (ISFFS 2021)* (pp. 1-8).

Felipe, D. M. D. (2009). *Una herramienta de analisise stadistico parala investigacion Agricola* [Master's Thesis, National University of Engineering (UNI-PERU)].

Goddard, S. (1996). *Feed management in Intensive Aquaculture*. New York, USA: Chapman and Hall.

Jisr, N., Younes, G., Sukhn, C. and El-Dakdouki, M. H. (2018). Length-weight relationships and relative condition factor of fish inhabiting the marine area of the Eastern Mediterranean city Tripoli–Lebanon. *The Egyptian Journal of Aquatic Research. 44*, 299-305.

Jutagate, T. S., Mattson, N., Moreau, J., Srichareondham, B. and Kumsri, M. (2017). Ecosystems in Sirinthorn and Nam Ngum Reservoirs; A comparison. *Journal of Fisheries and Environment, 24*, 1-14.

Jutagate, T. and Rattanachai A. (2010). *Inland fisheries resource enhancement and conservation in Thailand In Inland fisheries resource enhancement and conservation in Asia-Pacific*. Bangkok, Thailand: FAO/RAP Publication.

Kusmini. I. I., Gustiano, R. and Putri, F. P. (2014). The length weight relationship of local Tilapia, best F5 and F6 in Pangkep South Sulawesi at age of 60 days maintenance. *Berita Biologi, 13*(2), 121-126.

Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology, 20*(2), 201-219.

Liu, X., Olden, J. D., Wu, R., Ouyang, S. and Wu, X. D. (2022). Construction impacts fish in a subtropical river network. *China Diversity, 14*(6), 476.

Nguyen, H. S., Bui, A. T., Nguyen, D. Q., Truong, D. Q., Le, L. T., Abery, N. W. and De Silva, S. S. (2005). Culture-based fisheries in small reservoirs in northern Vietnam: effect of stocking density and species combinations. *Aquaculture Research, 36*(11), 1037-1048.

Ogle, D. H., Doll, J. C., Wheeler, A. P. and Dinno, A. (2023, January). *FSA: Simple Fisheries Stock Assessment Methods.* https://CRAN.R-project.org/package=FSA

Preetha, P. and Khan, M. F. (2008). Comparative mass-balanced trophic models to assess the impact of environmental management measures in a tropical reservoir ecosystem. *Ecological Modeling, 212*(1), 280-291.

Soltan, M. A., Mahmoud, A. S., Dawah, A. M. and Ahmed, S. M. (2014). Selective feeding of Nile tilapia and silver carp on green algae and cyanobacteria in aquaculture. *Abbassa International Journal for Aquaculture, 7*(1), 120-143.

Ubong, N. G., Okon, A. N. and Etitigwun, U. J. (2023). Assessment of length-weight relationship of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) from Qua Iboe River Estuary, Southeastern, Nigeria. *Asian Journal of Biology, 17*(2), 21-33.

Umar, C. and Kartamihardja, E. S. (2011). The length-weight relationship, feeding habits and gonad maturity of bilih fish (*Mystaecoleucus padangensis*) in Lake Toba, North Sumatra, BAWAL. *Widya Riset Perikanan Tangkap*, *3*(6), 351-356.

Villanueva, M. C., Moreau, J., Amarasinghe, U. S. and Schiemer, F. (2008). Foodweb and the trophic structure of two Asian reservoirs using Ecopath with Ecosim and Ecospace: A comparative study. In Schiemer, F., Simon, D., Amarasinghe, U. S. and Moreau, J. (eds.), *Aquatic Ecosystems and Development: Comparative Asian Perspectives* (pp. 413-434). Margraf and Backhuys.