วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.3) September – December 2023 บทความวิจัย

คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่เลี้ยงปลานิลในกระชังแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร

Water Quality of Nile Tilapia Cage Culture in Mekong River, Mukdahan Province

เจตนา โตทัยยะ*, สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี, ณัทธิยา ชำนาญค้า, นัยนา เสนาศรี และ พัชราวลัย ศรียะศักดิ์

Jettana Totaiya*, Supannee Suwanpakdee, Nattiya Chumnanka, Naiyana Senasri and Patcharawalai Sriyasak

สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ประเทศไทย

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources,

Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Thailand

Received : 7 August 2023

Revised : 27 November 2023

Accepted : 27 November 2023

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำในบริเวณเลี้ยงปลานิลในกระชังแม่น้ำโขงในพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร เก็บตัวอย่างในฤดูกาลที่แตกต่างกัน คือฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2564-กุมภาพันธ์ 2565) ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน 2565) และฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม 2565) โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 9 สถานี ผลการศึกษาพบว่าความเร็วกระแสน้ำและปริมาณตะกอนหนักในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ความเร็วกระแสน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.61-0.89 m/s ปริมาณตะกอนหนักมีค่าอยู่ระหว่าง 0.14-0.29 mg/L อุณหภูมิน้ำในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูฝนและฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 23.3-30.3 ºC ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์-ไนโตรเจนในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.08-0.59 mg/L และไนไตรท์-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.003-0.080 mg/L ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ออร์โธฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.001-0.160 mg/L ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำอื่นๆ ในแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ, มีค่าระหว่าง 6.18-7.09 mg/L ค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.25-8.53 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS) 102.5-152.8 mg/L ค่าความเป็นด่าง 100.1-128.4 mg/L และไนเตรท-ไนโตรเจน 0.03-0.29 mg/L ทั้งนี้คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่เลี้ยงปลากระชังในแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารตลอดระยะเวลาการศึกษามีความเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของปลา

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ ; การเลี้ยงปลาในกระชัง ; แม่น้ำโขง ; มุกดาหาร

Abstract

Water quality analysis was conducted in Nile tilapia cage culture areas in the Mekong River in Mueang and Don Tan districts of Mukdahan province. Samples were collected in different seasons: winter (November 2021-February 2022), summer (March-June 2022), and rainy season (July-October 2022). A total of nine monitoring stations were sampled. The result of the study showed that the flow rate and settleable solids concentration in the rainy season were significantly higher than those in the winter and summer seasons ($p<0.05$). The flow rate ranged from 0.61-0.89 m/s, and the settleable solids ranged from 0.14 to 0.29 mg/L. Water temperatures in summer was statistically significantly higher than in the rainy and winter season ($p<0.05$). Water temperatures ranged from 23.3-30.3 ºC. The concentrations of total ammonia nitrogen and nitrite-nitrogen in winter were significantly higher than in the summer and rainy seasons ($p<0.05$). The average concentration of total ammonia nitrogen was between 0.08-0.59 mg/L and that of nitrite-nitrogen was between 0.003-0.080 mg/L. The amount of orthophosphate-phosphorus in the summer and rainy seasons was significantly higher than in winter ($p<0.05$). Orthophosphate was average between 0.001-0.160 mg/L. Other water quality parameters did not show any statistically significant differences between the seasons ($p>0.05$), with dissolved oxygen levels between 6.18-7.09 mg/L, pH 8.25-8.53, total dissolved solids (TDS) 102.5-152.8 mg/L, alkalinity 100.1-128.4 mg/L, and nitrate-nitrogen 0.03-0.29 mg/L. The water quality of the fish farming area in the Mekong River, Mukdahan province, throughout the study period was suitable for fish.

Keywords : water quality ; fish cage culture ; Mekong River ; Mukdahan

* **Corresponding author : E-mail:** jetty.ramones21@gmail.com

บทนำ

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำสายสำคัญของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทย-ลาว ไหลผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำโขงทั้งการคมนาคม การผลิตไฟฟ้า การเกษตร และการประมง (Adamson *et al*., 2009) ตลอดลำน้ำโขงบริเวณจังหวัดมุกดาหารมีการเลี้ยงปลานิลในกระชังเป็นหลัก เนื่องจากปลานิลที่เลี้ยงในกระชังมีรสชาติดี ไม่มีกลิ่นโคลน จึงเป็นปลาน้ำจืดที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายภายในจังหวัดและพื้นที่ใกล้เคียง ในปี พ.ศ. 2565 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังในจังหวัดมุกดาหาร จำนวน 68 ราย มีจำนวนกระชังทั้งหมดประมาณ 1,700 กระชัง (Mukdahan Fisheries Provincial Office, 2022) การเลี้ยงสัตว์น้ำในแม่น้ำเป็นการประหยัดต้นทุนการเลี้ยงและเป็นการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำอย่างสูงสุด (Kasamesiri & Thaimuangphol, 2015) แต่เกษตรกรอาจต้องเผชิญกับความเสี่ยงด้านปัจจัยคุณภาพน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ได้แก่ น้ำท่วมและภัยแล้ง (Whangchai *et al*., 2018; Lebel *et al*., 2015) การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ (Guo & Li, 2003) การกักเก็บและปล่อยน้ำของเขื่อน เป็นต้น ซึ่งความเสี่ยงเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดความสูญเสียต่อผลผลิต ปลาเป็นโรคหรือปลาตาย (Lebel *et al*., 2013; Chitmanat *et al*., 2016)

การลดการปล่อยน้ำของเขื่อนในประเทศจีนและประเทศลาวตอนบน ส่งผลทำให้ระดับน้ำหลายพื้นที่มีระดับน้ำลดต่ำจนทำลายสถิติ โดยระดับน้ำลดเหลือเพียง 0.682 เมตร เมื่อเทียบกับระดับน้ำต่ำที่สุดเท่าที่เคยตรวจวัดได้ ประเทศจีนมีการสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนกว่า 11 แห่ง กักเก็บน้ำไว้รวมกว่า 47,000 ล้านลูกบาศก์เมตร อีกทั้งในประเทศไทย ประเทศลาว กัมพูชา และเวียดนาม ต่างก็มีเขื่อนในเขตลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างเช่นเดียวกัน การสร้างเขื่อนส่งผลกระทบต่ออัตราการสูญเสียผลผลิตด้านประมงของไทย ประเทศลาว กัมพูชา และเวียดนาม ร้อยละ 55, 50, 35 และ 30 ตามลำดับ นอกจากปัญหาระดับน้ำแล้วพบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำโขงยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่กระทบต่อกิจกรรมเลี้ยงปลา นิลในกระชังในแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารที่เป็นการเลี้ยงปลาแบบหนาแน่น ซึ่งปัจจุบันแม่น้ำโขงมีความใสผิดปกติ น้ำในแม่น้ำกลายเป็นสีฟ้าครามจากตะกอนที่ลดลง (Chantha & Ty, 2020) อีกทั้งความผันผวนของระดับน้ำโขงที่ขึ้นลงอย่างฉับพลันผิดปกติและคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนไป จากการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังจังหวัดมุกดาหารพบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำโขงที่ผ่านมาส่งผลให้ปลาเกิดโรคและมีปลาตายบางส่วนในช่วงรอยต่อของฤดูกาล ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการฟาร์มของเกษตรกรในอนาคต จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เพื่อทำให้ทราบข้อมูลด้านการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในกระชังปลานิลในรอบปี เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการความเสี่ยงที่อาจมีผลกระทบต่อการผลิตปลานิลในกระชัง และเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและรองรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในปัจจุบันต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณพื้นที่เลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร ตลอดแนวแม่น้ำความยาว 120 กิโลเมตร ตั้งแต่เขตอำเภอเมืองจนถึงอำเภอดอนตาล จำนวน 9 สถานี แบ่งเป็นบริเวณต้นน้ำ 3 สถานี (St1-St3) กลางน้ำ 3 สถานี (St4-St6) และปลายน้ำ 3 สถานี (St7-St9) (Table 1, Figure 1) ในแต่ละสถานีจะเก็บตัวอย่างน้ำ 3 จุด ได้แก่ เก็บเหนือกระชังห่างจากกระชังแรก 5 เมตร เก็บบริเวณกลางกระชังเลี้ยงปลา และเก็บท้ายกระชังห่างจากกระชังสุดท้าย 5 เมตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละสถานีเดือนละ 1 ครั้ง เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำสถานี St1 เวลา 07.00 น. จนถึงสถานี St9 เวลา 11.00 น. ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงฤดูกาล คือฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) และฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) คุณภาพน้ำที่ตรวจวัดภาคสนามได้แก่ ค่าความเร็วกระแสน้ำ โดยใช้ flowmeter (JDC flowatch) อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS) และค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ multi probe system (YSI 556) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และทำการเก็บรักษาสภาพน้ำตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 ºC ก่อนนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าปริมาณตะกอนหนัก (settleable solids: SS) ด้วย Imhoff cone ความเป็นด่าง และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (PO_4-P) ตามวิธีการของ APHA (1980) ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen: TAN) ด้วยวิธี phenate ไนไตรท์-ไนโตรเจน (NO_2-N) ด้วยวิธี diazotizing colorimetric ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N) ด้วยวิธี cadmium reduction (Boyd & Tucker, 1992)

ทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับปริมาณน้ำท่า (water discharge) และระดับความลึกของแม่น้ำโขงในจังหวัดมุกดาหารในช่วงระยะเวลาที่เก็บข้อมูลจากสถานีอุทกวิทยาแม่น้ำโขง กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ตามหลักสถิติโดยใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistic) และนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามฤดูกาลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

Table 1 Location, characteristics and number of fish cages of study area in the Mekong River in Mukdahan province

Station	Latitude (N), Longitude (E)	Location	Sampling point characteristics	Number of fish cages in the sampling area
St1	16.626959, 104.749743	Bang Sai Yai subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along the river, cargo handling, fishing, sand mining, and a small amount of water discharge from the community.	300
St2	16.617007, 104.736740	Bang Sai Yai subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along the river, cargo handling, fishing, and a small amount of water discharge from the community.	280
St3	16.611292, 104.736626	Bang Sai Yai subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along the river, cargo handling, fishing, and a small amount of water discharge from the community.	250
St4	16.584718, 104.732874	Mukdahan subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along the river, cargo handling, fishing, tourism, and a small amount of water discharge from the community.	300
St5	16.567991, 104.730355	Mukdahan subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along	620

			the river, cargo handling, fishing, tourism, and a small amount of water discharge from the community.	
St6	16.562040, 104.729671	Mukdahan subdistrict, Mueang district, Mukdahan	The area was located near a community. There were agricultural activities along the river, cargo handling, fishing, tourism, and a small amount of water discharge from the community.	430
St7	16.382233, 104.872024	Don Tan subdistrict, Don Tan district, Mukdahan	The area was located far from communities. There were agricultural activities along the river.	30
St8	16.334309, 104.916673	Don Tan subdistrict, Don Tan district, Mukdahan	The area was located far from communities. There were agricultural activities along the river and sand mining.	20
St9	16.324063, 104.930577	Don Tan subdistrict, Don Tan district, Mukdahan	The area was located far from communities. There were agricultural activities along the river and sand mining.	40

Figure 1 The sampling point at the Mekong River in Mukdahan province, Thailand

ผลการวิจัย

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับความลึกของแม่น้ำโขงในปีพ.ศ. 2564-2565 จากสถานีอุทกวิทยาแม่น้ำโขง กรมทรัพยากรน้ำ (Research development and hydrology division, 2022) พบว่าปริมาณน้ำท่า (water discharge) ของแม่น้ำโขงในจังหวัดมุกดาหารมีค่าเฉลี่ย 6475.83±4113.82 m^3/s และระดับความลึกของแม่น้ำโขงในจังหวัดมุกดาหารมีค่าเฉลี่ย 7.04±1.80 m โดยปริมาณน้ำท่าและระดับความลึกของน้ำจะมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมและค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำโขงในจังหวัดมุกดาหารมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์น้ำน้อยวิกฤติ คือมีปริมาณน้ำท่าน้อยกว่า 4500 m^3/s (Figure 2)

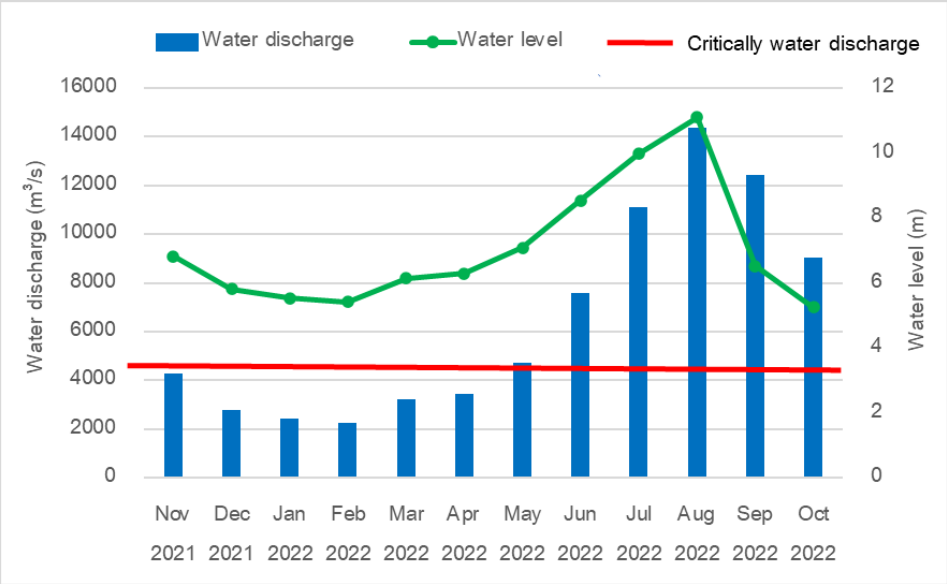

Figure 2 Water discharge and water level of the Mekong River in Mukdahan province during 2021-2022. (Research development and hydrology division, 2022)

ข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำโขงตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษาพบว่าความเร็วกระแสน้ำ (flow rate) และปริมาณตะกอนหนัก (ss) ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) ปริมาณตะกอนหนักตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 0.14-0.29 mg/L มีค่าเฉลี่ย 0.19±0.06 mg/L อุณหภูมิน้ำในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูฝนและฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 23.3-30.3 ºC มีค่าเฉลี่ย 26.24±0.30 ºC ในฤดูร้อนระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน อุณหภูมิน้ำสูงสุดอยู่ที่ 29-30 ºC ในขณะที่ฤดูหนาวเดือนธันวาคม-มกราคม อุณหภูมิน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 23 ºC

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 6.18-7.09 mg/L มีค่าเฉลี่ย 6.82±0.32 mg/L ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 8.25-8.53 มีค่าเฉลี่ย 8.38±12 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 206.6-304.2 µs/cm มีค่าเฉลี่ย 270.39±19.25 µs/cm ปริมาณ TDS มีค่าอยู่ระหว่าง 102.5-152.8 mg/L มีค่าเฉลี่ย 136.30±11.22 mg/L และค่าความเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 100.1-128.4 mg/L มีค่าเฉลี่ย 113.96±17.96 mg/L ซึ่งค่า DO ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณ TDS และค่าความเป็นด่างในแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 2)

ปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.08-0.59 mg/L ปริมาณแอมโมเนียรวมในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) และพบว่าในฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ปริมาณแอมโมเนียรวมในทุกสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าสูงเกินกว่า 0.5 mg/L โดยเฉพาะสถานี 2 (St2) และสถานี 3

(St3) จะมีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ (Figure 3A) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนตลอดช่วงเวลาที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.003-0.080 mg/L (Figure 3B) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณไนเตรทมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.03-0.29 mg/L (Figure 3C) ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์-ไนโตรเจนจะมีค่าสูงขึ้นในช่วงฤดูหนาว ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์น้ำน้อยวิกฤตและไหลช้า (Table 2, Figure 2) ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำ ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.001-0.160 mg/L ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2, Figure 3D)

Table 2 Physicochemical parameters (mean±S.D.) in cage culture area in the Mekong River in Mukdahan province in different seasons

Parameter	Season		
	Winter	Summer	Rainy
Flow rate (m/s)	0.611±0.052[a]	0.683±0.123[a]	0.892±0.016[b]
Temperature (ºC)	24.75±1.55[a]	28.30±1.85[b]	25.68±0.51[a]
DO (mg/L)	6.93±0.11	6.66±0.35	6.88±0.14
pH	8.40±0.12	8.38±0.07	8.37±0.05
Conductivity (µs/cm)	261.17±47.73	278.00±47.52	272.00±41.02
TDS (mg/L)	130.92±24.81	131.19±16.99	146.78±16.62
SS (mg/L)	0.15±0.01[a]	0.18±0.04[a]	0.23±0.04[b]
Alkalinity (mg/L)	111.50±8.93	120.89±12.62	110.50±10.29
Total ammonia nitrogen (mg/L)	0.493±0.221[b]	0.183±0.034[a]	0.155±0.052[a]
Nitrite-nitrogen (mg/L)	0.105±0.049[b]	0.038±0.011[a]	0.030±0.027[a]
Nitrate-nitrogen (mg/L)	0.181±0.083	0.077±0.031	0.118±0.092
Orthophosphate phosphorus (mg/L)	0.045±0.038[a]	0.121±0.039[b]	0.129±0.037[b]

Note: The values shown as Mean±SD with different superscript letters in a column are significantly different ($p<0.05$)

Figure 3 Chemical parameters in cage culture area in the Mekong River, Mukdahan province during the study period (A: total ammonia nitrogen, B: nitrite-nitrogen, C: nitrate-nitrogen and D: orthophosphate phosphorus)

วิจารณ์ผลการวิจัย

อุณหภูมิน้ำตลอดช่วงระยะเวลาศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 23.3-30.3 ºC ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลานิลคือ 26-30 ºC (Xie *et al.*, 2011) อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำโขงต่ำสุดอยู่ที่ 23 ºC ทั้งนี้หากอุณหภูมิน้ำต่ำกว่า 20 ºC จะทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลลดลง (Azaza *et al.*, 2008) อุณหภูมิน้ำที่ลดต่ำในฤดูหนาวอาจลดอัตราการเผาผลาญของปลา ทำให้ระดับความเครียดในปลาเพิ่มขึ้นและปลากินอาหารลดลง ซึ่งทำให้เพิ่มความเสี่ยงและการแพร่กระจายของโรค (Whangchai *et al.*, 2018) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.18-7.09 mg/L ปริมาณ DO ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลอยู่ระหว่าง 6.0-6.5 mg/L หรือไม่ควรต่ำกว่า 3 mg/L (Abdel-Tawwab *et al.*, 2014) ปริมาณ DO ในแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษามีค่าสูงกว่า 5 mg/L ซึ่งมีระดับที่เพียงพอต่อการหายใจและดำรงชีวิตของปลา การที่ปริมาณ DO มีค่าสูงตลอดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษานั้น เนื่องจากในช่วงดังกล่าวความเร็วกระแสน้ำของแม่น้ำโขงอยู่ในช่วง 0.5-0.9 m/s จึงทำให้น้ำมีการไหลเวียนซึ่งช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ การเลี้ยงปลานิลในปริมาณ DO ที่เหมาะสมจะช่วยให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดี หาก DO ต่ำเกินไปจะทำให้การหายใจ

การเจริญเติบโตและกระบวนการเผาผลาญของปลาลดลง (Tsadik & Kutty, 1987) จากการศึกษาของ Sor *et al*. (2021) พบว่าปริมาณ DO ในแม่น้ำโขงจัดอยู่ในระดับ “ดี” และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในช่วงก่อนมีการสร้างเขื่อนในช่วงทศวรรษที่ 2000 และหลังจากมีการสร้างเขื่อนในช่วงทศวรรษ 2010

ค่า pH ตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 8.25-8.53 ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอยู่ระหว่าง 7-8 ซึ่ง pH ในช่วงนี้จะทำให้ปลาไม่ต้องใช้พลังงานในการปรับตัว (El-Sherif & El-Feky, 2009) ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 206.6-304.2 µs/cm และปริมาณ TDS มีค่าระหว่าง 102.5-152.8 mg/L ค่าการนำไฟฟ้าและค่า TDS ของน้ำมีค่าใกล้เคียงค่าปกติที่พบตามแหล่งน้ำจืดทั่วไปตามธรรมชาติซึ่งมีค่าระหว่าง 150-300 µs/cm และ 100-200 mg/L (Chaowanklang, 1991) ค่าความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 100.1-128.4 mg/L ค่าความเป็นด่างในน้ำจะสัมพันธ์กับค่า pH ค่าความเป็นด่างระหว่าง 80-150 mg/L จะช่วยรักษาระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในน้ำได้แม้ว่าจะมีฝนตก ค่าความเป็นด่างที่สูงกว่า 50 mg/L จะช่วยการเจริญเติบโตของลูกปลานิล (Cavalcante *et al*., 2009; FAO, 2021) ปริมาณตะกอนหนักในแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่แม่น้ำโขงมีปริมาณและความลึกสูงสุด เนื่องจากปริมาณน้ำและระดับน้ำได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝน เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อนปริมาณตะกอนหนักจะลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kasamesiri & Thaimuangphol (2015) ที่รายงานว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในแม่น้ำชีมีค่าสูงสุดในฤดูฝน ซึ่งเกิดจากการชะล้างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์จากพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ

ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.08-0.59 mg/L แอมโมเนียในน้ำจะมี 2 รูปแบบ คือในรูป NH_3 ที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและในรูป NH_4^+ ที่ไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ สัดส่วนของ NH_3 และ NH_4^+ ในน้ำขึ้นอยู่กับ pH และอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 mg/L (Hargreaves & Tucker, 2004) จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ปริมาณแอมโมเนียรวมในทุกสถานีเก็บตัวอย่างมีค่าสูงเกินกว่า 0.5 mg/L โดยเฉพาะสถานี 2 และสถานี 3 มีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ (Figure 3A) ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีกิจกรรมที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ ได้แก่ การขนถ่ายสินค้า น้ำทิ้งจากชุมชน น้ำจากการทำเกษตรและกิจกรรมดูดทรายขึ้นมาใช้ ซึ่งส่งผลทำให้สารอินทรีย์ในแม่น้ำเพิ่มขึ้น ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวแม่น้ำโขงมีปริมาณน้ำน้อยและไหลช้าจึงทำให้มีการสะสมของสารอินทรีย์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังในคลองท่าสาร-บางปลา จังหวัดนครปฐม ที่พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมจะมีค่าสูงในช่วงเวลาที่น้ำในคลองไหลช้า (Ingthamjitr *et al*., 2017) นอกจากนี้บริเวณพื้นที่เลี้ยงปลากระชังจะมีการสะสมของแอมโมเนียที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากการกินของปลาและสิ่งขับถ่ายจากปลา (Avnimelech *et al*., 2015) ซึ่งปริมาณแอมโมเนียรวมที่มีค่าเกินกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาเป็นสิ่งที่เกษตรกรจะต้องเฝ้าระวังในช่วงฤดูหนาว อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าปริมาณแอมโมเนียรวมสูงสุดในช่วงดังกล่าวมาคำนวณหาค่าปริมาณแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (NH_3) พบว่ามีค่า NH_3 0.0006 mg/L อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลา ซึ่งระดับแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อปลาจะมีค่าเกิน 0.02 mg/L (Boyd, 1990)

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.003-0.080 mg/L ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาต้องไม่เกิน 0.5 mg/L (Atwood *et al*., 2001) ปริมาณ

ไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.03-0.29 mg/L ไนเตรทเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีความเป็นพิษน้อยกว่าแอมโมเนียและไนไตรท์ ซึ่งไนเตรทในปริมาณน้อยจะไม่มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ (Boyd & Tucker, 1998) ปริมาณไนไตรท์มีค่าสูงขึ้นในฤดูหนาว ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์น้ำน้อยและไหลช้าจึงทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำ อย่างไรก็ตามไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจนตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษามีค่าไม่เกินเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่พบในธรรมชาติทั่วไปไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แต่หากมีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อการแพร่พันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ ส่งผลให้เกิดการขาดออกซิเจนเมื่อแพลงก์ตอนพืชตายลง หรือเกิดสารพิษที่แพลงก์ตอนผลิตขึ้นมา (Boyd & Tucker, 1998) ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน เกิดจากการชะล้างธาตุอาหารจากแผ่นดินสู่แหล่งน้ำ (Lohalaksanadech *et al*., 2014) การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างรวดเร็วระหว่างรอยต่อจากช่วงฤดูร้อนเข้าสู่ฤดูฝนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ตัวอย่างเช่นในลุ่มน้ำมูลที่พบว่าคุณภาพน้ำต่ำสุดในฤดูน้ำหลาก เนื่องจากมีการชะล้างธาตุอาหาร มลพิษ และดินตะกอนจากการแหล่งเกษตรกรรมและชุมชนลงสู่แหล่งน้ำ (Tian *et al*., 2019) ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในช่วงระยะเวลาที่ศึกษายกเว้นช่วงฤดูหนาวในเดือนพฤศจิกายน-มกราคม (Figure 3D) มีค่าเกินระดับที่ทำให้แหล่งน้ำเกิดสภาวะ eutrophication คือมีค่าเกินกว่า 0.03 mg/L (Thongdonphum *et al*., 2011) จากการศึกษาของ Chea *et al*. (2016) พบว่าแม่น้ำสาขาที่ไหลลงแม่น้ำโขงมีลักษณะ eutrophication เช่น ทางตอนเหนือทะเลสาบโตนเลสาบของกัมพูชาและบริเวณต้นน้ำแม่น้ำมูลของไทย การเก็บกักน้ำและการปล่อยน้ำของเขื่อนจำนวนมากที่สร้างในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาที่ไหลลงแม่น้ำโขงเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำโขงมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น ปริมาณไนเตรท ฟอสฟอรัสรวม และคลอไรด์เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนลดลง (Chantha & Ty, 2020)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำในบริเวณเลี้ยงปลานิลในกระชังแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารพบว่าอุณหภูมิน้ำ ค่า pH ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS) ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นด่าง และไนเตรท-ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่าเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์-ไนโตรเจนแม้จะมีปริมาณสูงขึ้นในฤดูหนาวแต่ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสและปริมาณตะกอนหนัก (SS) มีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากมีการชะล้างธาตุอาหารและดินตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่เลี้ยงปลากระชังในแม่น้ำโขงจังหวัดมุกดาหารยังคงมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์-ไนโตรเจนในช่วงที่มีปริมาณน้ำน้อยและน้ำไหลช้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการสูญเสียผลผลิตปลานิลในช่วงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่สนับสนุนเครื่องมือสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Abdel-Tawwab, M., Hagras, A. E., Elbaghdady, H. A. M. & Monier, M. N. (2014). Dissolved oxygen level and stocking density effects on growth, feed utilization, physiology, and innate immunity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquaculture, 26*(4), 340-355.

Adamson, P. T., Rutherfurd, I. D. M., Peel, C. & Conlan, I. A. (2009). The hydrology of the Mekong River. In: Campbell, I. C. (ed.), *The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin*. (pp. 53-76). New York: Academic Press Inc.

APHA. (1980). *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. (15th ed). Washington D.C.: American Public Health Association.

Atwood, H. L., Fontenot, Q. C., Tomasso, J. R. & Isely, J. J. (2001). Toxicity of nitrite to Nile tilapia: Effect of fish size and environmental chloride. *North American Journal of Aquaculture*, *63*(1), 49-51.

Azaza, M. S., Dhraief, M. N. & Kraiem, M. M. (2008). Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, *33*(2), 98-105.

Boyd, C. (1990). *Water quality in pond for aquaculture*. Alabama: Alabama agricultural experiment station, Auburn University.

Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (1992). *Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture*. (1st ed). Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.

Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. (1st ed). New York: Springer Science & Business Media.

Cavalcante, D. H., Poliato, A. S., Ribeiro, D. C., Magalhaes, F. B. & Sa. M. V. C. (2009). Effects of $CaCO_3$ liming on water quality and growth performance of fingerlings of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, *31*(3), 327-333.

Chantha, O. & Ty, S. (2020). Assessing changes in flow and water quality emerging from hydropower development and operation in the Sesan River basin of the lower Mekong region. *Sustainable Water Resources Management*, *6* (27), 1-12.

Chaowanklang, P. (1991). *Water quality for fisheries*. Bangkok: Physic center. (in Thai)

Chea, R., Grenouillet, G. & Lek, S. (2016). Evidence of water quality degradation in lower Mekong basin revealed by self-organizing map. *PLoS ONE*, *11*(1), e0145527.

Chitmanat, C., Lebel, P., Whangchai, N., Promya J. & Lebel, L. (2016). Tilapia diseases and management in river-based cage aquaculture in northern Thailand. *Journal of Applied Aquaculture*, *28*(1), 9-16.

El-Sherif, M. S. & El-Feky, A. M. I. (2009). Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. Effect of pH. *International Journal of Agriculture and Biology*, *11*(3), 297-300.

FAO. (2021). *Handbook on enhancing the entrepreneurial capability of farmers: In the context of tilapia value chain development in Thailand*. (1st ed). Bangkok : FAO.

Guo, L. & Li, Z. (2003). Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*, *226*(1-4), 201-212.

Hargreaves, J. A. & Tucker, C. S. (2004). *Managing ammonia in fish ponds*. SRAC Publication No. 4603. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center.

Ingthamjitr, S. Paankao, N., Lueangtongkham, W. & Oopariktatipong, K. (2017). The impact of fish cage culture on water quality of Taasarn-Bangpla canal, Nakhon Pathom province, Thailand. *Journal of fisheries and environment*, *41*(1), 37-44.

Kasamesiri, P. & Thaimuangphol, W. (2015). Trophic status of Nile tilapia cage culture areas in the central part of Chi River. *Burapha Sciecne Journal*, *20*(2), 48-55. (in Thai)

Lebel, P., Whangchai, N., Chitmanat C. & Lebel, L. (2015). Climate risk management in river-based tilapia cage culture in northern Thailand. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *7*(4), 476-498.

Lebel, P., Whangchai, N., Chitmanat, C., Promya, J., Chaibu, P., Sriyasak, P. & Lebel, L. (2013). River-based cage aquaculture of tilapia in northern Thailand: Sustainability of rearing and business practices. *Natural Resources*, *4*(5), 410-421.

Lohalaksanadech, D., Phramchuaim, K. & Onsri, N. (2014). Water quality and nutrients at Trang estuary, Trang province. In *Proceedings of 4th National and International Conference on Sustainable Rural Development "Rethink: Social Development for Sustainability in ASEAN Community*. (pp. 612-618)., Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)

Mukdahan Fisheries Provincial Office. (2022). *Data of fish cage culture in the Mekong River in 2022*, Mukdahan fisheries provincial office, Mukdahan. (in Thai)

Research development and hydrology division. (2022). *Data of water discharge and water level of the Mekong River in Mukdahan province in 2022*. Department of water resource. (in Thai)

Sor, R., Ngor, P. B., Soum, S., Chandra, S., Hogan, Z. S. & Null, S. E. (2021). Water quality degradation in the lower Mekong basin. *Water*, *13*(1555),1-18.

Tian, H., Yu, G. A., Tong, L., Li, R., Huang, H. Q., Bridhikitti, A. & Prabamroong, T. (2019). Water quality of the Mun River in Thailand - Spatiotemporal variations and potential causes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(20), 3906.

Thongdonphum, B., Meksumpun, S. & Meksumpun, C. (2011). Nutrient loads and their impacts on chlorophyll *a* in the Mae Klong River and estuarine ecosystem: An approach for nutrient criteria development. *Water Science and Technology*, *64*(1), 178-188.

Tsadik, G. G. & Kutty, M. N. (1987). *Influence of ambient oxygen on feeding and growth of the tilapia, Oreochromis niloticus (Linnaeus).* Working paper. Port Harcourt: African Regional Aquaculture Centre.

Whangchai, N., Chitmanat, C., Ramaraj, R. & Itayama, T. (2018). Effect of water flow rate and water quality on tilapia culture in the Mae Ping River, Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, *45*(3), 1318-1322.

Xie, S., Zheng, K., Chen, J., Zhang, Z., Zhu, X. & Yang, Y. (2011). Effect of water temperature on energy budget of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, *17*(3), e683-e690.