ผลของการควบคุมความขุ่นต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาดุกแอฟริกา

Effects of Turbidity Controls on Growth and Survival of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Fingerlings

สราวุธ เย็นเอง* และ อาภาพงศ์ ชั่งจันทร์
Sarawut Yeneng[1] and Arpapong Changjan

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok 10330
* Corresponding author: sarawut068700@gmail.com

(Received: 14 November 2022; Revised: 26 December 2022; Accepted: 12 January 2023)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of turbidity controls with various levels on the growth and survival rate of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings, and study the change of water quality throughout the nursing period. The experiment was conducted in 5 treatments with 3 replications. Treatment 1: exchanging 50% of water every day. Treatment 2-4: exchanging 50% of water when turbidity range 22-23 cm (≤80 NTU.), 13-14 cm (≤120 NTU.), 8-9 cm (≤160 NTU.) and Treatment 5: without exchanging water throughout the nursing period, respectively. Experimental fingerlings were carried out with 21 days old. The average Initial weight was 1.90 g and 6.25 cm in the average Initial length. Floating pelleted feed containing 35% protein was fed *Ad libitum* three times a day. Nursing in a black plastic tank containing 50 liters freshwater with 50 fingerlings per tank for 30 days. The results found that, turbidity control was not less than 13-14 cm (not more than 120 NTU.) throughout the nursing period. It was a suitable situation for this nursing. This condition exchanges the water 13 times that uses only 7.5 liters of water per fingerlings. This condition the final average weight of fingerlings was 14.03±2.64 g/fish The average daily growth was 0.41±0.09 g/day and survival rate were 92% Under this condition on the last day, pH 7.87±0.42 water temperature 27.35±0.07 °C dissolved oxygen 0.20±0.00 mg/L total ammonia was 11.85±0.53 mg/L and turbidity was 120.43±1.64 NTU.
Keywords: Turbidity, growth, survival, african catfish fingerlings

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการควบคุมความขุ่นต่อการเจริญเติบโต การรอดตายของลูกปลา และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตลอดช่วงอนุบาล การทดลองประกอบด้วย 5 การทดลอง การทดลองละ 3 ซ้ำ คือ การทดลองที่ 1 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน การทดลองที่ 2-4 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความขุ่นต่ำกว่า 22-23 เซนติเมตร (ไม่เกิน 80 NTU.), 13-14 เซนติเมตร (ไม่เกิน 120 NTU.), 8-9 เซนติเมตร (ไม่เกิน 160 NTU.) และ

การทดลองที่ 5 ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดช่วงการอนุบาล ตามลำดับ ลูกปลาทดลองมีอายุเริ่มต้น 21 วัน น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 1.90 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 6.25 เซนติเมตร อนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่ม วันละ 3 ครั้ง ทดลองในถังพลาสติกสีดำความจุ 50 ลิตร ระดับน้ำ 45 เซนติเมตร ใส่ลูกปลาถังละ 50 ตัว ใช้เวลาทดลอง 30 วัน ผลการทดลองพบว่า การควบคุมความขุ่นให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 13-14 เซนติเมตร (ไม่เกิน 120 NTU.) ตลอดช่วงการอนุบาล เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ สภาวะนี้เปลี่ยนถ่ายน้ำ 13 ครั้ง ใช้น้ำ 7.5 ลิตรต่อตัว ลูกปลามีน้ำหนักสุดท้าย 14.03±2.64 กรัมต่อตัว มีการเจริญเติบโต 0.41±0.09 กรัมต่อวัน และรอดตาย 92 เปอร์เซ็นต์ สภาวะนี้คุณภาพน้ำวันสุดท้าย มีค่าต่าง ๆ ดังนี้ ความเป็นกรด-ด่าง 7.87±0.42 อุณหภูมิน้ำ 27.35±0.07 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำ 0.20±0.00-มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียรวม 11.85±0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร และความขุ่น 120.43±1.64 เอ็นทียู ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความขุ่น การเจริญเติบโต การรอดตาย ลูกปลาดุกแอฟริกา

คำนำ

ปลาดุกแอฟริกา (*Clarias gariepinus*) มีชื่อเรียกอื่น ๆ ได้แก่ ปลาดุกยักษ์ ปลาดุกรัสเซีย ปลาดุกเทศ มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา เป็นปลาน้ำจืดที่ไม่มีเกล็ดที่ทนทานต่อสภาพน้ำที่เน่าเสียได้ดี เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่เป็นโคลนขุ่น และในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำได้ เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษลักษณะคล้ายพุ่มไม้ช่วยในการหายใจอยู่ในช่องเหงือก ปลาชนิดนี้เลี้ยงได้ง่าย โตเร็ว สามารถเลี้ยงที่ความหนาแน่นสูง ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง และใช้เวลาเลี้ยงสั้น (Van Weerd, 1995) ข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2563 รายงานว่าปลาดุกมีผลผลิต 101,579 ตัน หรือคิดเป็น 21.56 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตปลาน้ำจืดที่ผลิตได้ทั้งหมด มีผลผลิตสูงเป็นอันดับสองของประเทศไทยรองจากปลานิล และมีมูลค่าการผลิตเป็นอันดับ 3 รองจากกุ้งก้ามกราม ความต้องการผลผลิตปลาดุกในปี พ.ศ. 2564 ทั้งด้านปริมาณและมูลค่ามีแนวโน้มสูงขึ้น คาดว่าปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น 2.2 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากราคาที่ปรับสูงขึ้น แสดงให้เห็นได้จากราคาปลาดุกทุกขนาดที่เกษตรกรขายได้หน้าฟาร์ม ในช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2563 ปรับราคาสูงขึ้นสูงสุดถึง 9.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา (กรมประมง, 2565) ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าสถานการณ์การผลิตปลาดุกมีแนวโน้มการผลิตสูงขึ้น ส่งผลให้ลูกพันธุ์ปลาดุกที่ผลิตจากโรงเพาะฟักเป็นที่ต้องการของฟาร์มเลี้ยงปลาเพิ่มขึ้น ดังนั้นการผลิตลูกพันธุ์ปลาให้มีคุณภาพดี สุขภาพแข็งแรง ต้านทานโรค ปลอดภัย ควรให้ความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เนื่องจากผลผลิตปลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ (Bhatnagar and Devi, 2013) การเติบโตและสุขภาพของปลามีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา (Viadero, 2005) แต่เกษตรกรมักให้ความสำคัญกับการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการที่สูงขึ้นมากกว่าการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามเกษตรกรควรปฏิบัติตามข้อแนะนำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีสำหรับฟาร์มเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำจืด (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) และต้องควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งของฟาร์มไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) การเลี้ยงปลาชนิดนี้ที่ความหนาแน่นสูงด้วยอาหารโปรตีนสูง ให้อาหารปริมาณมาก หากการเปลี่ยนถ่ายน้ำไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการตกค้างของธาตุอาหารซึ่งเกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากปลา และสิ่งขับถ่ายของปลา สิ่งเหล่านี้เมื่อย่อยสลายเกินสภาวะสมดุลจะทำให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อสุขภาพลูกปลาและน้ำเสียจำนวนมากที่ปล่อยลงสู่แหล่งธรรมชาติก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ (Ehiagbonare and Ogundiran, 2010)

จากการค้นคว้ารายงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาชนิดนี้ แสดงให้เห็นได้จากรายงานของ Marimuthua *et al.* (2019) ได้แนะนำค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในช่วงอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ ควรอยู่ในช่วง 6.7-7.5 รายงานของ Prokesova *et al.* (2015) ได้แนะนำช่วงอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ ควรอยู่ในช่วง 22.9-30.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ รายงานของ Toko *et al.* (2006) และ Van Weerd (1995) ได้รายงานว่าลูกปลาชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะที่ออกซิเจนละลายน้ำต่ำเพียง 0.9-1.2

และ 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ Schram *et al.* (2010) รายงานว่าแอมโมเนียในรูปไม่แตกตัวที่ความเข้มข้น 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตและการกินอาหารของปลาดุกแอฟริกาลดลง สำหรับตัวชี้วัดความขุ่นที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ ผู้ศึกษาพบว่าที่ผ่านมายังไม่มีข้อมูลรายงานการศึกษาในลูกปลาชนิดนี้ มีเพียงรายงานการศึกษาในลูกปลาเทร้า ซึ่งพบในรายงานของ Sweka and Hartman (2001) รายงานว่าลูกปลาเทร้า (*Salvelinus fontinalis*) เจริญเติบโตลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อน้ำที่มีความขุ่นเพิ่มขึ้นเป็น 10 เอ็นทียู ในรายงานของ Barrett *et al.* (1992) รายงานว่าลูกปลาเรนโบว์เทร้า (*Oncorhynchus mykiss*) เจริญเติบโตลดลงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำที่มีความขุ่น 30 เอ็นทียู ในรายงานของมั่นสิน และไพพรรณ (2544) ได้แนะนำค่าความขุ่นสำหรับการเลี้ยงปลาน้ำจืด ควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-10 เอ็นทียู และค่าความขุ่นของน้ำในรูปของแข็งแขวนลอย ควรมีค่าอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรายงานของ Emokaro *et al.* (2010) ได้แนะนำค่าความขุ่นสำหรับการเลี้ยงปลา ควรมีค่า 30-60 เซนติเมตร การค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่ายังไม่มีทฤษฎีที่ยืนยันได้อย่างแน่ชัดในประเด็นช่วงความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกปลาชนิดนี้อย่างแท้จริง ข้อมูลที่แนะนำในรายงานที่ผ่านมาเป็นข้อมูลสำหรับปลาน้ำจืดทั่วไป อาจจะไม่สามารถนำมาใช้ชี้วัดสำหรับลูกปลาชนิดนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากลูกปลาชนิดนี้สามารถทนทานต่อสภาพน้ำที่เน่าเสียได้ดี อีกทั้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่เป็นโคลนขุ่น แสดงให้เห็นได้จากรายงานในลูกปลาชนิดที่ใกล้เคียงกับลูกปลาชนิดนี้ในรายงานของ Poli *et al.* (2015) ได้รายงานว่าลูกปลาดุกสายพันธุ์อเมริกาใต้ (*Rhamdia quelen*) สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีสภาวะความขุ่นสูง วัดจากปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวัดค่าความขุ่นของน้ำสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การวัดการกระเจิงและการดูดกลืนแสงโดยอนุภาคในน้ำเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานความขุ่น ใช้หน่วยวัด Nephelometric Turbidity Units และการวัดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำใช้หน่วยวัดเป็นหน่วยน้ำหนัก (mg/L) (Borok, 2014) ซึ่งการวัดด้วยวิธีเหล่านี้ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง อาจต้องใช้เวลานานในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งอาจทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาคุณภาพน้ำได้ทันที เกษตรกรอาจไม่สามารถเข้าถึงการวิเคราะห์ด้วยวิธีเหล่านี้ การวัดความขุ่นของน้ำสามารถวัดได้อีกวิธี คือ การวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำ เป็นวิธีหนึ่งที่สะดวกรวดเร็ว สามารถทราบผลการวัดและแก้ปัญหาคุณภาพน้ำได้ทันที หลักการของวิธีนี้ คือ วัดระยะความลึกของน้ำที่แสงสามารถส่องผ่านลงไปในน้ำได้ลึกที่สุด วัดด้วยแผ่นวงกลมแถบสีขาว-ดำ ที่เรียกกันว่า เซคิดิสก์ (Secchi disc) โดยหย่อนเซคิดิสก์ลงในน้ำแล้ววัดระยะความลึกที่มองไม่เห็นแผ่นวงกลมนี้ ค่าความขุ่นจะช่วยบ่งบอกถึงปริมาณของสิ่งที่ทำให้น้ำเกิดความขุ่นที่เกิดจากอนุภาคแขวนลอย สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แพลงก์ตอน แบคทีเรีย แร่ธาตุต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ขัดขวางไม่ให้แสงส่องลงไปได้ลึก (Boyd, 2001) เนื่องจากการใช้ตัวชี้วัดความขุ่นโดยพิจารณาจากระดับความลึกที่วัดด้วยแผ่นเซคิดิสก์ เป็นวิธีที่สามารถทราบผลการวัดได้ทันที ต้นทุนต่ำ เกษตรกรสามารถเข้าถึงวิธีเหล่านี้ได้ จึงควรพิจารณานำมาใช้เพื่อค้นหาสภาวะความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงมุ่งศึกษาผลของการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อควบคุมความขุ่นที่ช่วงต่างกัน 5 ระดับ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตลอดช่วงการอนุบาล ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับตัดสินใจเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยใช้ช่วงความขุ่นเป็นตัวชี้วัด ผลการศึกษาครั้งนี้จะเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ประกอบการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ ช่วยให้เกษตรกรสามารถแก้ปัญหาคุณภาพน้ำด้วยวิธีที่ประหยัด สะดวก และทราบผลการวัดได้ทันที ช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลหลักวิชาการที่ถูกต้องในการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับเปลี่ยนถ่ายน้ำ ช่วยให้การบริหารจัดการน้ำที่มีจำกัดเกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด ลดปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อีกทั้งสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานค่าความขุ่นหรือค่าความโปร่งแสงของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้อย่างแท้จริง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองประกอบด้วย 5 การทดลอง แต่ละการทดลองทำซ้ำกัน 3 ซ้ำ มีดังนี้ การทดลองที่ 1 (T1) เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน (Turbidity more than 23 cm, T.B. >23 cm) (Control) การทดลองที่ 2 (T2) เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความขุ่น 22-23 เซนติเมตร หรือ

ความขุ่น ไม่เกิน 80 เอ็นทียู (Turbidity range, T.B. 22-23 cm, ≤80 NTU.) การทดลองที่ 3 (T3) เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความขุ่น 13-14 เซนติเมตร หรือความขุ่นไม่เกิน 120 เอ็นทียู (Turbidity range, T.B. 13-14 cm, ≤120 NTU.) การทดลองที่ 4 (T4) เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความขุ่น 8-9 เซนติเมตร หรือความขุ่นไม่เกิน 160 เอ็นทียู (Turbidity range, T.B. 8-9 cm 160, ≤160 NTU.) การทดลองที่ 5 (T5) ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดช่วงการอนุบาล ความขุ่นน้อยกว่า 8 เซนติเมตร หรือความขุ่นมากกว่า 160 เอ็นทียู (Turbidity less than 8 cm, T.B. <8 cm, >160 NTU.)

การเตรียมน้ำที่ใช้ทดลอง ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำธรรมชาติของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช พักน้ำในถังพลาสติก ขนาด 2,000 ลิตร เป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำน้ำมาใช้ทดลอง วิเคราะห์คุณภาพน้ำ 5 ตัวชี้วัด ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย และความขุ่น

การเตรียมสัตว์ทดลอง ลูกปลาที่ใช้ในการทดลองได้รับจากฟาร์มเพาะพันธุ์ปลาเอกชนในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีอายุเริ่มต้น 15 วัน ฝึกลูกปลาให้กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ จนลูกปลาอายุครบ 21 วันขึ้นไป ลูกปลามีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.90 กรัม มีขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 6.25 เซนติเมตร นำลูกปลามาใช้ในการทดลอง

การเตรียมพื้นที่ทดลอง ทดลองในอาคารเพาะพันธุ์ปลา วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ภาชนะที่ใช้อนุบาลลูกปลาเป็นถังพลาสติกรูปทรงกระบอกสีดำ เติมน้ำใบละ 50 ลิตร ไม่มีการให้ออกซิเจนตลอดช่วงการอนุบาล ใส่ลูกปลาถังละ 50 ตัว ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสถานที่ทดลองทุกวัน (เวลา 9.00 และ 15.00 น.) เป็นเวลา 30 วัน ซึ่งอุณหภูมิห้อง 28.60-32.45 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 30.77 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62.50-81.50 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย 67.65 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มแสง 288.00-361.38 ลักซ์ ค่าเฉลี่ย 328.00 ลักซ์

อาหารและการให้อาหาร อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปลอยน้ำ มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 4 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 11 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารช่วงกลางวัน วันละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 5 ชั่วโมง (เวลา 9.00, 14.00 และ 19.00 น.) โดยให้กินทีละน้อยจนอิ่ม (Satiation) ตามความต้องการของลูกปลา ตลอดช่วงการทดลอง

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ใช้วิธีเปิดวาล์วระบายน้ำก้นถังจนระดับน้ำลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำทั้งหมด แล้วเติมน้ำทดแทนน้ำที่ระบายออกด้วยน้ำปริมาตรเท่ากัน เปลี่ยนถ่ายน้ำช่วงเย็น เวลา 15.30-16.00 น. การเปลี่ยนถ่ายน้ำพิจารณาจากค่าความขุ่นของน้ำที่ตรวจวัดในช่วงเวลา 15.00 น. ของแต่ละสิ่งทดลอง เมื่อค่าความขุ่นมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้จึงดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำทันที

การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลทุกวันต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 วัน โดยสุ่มตัวอย่างลูกปลา ครั้งละ 5 ตัว ที่ช่วงเวลา 16.00-16.30 น. ทุกวัน ชั่งน้ำหนัก คำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weigth gain; WG) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth; ADG) และอัตราการรอดตาย (Survival rate; SR) ตามวิธีของ Salazar *et al*. (2006) วิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาชนะเลี้ยงวันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า (8.00 น.) และช่วงบ่าย (15.00 น.) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิน้ำ ความขุ่น และออกซิเจนละลายน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ช่วงเช้า (8.00-8.30 น.) ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำแต่ละตัวอย่าง วิเคราะห์ซ้ำกัน 3 ซ้ำ ได้แก่ วิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจน ใช้วิธี Phenate methods และความขุ่น ใช้วิธี Absorbtometic Methords ตามวิธีการที่แนะนำของ APHA (2005)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance; ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยพหุคูณพิสัยใหม่ของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test; DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาที่การอนุบาลภายใต้สภาวะควบคุมความขุ่นช่วงต่างกัน พบว่า สภาวะเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน (ชุดควบคุม) สภาวะควบคุมความขุ่น 22-23 เซนติเมตร และสภาวะควบคุมความขุ่น 13-14 เซนติเมตร ส่งผลให้ลูกปลาเจริญเติบโตต่อวัน เท่ากับ 0.44±0.03, 0.43±0.04 และ 0.41±0.09 กรัมต่อวัน ตามลำดับ สูงกว่าสภาวะควบคุมความขุ่น 8-9 เซนติเมตร (0.33±0.04) และสภาวะไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ (0.28±0.05) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสภาวะควบคุมความขุ่น 8-9 เซนติเมตร และสภาวะไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ ทั้ง 2 สภาวะนี้การเจริญเติบโตของลูกปลาไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาการใช้น้ำ พบว่าสภาวะเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน (ชุดควบคุม) สภาวะนี้เปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 ครั้ง ใช้น้ำ 16 ลิตรต่อตัว และลูกปลารอดตาย 92 เปอร์เซ็นต์ สภาวะควบคุมความขุ่น 22-23 เซนติเมตร (เปลี่ยนถ่ายน้ำ 22 ครั้ง) ใช้น้ำ 12 ลิตรต่อตัว และลูกปลารอดตาย 94 เปอร์เซ็นต์ สภาวะควบคุมความขุ่น 13-14 เซนติเมตร (เปลี่ยนถ่ายน้ำ 13 ครั้ง) ใช้น้ำ 7.5 ลิตรต่อตัว และลูกปลารอดตาย 92 เปอร์เซ็นต์ สภาวะควบคุมความขุ่น 8-9 เซนติเมตร (เปลี่ยนถ่ายน้ำ 4 ครั้ง) ใช้น้ำ 3 ลิตรต่อตัว และลูกปลารอดตาย 92 เปอร์เซ็นต์ และสภาวะที่ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ สภาวะนี้ใช้น้ำ 1 ลิตรต่อตัว และลูกปลารอดตาย 94 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) และพบว่าทุกสภาวะของการทดลอง ในช่วงการอนุบาล 11 วันแรก ลูกปลาเจริญเติบโตในทิศทางที่ใกล้เคียงกัน และตั้งแต่วันที่ 12 ของการอนุบาลเป็นต้นไป ลูกปลาที่อนุบาลภายใต้สภาวะเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน (ชุดควบคุม) สภาวะควบคุมความขุ่น 22-23 และ 13-14 เซนติเมตร ทั้ง 3 สภาวะนี้ ลูกปลาเจริญเติบโตในทิศทางที่ดีกว่าสภาวะควบคุมความขุ่น 8-9 เซนติเมตร และสภาวะไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างชัดเจน (Figure 1) อีกทั้งยังพบว่าตั้งแต่วันที่ 20 ของการอนุบาลเป็นต้นไป ในสภาวะควบคุมความขุ่น 8-9 เซนติเมตร ลูกปลาเจริญเติบโตดีกว่าสภาวะไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาสาเหตุที่สภาวะเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน (ชุดควบคุม) ไม่ได้ส่งผลให้การเจริญเติบโตของลูกปลาดีกว่าสภาวะควบคุมความขุ่น 22-23 เซนติเมตร และ 13-14 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะที่เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันส่งผลให้คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าสูงต่ำบ่อยครั้งในรอบวัน ซึ่งอาจเกิดผลเสียต่อการปรับสมดุลชีวเคมีในร่างกายสัตว์น้ำ อาจทำให้ลูกปลาเกิดความเครียด หรือส่งผลต่อการกินอาหารของลูกปลา สอดคล้องกับรายงานของ Poon *et al.* (2002) รายงานว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยครั้งส่งผลกระทบต่อพลวัตของระบบบ่อเลี้ยง คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งทำให้กลไกชีวเคมีในตัวปลาปรับสมดุลบ่อยครั้ง อาจทำให้ปลาเกิดความเครียด ส่งผลเสียต่อการกินอาหารและเจริญเติบโต อีกทั้งสอดคล้องกับรายงานของ Marietta (1990) รายงานว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันอาจไม่จำเป็นสำหรับการอนุบาลลูกปลานวลจันทร์ทะเล เพราะอาจทำให้เครียดและปลาตายในที่สุด ดังนั้นผลการทดลองครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่าสภาวะควบคุมความขุ่น 13-14 เซนติเมตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ เนื่องจากสภาวะนี้ลูกปลาเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับสภาวะที่เปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างสม่ำเสมอ สภาวะนี้ยังให้ผลด้านการเจริญเติบโตดีกว่าสภาวะที่เปลี่ยนถ่ายน้ำจำนวนน้อยครั้ง ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Okomoda *et al.* (2016) รายงานว่าการขยายเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำให้อยู่ในช่วงทุก ๆ 4 วัน และสัปดาห์ละครั้ง ส่งผลให้ลูกปลาดุกแอฟริกากินอาหารดีขึ้น และส่งผลในทิศทางที่ดีต่อการเจริญเติบโต แต่การขยายเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำนานกว่านี้จะส่งผลในทิศทางลบด้านการเจริญเติบโต และสอดคล้องกับรายงานของ Orji and Esabi (2006) ซึ่งได้แนะนำว่าควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก ๆ 6 วัน จะส่งผลให้การเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาดุกแอฟริกาดีที่สุด

ผลการทดลองครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นชัดเจนว่าช่วงความขุ่นของน้ำ 13-14 เซนติเมตร หรือ ไม่เกิน 120 เอ็นทียู เป็นช่วงความขุ่นที่เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกปลาชนิดนี้อย่างแท้จริง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับระดับที่แนะนำ ในรายงานของ Emokaro *et al.* (2010) ซึ่งได้แนะนำค่าความขุ่นสำหรับการเลี้ยงปลา ควรมีค่า 30-60 เซนติเมตร นอกจากนี้ผลการทดลองครั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่แนะนำในรายงานของ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) ซึ่งได้แนะนำค่าความขุ่นสำหรับการเลี้ยงปลาน้ำจืด ควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-10 เอ็นทียู สภาวะความขุ่นที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาชนิดนี้ยังมีค่าสูงกว่าสภาวะที่ทดลองที่ผ่านมาในลูกปลาเทร้า (*Salvelinus fontinalis*) ซึ่งรายงานว่าลูกปลาเทร้า (*Salvelinus fontinalis*) เจริญเติบโตลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อน้ำที่มีความขุ่น 10 เอ็นทียู (Sweka and Hartman, 2001) และรายงานของ Barrett *et al.* (1992) รายงานว่าลูกปลาเรนโบว์เทร้า (*Oncorhynchus mykiss*) เจริญเติบโตลดลงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำที่มีความขุ่น 30 เอ็นทียู แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่แนะนำความขุ่นในรายงานที่ผ่านมาจึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดสำหรับลูกปลาชนิดนี้ได้ สอดคล้องกับรายงานของ Poli *et al.* (2015) ได้รายงานว่าลูกปลาดุกสายพันธุ์อเมริกาใต้ (*Rhamdia quelen*) สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีสภาวะความขุ่นสูง วัดจากปริมาณของแข็งแขวนลอย มีค่าสูงถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับผลการทดลองที่พบว่าสภาวะความขุ่น 8-9 เซนติเมตร และสภาวะไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะนี้มีสารแขวนลอยสะสม

ในปริมาณมาก สารเหล่านี้อาจเข้าไปอุดตันภายในช่องเหงือกของลูกปลา ทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลง นอกจากนี้สิ่งขับถ่ายและเศษอาหารตกค้างมีการสะสมจนถึงระดับที่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของลูกปลา ของเสียเหล่านี้เป็นสารประกอบไนโตรเจน เมื่อเน่าเปื่อยหรือถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์จะเกิดการสะสมของแอมโมเนียเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นจากปริมาณแอมโมเนียรวมในวันสุดท้ายของการทดลอง มีค่าสูงเกินระดับที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ ตามข้อแนะนำของ MacIntrye *et al.* (2008) (ไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายใต้สภาวะนี้ ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าลดลง และความเป็นกรด-ด่างมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น (Boyd, 2001; Wajsbrol *et al.,* 1991; Lemarie *et al.,* 2004) ส่งผลให้ลูกปลาเจริญเติบโตลดลง อย่างไรก็ตามทุกสภาวะที่ทดลองลูกปลาตายจำนวนไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากตลอดช่วงการอนุบาล แอมโมเนียสะสมค่อย ๆ เพิ่มปริมาณทีละน้อย ไม่ได้เพิ่มปริมาณสูงอย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดการตายฉับพลัน จึงทำให้ลูกปลาสามารถปรับสภาพสมดุลชีวเคมีในร่างกายหรือทนทานต่อสภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่ก็ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากลูกปลากินอาหารลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Pinto *et al.* (2007) รายงานว่าเมื่อนำปลาไปเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ไม่ทำให้ปลาตาย จะมีผลทำให้ปลากินอาหารและมีการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Lawson (1995) รายงานว่าเมื่อแอมโมเนียในน้ำสูงเกินไปทำให้แอมโมเนียเข้าไปสะสมในเลือดและเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น ทำให้เลือดมีความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น โครงสร้างเนื้อเยื่อ เยื่อบุเซลล์เสื่อมสภาพ เซลล์เม็ดเลือดแดงและเนื้อเยื่อถูกทำลาย ปฏิกิริยาต่าง ๆ ของเอนไซม์ทำงานผิดปกติ ดังนั้นการเจริญเติบโตของลูกปลาภายใต้สภาวะนี้จึงอยู่ในระดับต่ำกว่าสภาวะอื่น

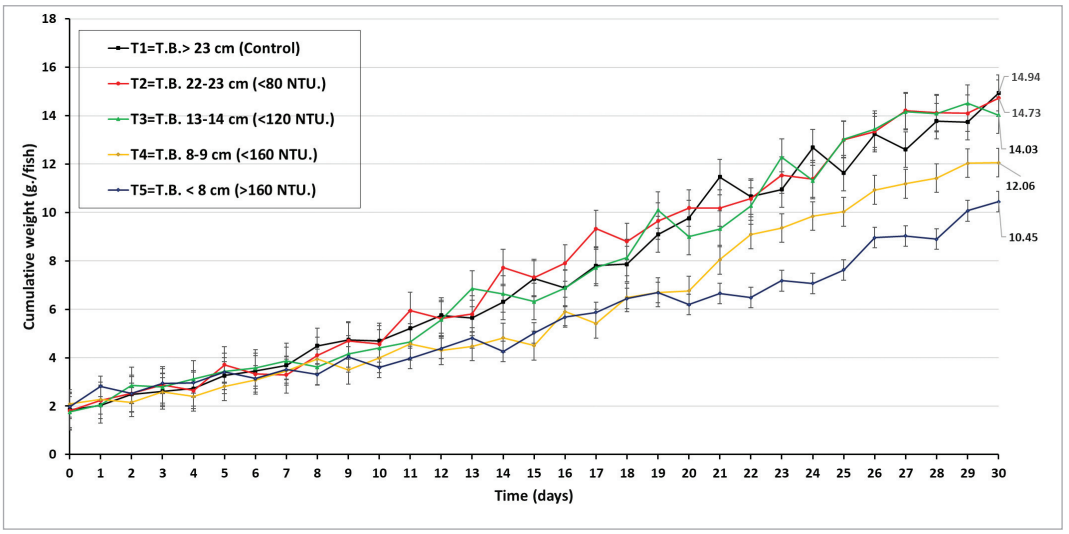

Figure 1 Growth of African catfish (fingerlings), under different turbidity condition

Remarks: T1 = Exchanging 50% of water every day. (T.B. >23 cm) (Control), T2 = Exchanging 50% of water when turbidity (T.B.) 22-23 cm (≤80 NTU.), T3 = Exchanging 50% of water when turbidity (T.B.) 13-14 cm (≤120 NTU.), T4 = Exchanging 50% of water when turbidity (T.B.) 8-9 cm (≤160 NTU.) and T5 = Without exchanging water throughout the nursing period (T.B. <8 cm) (Turbidity >160 NTU.)

Table 1 Growth, survival rate and water exchange for African Catfish (fingerlings) nursing, under different turbidity condition

Indicators	Water exchange 50% with different turbidity range (means±S.D.)				
	T1 T.B. >23 cm	T2 T.B. 22-23 cm	T3 T.B. 13-14 cm	T4 T.B. 8-9 cm	T5 T.B. <8 cm
Growth					
MIW (g/fish)	1.85±0.11[a]	1.81±0.11[a]	1.76±0.44[a]	2.09±0.32[a]	1.97±0.14[a]
MFW (g/fish)	14.94±1.10[a]	14.73±1.12[a]	14.03±2.64[ab]	12.06±1.00[bc]	10.50±1.50[c]
MWG (g/fish)	13.09±1.07[a]	12.92±1.07[a]	12.27±2.65[a]	9.97±1.20[b]	8.53 ±1.58[b]
ADG (g/day)	0.44±0.03[a]	0.43±0.04[a]	0.41±0.09[a]	0.33±0.04[b]	0.28±0.05[b]
SR (%)	92.00±2.00[a]	94.00±0.00[a]	92.00±2.00[a]	92.00±0.00[a]	94.00±2.00[a]
water exchange					
NTWX (times)	30	22	13	4	0
WXP (date)	1-30	3,6,8,11-29	8,11,14,16,18, 20-22,24-27,29	14,20,22,27	0
WC (L.)	800	600	375	150	50
AWC (L/fish)	16	12	7.5	3	1

Remarks: Means on the same row with different superscript differ significantly ($p<0.05$)
MIW = Mean initial weight, MFW = Mean final weight, MWG = Mean weight gain, ADG = Average daily growth, SR = Survival rate, NTWX = Number of times to water exchange, WXP = water exchange date programs, WC = water consumption, AWC = Average water consumption

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตลอดช่วงการอนุบาลลูกปลา ภายใต้สภาวะควบคุมความขุ่นของน้ำที่ช่วงต่างกัน ส่งผลให้ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย และความขุ่น มีการเปลี่ยนแปลง ตลอดช่วงการอนุบาล 30 วัน (Figure 2) ผลการทดลอง มีดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของน้ำทุกสภาวะที่ทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเพิ่มขึ้นจากค่าต่ำไปหาค่าสูงตลอดช่วงการอนุบาล โดยเฉพาะในช่วง 12 วันแรก มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะสูงต่ำแบบผันผวน ทั้งนี้เนื่องจากการหายใจของลูกปลาและจุลินทรีย์ในน้ำทำให้เกิดการสะสมของคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซเหล่านี้เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำในสภาวะที่น้ำมีค่าความเป็นด่างต่ำ คาร์บอนไดออกไซด์จึงแตกตัวเป็นกรดคาร์บอนิก จึงทำให้ความเป็นกรด-ด่างน้ำในช่วงแรกมีค่าต่ำ หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเพิ่มขึ้นทีละน้อย โดยพบว่าสภาวะที่น้ำมีค่าความขุ่นระดับสูง (น้อยกว่า 13-14 เซนติเมตร) สภาวะเหล่านี้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำจำนวนน้อยครั้ง จึงเกิดสารสะสมของสารแขวนลอย สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ เช่น เกลือไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และแอมโมเนีย สารเหล่านี้เกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารที่ตกค้าง สารเหล่านี้จะส่งผลให้ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าสูงขึ้น เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูง การเปลี่ยนเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างจึงมีค่าสูงขึ้นทีละน้อย มีค่าค่อนข้างคงที่ และมีค่าไม่เกิน 9 สอดคล้องกับทฤษฎีของ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) ได้รายงานว่า เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูงขึ้น จะป้องกันไม่ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงมาก ถ้าความเป็นด่างต่ำการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในรอบวันจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับทฤษฎีของ Tucker and Hargreaves (2004) ซึ่งรายงานว่าการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะไม่มีการสังเคราะห์แสง จะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำลดลง และเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงก็ทำให้กรดคาร์บอนิกลดลงด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง จึงกลับมาสูง

อีกครั้ง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของทุกสิ่งทดลอง มีค่าอยู่ในช่วงเหมาะสมที่แนะนำโดย มั่นสิน และไพพรรณ (2544) แนะนำ 6.5-8.5 รายงานของ Boyd (2001) แนะนำค่าสูงกว่า 7 แต่ต่ำกว่า 9 รายงานของ Wurts and Durborow (1992) แนะนำ 6.5-9.0 รายงานของ Bhatnagar and Devi (2013) แนะนำ 6.5-9.0 รายงานของ Marimuthua *et al.* (2019) แนะนำการอนุบาลปลาดุกแอฟริกา ควรมีค่า 6.7-7.5

อุณหภูมิน้ำ ผลการทดลองพบว่าทุกสภาวะของการทดลอง อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงสูงต่ำในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในพื้นที่ทดลอง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสูงต่ำในรอบวัน ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงการอนุบาล จากผลการทดลองที่พบว่า ทุกสภาวะของการทดลองอุณหภูมิน้ำมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงการอนุบาล ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเหนือผิวน้ำ ได้แก่ แสง ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ สิ่งเหล่านี้เป็นอิทธิพลภายนอกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ และยังส่งผลต่อการกินอาหารและมีผลการเจริญเติบโตของลูกปลา (Prokesova *et al.,* 2015) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำทุกสภาวะที่ทดลองยังมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลา คือ อยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) และมีค่าอยู่ในช่วงที่แนะนำสำหรับการอนุบาลลูกปลาดุกแอฟริกา คือ 22.9-30.3 องศาเซลเซียส (Prokesova *et al*., 2015)

ออกซิเจนละลายน้ำ ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลายน้ำในทุกสภาวะของการทดลอง มีลักษณะลดลงจากสูงไปหาต่ำตลอดช่วงการอนุบาล โดยเฉพาะสภาวะที่น้ำมีความขุ่นระดับสูง (สูงกว่า 120 NTU.) ปริมาณออกซิเจนจะมีค่าลดลงเร็วกว่าสภาวะอื่น ทั้งนี้เนื่องจากลูกปลานำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อการดำรงชีพตลอดเวลา รวมทั้งจุลินทรีย์ในน้ำก็ใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากสิ่งขับถ่าย ทำให้ปริมาณออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างรวดเร็วตามช่วงเวลาอนุบาล ซึ่งค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าระดับที่แนะนำของ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2561) ที่แนะนำว่าการอนุบาลสัตว์น้ำจืดออกซิเจนไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามสภาวะที่น้ำขาดออกซิเจนกลับไม่ส่งผลทำให้จำนวนลูกปลาตายมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากออกซิเจนจากบรรยากาศสามารถแพร่กระจายผ่านผิวน้ำได้ ทำให้บริเวณผิวน้ำยังคงมีออกซิเจนละลายอยู่ อีกทั้งลูกปลาชนิดนี้มีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจอยู่ในช่องเหงือก (Van Weerd, 1995) ลูกปลาจึงสามารถดึงออกซิเจนบริเวณผิวน้ำได้โดยตรง จึงทำให้ลูกปลาทนทานอยู่ได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนละลายในน้ำต่ำได้ สอดคล้องกับรายงานของ Toko *et al.* (2006) ได้รายงานว่าลูกปลาชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่ออกซิเจนละลายน้ำที่มีค่าต่ำ อยู่ในช่วง 0.9-1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Van Weerd (1995) รายงานว่าลูกปลาชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่ออกซิเจนละลายน้ำต่ำเพียง 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตามลูกปลากินอาหารลดลงอย่างชัดเจน ในสภาวะที่น้ำมีความขุ่นสูง (มากกว่า 120 NTU.) สอดคล้องกับรายงานของ Buentello *et al.* (2000), Pichavant *et al*. (2001), O'Bryen and Lee (2007) ได้รายงานว่าปลาเริ่มเบื่ออาหารเมื่อปริมาณออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ของระดับความอิ่มตัว

แอมโมเนีย ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียของทุกสภาวะที่ทดลองมีลักษณะเพิ่มขึ้นจากค่าต่ำไปหาค่าสูงตลอดช่วงการอนุบาล โดยเฉพาะสภาวะที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ สภาวะนี้แอมโมเนียมีค่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าสภาวะอื่น สำหรับสภาวะที่ควบคุมความขุ่น มากกว่า 23 เซนติเมตร 22-23 เซนติเมตร 13-14 เซนติเมตร และ 8-9 เซนติเมตร สภาวะเหล่านี้ส่งผลให้แอมโมเนียมีค่าสูงต่ำเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยมีค่าลดลงในวันที่เปลี่ยนถ่ายน้ำและมีค่าสูงขึ้นในวันที่ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ สาเหตุที่ในสภาวะที่น้ำมีความขุ่นสูง ส่งผลให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียสูงกว่าสภาวะที่น้ำมีความขุ่นต่ำ เนื่องจากปริมาณของเสียที่เกิดจากการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำรวมทั้งเศษอาหารที่ตกค้าง ของเสียเหล่านี้มีการสะสมในมากกว่าสภาวะอื่น เมื่อของเสียเหล่านี้ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จะได้แอมโมเนียกลับคืนสู่มวลน้ำ (Schram *et al*., 2010) ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าแอมโมเนียสะสมทุกสภาวะที่ทดลองยังมีค่าสูงเกินระดับที่แนะนำของ FAO./NACA. (1995) (ไม่ควรเกิน 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าสูงเกินระดับที่แนะนำของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2561) คือ ไม่ควรเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความขุ่น ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงความขุ่นของทุกสภาวะที่ทดลองมีลักษณะเพิ่มขึ้นจากค่าต่ำไปหาค่าสูงตลอดช่วงการอนุบาล โดยเฉพาะสภาวะที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (ความขุ่น มากกว่า 160 เอ็นทียู) สภาวะนี้ความขุ่นมีค่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าสภาวะอื่นชัดเจน

เนื่องจากสภาวะนี้มีการสะสมของสารอินทรีย์ อนุภาคของสารแขวนลอย สารอนินทรีย์ แร่ธาตุต่าง ๆ มากกว่าสภาวะอื่น สิ่งเหล่านี้เกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารตกค้าง ซึ่งขัดขวางแสงไม่ให้แสงส่องลงไปได้ลึก แต่ค่าความขุ่นในสภาวะการทดลองครั้งนี้ไม่ได้เกิดจากการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากบ่ออนุบาลอยู่ภายในอาคารที่มีความเข้มแสงต่ำ (ค่าเฉลี่ย 328.00 ลักซ์) อย่างไรก็ตามหากมีการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ในสภาวะบ่อกลางแจ้ง ค่าความขุ่นของน้ำอาจมีค่าแตกต่างไปจากการทดลองครั้งนี้ เนื่องจากสารอินทรีย์สารแขวนลอยที่สะสมในบ่อกลางแจ้งเป็นแหล่งพลังงานของแพลงก์ตอนพืชสำหรับการสังเคราะห์แสง ซึ่งการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความขุ่น และความเป็นกรด-ด่างของน้ำ การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าค่าความขุ่นของทุกสภาวะที่ทดลองมีค่าสูงเกินระดับที่แนะนำตามข้อแนะนำสำหรับการเลี้ยงปลาทั่วไป ซึ่งกำหนดค่าความขุ่น ควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-10 เอ็นทียู (มั่นสิน และไพพรรณ, 2544) อีกทั้งยังมีค่าต่ำกว่าระดับที่แนะนำ คือ อยู่ในช่วง 30-60 เซนติเมตร (Emokaro *et al*, 2010) (Figure 2)

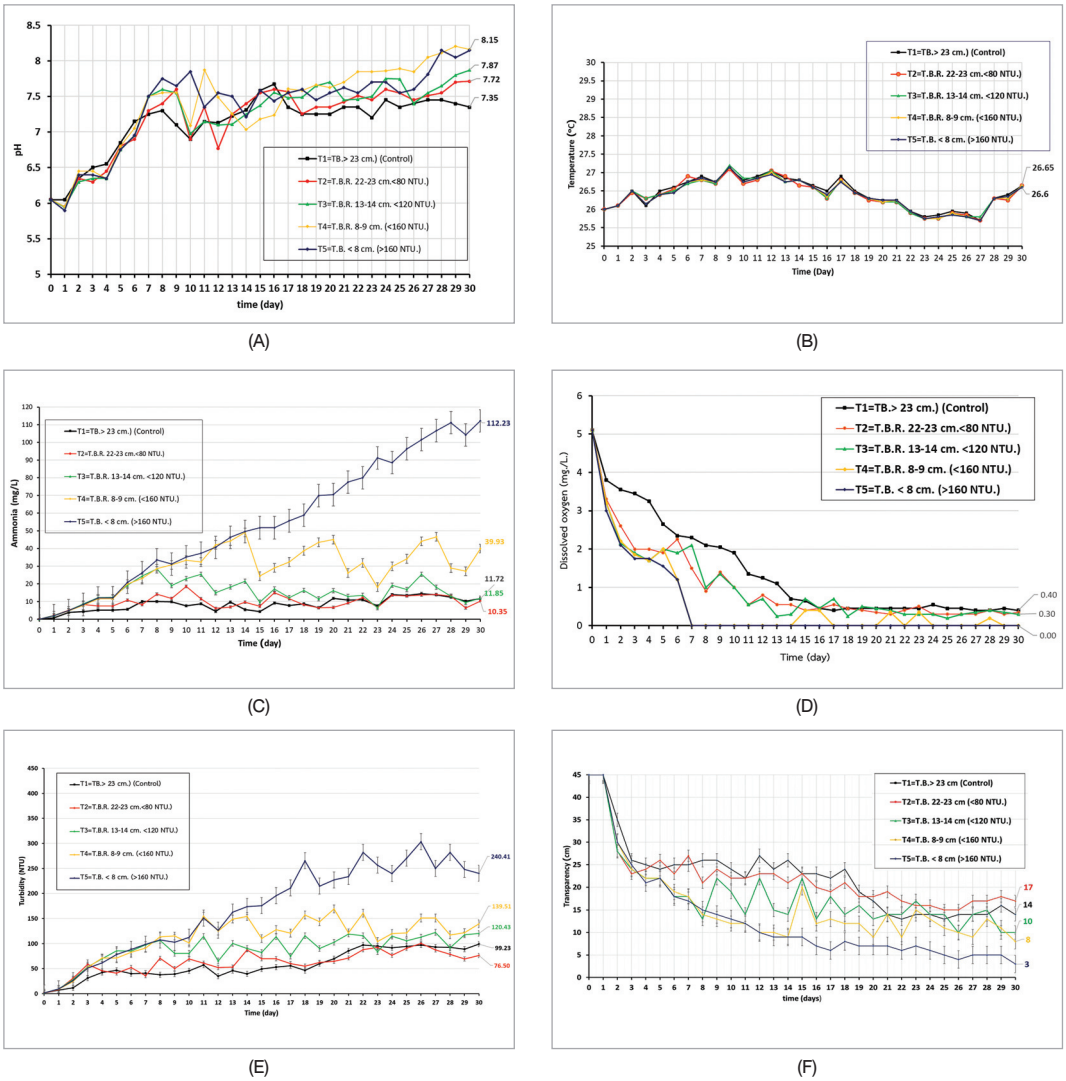

Figure 2 The change of water quality under different turbidity condition for 30 days. (A) pH (B) Water temperature (C) Ammonia (D) Dissolved oxygen (E) Turbidity (F) water transparency

สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมความขุ่นของน้ำ คือ ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความขุ่น 13-14 เซนติเมตร หรือไม่เกิน 120 เอ็นทียู สภาวะนี้ลูกปลาเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกับสภาวะที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน แต่ใช้น้ำน้อยกว่า ใช้น้ำเพียง 7.5 ลิตรต่อลูกปลา 1 ตัว สภาวะนี้คุณภาพน้ำในวันสุดท้ายมีค่าต่าง ๆ คือ ความเป็นกรด-ด่าง 7.87±0.42 อุณหภูมิน้ำ 27.35±0.07 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายน้ำ 0.30±0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 11.85±0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร และความขุ่น 120.43±1.64 เอ็นทียู

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. คู่มือการประเมินปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2565. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2563. กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำ และการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. การปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีสำหรับฟาร์มเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำจืด มกษ. 7421 (G)-2561. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

APHA. 2005. Standard methord for the examination of water and wastewater. (21st ed.). American public health association, Washington D.C.

Barrett, J. C., G. Grossman. and R. Josenfeld. 1992. Turbidity-induced changes in reactive distance of rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc. 121: 437-443.

Bhatnagar, A. and P. Devi. 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. J. environ. sci. 3(6): 1980-2009.

Borok, A. 2014. Turbidity technical review. (6thed.). Oregon department of environmental quality, Portland.

Boyd, C.E. 2001. Water quality standards. Glob. aquac advocate. 4: 42-44.

Buentello, J.A., D.M. Gatlin and W.H. Neill. 2000. Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquac. 182: 339-352.

Ehiagbonare, J.E. and Y.O.O. gundiran. 2010. Physico-chemical analysis of fish pond waters in Okada and its environmemts Nigeria Africa. J. biotechnol. 9 (36): 5922-5928.

Emokaro, C.O., P.A. Ekunwe and A. Achille. 2010. Profitability and viability of catfish farming in Kogi State Nigeria. Res. j. agric. biol. Sci. 6: 215-219.

FAO/NACA. 1995. Report on a reginal study and workshop on the environmental assessment and management of aquaculture devement. Regional office for Asia and The Pacific; Network of aquaculture centres in Asia-Pacific, Bangkok.

Lawson, T.B. 1995. Fundamentals of aquaculture engineering. Chapman and Hall, New York.

Lemarie, G., A. Dosdat, D. Coves, G. Dutto, E. Gasset and J.P. Ruyet. 2004. Effect of chronic ammonia exposure on growth of european seabass juveniles. Aquac. 229: 471-491.

Maclntyre, C.M., T. Ellis, B.P. North and J.F. Turbull. 2008. The Influences of water quality on the welfare of farmed rainbow trout, a review in fish welfare. Blackwell Publishing, Singapore.

Marietta, N.D. 1990. water management for rearing milkfish larvae. SEAFDEC Asian aquaculture. 12: 8-9.

Marimuthua, K., H. Palaniandya and Z.A. Muchlisin. 2019. Effect of different water pH on hatching and survival rates of African catfish *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). Aceh j. anim. sci. 4(2): 80-88.

O'Bryen, P.J. and C.S. Lee. 2007. Effect of diet food consumption growth and retention of protein and energy. Doctoral Dissertation, Auburn University Auburn, Alabama. 51 pp.

Okomoda, V.T., T.O., Lateef. and M. Iortim. 2016. The effect of water renewal on growth of *Clarias gariepinus* fingerling. Croat. j. fish. 74: 25-29.

Orji, R.C. and K.E. Esabi. 2006. Effects of water replacement frequency on the growth and survival of *Heterobranchus Longifilis* (valenciennnes, 1980) fingerlings reared. JAFS. 4(2): 109-114

Pichavant, K., J. Pearson-Le-Ruyet, N. Le BayonSevere, A. Le Roux and G. Beouf. 2001. Comparative effects of long-term hypoxia on growth feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European sea bass. J. fish. biol. 59: 875-883.

Pinto, W., C. Aragao, F. Soares, M.T. Dinis and L.E.C. Conceicao. 2007. Growth, stress response and free amino acid levels in Senegalese sole (*Solea senegalensis,* kaup 1858) chronically exposed to exogenous ammonia. Aquat. res. 38: 1198-1204.

Poli, M.A., R. Schveitzer and A.P.O. Nuner. 2015. The use of biofloc technology in a South american catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery, effect of suspended solids in the performance of larvae. Aquac. eng. 66: 17-21.

Poon, W.L., C.Y. Hung and D.J. Randall. 2002. The effect of aquatic hypoxia on fish. Department of biology and chemistry. University of Hongkong, Kowloon, Hongkong.

Prokesova, M., B. Drozd, J. Kouril, V. Stejskal and J. Matousek. 2015. Effect of water temperature on early life history of African sharp-tooth catfish *Clarias gariepinus* (burchell, 1822). J. appl. Ichthyol. 31: 18-29.

Salazar, L., E.V. Estrada and E.S. Velasques. 2006. Effect of the exposure to fasciola hepatica on life history traits of Lymnaea cousin. Exp. parasit. 144: 77-83.

Schram, E., J.A.C. Roques, W. Abbink, T. Spanings, P. de Vries, S.M. Bierman and J.W. van de Vis. 2010. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). Aquac. 306: 108-115.

Sweka, J.A. and K.J. Hartman. 2001. Effects of turbidity on prey consumption and growth in brook trout and implications for bioenergetics modeling. Can. j. fish. aquat. sci. 58: 386-393.

Toko, I., E.D. Fiogbe, B. Koukpode and P, Kestemont. 2006. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and Vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos) effect of stocking density on growth, production and body composition. Aquac. 262: 65-72.

Tucker, C.S., and .J.A. Hargreaves. 2004. Biology and culture of Channel catfish. Develop. aquac. fish. sci. 34: 68-72.

Van Weerd, J.H. 1995. Nutrition and growth in Clarias species, a review. Aquat living resour. 8(4): 395-401.

Viadero, R.C. 2005. Factors affecting fish growth and production. Water Encyclopedia. 3: 129-133.

Wajsbrot, N., A. Gasith, M.D. Krom and D.M. Popper. 1991. Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) under reduced oxygen levels. Aquac. 164: 227-288.

Wurts, W.A. and R.M. Durborow. 1992. Interactions of pH carbon dioxide alkalinity and hardness in fish ponds. SRAC Publication. Southern Regional Aquaculture Center.