ผลของการสะสมของแอมโมเนียที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาดุกแอฟริกา
The Effect of Ammonia Accumulation on Growth and Survival of African Catfish Fingerlings

สราวุธ เย็นเอง[1*] และ อาภาพงศ์ ชั่งจันทร์[2]
Sarawut Yeneng [1*] and Arpapong Changjan[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาดุกแอฟริกาที่อนุบาลภายใต้สภาวะควบคุมการสะสมของแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตลอดช่วงอนุบาล วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completery Ramdomized Design ; CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ คือ ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ (ชุดควบคุม) เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนียสะสม 1-2 , 4-5 และ 25-26 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ลูกปลาทดลองมีอายุเริ่มต้น 15 วัน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.42 ±0.03 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.85±0.11 เซนติเมตร อนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่ม วันละ 3 ครั้ง ทดลองในถังพลาสติกจุน้ำ 50 ลิตร ใส่ลูกปลาถังละ 50 ตัว ใช้เวลา 31 วัน ผลการทดลองพบว่า การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ช่วงแอมโมเนีย 1-2 และ 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ลูกปลาเจริญเติบโตดีที่สุด สูงกว่าชุดควบคุม ($P \leq 0.05$) และลูกปลารอดตายสูงกว่าทุกสิ่งทดลอง ($P \leq 0.05$) เมื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ช่วงแอมโมเนีย 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาวะนี้ใช้น้ำ 15 ลิตรต่อผลผลิตลูกปลา 1 ตัว ความเป็นกรด-ด่าง 7.03-7.87 อุณหภูมิน้ำ 28.24-30.03 องศาเซลเซียส ความเป็นด่าง 76.67-193.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 0-4.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และความขุ่น 0-51.70 เอ็นทียู

คำสำคัญ: แอมโมเนีย การเจริญเติบโต การรอดตาย ลูกปลาดุกแอฟริกา

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of ammonia concentration with various levels on the growth and survival rate of African catfish fingerlings and the change of water quality throughout the nursing periods. The experiment was Completely Randomized Design (CRD) 4 treatments each having 4 replications. Treatment 1 did not perform the water exchange and in treatment 2-4, 50 percent of water were exchanged when accumulated ammonia was 1-2, 4-5 and 25-26 mg/L, respectively. The experimental animals aged 15 days. The average initial weight were 0.42±0.03 g. and 3.85±0.11 cm., respectively. The fingerlings were fed floating pellets with 35 percent protein levels. Feeding was done 3 times a days. Nursing was conducted in a plastic tanks containing 50 liters freshwater with 50 fishs per tank. The duration of the experiment was 31 days. The results found that the water exchange at the ammonia levels of 1-2 and 4-5 mg/L, affected the highest growth of the fingerlings and higher than the control. ($P \leq 0.05$) Water exchange when ammonia 1-2 mg/L, the survival of fingerlings was higher than that in all experiments. ($P \leq 0.05$) This condition also used 15 liters of water per fish, pH between 7.03-7.87, temperature between 28.24-30.03 ºC, alkalinity between 76.67-193.75 mg/L, dissolved oxygen 0-4.85 mg/L and turbidity between 0-51.70 NTU.

Keywords : Ammonia, growth, survival, African catfish fingerlings

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
[1] Faculty of Science and Technology Pathumwan Institute of Technology, Bangkok
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
[2] Faculty of Science and Technology Pathumwan Institute of Technology, Bangkok
*Corresponding author e-mail: yeneng0687@gmail.com

คำนำ

ปลาดุกแอฟริกา (Clarias gariepinus) หรือที่รู้จักกันในชื่อปลาดุกยักษ์ ปลาดุกรัสเซีย หรือปลาดุกเทศ ปลาชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา เป็นปลาน้ำจืดที่ไม่มีเกล็ด มีลักษณะคล้ายปลาดุกด้านแต่มีขนาดโตกว่า ปลาชนิดนี้นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยทดแทนปลาดุกสายพันธุ์พื้นเมือง เช่น ปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน เพราะเลี้ยงได้ง่าย โตเร็ว สามารถเลี้ยงได้ที่ความหนาแน่นสูงได้ ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ใช้ระยะเวลาเลี้ยงสั้น และให้น้ำหนักมากกว่าปลาดุกสายพันธุ์พื้นเมือง อีกทั้งทนทานต่อสภาพคุณภาพน้ำที่ต่ำได้ดี ทนทานต่อการขนส่ง และต้านทานโรคสูง ในกลุ่มธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในประเทศไทย ปลาดุกเป็นปลาที่มีผู้เพาะเลี้ยงนิยมเลี้ยงกันมาก มี 2 ชนิด คือ ปลาดุกแอฟริกาและปลาดุกลูกผสม (Na-Nakorn, 2001) เนื่องจากปลาดุกเป็นแหล่งอาหารโปรตีนคุณภาพดีที่มีราคาถูก แสดงให้เห็นได้จากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2563 รายงานว่าปลาดุกมีผลผลิต 101,579 ตัน หรือคิดเป็น 21.56 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตปลาน้ำจืดที่ผลิตได้ทั้งหมด มีผลผลิตสูงเป็นอันดับสองของประเทศไทยรองจากปลานิล และมีมูลค่าการผลิตเป็นอันดับ 3 รองจากกุ้งก้ามกราม อีกทั้งผลผลิตมีแนวโน้มสูงกว่าปีที่ผ่านมาเนื่องจากตลาดในประเทศยังมีความต้องการสูง (Department of Fisheries (DOF), 2022)

เนื่องจากความต้องการลูกพันธุ์ปลาดุกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ลูกพันธุ์ปลาดุกที่ผลิตจากโรงเพาะฟักเป็นที่ต้องการของฟาร์มเลี้ยงปลาเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการเร่งเพิ่มผลผลิตลูกพันธุ์ปลาให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น ผู้ประกอบการมักให้ความสนใจต่อการเพิ่มผลผลิตลูกปลามากกว่าการให้ความสำคัญกับการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการคุณภาพน้ำให้มีคุณภาพดีตลอดเวลานั้นส่งผลให้มีการใช้น้ำปริมาณมากซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต โดยทั่วไปการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ในบ่อซีเมนต์ ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก ๆ 4 วัน จะส่งผลส่งผลในทิศทางที่ดีต่อการเจริญเติบโต (Okomoda et. al., 2016) ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าการอนุบาลลูกปลาที่ความหนาแน่นสูง จะต้องใช้น้ำปริมาณมาก เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาที่มีความต้องการอาหารในปริมาณมากและต้องการสารอาหารที่มีโปรตีนสูง การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการตกค้างของธาตุอาหารในบ่อซึ่งเกิดจากเศษอาหารที่เหลือจากปลาและสิ่งขับถ่ายของปลา ทำให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม (Tucker & Hargreaves, 2003) ส่งผลให้ปลาที่เลี้ยงเกิดความเครียด อ่อนแอเป็นโรค และตายในที่สุด (Nan et al., 2009)

ในบรรดาพารามิเตอร์คุณภาพน้ำต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อปลานั้น แอมโมเนียถือได้ว่ามีความสำคัญมากที่สุดในระบบการเพาะเลี้ยงแบบเข้มข้น ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำแอมโมเนียได้มาจากภายในบ่อเลี้ยงเป็นหลัก ได้แก่ สัตว์น้ำย่อยสลายโปรตีนจากอาหารและแอมโมเนียถูกขับถ่ายออกมาผ่านทางเหงือก สิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำในรูปของแข็ง สารอินทรีย์ที่สะสมในบ่อเลี้ยงจากเศษอาหารที่สัตว์น้ำไม่ได้กิน รวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่ตายและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ Ip et al. (2001) รายงานว่าสัตว์น้ำขับถ่ายสารประกอบไนโตรเจน ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เกิดขึ้นโดยผ่านทางเหงือกในสภาพของแอมโมเนียไม่แตกตัว ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 2.5-3.0 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำกินเข้าไป ความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับสภาพการแตกตัว กล่าวคือแอมโมเนียในสภาพไม่แตกตัวจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำที่รุนแรงมากกว่าสภาพแตกตัว เมื่อแอมโมเนียในรูปไม่แตกตัวเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านเหงือก ทำให้สัตว์น้ำขับถ่ายแอมโมเนียออกจากร่างกายได้ลดลง แอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อจึงสูงขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเลือดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของโครงสร้างเนื้อเยื่อ เยื่อบุเซลล์ต่าง ๆ (Ren et al., 2016) ส่งผลต่อระบบประสาทตอบรับสิ่งกระตุ้นไวผิดปกติ (Ip et al., 2001) ส่งผลเสียต่อระบบสืบพันธุ์ ระบบภูมิคุ้มกัน สารเคมีในเลือด ระบบออสโมลาลิตี้ (Mckenzie et al., 2003) และระบบต่อมไร้ท่ออีกด้วย (Spencer et al., 2008) ส่งผลให้สัตว์น้ำอ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย และการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้การปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงปลาลงสู่สิ่งแวดล้อมจนเกินขีดจำกัด ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนแอมโมเนียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากแอมโมเนียเป็นก๊าซมลพิษที่เร่งปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ของระบบนิเวศน์ (Krupa, 2003) ส่งผลให้สาหร่ายและวัชพืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำเน่าเสีย และออกซิเจนในน้ำลดลง

จากการค้นคว้างานวิจัยด้านผลของแอมโมเนียที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การรอดตายของปลาชนิดต่าง ๆ และผลต่อตัวชี้วัดคุณภาพน้ำต่าง ๆ พบว่ามีรายงานของ Pinto et al. (2007) รายงานว่าเมื่อนำปลาไปเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ไม่ทำให้ปลาตาย จะมีผลทำให้ปลากินอาหารและมีการเจริญเติบโตลดลง Schram et al. (2010) รายงานว่าแอมโมเนียในรูปไม่แตกตัวที่ความเข้มข้น 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การเจริญเติบโตและการกินอาหารของปลาดุกแอฟริกาลดลง Lemarie et al. (2004) รายงานว่าสัดส่วนของแอมโมเนียไม่แตกตัวซึ่งเป็นสภาพเป็นพิษต่อสัตว์น้ำจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มมากขึ้น Takasusuki et al. (2004) รายงานว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นชักนำให้แอมโมเนียอยู่ในสภาพเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น และ Wajsbrol et al. (1991) รายงานว่าแอมโมเนียอยู่ในสภาพที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นเมื่อออกซิเจนละลายน้ำลดลง ดังนั้นโรงเพาะฟักจึงควรให้ความสำคัญในการควบคุมการสะสมของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงให้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของลูกปลา เพื่อให้ได้รับลูกพันธุ์ปลาให้มีคุณภาพดี สุขภาพแข็งแรง ต้านทานโรค ปลอดภัย และรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม โดยควรปฏิบัติตามข้อแนะนำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีสำหรับฟาร์มเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำจืด (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards [ACFS], 2018) และควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งของฟาร์มไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department [PCD], 2014) ควรควบคุมค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมและแอมโมเนียอิสระให้อยู่ในที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ คือ ไม่ควรเกิน 0.05 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Macintrye et al., 2008) และควรปฏิบัติตามข้อแนะนำของ FAO/NACA (1995) ซึ่งได้แนะนำมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการประมง แอมโมเนียรวมไม่ควรเกิน 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากข้อมูลรายงานการวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่ารายงานการศึกษาระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ นั้นมีค่าแตกต่างกัน อีกทั้งการศึกษาในลูกปลาดุกแอฟริกาที่ผ่านมายังมีการศึกษากันน้อย เนื่องจากลูกปลาดุกแอฟริกาสามารถทนทานต่อสภาพคุณภาพน้ำที่ต่ำได้ดี แตกต่างจากปลาน้ำจืดชนิดอื่น แต่กลับยังไม่ปรากฏข้อมูลที่แน่ชัดเกี่ยวกับการศึกษาผลของการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อควบคุมการสะสมของแอมโมเนียให้อยู่ในช่วงความเข้มข้นต่างกันนั้นจะส่งผลให้การเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาชนิดนี้แตกต่างกันหรือไม่ และที่ช่วงเวลาใดของการทดลองที่เริ่มส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลงหรือส่งผลให้ลูกปลาตาย ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาดุกแอฟริกาที่อนุบาลภายใต้สภาวะควบคุมการสะสมของแอมโมเนียที่ช่วงความเข้มข้นต่างกัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดคุณภาพน้ำต่าง ๆ ตลอดช่วงการอนุบาล ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้รับองค์ความรู้ช่วงความเข้มข้นของแอมโมเนีย และช่วงเวลาที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาชนิดนี้อย่างแท้จริง องค์ความรู้นี้จึงเป็นฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดช่วงเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำได้อย่างเหมาะสมและมีความคุ้มค่าสูงสุด อีกทั้งเป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Ramdomized Design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองทำซ้ำกัน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 ตัว มี16 หน่วยทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ (Control) (Do not exchange the Water; DCW) สิ่งทดลองที่ 2 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนียสะสม 1-2 มิลลิกรัม/ลิตร (Water exchange when accumulated ammonia 1-2 milligram per liters; WCA 1-2 mg./L) สิ่งทดลองที่ 3 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนียสะสม 4-5 มิลลิกรัม/ลิตร (Water exchange when accumulated ammonia 4-5 milligram per liters; WCA 4-5 mg./L) และสิ่งทดลองที่ 4 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนีย

สะสม 25-26 มิลลิกรัม/ลิตร (Water exchange when accumulated ammonia 25-26 milligram per liters; WCA 25-26 mg./L)

การเตรียมน้ำที่ใช้ทดลอง

ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำธรรมชาติของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ก่อนนำน้ำมาใช้ทดลองวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิน้ำ ความเป็นด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย และความขุ่น

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกปลาที่ใช้ในการทดลองได้รับจากฟาร์มเพาะพันธุ์ปลาเอกชน มีอายุเริ่มต้น 10 วัน ฝึกลูกปลาก่อนการทดลองโดยช่วงแรกอนุบาลด้วยไรแดงและฝึกให้กินอาหารเม็ดเล็กพิเศษ จนลูกปลาอายุครบ 15 วัน จึงนำมาใช้ในการทดลอง

การเตรียมพื้นที่ทดลอง

ดำเนินการทดลองภายในอาคารเพาะพันธุ์ปลา แผนกวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช อ.ช้างกลาง จ.นครศรีธรรมราช ภาชนะที่ใช้อนุบาลลูกปลาเป็นถังพลาสติกรูปทรงกระบอกสีดำ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร จัดวาง 4 แถว แต่ละแถววางภาชนะ 4 ใบ เติมน้ำใบละ 50 ลิตร ไม่มีการให้ออกซิเจนตลอดช่วงการอนุบาล ใส่ลูกปลาลงในถัง ๆ ละ 50 ตัว ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสถานที่ทดลองทุกวันต่อเนื่องกัน เป็นเวลา 31 วัน ซึ่งอุณหภูมิห้อง มีค่าอยู่ในช่วง 28.60 – 32.45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 62.50– 81.50 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย 67.65 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มแสง มีค่าอยู่ในช่วง 288.00 – 361.38 ลักซ์

อาหารและการให้อาหาร

อนุบาลลูกปลาด้วยอาหารสำเร็จรูปลอยน้ำ มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน ไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย ไม่มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ไม่มากกว่า 11 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง (เวลา 9.00 , 14.00 และ 19.00 น.) โดยให้กินทีละน้อยจนอิ่ม (Satiation) ตามความต้องการของลูกปลาตลอดช่วงการทดลอง

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

เปลี่ยนถ่ายน้ำใช้วิธีกาลักน้ำโดยใช้สายยางดูดน้ำจากก้นถัง จนระดับน้ำในถังลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำทั้งหมด การเปลี่ยนถ่ายน้ำพิจารณาจากปริมาณแอมโมเนียสะสมของแต่ละสิ่งทดลอง โดยดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำช่วงเย็น (18.00-19.00 น.) ของแต่ละวัน ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ของแต่ละสิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ ปริมาตรน้ำที่ใช้ทั้งหมด 50 ลิตร สิ่งทดลองที่ 2 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 28 ครั้ง ในวันที่ 3 , 5 และ 6 - 31 ปริมาตรน้ำที่ใช้ทั้งหมด 750 ลิตร (15 ลิตรต่อตัว) สิ่งทดลองที่ 3 มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 24 ครั้ง ในวันที่ 6 , 8 และ 10 – 31 ปริมาตรน้ำที่ใช้ทั้งหมด 650 ลิตร (13 ลิตรต่อตัว) และ สิ่งทดลองที่ 4 มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 10 ครั้ง ในวันที่ 17 , 19 - 20 , 22 - 27 และ 29 ปริมาตรน้ำที่ใช้ทั้งหมด 300 ลิตร (6 ลิตรต่อตัว)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลทุกวัน ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 31 วัน โดยสุ่มตัวอย่างลูกปลานำมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดความยาว คำนวณน้ำหนักและความยาวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการรอดตาย เก็บตัวอย่างน้ำเวลา 8.00-8.30 น. ทุกวัน วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิน้ำ (℃) วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นด่าง ใช้วิธี Titration methods ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ใช้วิธี Azide Modification Methods ความขุ่น ใช้วิธี Absorbtometic Methods และแอมโมเนียไนโตรเจน ใช้วิธี Phenate methods

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการทดสอบค่าความต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Least Significant Difference ; LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลา

การอนุบาลลูกปลาดุกแอฟริกาภายใต้สภาวะควบคุมการสะสมแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 31 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การควบคุมการสะสมของแอมโมเนียโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ช่วงแอมโมเนีย 1-2 และ 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำหนักสุดท้ายของลูกปลามีค่าสูงที่สุด (16.43±1.52 กรัม และ 17.48±0.95 กรัม) มีค่าสูงกว่าช่วงแอมโมเนีย 25-26 มิลลิกรัมต่อลิตร (15.00±0.58 กรัม) และชุดควบคุม (12.27±0.55 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq .05$) การควบคุมแอมโมเนียสะสมโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ช่วงแอมโมเนีย 1-2 , 4-5 และ 25-26 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 0.52±0.05, 0.55± 0.03 และ 0.47± 0.02 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม (0.38±0.02 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq .05$) การควบคุมการสะสมแอมโมเนียโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ช่วงแอมโมเนีย 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้อัตรารอดตายของลูกปลาสูงที่สุด (96.50 ±1.91%) สูงกว่าสภาวะอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq .05$) การควบคุมแอมโมเนียสะสมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ช่วงวันที่ 1-16 ของการอนุบาลไม่ส่งผลให้น้ำหนักสะสมของลูกปลาแตกต่างกัน ($p \geq .05$) แต่หลังจากวันที่ 16 ของการอนุบาลเป็นต้นไป สภาวะที่ควบคุมแอมโมเนียที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (1-2 และ 4-5 mg./L) ส่งผลให้น้ำหนักสะสมของลูกปลามีค่าสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq .05$) (Table 1) (Figure 1)

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการสะสมของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงในระดับมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ติดต่อกันเป็นเวลานาน จะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการรอดตายของลูกปลา โดยแสดงให้เห็นเด่นชัดในช่วงวันที่ 16 ของการอนุบาลเป็นต้นไป แอมโมเนียที่สะสมในบ่อเลี้ยงซึ่งเกิดจากสิ่งขับถ่ายของลูกปลา รวมถึงเศษอาหารตกค้าง สิ่งเหล่านี้เกิดการย่อยสลายด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) ซึ่งเป็นกระบวนการออกซิเดชั่นของสิ่งมีชีวิต ในสภาวะที่สมดุลแอมโมเนียจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนตริก แต่เมื่อกระบวนการนี้สูญเสียความสมดุลไปเนื่องจากสิ่งขับถ่ายสะสมมากเกินไป จะทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียและไนไตรท์สูงขึ้นจนเป็นสาเหตุของการตายของปลา (Svobodova et al., 2005) ข้อมูลยังชี้ให้เห็นอีกว่าการสะสมของแอมโมเนียในระดับที่มากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะส่งผลทำให้อัตราการการรอดตายของลูกปลาลดลงอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะนี้แอมโมเนียมีการสะสมในระดับสูง ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าลดลง และความเป็นกรด-ด่างมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้เพิ่มความเป็นพิษของแอมโมเนีย ทำให้เป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Lemarie et al. (2004) รายงานว่าความเป็นพิษของแอมโมเนียส่งผลต่อตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำ สอดคล้องกับรายงานของ Wajsbrol et al. (1991) รายงานว่าแอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นเมื่อออกซิเจนละลายน้ำลดลง เมื่อออกซิเจนละลายน้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ของจุดอิ่มตัว ทำให้ปลากะพงแดง มีความไวต่อแอมโมเนียมากขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Boyd (1982) รายงานว่าเมื่อความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น แอมโมเนียจะเปลี่ยนรูปอยู่ในสภาพที่ไม่แตกตัวมากขึ้น ซึ่งเป็นสภาพที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ในรายงานของ Ren et al. (2016) รายงานว่าพิษของแอมโมเนียส่งผลเสียต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านเหงือก ทำให้ลูกปลาขับถ่ายแอมโมเนียออกจากร่างกายได้ลดลง แอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อจึงสูงขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเลือดสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของโครงสร้างเนื้อเยื่อ เยื่อบุเซลล์ต่าง ๆ ส่งผลให้สัตว์น้ำอ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย และการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Pinto et al. (2007) รายงานว่าเมื่อนำปลาไปเลี้ยงที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ไม่ทำให้ปลาตาย จะมีผลทำให้ปลากินอาหารและมีการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Tomasso et al. (1980) รายงานค่าความเป็นพิษของแอมโมเนียในรูปแตกตัว ที่ทำให้ลูกปลา Channel Catfish

(Ictalurus punctatus) ขนาด 7-13 เซนติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง ที่ความเป็นกรด-ด่าง 7, 8 และ 9 (อุณหภูมิน้ำ 21–25 ๐C และความกระด้างของน้ำ 40 mg./L) คือ 263.6, 38.8 และ 4.5 มก/ลิตร ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Sheehan & Lewis (1986) รายงานค่าความเป็นพิษเฉียบพลันจากแอมโมเนียชนิดแอมโมเนียมคลอไรด์ โดยแสดงค่าความเข้มข้นที่เป็นพิษอยู่ในรูปไม่แตกตัวที่ทำให้ลูกปลา Channel Catfish (Ictalurus punctatus) ขนาด 16 กรัม ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง (ที่ความเป็นกรด-ด่าง 7.2 และ อุณหภูมิน้ำ 21 องศาเซลเซียส) คือ 1.04 มก./ลิตร ผลการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนียอยู่ในช่วง 1-2 และ 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสภาวะที่ลูกปลาเจริญเติบโตสูงสุด สอดคล้องกับข้อแนะนำของ Okomoda et al. (2016) ที่แนะนำว่าการอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างน้อย ทุกวัน 4 วัน อีกทั้งผลการทดลองครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการน้ำที่เหมาะสมช่วยให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด และเหมาะสมในการนำไปปรับใช้สำหรับอนุบาลลูกปลาชนิดนี้ในสภาวะที่มีน้ำจำกัด หรือช่วงหน้าแล้ง และช่วยลดปริมาณน้ำเสียที่ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

Table 1 Growth parameters of African Catfish Fingerlings by nursing under condition controlled accumulated ammonia at different levels for 31 days.

parameters	Different levels of ammonia			
	Control	WCA 1-2 mg/L	WCA 4-5 mg/L	WCA 25-26 mg/L
Initial wt. (g/fish)	0.40± 0.08[a]	0.41± 0.01[a]	0.45±0.06 [a]	0.38±0.07 [a]
Final wt. (g/fish)	12.27±0.55 [a]	16.43±1.52 [c]	17.48±0.95 [c]	15.00±0.58 [b]
Weigth gain (g/fish)	11.86±0.57 [a]	16.02±1.52 [bc]	17.03±0.89 [c]	14.62±0.56 [b]
ADG (g/fish/day)	0.38±0.02 [a]	0.52±0.05 [bc]	0.55± 0.03[c]	0.47±0.02 [b]
Initial length (cm/fish)	3.73±0.14 [ab]	3.84± 0.08[ab]	3.91±0.19 [b]	3.67±0.16 [a]
Final length (cm/fish)	11.53±0.47 [a]	12.99±0.61 [b]	12.84±0.25 [b]	12.51±0.65 [b]
length gain (cm)	7.80±0.53 [a]	9.15±0.56 [b]	8.94± 0.42[b]	8.84±0.56 [b]
ADG (cm/fish/day)	0.26±0.02 [a]	0.30±0.19 [b]	0.29± 0.01[b]	0.29±0.02 [b]
Survival rate (%)	87.5±3.79[a]	96.5±1.91[b]	90.0±1.63[a]	87.0±3.46[a]

Note: Value are mean. Mean values followed by the different letter in row were significantly different at 95% by LSD test.
ADG= Average daily growth (g/fish/day (cm/fish/day), wt.= weight.

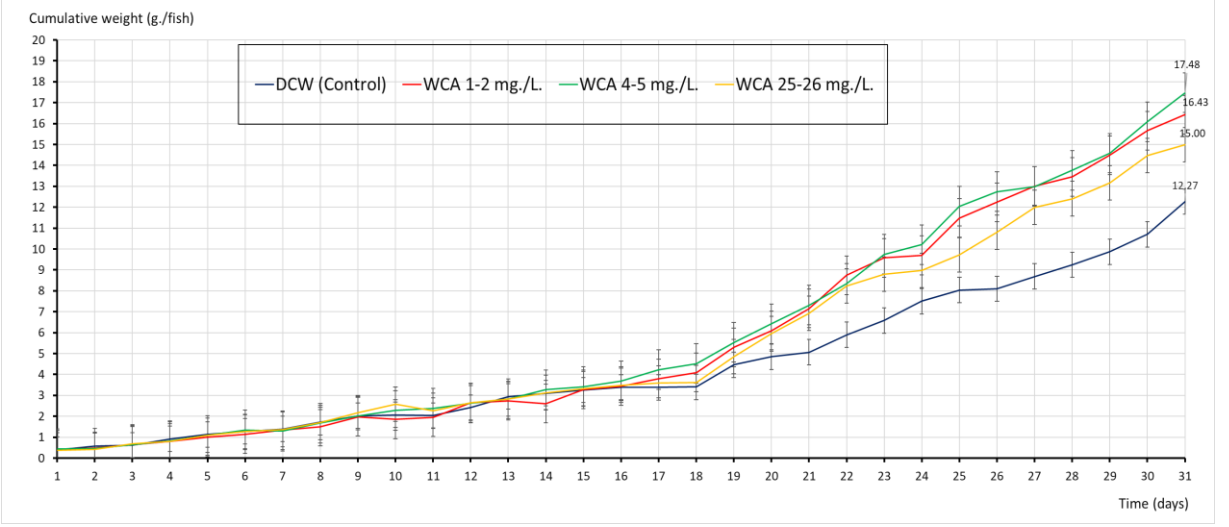


Figure 1 The change in cumulative weigth (g/fish) of African Catfish Fingerlings by nursing under condition controlled accumulated ammonia at different levels for 31 days.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำแต่ละตัวชี้วัด ภายใต้สภาวะควบคุมแอมโมเนียที่ระดับ 1-2 , 4-5 , 25-26 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ชุดควบคุม หลังจากอนุบาลเป็นเวลา 31 วัน (Figure 2) มีรายละเอียดดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า สภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนีย ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าสูงสุด (7.76±0.12) สูงกว่าทุกสภาวะที่ศึกษา ($p \leq .05$) ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนียจะเกิดการสะสมของเกลือคาร์บอเนต บอเรตหรือเกลือฟอสเฟต ซึ่งเกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารที่ตกค้างสะสมเพิ่มในปริมาณมากกว่าสภาวะที่มีการควบคุมแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำซึ่งเกิดจากการหายใจของลูกปลาหรือจุลินทรีย์ในน้ำจะแตกตัวเป็นอิออนไบคาร์บอเนต ส่งผลให้ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าสูงขึ้น เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูงจึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีของ Tanthulwet & Phornprapha (1996) รายงานว่า เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูงขึ้น จะป้องกันไม่ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงมาก ถ้าความเป็นด่างต่ำ การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในรอบวันจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับทฤษฎีของ Tucker & Hagraves (2004) ซึ่งรายงานว่าการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะไม่มีการสังเคราะห์แสง จะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำลดลง และเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลงก็ทำให้กรดคาร์บอนิกลดลงด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง จึงกลับมาสูงอีกครั้ง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ของทุกสิ่งทดลองยังมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับสำหรับการเจริญเติบโตของลูกปลา คือมีค่าอยู่ในช่วง 6.96-8.06 สอดคล้องกับรายงานของ Marimuthua et al. (2019) แนะนำการอนุบาลปลาดุกแอฟริกา ควรมีค่าอยู่ในช่วง 6.7 – 7.5 และ Lowson (1995) แนะนำว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ควรเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 หน่วยในรอบวันอุณหภูมิน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ทุกสภาวะที่ทดลองอุณหภูมิน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq .05$) ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเหนือผิวน้ำ ได้แก่ แสง ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ (Tucker & Robinson, 1990) สิ่งเหล่านี้เป็นอิทธิพลภายนอกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ และยังส่งผลต่อการกินอาหารและมีผลการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกแอฟริกาอย่างมีนัยสำคัญ (Peter, 1988) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันและทิศทางเดียวกัน มีค่าอยู่ในช่วง 27.95 – 30.05 องศาเซลเซียส ถือว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาในเขตร้อนทั่วไป ตามข้อแนะนำของ Tanthulwet & Phornprapha (1996) คือ ควรอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับข้อแนะนำของ Tucker & Robinson (1990) คือ ควรอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส และสอดคล้องกับข้อแนะนำของ Peter (1988) ซึ่งช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกแอฟริกา ควรมีค่าอยู่ในช่วง 26-32 องศาเซลเซียส

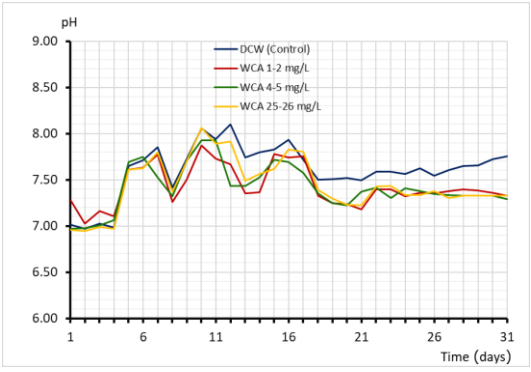
อุณหภูมิน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ทุกสภาวะที่ทดลองอุณหภูมิน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq .05$) ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเหนือผิวน้ำ ได้แก่ แสง ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ (Tucker & Robinson, 1990) สิ่งเหล่านี้เป็นอิทธิพลภายนอกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ และยังส่งผลต่อการกินอาหารและมีผลการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกแอฟริกาอย่างมีนัยสำคัญ (Peter, 1988) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันและทิศทางเดียวกัน มีค่าอยู่ในช่วง 27.95 – 30.05 องศาเซลเซียส ถือว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาในเขตร้อนทั่วไป ตามข้อแนะนำของ Tanthulwet & Phornprapha (1996) คือ ควรอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับข้อแนะนำของ Tucker &

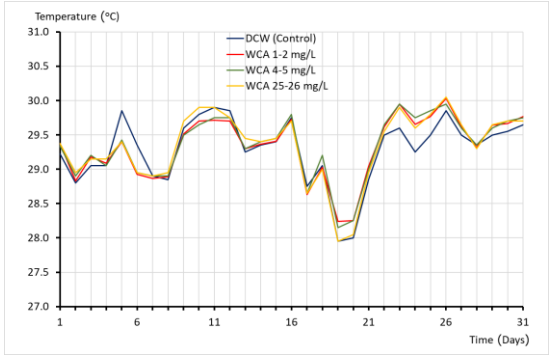
Robinson (1990) คือ ควรอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส และสอดคล้องกับข้อแนะนำของ Peter (1988) ซึ่งช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาดุกแอฟริกา ควรมีค่าอยู่ในช่วง 26-32 องศาเซลเซียส

ความเป็นด่าง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า สภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนีย ความเป็นด่างของน้ำมีค่าสูงที่สุด (811.88±14.13 mg/L) สูงกว่าทุกสภาวะที่ศึกษา (P≤0.05) ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนีย ส่งผลให้เกิดการสะสมของเกลือของคาร์บอเนต บอเรต และฟอสเฟต ซึ่งเกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารที่ตกค้าง ส่งผลให้ความเป็นด่างมีค่าสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงความเป็นด่างภายใต้สภาวะนี้มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเพิ่มขึ้นจากต่ำไปหาสูง และเพิ่มปริมาณในระดับที่สูงกว่าสภาวะที่ควบคุมการสะสมแอมโมเนีย (P≤0.05) ข้อมูลยังชี้ให้เห็นว่าสภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนียส่งผลให้ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าสูงเกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 21 ของการอนุบาล ซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่าช่วงที่แนะนำไว้โดย Tucker & Robinson (1990) ที่ได้แนะนำว่า ความเป็นด่างควรมีค่าอยู่ในช่วง 10-400 มิลลิกรัมต่อลิตร สอดล้องกับทฤษฎีของ Lowson (1995) รายงานว่าค่าความเป็นด่างตามธรรมชาติไม่ถือว่าเป็นพิษ ค่าความเป็นด่างจะมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ คือ เมื่อน้ำมีความเป็นด่างสูงขึ้นจะเป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างเร็วเกินไป แต่ถ้าความเป็นด่างต่ำ การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในรอบวันจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ออกซิเจนละลายน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของทุกสิ่งทดลอง มีค่าเป็น 0 ทั้งนี้เนื่องจากลูกปลานำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมตลอดเวลา และจุลินทรีย์ในน้ำก็ใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ (Boyd, 1982) จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนของทุกสิ่งทดลองมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางลดลงอย่างต่อเนื่องตามช่วงเวลาอนุบาล แต่อย่างไรก็ตามทุกสภาวะที่ทดลอง เมื่อน้ำขาดออกซิเจนกลับไม่ส่งผลทำให้ลูกปลาตายในจำนวนมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากออกซิเจนจากบรรยากาศสามารถแพร่กระจายผ่านผิวน้ำ ซึ่งบริเวณผิวน้ำยังมีออกซิเจนละลายอยู่ อีกทั้งลูกปลาชนิดนี้มีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจอยู่ในช่องเหงือก (Van Weerd, 1995) ลูกปลาสามารถดึงออกซิเจนบริเวณผิวน้ำได้โดยตรง จึงทำให้ลูกปลาชนิดนี้สามารถทนทานต่อสภาวะขาดออกซิเจนได้ สอดคล้องกับรายงานของ Toko et al. (2006) ได้รายงานว่าลูกปลาชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่ออกซิเจนละลายน้ำที่มีค่าต่ำ อยู่ในช่วง 0.9 - 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Van Weerd (1995) รายงานว่าลูกปลาชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่ออกซิเจนละลายน้ำต่ำเพียง 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความขุ่น เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า สภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนีย ความขุ่นของน้ำมีค่าสูงที่สุด (147.33±23.18 NTU) สูงกว่าทุกสภาวะ (p≤.05) เนื่องจากสภาวะที่ไม่ควบคุมการสะสมแอมโมเนียส่งผลให้เกิดการสะสมสารแขวนลอยจากเศษอาหารที่ตกค้าง สิ่งขับถ่าย และสารละลายอินทรีย์ที่สะสมเพิ่มปริมาณสูงกว่าสภาวะที่ควบคุมแอมโมเนีย เมื่อพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่แนะนำไว้ของ Tanthulwet & Phornprapha (1996) ได้กำหนดความขุ่นที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาน้ำจืด ควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-10 เอ็นทียู ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าสภาวะที่ไม่ควบคุมแอมโมเนีย และสภาวะที่ควบคุมแอมโมเนีย 25-26 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่นมีค่าสูงเกินระดับที่แนะนำในวันที่ 9 เป็นต้นไป ซึ่งความขุ่นที่มีค่าสูงส่งผลต่อแสงที่ส่องผ่านได้ลดลง ส่งผลต่อสุขภาพสัตว์น้ำ เนื่องจากสารแขวนลอยอาจเข้าไปอุดตันภายในช่องเหงือกของลูกปลา ทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลง ส่งผลให้เจริญเติบโต (Tanthulwet & Phornprapha, 1996)





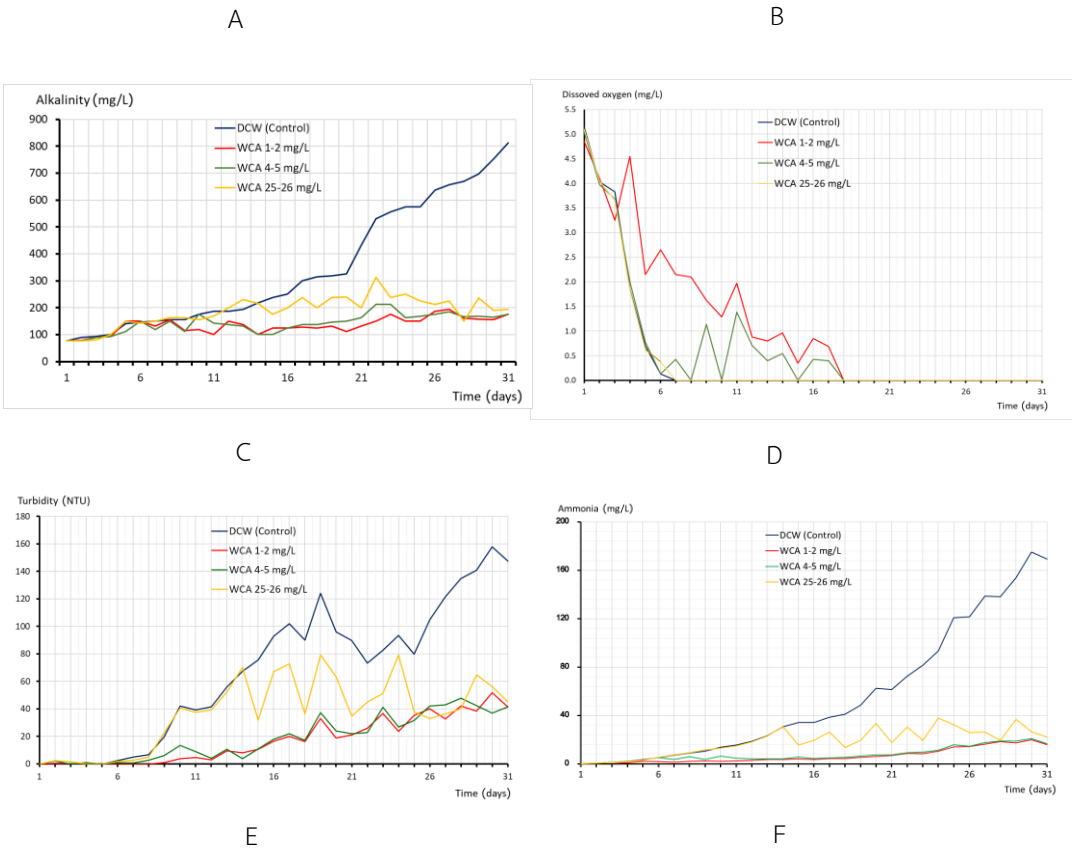


Figure 2 The changes in water quality parameters under condition controlled ammonia at different levels for 31 days. (A) pH, (B) Temperature, (C) Alkalinity, (D) Dissoved oxygen, (E) Turbidity, (F) Ammonia.

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อควบคุมการสะสมของแอมโมเนีย คือ ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแอมโมเนียสะสม 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้น้ำ 15 ลิตร ต่อลูกปลา 1 ตัว สภาวะนี้ให้อัตราการเจริญเติบโตและการรอดตายของลูกปลาสูงที่สุด ความเป็นกรด-ด่าง 7.03-7.87 อุณหภูมิน้ำ 28.24-30.03 องศาเซลเซียส ความเป็นด่าง 76.67-193.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 0-4.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และความขุ่น 0-51.70 เอ็นทียู

เอกสารอ้างอิง

Boyd, C. E. (1982). **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Sci. Pulb. CO., Amsterdam. 30 pp.

Britz, P. J. (1988). **Environmental Requirement for the Hatchery Rearing of African Catfish Clarias gariepinus (pisces: Clariidae) Larvae and Juveniles.** Degree of Master of Science: Rhodes University.

Department of Fisheries [DOF]. (2022). **Fisheries Statistics Of Thailand. 2020**. Bangkok: Fisheries Development Policy and Planning Division.

FAO/NACA. (1995). Regional study and workshop on the environmental assessment and management of aquaculture development**.** (TCP/RAS/2253)**. NACA Environment and Aquaculture Development.** Series No.1 NACA, Bangkok, Thailand.

Ip, Y. K., Chew, S. F., & Randall, D. J. (2001). Ammonia toxicity, tolerance and excretion. In: Wright, P. A., Anderson, P. M. (Eds.)
Fish Physiology, Nitrogen Excretion. 20, 109-148.

Krupa, S. V. (2003)**.** Effects of atmospheric ammonia (NH_3) on terrestrial vegetation: a review. **Environmental Pollution.** 124, 179-221.

Lemarie, G., Dosdat, A., Coves, D., Dutto, G., Gasset, E., & Ruyet, J. P. (2004). Effect of Chronic ammonia exposure on growth of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture.** 229, 471-491.

Lowson, T. B. (1995). **Fundamental of Aquacultural Engineering.** New York: Chapman and Hall.

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

Mckenzie, D. J., Peterson, D. W., Peterson, D. L., & Thornton, P. E. (2003). Climatic and biophysical controls on conifer species distributions in mountain forests of Washington State, USA. **Journal of Biogeography.** 30, 1093-1108.

Nan, I., Ruimei, W., Jian, Z., Zetian, F., & Xiaoshun, Z. (2009). Developing a knowledge-based early warning system for fish disease/health via water quality management. **Expert Systems with Applications.** 36, 6500-6511.

Na-Nakorn, U. (2001). **Catfish.** (2nded). Bangkok: Kasetsart University Press.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards [ACFS]. (2018). **GUIDANCE ON THE APPLICATION OF THAI AGRICULTURAL STANDARD, Good aquaculture practices for freshwater animal hatchery and nursery TAS 7421(G)-2518**. Bangkok: Department of Fisheries.

Okomoda, V. T., Lateef, T. O., & Iortim, M. (2016). The Effect of Water Renewal on Growth of Clarias gariepinus Fingerling**.** **Croatian Journal of Fisheries**, 25-29.

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

Pollution Control Department [PCD]. (2014). **Handbook for evaluating the amount of effluent and pollution from aquaculture activities**. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.

Ren, Q., Li, M., Yuan, L., Song, M., Xing, X., Shi, G., Meng, F., & Wang, R. (2016). Acute ammonia Toxicity in crucian carp *Carassius auratus* and effects of taurine on hyperammonemia. **Comparative Biochemistry and Physiology.** 190, 9-14.

Schram, E., Roques, J. A. C., Abbink, W., Spanings, T., De, V. P., Bierman, S. M., & Van de Vis, J. W. (2010). The impact of elevated water ammonia concentration on Physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). **Aquaculture.** 306, 108-115.

Sheehan, R. J. & Lewis, W. M. (1986). Influence of pH and Ammonia Salts on Ammonia Toxicity and Water Balance in Young Channel Catfish. **American Fisheries Society.** 115, 891-899.

Spencer, P., Pollock, R., & Dube, M. (2008). Effects of un-ionized ammonia on histological, endocrine, and whole organism endpoints in slimy sculpin (Cottus cognatus). **Aquatic Toxicology.** 90, 300-309.

Svobodova, Z., Machova, J., Poleszczuk, G., Huda, J., Hamackova, J., & Kroupova, H. (2005). Nitrite poisoning of fish in aquaculture facilities with water-recirculating systems. **Acta Veterinaria Brunensis.** 74, 129-137.

Takasusuki, J., Araujo, M. M. R., & Fernandes, M. N. (2004). Effect of water pH on cop-per toxicity in the neotropical fish, *Prochilodus scrofa* (Prochilodondidae). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.** 72, 1075-1082.

Tanthulwet, M. S. & Phornprapha, P. P. (1996). **Water quality management and wastewater treatment in fish ponds and**

other aquatic animals (3thed). Bangkok: Thammasat University Press.

Toko, I., Fiogbe, E. D., Koukpode, B., & Kestemont, P. (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. **Aquaculture**. 262, 65-72.

Tomasso, J. R., Goudie, C. A., Simco, B. A., & Davis, K. B. (1980). Effects of Environmental pH and Calcium on Ammonia Toxicity in Channel Catfish. **American Fisheries Society.** 109(2), 229-234.

Tucker, C. S. & Hargreaves, J. A. (2003). Management of effluents from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) embankment ponds in the Southeastern United States. **Aquaculture.** 226, 5-21.

Tucker, C. S. & Hargreaves, J. A. (2004). Biology and Culture of Channel Catfish. **Developments in Aquaculture and Fisheries Science.** 34, 68-72.

Tucker, C. C. & Robinson, E. H. (1990). **Channel Catfish Farming Handbook.** New York: Van Nostrand Reinhold.

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

Wajsbrot, N., Gasith, A., Krom, M. D., & Popper, D. M. (1991). Acute toxicity of Ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* under reduced oxygen Levels. **Aquaculture.** 164, 227-288.

วันรับบทความ (Received date) : 8 ต.ค. 64
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 3 ก.ค. 65
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 ต.ค. 65