Effects of pH on physiological parameters of blood and growth performance of Asian bumblebee catfish (*Pseudomystus siamensis* Regan, 1913)

Tuan V. Vo*, Truc T. T. Nguyen, Binh T. T. Vo, & Duyen T. H. Nguyen

Faculty of Fisheries, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: March 24, 2018

Revised: July 18, 2018

Accepted: September 24, 2018

Keywords

Asian bumblebee catfish

Glucose

pH

Pseudomystus siamensis

*Corresponding author

Vo Van Tuan

Email: vovantuan@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Effects of pH on blood physiological parameters and growth performance of Asian bumblebee catfish (*Pseudomystus siamensis*) were carried out in laboratory conditions. The experiment was set up in 8 weeks at different pH water levels. The results showed that the cumulative mortality of Asian bumblebee catfish (4 - 6 g/fish) in 24 hpi was 100% at pH = 11, 70.83% at pH = 10 and 62.5% at pH = 3. No mortality of fish was observed at pH = 4, 5, 6, 7, 8, 9 at 24 hpi. The high content of glucose was recorded in fish cultured in water with low (4.02 mmol/L at pH = 3) and high (3.22 mmol/L at pH = 10) pH levels. After 8 weeks of culture, the highest content of glucose was observed at pH = 8 (1.10 mmol/L). The daily weight gain and specific growth rate in weight of fish were 0.02 - 0.08 g/day and 0.35 - 0.99%/day, respectively. The daily length gain and specific growth rate in length were 0.02 - 0.04 cm/day and 0.22 - 0.53%/day. The highest survival rate of fish was recorded at pH = 6 (95.96%) and the lowest survival rate of fish was recorded at pH = 8 (60%).

Cited as: Vo, T. V., Nguyen, T. T. T., Vo, B. T. T., & Nguyen, D. T. H. (2019). Effects of pH on physiological parameters of blood and growth performance of Asian bumblebee catfish (*Pseudomystus siamensis* Regan, 1913). *The Journal of Agriculture and Development* 18(1), 89-97.

Ảnh hưởng của pH nước đến sinh lý máu và tăng trưởng của cá chốt bông (*Pseudomystus siamensis* Regan, 1913)

Võ Văn Tuấn*, Nguyễn Thị Thanh Trúc, Võ Thị Thanh Bình & Nguyễn Thị Hồng Duyên

Khoa Thủy Sản, Trường Đại Học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 24/03/2018

Ngày chỉnh sửa: 18/07/2018

Ngày chấp nhận: 24/09/2018

Từ khóa

Cá chốt bông

Glucose

pH

Pseudomystus siamensis

*Tác giả liên hệ

Võ Văn Tuấn

Email: vovantuan@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của pH lên sinh lý máu và tăng trưởng của cá chốt bông (*Pseudomystus siamensis*) được tiến hành trong điều kiện thực nghiệm. Thí nghiệm được thực hiện trong 8 tuần với các giá trị pH khác nhau. Cá thí nghiệm có trọng lượng từ 4 - 6 g/con. Kết quả thí nghiệm cho thấy, tỷ lệ chết tích lũy của cá chốt bông trong 24 giờ cao nhất tại pH = 11 (100%), kể đến là pH = 10 (70,83%) và pH = 3 (62,5%). Ở các giá trị pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 không có hiện tượng cá chết sau 24 giờ. Hàm lượng glucose trong máu cá tăng cao khi cá tiếp xúc với môi trường có pH thấp (4,02 mmol/L tại pH = 3) và pH cao (3,22 mmol/L tại pH = 10). Sau 8 tuần nuôi, hàm lượng glucose trong máu cá tại pH = 8 đạt cao nhất (1,10 mmol/L). Tăng trưởng tuyệt đối về trọng lượng của cá dao động từ 0,02 - 0,08 g/ngày, tăng trưởng tương đối về trọng lượng dao động từ 0,35 - 0,99 %/ngày. Tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài của cá dao động từ 0,02 - 0,04 cm/ngày, tăng trưởng tương đối về chiều dài dao động từ 0,22 - 0,53%/ngày. Tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức pH = 6 đạt cao nhất (95,96%) và thấp nhất ở pH = 8 (60%).

1. Đặt Vấn Đề

Cá chốt bông (*Pseudomystus siamensis*) là một loài cá trong họ Bagridae. Loài này thường phân bố ở Lào, Campuchia, Thái Lan. Ở Việt Nam, cá phân bố chủ yếu ở Đồng Bằng Sông Cửu Long và được khai thác để làm thực phẩm. Tuy nhiên, những năm gần đây cá được khai thác phục vụ cho thị trường cá cảnh nhờ những nét đặc biệt, mới lạ về ngoại hình. Cá chốt bông có tên trong danh sách cá cảnh xuất khẩu với tên tiếng anh là Bumble bee catfish (Ng, 2012).

Theo Das & ctv. (2006), sự thay đổi pH nước (cao hoặc thấp) có thể gây stress cho cá, đồng thời cũng sẽ ảnh hưởng đến chức năng sinh lý máu và tăng trưởng của cá. Dựa vào sự thay đổi các chỉ tiêu sinh lý máu (kích cỡ, hình dạng và sự biến động của từng loại tế bào máu, nồng độ hemoglobin, hàm lượng đường huyết) có thể giúp người nuôi đánh giá được tình trạng sức khỏe

của động vật thủy sản. Ghanbari & ctv. (2012) ghi nhận, tổng tế bào bạch cầu và hàm lượng hemoglobin của cá chép giảm đáng kể khi cho cá tiếp xúc với môi trường pH thấp và cao (pH = 5,5 và 9,0). Martinez-Porchas & ctv. (2009) cũng nhận định hàm lượng glucose là một trong những chỉ thị stress phổ biến trên cá và hàm lượng glucose sẽ tăng trong suốt giai đoạn cá bị stress. Pascal & ctv. (2008) cho rằng cortisol và glucose trong máu tăng cao cũng gây ảnh hưởng đến sức khỏe của cá nheo *Clarias gariepinus*.

Có rất ít nghiên cứu về cá chốt bông, các nghiên cứu chủ yếu là nghiên cứu về định loại và tìm hiểu một số đặc điểm sinh học trên loài cá này. Vì vậy, việc tiến hành những nghiên cứu cụ thể và có chiều sâu như thuần dưỡng chúng dựa trên điều kiện môi trường hay những phản ứng sinh lý của cá dưới tác động của các yếu tố môi trường là việc làm hết sức cần thiết trong thời điểm hiện tại nhằm xây dựng nền tảng cho

sự phát triển của đối tượng trong thời gian tới.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1 năm 2017 đến tháng 8 năm 2017 tại Trại thực nghiệm và Phòng thí nghiệm Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là cá chốt bông (*Pseudomystus siamensis*) được mua từ trại cá giống khu vực TP.HCM và Tây Ninh, sau đó được chuyển về Trại thực nghiệm Khoa Thủy sản trường Đại học Nông Lâm. Cá được nuôi dưỡng trong bể xi măng 2m³ được sục khí liên tục và được cho ăn trùn chỉ trong hai tuần nhằm giúp cho cá quen với điều kiện môi trường bể nuôi trước khi tiến hành thí nghiệm. Cá dùng cho bố trí thí nghiệm phải có kích cỡ đồng đều, khỏe mạnh và trọng lượng trung bình 5 - 6 g/con.

2.3. Giới hạn chịu đựng pH của cá chốt bông

Thí nghiệm được bố trí trong các bể kính 40 × 40 × 30 cm chứa 30 lít nước và được ngăn thành 3 ngăn bằng nhau, mỗi ngăn chứa 8 cá có trọng lượng trung bình từ 4 - 6 g/con, sục khí liên tục và được lập lại 3 lần.

Sử dụng dung dịch HCl 0,1 N (hoặc NaOH 0,1 N) để giảm (hoặc tăng) pH. Điều chỉnh pH cho đến khi tại mỗi bể kính có các giá trị pH = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 thì tiến hành thả cá vào (Zahangir & ctv., 2015).

pH trong các bể kính được giữ ổn định trong 24 giờ (đo pH 3 giờ/lần). Ghi nhận lại số lượng cá chết tại mỗi giá trị pH để xác định tỷ lệ chết tích lũy của cá trong 24 giờ.

2.4. Ảnh hưởng của pH lên sinh lý máu, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá chốt bông

Thí nghiệm được thực hiện trong 8 tuần với 8 nghiệm thức với các giá trị pH khác nhau. Mỗi nghiệm thức bố trí 50 cá (30 cá xác định các chỉ tiêu tăng trưởng và 20 cá xác định chỉ tiêu máu) với trọng lượng trung bình khoảng 4 - 6 g/con vào trong bể kính (60 cm × 45 cm × 50 cm) chứa 50 lít nước. Mỗi bể bố trí 1 cây năng nhiệt, 3 ống nước PVC (phi 16 dài 15 cm) và được sục khí liên

tục. Nước được thay mỗi ngày (khoảng 20 - 30% lượng nước trong bể). Lượng nước bổ sung được điều chỉnh pH trước khi cấp. Thức ăn cho cá là trùn chỉ sống, cho cá ăn thỏa mãn.

Các thông số môi trường được ghi nhận trong suốt quá trình thí nghiệm. Giá trị pH được kiểm tra 2 lần/ngày (7 giờ sáng và 17 giờ chiều) bằng máy HP 3040 nhằm đảm bảo đạt giá trị pH như thiết kế của nghiệm thức. Nhiệt độ nước và oxy hòa tan được đo 2 lần/ngày (7 giờ sáng và 17 giờ chiều) bằng máy HANNA Hi 9146 (Rumanian). NH₃ được xác định dựa vào bảng tỷ lệ % NH₃/TAN theo nhiệt độ và pH (Boyd, 1990). TAN phân tích bằng phương pháp Indolphénol Blue (APHA & ctv., 1995). NO₂⁻ xác định bằng phương pháp phương pháp Diazonium (APHA & ctv., 1995). Chỉ tiêu NO₂⁻ và NH₃ được đo định kỳ 1 tuần/lần.

Trọng lượng và chiều dài cá được đo lúc bố trí thí nghiệm và khi kết thúc thí nghiệm (8 tuần) để xác định chỉ tiêu tăng trưởng. Ghi nhận số cá chết hàng ngày đến khi kết thúc thí nghiệm để xác định tỷ lệ sống.

Hàm lượng glucose: Máu cá sẽ được thu từ động mạch cuốn đuôi. Hàm lượng glucose trong máu cá được đo bằng máy đo đường huyết On-Call Advanced USA dựa trên công nghệ cảm biến sinh học, que thử sử dụng men GDH-PQQ. Giá trị được thể hiện bằng đơn vị mmol/L (Stefani & ctv., 2010).

Chỉ tiêu tăng trưởng: Tăng trưởng về khối lượng (DWG = Daily Weight Gain).

$$DWG \text{ (g/ngày)} = \frac{W_2 - W_1}{T}$$

W₁: trọng lượng cá đầu thí nghiệm (gram).

W₂: trọng lượng cá tại thời điểm T (gram).

T: thời gian thí nghiệm (ngày).

Tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối: SGRW (%/ngày).

$$SGR = \frac{\log_e(W_{t_2}) - \log_e(W_{t_1})}{t_2 - t_1} \times 100$$

Tăng trưởng về chiều dài (DLG = Daily Length Gain).

$$DLG \text{ (cm/ngày)} = \frac{L_2 - L_1}{T}$$

L₁: Chiều dài cá đầu thí nghiệm (cm).

L₂: Chiều dài cá tại thời điểm T (cm).

T: Thời gian thí nghiệm (ngày).

Tốc độ tăng trưởng chiều dài tương đối: SGRL (%/ngày).

$$\text{SGR} = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L} \times 100.$$

$$\text{Tỷ lệ sống (SR): } \text{SR (\%)} = \frac{N_S}{N_T} \times 100.$$

N_T : Số lượng cá đầu thí nghiệm.

N_S : Số lượng cá sau thí nghiệm.

2.5. Phân tích số liệu

Tỷ lệ chết tích lũy 50% được tính theo phương pháp “probit analysis”. Tất cả số liệu được phân tích ANOVA 1 yếu tố (One-way ANOVA), và phép thử Duncan’s bằng phần mềm SPSS 19.0 với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Giới hạn chịu đựng pH của cá chột bông

Giới hạn chịu đựng pH của cá chột bông được thể hiện qua Hình 1. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi giá trị pH trong bể thí nghiệm tăng lên 11 thì cá có các triệu chứng như bơi nhanh, liên tục bơi lên mặt nước; cơ thể mất cân bằng; da, mang và toàn thân cá được bao phủ bởi rất nhiều chất nhầy; mắt cá bị đục; cơ thể bị lộn ngược và chết trong vòng 3 giờ sau khi tiếp xúc. Ở giá trị pH = 10, lúc đầu cá cũng bơi nhanh sau đó giảm hoạt động bơi, cá lơ lửng, mắt cá đục, nằm im sát mặt đáy, một số cá trôi theo dòng nước do sục khí tạo ra, cá bắt đầu chết dần đến 50% sau 21 giờ bố trí và 70,8% sau 24 giờ. Ở các giá trị pH = 4, 5, 6, 7, 8, 9 không có hiện tượng cá chết sau 24 giờ thí nghiệm. Tuy nhiên, ở giá trị pH = 8, 9 lúc bắt đầu thí nghiệm thì cá bơi nhanh, càng về sau cá chuyển động càng ít, nằm im sát mặt đáy, da tái nhợt. Ở giá trị pH = 3, cá tiết chất nhầy (nhưng ít hơn so với giá trị pH = 11), lúc đầu cá bơi nhanh, sau đó giảm dần hoạt động và nằm im bất động sát mặt đáy, mắt cá đục dần, trên da cá có dấu hiệu bị lở loét và cá chết dần đến 54,2% sau 21 giờ và 62,5% sau 24 giờ.

Kết quả phân tích probit cho thấy, giá trị pH gây chết 50% cá chột bông trong 24 giờ là 3,04 và 9,95. Từ kết quả thí nghiệm, chúng tôi nhận thấy, cá chột bông có khả năng chịu đựng được sự biến động của pH trong phạm vi rộng và nghiêng về môi trường acid.

Khả năng chịu đựng pH thấp và cao của cá chột bông trong thí nghiệm này là tương đối thấp so với các thí nghiệm trước đó trên một số loài động vật thủy sinh khác. Zaniboni-Filho & ctv. (2002)

nhận thấy giới hạn chịu đựng giá trị pH của cá *Prochilodus lineatus* là khoảng 3,7 đến 9,8. Theo Nguyen (2004) thì giới hạn pH cao của cá chép là 9,5 – 10,8 và pH thấp là 3,5 – 4,6. Đối với cá ngừ vằn thì giới hạn chịu đựng pH thấp và cao là 3,0 và 12,0 (Zahangir & ctv., 2015).

Hình 1. Tỷ lệ chết tích lũy của cá chột bông sau 24 giờ.

3.2. Ảnh hưởng của pH đến hàm lượng glucose trong máu cá

Trong suốt thời gian thí nghiệm, các yếu tố môi trường tương đối ổn định do hệ thống thí nghiệm được kiểm soát chặt chẽ. Nhiệt độ trung bình giữa các nghiệm thức dao động từ $27,9 \pm 0,16^{\circ}\text{C}$ đến $29,6 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$, dao động nhiệt độ giữa sáng và chiều ở các nghiệm thức không quá 1°C . Hàm lượng oxy vào buổi sáng là $5,6 \pm 0,15 \text{ mg/L}$ và vào buổi chiều là $6,4 \pm 0,28 \text{ mg/L}$. Theo Boyd (1998) thì khoảng nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển của các loài cá nhiệt đới là từ $26 - 32^{\circ}\text{C}$ và hàm lượng oxy hòa tan trong ao thích hợp cho động vật thủy sản nói chung là trên 5 mg/L . Hàm lượng nitrite (NO_2^-) trong thí nghiệm dao động từ $0,16 \pm 0,01 \text{ mg/L}$ đến $0,27 \pm 0,02 \text{ mg/L}$. Theo Truong (2006), hàm lượng NO_2^- trong nuôi thủy sản tốt nhất nằm trong khoảng từ $0 - 0,5 \text{ mg/L}$. Hàm lượng NH_3 ở các nghiệm thức nói chung là rất thấp, ở các nghiệm thức pH = 3, 4, 5, 6 thì hàm lượng NH_3 gần như không có (không phát hiện) nhưng NH_3 tăng dần từ $0,06 \pm 0,01 \text{ mg/L}$ (pH = 7) đến $0,18 \pm 0,01 \text{ mg/L}$ (pH = 8). Theo Boyd (1990), hàm lượng NH_3 gây độc đối với thủy sinh vật là từ $0,6 - 2,0 \text{ ppm}$. Nhìn chung, các chỉ tiêu môi trường trong suốt quá trình thí nghiệm tương đối ổn định và nằm trong giới hạn thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cá.

Hàm lượng glucose trong máu cá ở các giá trị pH khác nhau được thể hiện qua Bảng 1. Kết

quả thí nghiệm cho thấy, hàm lượng glucose trong máu cá tăng nhanh và khác nhau giữa các nghiệm thức chỉ sau 6 giờ, cao nhất là $3,50 \pm 1,10$ mmol/L (pH = 3) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Các nghiệm thức ở giá trị pH thấp (pH = 4, 5) có hàm lượng glucose tăng cao hơn nghiệm thức có giá trị pH cao (pH = 10) và ở nghiệm thức còn lại thì không phát hiện hoặc phát hiện rất thấp hàm lượng glucose trong máu cá.

Sau 1 ngày thí nghiệm, hàm lượng glucose ở nghiệm thức pH = 3 tiếp tục tăng và đạt giá trị cao nhất trong các nghiệm thức ($4,02 \pm 2,99$ mmol/L). Kết quả phân tích thống kê cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, hầu hết cá đã chết sau đợt thu mẫu này. Hàm lượng glucose ở giá trị pH = 10 tăng nhanh, từ $0,72 \pm 0,19$ mmol/L lên $2,3 \pm 1,27$ mmol/L, cao hơn hàm lượng glucose ở nghiệm thức pH = 4, 5 và 9, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức ở pH = 6, 7 và 8.

Ở thời điểm sau 3 ngày thí nghiệm, hàm lượng glucose trong máu cá tiếp tục tăng ở các nghiệm thức pH = 4, 5, 8. Tuy nhiên, hàm lượng glucose tăng nhanh nhất ở nghiệm thức pH = 9 và 10, và giảm nhẹ ở nghiệm thức pH = 7. Trong đó, hàm lượng glucose cao nhất ở pH = 10 ($3,22 \pm 0,55$ mmol/L), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Ở nghiệm thức pH = 10, sau 3 ngày thí nghiệm thì 100% cá chết. Tương tự, ở nghiệm thức pH = 4 và 9 có hàm lượng glucose lần lượt là $2,13 \pm 0,24$ mmol/L và $1,93 \pm 0,61$ mmol/L. So với hàm lượng glucose 6 giờ sau thí nghiệm thì hàm lượng glucose ở pH = 4 vào thời điểm 3 ngày sau thí nghiệm tăng gần gấp 2 lần và ở pH = 9 thì tăng hơn 6 lần. Cá tại nghiệm thức pH = 9 chết 100% sau 5 ngày nuôi.

Hàm lượng glucose tại nghiệm thức pH = 4 giảm dần theo các đợt thu mẫu từ 1 tuần đến 8 tuần sau thí nghiệm. Cụ thể, tại thời điểm 1 tuần sau thí nghiệm thì hàm lượng glucose đo được trong máu cá là $1,15 \pm 0,29$ mmol/L, sau đó giảm xuống còn $0,50 \pm 0,56$ mmol/L sau 8 tuần nuôi. Tương tự, càng về sau hàm lượng glucose trong máu cá tại các nghiệm thức pH = 5, 6 và 7 càng giảm. Ngược lại, hàm lượng glucose tại nghiệm thức pH = 8 tăng từ $0,78 \pm 0,22$ mmol/L (1 tuần sau thí nghiệm) lên $1,10 \pm 0,46$ mmol/L (8 tuần sau thí nghiệm). Sau 8 tuần, hàm lượng glucose cao nhất ở nghiệm thức pH = 8 ($1,10 \pm$

Bảng 1. Hàm lượng glucose (mmol/L) của cá qua các đợt lấy mẫu

NT	6 giờ	1 ngày	3 ngày	1 tuần	2 tuần	4 tuần	6 tuần	8 tuần
pH=3	$3,50 \pm 1,10^d$	$4,02 \pm 2,99^c$	-	-	-	-	-	-
pH=4	$1,13 \pm 0,52^c$	$1,17 \pm 0,44^{ab}$	$2,13 \pm 0,24^b$	$1,15 \pm 0,29^c$	$0,98 \pm 0,26^{ab}$	$1,00 \pm 0,21^c$	$0,75 \pm 0,21^{bc}$	$0,50 \pm 0,56^a$
pH=5	$1,17 \pm 0,54^c$	$1,02 \pm 0,40^{ab}$	$1,53 \pm 0,78^b$	$0,75 \pm 0,14^b$	$0,75 \pm 0,19^a$	$0,65 \pm 0,55^b$	$0,98 \pm 0,37^c$	$0,48 \pm 0,38^a$
pH=6	$0,28 \pm 0,47^{ab}$	$0,00 \pm 0,00^a$	$0,60 \pm 0,54^a$	$0,33 \pm 0,37^a$	$1,23 \pm 0,39^b$	$0,00 \pm 0,00^a$	$0,00^a$	$0,37 \pm 0,40^a$
pH=7	$0,42 \pm 0,48^{ab}$	$0,10 \pm 0,24^a$	$0,88 \pm 0,31^{ab}$	$0,23 \pm 0,37^a$	$0,85 \pm 0,26^{ab}$	$0,70 \pm 0,13^b$	$0,40 \pm 0,62^{ab}$	$0,87 \pm 0,27^{ab}$
pH=8	$0,00 \pm 0,00^a$	$0,67 \pm 0,08^a$	$0,83 \pm 0,26^a$	$0,78 \pm 0,22^b$	$1,05 \pm 0,36^{ab}$	$1,05 \pm 0,22^c$	$1,05 \pm 0,22^c$	$1,10 \pm 0,46^b$
pH=9	$0,32 \pm 0,35^{ab}$	$0,93 \pm 0,23^{ab}$	$1,93 \pm 0,61^b$	-	-	-	-	-
pH=10	$0,72 \pm 0,19^{bc}$	$2,30 \pm 1,27^b$	$3,22 \pm 0,55^c$	-	-	-	-	-

^{a-c}Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Duncan test, $P < 0,05$). Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

0,46 mmol/L) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng glucose thấp nhất ở nghiệm thức pH = 6.

Theo Wedemeyer & Yasutake (1977) thì cá ở trạng thái stress khi hàm lượng glucose trong máu vào khoảng từ 25 – 30 mg/dL huyết tương (tương đương 1,39 – 1,67 mmol/L). So sánh với hàm lượng glucose thu được ở pH = 3, 9 và 10 thì tại các nghiệm thức này cá đã bị stress và cá trong các nghiệm thức này đã chết 100% sau 1 ngày (pH = 3), 3 ngày (pH = 10) và 5 ngày (pH = 9) tiếp xúc.

Như vậy, sau 8 tuần bố trí thí nghiệm thì hàm lượng glucose trong máu cá thấp nhất ở nghiệm thức pH = 6 ($0,37 \pm 0,4$ mmol/L) và cao nhất ở nghiệm thức pH = 8 ($1,10 \pm 0,46$ mmol/L). Tại giá trị pH = 8, chúng tôi nhận thấy một số biểu hiện bất thường trên cá như màu sắc nhợt nhạt, một số cá bị trắng đuôi và chết rải rác. Điều này chứng tỏ rằng, tại giá trị pH = 8 đã gây stress cho cá. Ở các nghiệm thức pH = 4, 5, 6 và 7 thì hàm lượng glucose trong máu cá có tăng trong 3 ngày đầu nhưng sau đó giảm dần trong suốt quá trình thí nghiệm. Qua đó, có thể thấy tại pH = 4, 5, 6 và 7 cá dần hồi phục và thích nghi với điều kiện môi trường mới.

Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng glucose trong máu cá ở các giá trị pH khác nhau tăng không quá cao so với kết quả của Zahangir & ctv. (2015) khi thí nghiệm trên cá ngựa vằn (*Danio rerio*). Khi tiếp xúc với môi trường acid (pH = 5) thì hàm lượng glucose trong máu cá ngựa vằn được tăng từ 2,53 mmol/L (ở thời điểm 0 giờ) lên 7,23 mmol/L (ở thời điểm 6 giờ), tiếp xúc với môi trường base (pH = 10) thì hàm lượng glucose trong máu cá ngựa vằn được cũng tăng từ 2,43 mmol/L (ở thời điểm 0 giờ) lên 8,23 mmol/L (ở thời điểm 6 giờ). Theo Rottland & ctv. (1997; trích bởi Nguyen, 2009) thì nồng độ glucose trong máu tăng hay giảm tùy thuộc vào loại stress và thời gian thu mẫu. Heath (1995) nhận thấy rằng hàm lượng glucose trong máu cá có thể tăng hoặc chỉ thay đổi đôi chút chủ yếu diễn ra vào thời gian đầu của quá trình thí nghiệm.

3.3. Ảnh hưởng của pH đến tăng trưởng của cá chốt bông

3.3.1. Tăng trưởng về trọng lượng

Trọng lượng ban đầu của cá tại các nghiệm thức dao động từ 5,87 – 6,20 g/con, qua phân

tích thống kê cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa ($P > 0,05$). Tăng trưởng của cá sau 8 tuần nuôi được thể hiện qua Bảng 2.

Sau 8 tuần nuôi, trọng lượng của cá tại các nghiệm thức dao động từ 7,41 - 10,54 g/con. Cá ở nghiệm thức pH = 6 đạt khối lượng cao nhất ($10,54 \pm 0,47$ g/con), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với nghiệm thức pH = 4, 5 và 8, tuy nhiên không có sự khác biệt so với nghiệm thức pH = 7. Cá ở nghiệm thức pH = 8 đạt khối lượng thấp nhất ($7,41 \pm 0,23$ g/con), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tăng trọng trung bình của cá cũng cho kết quả cao nhất ở pH = 6 ($4,50 \pm 0,36$ g/con) và thấp nhất ở pH = 8 ($1,32 \pm 0,18$ g/con).

Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng của cá sau 8 tuần nuôi (56 ngày) dao động từ 0,02 – 0,08 g/ngày, đạt giá trị cao nhất tại pH = 6 và 7 (0,08 g/ngày), thấp nhất tại pH = 8 (0,02 g/ngày), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tốc độ tăng trưởng tương đối về khối lượng của cá sau 8 tuần nuôi (56 ngày) dao động từ 0,35 – 0,99 %/ngày, cao nhất tại pH = 6 và 7 (0,99 %/ngày), thấp nhất tại pH = 8 (0,35 %/ngày), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại.

Theo Tiwary & ctv. (2013), cá trắm cỏ có trọng lượng trung bình $19 \pm 0,1$ g/con được nuôi trong 60 ngày tại các giá trị pH = 6, 7, 8 và 9 cho kết quả trọng lượng cơ thể tăng cao nhất tại pH = 7 (36,1 g), tiếp theo là pH = 8 (35,1 g), sau đó pH = 9 (30,8 g) và cuối cùng là pH = 6 (23,3 g). Tương tự, tăng trưởng tuyệt đối của cá trắm cỏ cao nhất ở pH = 7 (0,39 g/ngày) và thấp nhất tại pH = 9 (0,27 g/ngày). Tăng trưởng tương đối cũng đạt cao nhất tại pH = 7 (1,16 %/ngày) và thấp nhất tại pH = 6 (0,53 %/ngày).

Nghiên cứu của Brogowski & ctv. (2005) về ảnh hưởng của pH lên cá Blue gill (*Lepomis macrochirus*) có khối lượng trung bình là 52 mg/con cho thấy, cá gần như không tăng trưởng ở pH = 5,5. Khối lượng trung bình của cá sau 30 ngày thí nghiệm ở pH = 5,5 là 96 mg/con; ở pH = 6,5 là 262 mg/con và ở pH = 7,5 là 235 mg/con. Nghiên cứu về ảnh hưởng của pH lên tăng trưởng của tôm càng xanh (cỡ từ 8 – 10 g/con) cho thấy, sau 56 ngày nuôi tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng của tôm đạt cao nhất là 0,08 g/ngày tại pH = 7 và thấp nhất là 0,04 g/con tại pH = 9 (Bui, 2012).

Bảng 2. Trọng lượng của cá sau 8 tuần nuôi

Nghiệm thức	Trọng lượng đầu (g/con)	Trọng lượng cuối (g/con)	WG ¹ (g/con)	DWG ¹ (g/ngày)	SGRW ¹ (%/ngày)
pH=3	6,11 ± 0,20 ^a	-	-	-	-
pH=4	5,87 ± 0,15 ^a	8,54 ± 0,11 ^b	2,66 ± 0,22 ^b	0,05 ± 0,00 ^b	0,67 ± 0,05 ^b
pH=5	6,08 ± 0,29 ^a	9,93 ± 0,67 ^c	3,85 ± 0,43 ^c	0,07 ± 0,00 ^c	0,87 ± 0,05 ^c
pH=6	6,04 ± 0,10 ^a	10,54 ± 0,47 ^d	4,50 ± 0,36 ^d	0,08 ± 0,00 ^d	0,99 ± 0,04 ^d
pH=7	6,00 ± 0,12 ^a	10,46 ± 0,37 ^{cd}	4,46 ± 0,41 ^d	0,08 ± 0,00 ^d	0,99 ± 0,06 ^d
pH=8	6,08 ± 0,16 ^a	7,41 ± 0,23 ^a	1,32 ± 0,18 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	0,35 ± 0,04 ^a
pH=9	6,14 ± 0,21 ^a	-	-	-	-
pH=10	6,20 ± 0,25 ^a	-	-	-	-

¹WG: Tăng trưởng về khối lượng trên con, DWG: Tăng trưởng về khối lượng trên ngày, SGRW: Tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối.

^{a-d}Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Duncan test, $P < 0,05$). Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn.

3.3.2. Tăng trưởng về chiều dài

Chiều dài của cá lúc bố trí thí nghiệm dao động từ 6,30 – 6,63 cm/con. Kết quả phân tích thống kê cho thấy không có sự khác biệt ($P > 0,05$). Cũng như tăng trưởng về trọng lượng, tăng trưởng về chiều dài của cá chốt bông cũng cho kết quả tương tự. Sau 8 tuần nuôi, chiều dài cá dao động từ 7,49 – 8,45 cm/con (Bảng 3).

Bảng 3 cho thấy, tăng trưởng về chiều dài của cá đạt cao nhất tại pH = 6 ($2,15 \pm 0,11$ cm/con) và nhỏ nhất tại pH = 8 ($0,88 \pm 0,16$ cm/con), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tương tự, tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài của cá cũng lớn nhất tại pH = 6 (0,04 cm/ngày) và thấp nhất tại pH = 8 (0,02 cm/ngày), khác biệt cũng có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Tốc độ tăng trưởng tương đối về chiều dài của cá sau 8 tuần nuôi (56 ngày) dao động từ 0,22 - 0,53 %/ngày, cao nhất tại pH = 6 (0,53 %/ngày), thấp nhất tại pH = 8 (0,22 %/ngày), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại giá trị pH thấp (pH = 3) và pH cao (pH = 9 và 10) cá bị stress nặng, không thích nghi được với môi trường và chết sau 5 ngày tiếp xúc. Tại pH = 8, sau 8 tuần nuôi cho kết quả hàm lượng glucose trong máu cá cao hơn các nghiệm thức còn lại, và cũng tại nghiệm thức này cá có tốc độ tăng trưởng chậm nhất. Theo Iwama (1998; trích bởi Imsland & ctv., 2007) thì nồng độ glucose và sự tăng trưởng có mối quan hệ tỷ lệ nghịch. Các nghiên cứu gần đây đều công nhận rằng glucose liên quan đến việc điều khiển tăng trưởng thông qua sự điều chỉnh của hormone tăng trưởng. Gabillard & ctv. (2005; trích bởi Imsland & ctv., 2007) cũng tìm thấy mối tương quan nghịch giữa hàm lượng glucose và GH (Growth hormone). Tác giả đã chứng minh, glucose kiềm chế hoạt tính của GH, do đó đã làm giảm tăng trưởng của cá trong thí nghiệm.

Nhìn chung, kết quả thí nghiệm cho thấy, pH đã ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng (chiều dài và trọng lượng) của cá chốt bông. Ở pH= 6, cá có tốc độ tăng trưởng tốt nhất cả về chiều dài và trọng lượng, các giá trị pH < 5 và pH > 7 đều cho kết quả tăng trưởng khá chậm cả về chiều dài và trọng lượng.

Bảng 3. Chiều dài của cá sau 8 tuần nuôi

Nghiệm thức	Chiều dài đầu (cm/con)	Chiều dài cuối (cm/con)	LG ¹ (cm/con)	DLG ¹ (cm/ngày)	SGRL ¹ (%/ngày)
pH=3	6,30 ± 0,36 ^a	-	-	-	-
pH=4	6,35 ± 0,15 ^a	7,96 ± 0,20 ^b	1,60 ± 0,30 ^b	0,03 ± 0,00 ^b	0,40 ± 0,06 ^b
pH=5	6,49 ± 0,26 ^a	8,29 ± 0,28 ^c	1,80 ± 0,14 ^{bc}	0,03 ± 0,00 ^{bc}	0,44 ± 0,03 ^{bc}
pH=6	6,30 ± 0,10 ^a	8,45 ± 0,19 ^c	2,15 ± 0,11 ^d	0,04 ± 0,00 ^d	0,53 ± 0,02 ^d
pH=7	6,44 ± 0,20 ^a	8,36 ± 0,18 ^c	1,92 ± 0,26 ^{cd}	0,03 ± 0,00 ^{cd}	0,47 ± 0,05 ^{cd}
pH=8	6,61 ± 0,18 ^a	7,49 ± 0,02 ^a	0,88 ± 0,16 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	0,22 ± 0,04 ^a
pH=9	6,63 ± 0,18 ^a	-	-	-	-
pH=10	6,49 ± 0,15 ^a	-	-	-	-

¹LG: Tăng trưởng về chiều dài trên con, DLG: Tăng trưởng về chiều dài trên ngày, SGRL: Tốc độ tăng trưởng chiều dài tương đối.

^{a-d}Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Duncan test, $P < 0,05$). Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn.

3.4. Ảnh hưởng của pH đến tỷ lệ sống của cá chốt bông

Tỷ lệ sống của cá là một trong những yếu tố đánh giá mức độ sống sót của cá khi tiếp xúc với môi trường không bình thường. Kết quả thí nghiệm cho thấy, cá ở các nghiệm thức có giá trị pH = 3, 9 và 10 chết 100% sau 1 ngày, 5 ngày và 3 ngày bố trí thí nghiệm, điều đó chứng tỏ các giá trị pH này không thích hợp cho sự phát triển của cá.

Sau 8 tuần nuôi, tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức pH = 6 đạt cao nhất (95,96%) và thấp nhất ở pH = 8 (60%), và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Tỷ lệ sống giảm dần ở các nghiệm thức pH = 5 (83,33%), pH = 4 (77,78%) và pH = 7 (77,78%) (Hình 2).

Hình 2. Tỷ lệ sống của cá chốt bông sau 8 tuần nuôi. Các chữ cái (a, b, c, d) trên hình khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (Duncan test, $P < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu của Rask (1984) về ảnh hưởng của pH thấp lên các giai đoạn phát triển khác nhau của cá *Perca fluviatilis* cho thấy, tỷ lệ sống của phôi và cá bột ở pH = 3,5 là 0%, của cá

giống là 19% và cá trưởng thành là 53%. Ở giá trị pH = 4 và 5 thì tỷ lệ sống của cá bột mới nở là 7% và 22%. Theo Bùi Văn Mướp (2012), sau 70 ngày nuôi thì tỷ lệ sống của tôm ở giá trị pH = 8 đạt 100%; pH = 8,5 đạt 88,89%; pH = 7 đạt 83,33%; pH = 9 đạt 66,67%; ở pH = 5,5 và 6 đạt 0%.

4. Kết Luận

Giá trị pH thấp nhất và cao nhất gây chết 50% cá chốt bông trong 24 giờ lần lượt là 3,04 và 9,95. Hàm lượng glucose trong máu cá tăng cao khi cá tiếp xúc với môi trường có pH thấp (pH = 3) và pH cao (pH = 9 và 10). Tại các giá trị này cá không thích nghi được với môi trường nên chết hoàn toàn sau 5 ngày tiếp xúc. Sau 8 tuần nuôi, hàm lượng glucose trong máu cá tại pH = 8 đạt cao nhất ($1,10 \pm 0,46$ mmol/L). pH đã ảnh hưởng đến tăng trưởng (chiều dài và trọng lượng) của cá chốt bông. Ở pH = 6, cá có tốc độ tăng trưởng tốt nhất cả về chiều dài và trọng lượng, các giá trị pH < 5 và pH > 7 đều cho kết quả tăng trưởng khá chậm. Sau 8 tuần nuôi, tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức pH = 6 đạt cao nhất (95,96%) và thấp nhất ở pH = 8 (60%), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- APHA, AWWA, WEF (1995). *Standard method for the examination of water and wastewater* (19th edition). Washington DC, America: American Public Health Association (apha).
- Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture. Research and development series*. No.43. International

- center for aquaculture and aquatic environments Alabama aquaculture experiment station Auburn University. Auburn, Alabama.
- Boyd, C. E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing. Company, Birmingham, Alabama.
- Brogowski, Z., Siewert, H., & Keplinger, D. (2005). Feeding and growth responses of Bluegill fish (*Lepomis macrochirus*) at various pH levels. *Polish journal of environmental studies* 14(4), 517 – 519.
- Bui, M. V. (2012). *Effects of pH on physiological parameters and growth performance of the giant freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii)* (Unpublished master's thesis). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Das, P. C., Ayyappan, S., & Jena, J. (2006). Haematological changes in the three Indian major carps, *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) exposed to acidic and alkaline water pH. *Aquaculture* 235(1-4), 633-644.
- Ghanbari, M., Jami, M., Domig, K., J., & Kneifel, W. (2012). Long-term effects of water pH changes on hematological parameters in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *African Journal of Biotechnology* 11(13), 3153-3159.
- Heath, A. G. (1995). *Water pollution and fish physiology* (2nd ed.). Florida, USA: CRC Press.
- Imsland, A. K., Gustavsson, A., Gunnarsson, S., Foss, A., Arnason, J., Arnason, I., Jonsson, A., Smaradottir, H., & Thorarensen, H. (2007). Effects of reduced salinities on growth, feed conversion efficiency and blood physiology of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 274 (2-4), 245-259.
- Martinez-Porchas, M., Martinez-Cordova, R. L., & Ramos-Enriquez, R. (2009). Cortisol and Glucose: Reliable indicators of fish stress. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4(2), 158-178.
- Ng, H. H. (2012). *Pseudomystus siamensis*. The IUCN Red List of threatened Species 2012: e. T180973A1683895.
- Nguyen, K. V. (2004). *The morphological, ecological and genetic characteristics of common carp (yellow carp, white carp and Hung carp) in the Mekong Delta* (Unpublished master's thesis). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Nguyen, T. H. (2009). *Effects of different salinities on osmoregulation and growth of rice eel (Monopterus albus)* (Unpublished master's thesis). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Pascal, G. N., Annette, S. B., Johan, A. J. V., & Johan, W. S. (2008). Assessing the effects of achronic stressor, stocking density on welfare indicators of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *Applied Animal Behaviour Science* 115(3), 233-243.
- Rask, M. (1984). The effect of pH on Perch (*Perca fluviatilis*). In: The effect of acid stress on different development stages of perch. *Annales Zoologici Fennici* 21(1), 9-13.
- Stefani, C. E., Louis, H. P., Victoria, E. P., & Mary, D. K. (2010). Blood sugar measurement in zebrafish reveals dynamics of glucose homeostasis. *Zebrafish* 7 (2), 205-213.
- Tiwary, C. B., Pandey, V. S., Ali, F., & Kumar, S. (2013). Effect of pH on growth performance and survival rate of Grass Carp. *Scholars Academic Journal of Biosciences* 1(7), 374-376.
- Truong, P. Q. (2006). *Water quality management in aquaculture (Textbook)*. Can Tho, Vietnam: Can Tho University.
- Wedemeyer, G. A., & Yasutake, W. T. (1977). *Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health* (No 89). Washington D. C. USA: U.S. Fish and Wildlife Service.
- Zahangir, M. M., Haque, F., Mostakim, G. M., & Islam, M. S. (2015). Secondary stress responses of zebrafish to different pH: Evaluation in a seasonal manner. *Aquaculture Reports* 2, 91-96.
- Zaniboni-Filho, E., Meurer, S., Jaqueline, I. G., Silva, V. F., & Baldisserotto, B. (2002). Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes. *Acta Scientiarum* 24(4), 917-920.