

THĂM DÒ ĐỘC TÍNH VÀ KHẢ NĂNG GÂY MÊ CỦA AZAPERONE TRÊN CÁ RÔ PHI VẦN (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Vũ Đức Mạnh^{1,2}, Kim Minh Anh^{1,3}, Nguyễn Thị Thúy Hằng⁴,
Nguyễn Công Thiệt¹, Trương Đình Hoài¹, Kim Văn Vạn^{1*}

*Tác giả liên hệ email: kvvan@vnua.edu.vn

TÓM TẮT

Cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) là loài cá nuôi phổ biến trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Vây của cá cứng và nhọn, dễ gây tổn hại khi đánh bắt, vận chuyển. Hiện nay, thế giới đã phát triển nhiều công nghệ gây mê trên động vật thủy sản, nổi bật nhất là sử dụng hóa chất tắm cho cá. Azaperone được biết đến là thuốc gây mê trên gia súc, hiện đã ứng dụng trên động vật thủy sản. Nghiên cứu đánh giá khả năng gây mê của azaperone trên cá rô phi cỡ 20g bằng phương pháp ngâm được thực hiện với 3 thí nghiệm chính: xác định độc tính, đánh giá ảnh hưởng của nồng độ lên thời gian cảm ứng và hồi phục, đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả gây mê. Kết quả nghiên cứu cho thấy đã xác định được LC_{50-96} giờ (ở điều kiện 29,2°C; pH = 7,5-7,9; DO = 6,3mg/l) là 21,14ppm; khi tăng nồng độ azaperone từ 12ppm lên tới 24ppm, thời gian phản ứng và hồi phục giảm xuống, nồng độ hiệu quả để gây mê cá rô phi ở 30°C là 20ppm với thời gian phản ứng và hồi phục lần lượt là 153 và 136 giây. Nhiệt độ có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả gây mê; khi giảm nhiệt độ xuống tới 20°C, thời gian phản ứng và hồi phục tăng vượt quá khoảng thích hợp. Như vậy, azaperone có thể ứng dụng trong vận chuyển cá rô phi vằn.

Từ khóa: Azaperone, độc tính, gây mê, *Oreochromis niloticus*.

Exploring the toxicity and anesthetic potential of azaperone in Nile tilapia

Vu Duc Manh, Kim Minh Anh, Nguyen Thi Thuy Hang,
Nguyen Cong Thiet, Truong Dinh Hoai, Kim Van Van

SUMMARY

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is a popular farmed fish species in the world, including Viet Nam. The fish's fins are hard and pointed, easily causing damage when fishing and transporting. Currently, many anesthetic technologies for aquatic animals have been developed in the world, most notably using chemical baths for fish. Azaperone is known as an anesthetic for livestock and is now used in aquatic animals. The study was conducted to evaluate the anesthetic ability of azaperone on Nile tilapia with size of 20gr/fish using the bathing method and to conduct three main experiments, such as: determining toxicity, evaluating the effect of concentration on induction and recovery time, evaluating the effect of temperature on anesthesia effectiveness. The studied results showed that LC_{50-96h} (at 29.2°C, pH = 7.5-7.9, DO = 6.3mg/l) was 21.14ppm. When increasing the azaperone concentration from 12 ppm to 24ppm, the induction and recovery time decreased, the effective concentration to anesthetize tilapia at 30°C was 20 ppm with induction and recovery times of 153 and 136 seconds, respectively. Temperature effected directly on anesthesia effectiveness. When the temperature reduced to 20°C, the induction and recovery times increased beyond the appropriate range. Consequently, azaperone can be applied in transporting Nile tilapia.

Keywords: Azaperone, toxicity, anesthetic, *Oreochromis niloticus*.

¹ Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Nghiên cứu sinh, Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 1, Việt Nam

³ Học viên cao học, Đại học Stirling, Scotland

⁴ Trường Cán bộ quản lý Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá rô phi là đối tượng được nuôi phổ biến trên toàn thế giới với tổng sản lượng năm 2019 đạt 4,59 triệu tấn; giá trị cán mốc 9,18 tỷ đô la Mỹ (FAO, 2021) và hiện đã có mặt ở hơn 140 nước, trong đó có Việt Nam (FAO, 2018). Với mục tiêu nâng diện tích nuôi rô phi lên 40.000ha và 1.800.000 m³ lồng nuôi, sản lượng đạt 400.000 tấn vào năm 2030 (Bộ NN và PTNT, 2016), Việt Nam đang là một trong những nước tiên phong trong phát triển công nghệ sản xuất giống và nuôi thương phẩm, đặc biệt là rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*). Ngược lại, các công nghệ vận chuyển và chế biến vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Tại Việt Nam, các phương pháp vận chuyển phổ biến hiện nay bao gồm vận chuyển bằng phương tiện thô sơ và vận chuyển bằng túi PE hay PVC có bơm oxy. Tuy nhiên, hình thái đặc biệt của cá rô phi với nhiều gai sắc nhọn dễ gây xây xước khi tập trung trong không gian hẹp. Bên cạnh đó, rô phi cũng là loài có nhu cầu oxy lớn, có bản tính hung hăng tấn công cá thể cùng đàn. Các đặc điểm này gây ra nhiều rủi ro, giảm hiệu quả và ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá nếu sử dụng các phương pháp vận chuyển thông thường.

Hiện nay trên thế giới đã phát triển mạnh các phương pháp vận chuyển bằng chất gây mê. Đây là một trong những phương pháp để giảm thiểu stress ở cá trong các hoạt động nuôi trồng thủy sản khác nhau (Neiffer và Stamper, 2009). Việc sử dụng thuốc gây mê trong quá trình vận chuyển cá có thể ngăn ngừa tổn thương cơ thể và làm giảm quá trình trao đổi chất (tiêu thụ ít oxy và bài tiết ít hơn) (Charoendat *et al.*, 2009). Đã có nhiều loại thuốc gây mê mang lại hiệu quả, an toàn và tỷ lệ chết thấp khi sử dụng trên cá rô phi như dầu đinh hương (Simões *et al.*, 2011) và propofol (Goncalves và Giaquinto, 2020). Ở Việt Nam, cá rô phi thường được đánh bắt, vận chuyển bằng các thiết bị đơn sơ dẫn đến hao hụt nhiều khi vận chuyển ra ao hay lồng bè, cần có những biện pháp kiểm soát. Trong khi đó, thuốc gây mê là một biện pháp hiệu quả lại chưa được sử dụng phổ biến, do vậy cần có thêm nghiên cứu và ứng dụng biện pháp.

Azaperone là một dẫn xuất butyrophenone tương đối mới, có tính chất α -adrenergic, cấu trúc hóa học là (1-(4-fluorophenyl)-4-[4-(2-pyridinyl)-1-piperazin-yl]-1-butanone). Thuốc được sử dụng cho lợn để ngăn ngừa stress, sụt cân và tử vong trong quá trình vận chuyển (Sams *et al.*, 1996). Trên đối tượng thủy sản, azaperone làm giảm phản ứng kích động của cá mập (*Squalus acanthias*) mà không gây suy giảm vận động, làm giảm hung dữ bằng cách ngăn chặn các thụ thể Dopaminergic-Ing (Latas, 1987). Với cơ chế tương tự, azaperone cũng có thể làm giảm kích động, hô hấp và vận động của một số loài động vật thủy sản trong quá trình vận chuyển.

Nghiên cứu được thực hiện nhằm thăm dò độc tính và đánh giá khả năng gây mê của hoạt chất azaperone trên cá rô phi vằn cỡ nhỏ, hướng đến ứng dụng trong quá trình vận chuyển cá giống.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3 đến tháng 6/2023 tại phòng thí nghiệm ươm Khoa Thủy sản – Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Sử dụng cá rô phi vằn khỏe mạnh được thích nghi trong hai bể tròn thể tích 300l có trang bị sục khí liên tục và thay nước thường xuyên trong 7 ngày, cá có trọng lượng là 20,1±0,9g (19,2-20,6g/cá). Trước khi thí nghiệm 24 giờ cho cá dừng ăn và kiểm tra không mắc bệnh thông thường (Harms và Bakal, 1995; Stetter, 2001). Thuốc azaperone được tập đoàn dược phẩm SAN HEH thương hiệu STSP sản xuất tại Đài Loan, công ty TNHH Thú y Toàn Cầu nhập khẩu và cung cấp tại thị trường Việt Nam, sản phẩm tinh chế dưới dạng dung dịch hàm lượng 4% (40mg/1ml).

Thiết bị khác: Bình nhựa, kim tiêm, đá lạnh, cân kỹ thuật 2 chữ số, sục khí, bể composite 300l, bình nhựa 15l, thức ăn viên nổi hãng Cargill mã số 7434 có hàm lượng protein thô $\geq 35\%$, máy đo pH, nhiệt độ, DO.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với sự đồng nhất về hóa chất, loại cá, môi trường nước và bể thí nghiệm. Thử nghiệm được bố trí trong các bình dung tích 15l chứa 10l nước, điều kiện môi trường trong suốt thời gian thí nghiệm

được theo dõi và ghi chép (nhiệt độ, pH, DO đo 2 lần/ngày vào 6h sáng và 14h chiều (OECD, 2019). Cá sau khi thích nghi được đánh bắt cẩn thận từng con từ bể và tiến hành cân, lọc mẫu. Mỗi bình chứa 10 cá thể ở cỡ 20g/con cho mỗi nồng độ của dung dịch azaperone vào các nghiệm thức khác nhau. Toàn bộ cá chết từ khi bắt đầu tắm trong dung dịch được tiến hành đánh giá sơ bộ nguyên nhân.

Bảng 1. Các giai đoạn gây mê cá (Hill, 1999)

Giai đoạn	Mức độ	Trạng thái	Hoạt động	Cân bằng	Hô hấp	Phản ứng
I	An thần nhẹ	Mất phương hướng	Giảm	Bình thường	Bình thường	Bình thường
II	Kích thích	Kích động	Tăng	Khó khăn	Tăng	Tăng
III	Gây mê nhẹ	Bị gây mê	Không bơi	Mất cân bằng	Giảm	Chỉ phản ứng với tác động mạnh

Bảng 2. Các giai đoạn của quá trình hồi phục cá sau gây mê

Giai đoạn hồi phục	Mô tả
1	Cơ thể bất động nhưng nắp mang bắt đầu hoạt động
2	Nắp mang hoạt động bình thường và toàn bộ cơ thể bắt đầu hoạt động
3	Cá hoạt động bình thường như trước khi gây mê

Ghi chú: Iwama et al. (1989), Imanpoor et al. (2010)

Trong cả quá trình gây mê luôn đảm bảo có sự thoáng khí. Thời gian diễn ra các phản ứng cơ thể được ghi lại bằng đồng hồ bấm giờ kỹ thuật. Các dấu hiệu hành vi như mất phản xạ bơi lội và phản ứng hô hấp cũng được theo dõi trong mỗi quy trình gây mê. Cá được coi là mất trạng thái cân bằng khi ở tư thế ngửa lưng hơn 3 giây.

TN1: Xác định độc tính LC_{50-96 giờ} của azaperone trên cá rô phi

Thí nghiệm TN1 được thực hiện như bố trí ở hình 1. Mỗi nghiệm thức gồm 3 bình tương ứng 3 lần lặp, cá được phản ứng với thuốc sau đó tiến hành xác định tỷ lệ chết ở từng nghiệm thức. Trong suốt quá trình theo dõi, cho cá nhịn ăn và sự thoáng khí liên tục. Kết quả thu được dùng để tính toán phương trình tương quan hồi quy, từ đó xác định nồng độ gây chết 50% cá thí nghiệm trong 96 giờ (LC_{50 - 96 giờ}) của azaperone theo hướng dẫn của OECD (2019).

TN2: Xác định nồng độ azaperone phù hợp cho gây mê cá rô phi

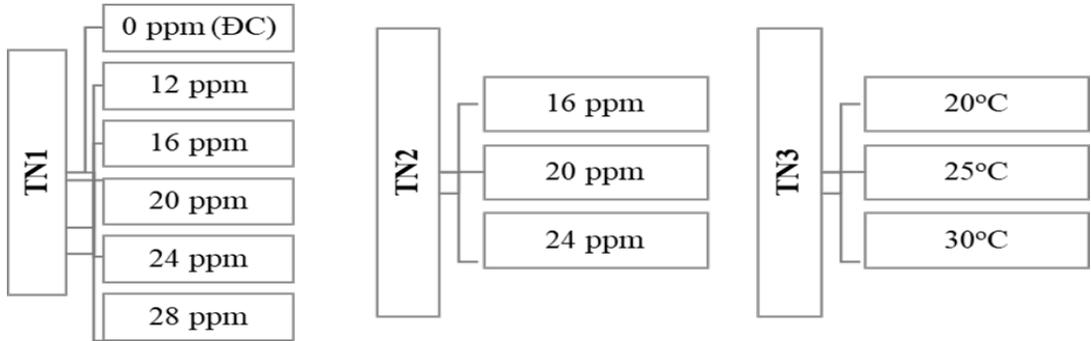
Thí nghiệm xác định ảnh hưởng của nồng độ thuốc đến các giai đoạn gây mê của azaperone TN2 được thực hiện theo quy trình gây mê (bảng 1 và 2), bố trí như hình 1. Sau khi cá bị gây mê ở giai đoạn III (theo bảng 1), tiến hành đưa cá vào bình nước sạch, đảm bảo đủ nồng độ oxy cần thiết để cá hồi phục. Sau đó xác định thời gian cá hồi phục đến giai đoạn 3 (theo bảng 2) và theo dõi tỷ lệ sống sau 24 giờ của từng nghiệm thức. Chỉ tiêu nhiệt độ, oxy hòa tan và pH được xác định trước khi cho cá phản ứng với thuốc mê.

TN3: Đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả gây mê cá rô phi bằng azaperone

Thí nghiệm được thực hiện theo quy trình gây mê thể hiện ở bảng 1 và 2, bố trí TN3

ở hình 1. Theo dõi ảnh hưởng tương tự các bước ở TN2. Đồng thời tiến hành theo dõi các yếu tố môi trường trong suốt thí nghiệm

với các chỉ tiêu: Nhiệt độ, oxy hòa tan và pH được xác định trước khi cho cá phản ứng với thuốc mê.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

TN1: Xác định độc tính $LC_{50-24\text{ giờ}}$, TN2: Xác định nồng độ gây mê, TN3: Đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả gây mê

2.2.2. Phân tích và xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý trên phần mềm Excel phiên bản 2016. Giá trị trung bình $M \pm SD$, MIN, MAX, LC_{50} được tính toán và so sánh. Sử dụng phần mềm xử lý thống kê SPSS phiên bản 20 với 2 công cụ là: phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) và trắc nghiệm Duncan với mức ý nghĩa 95% để so sánh đánh giá sự khác biệt giữa giá trị trung

bình (GD I, GD II, GD III và GD hồi phục) của các nghiệm thức trong từng thí nghiệm.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định giá trị $LC_{50-96\text{ giờ}}$ của azaperone trên cá rô phi

Các thông số môi trường trong thí nghiệm được theo dõi trong suốt quá trình thực hiện, kết quả thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Chỉ tiêu môi trường trong TN1

Thông số môi trường	Bắt đầu TN	Kết thúc TN	Trung bình/Khoảng
Nhiệt độ (°C)	29,4 ± 0,08	29,2 ± 0,12	29,2 ± 1,86
pH	7,6 – 7,7	7,5 – 7,9	7,5 – 7,9
DO (mg/l)	5,2 ± 0,20	3,9 ± 0,31	6,3 ± 0,15

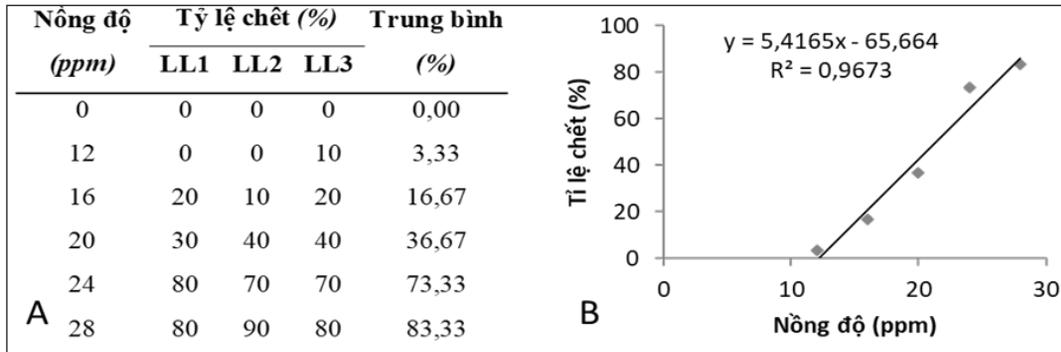
Ghi chú: giá trị trung bình được mô tả dưới dạng $M \pm SD$, khoảng biến thiên mô tả dưới dạng $a - b$.

Kết quả về thông số môi trường cho thấy các thông số về nhiệt độ, pH và oxy hoà tan trong suốt quá trình thí nghiệm vẫn đảm bảo sự sống cho cá (Balarin và Haller, 1982; Philipart và Ruwet, 1982). Điều này chứng tỏ thông số môi trường không ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm, cá chết là do độc lực của thuốc gây mê.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, ở lô đối chứng không thấy xuất hiện cá chết. Ở nồng độ 12 ppm, bắt đầu xuất hiện cá chết với tỷ lệ cá chết là 3,33%; đây là nồng độ thấp nhất làm cá chết. Nồng độ 28ppm có tỷ lệ cá chết lớn nhất là 83,33% (bảng 4). Từ phương trình tương quan hồi quy xác định được ở điều kiện môi trường thí nghiệm ($t = 29,2^\circ\text{C}$,

pH = (7,5 – 7,9), DO = 6,3mg/l), LC_{50-96 giờ} của azaperone đối với cá cỡ 20g là 21,4ppm. Sự tương quan giữa tỷ lệ cá chết và nồng độ azaperone là rất chặt chẽ (R² = 0,9673) cho thấy tỷ lệ cá chết tăng theo nồng độ azaperone. Tất cả các trường hợp tử vong ghi

nhận được đều trong vòng 6 giờ tính từ thời điểm cá bắt đầu tiếp xúc với azaperone. Kết quả trên cho thấy khả năng chịu đựng của cá rô phi với azaperone là khá cao, được phân loại độc cấp tính thấp thuộc nhóm 3 (United Nations, 2011).



Hình 2. Kết quả theo dõi độc tố của azaperone trên cá rô phi sau 96 giờ
 Ghi chú: A: Bảng tỷ lệ chết (LL: lần lặp lại), B: Biểu đồ và phương trình hồi quy

Một số nghiên cứu về gây mê trên cá rô phi sử dụng các hợp chất phổ biến có độc tính thấp như MS-222, eugenol đều cho hiệu quả cao. Trên cá rô phi vẫn cỡ 3g/cá, LC_{50-24 giờ} của eugenol tổng hợp là 16,98ppm; LC_{50-24 giờ} sau 20 phút cảm ứng eugenol chiết xuất từ dầu đinh hương là 16,95ppm và LC_{50-24 giờ} của MS-222 là 72,50ppm (Charoendat *et al.*, 2009). Sử dụng thuốc gây mê Aquanes chứa 5% eugenol trên cá diều hồng cho kết quả LC_{50-24 giờ} đối với cỡ 30 – 50g và 50 – 70 g lần lượt là 196,52ppm và 158,77ppm (Nguyễn

Minh Hiếu và Hồ Thị Như Khánh, 2012). Điều này cho thấy kích cỡ có ảnh hưởng đến khả năng chịu đựng của cá đối với các hóa chất, do vậy cần nghiên cứu thêm mức độ gây độc của azaperone trên cá rô phi ở các kích cỡ khác nhau.

3.2. Kết quả xác định nồng độ azaperone phù hợp cho gây mê cá rô phi

Trong suốt thí nghiệm, các yếu tố môi trường được theo dõi và tổng hợp, chi tiết thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Chỉ tiêu môi trường trong TN2

Thông số môi trường	Nồng độ azaperone (ppm)			
	12	16	20	24
Nhiệt độ (°C)	29,2 ± 0,06	29,3 ± 0,06	29,4 ± 0,06	29,5 ± 0,06
pH	7,5 – 7,7	7,6 – 7,7	7,5 – 7,6	7,5 – 7,6
DO (mg/l)	6,2 ± 0,10	6,1 ± 0,20	6,2 ± 0,15	6,2 ± 0,10

Ghi chú: giá trị trung bình được mô tả dưới dạng M ± SD, khoảng biến thiên mô tả dưới dạng a – b.

Các yếu tố nhiệt độ, oxy hòa tan và pH trong suốt quá trình thí nghiệm được duy trì ở mức

phù hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá rô phi (Balarin và Haller, 1982; Philipart

và Ruwet, 1982), chứng tỏ yếu tố thí nghiệm không bị ảnh hưởng bởi môi trường. Không có

tử vong xảy ra trong giai đoạn khởi mê và phục hồi của azaperone.



Giai đoạn I



Giai đoạn II



Giai đoạn III



Giai đoạn hồi phục

Hình 3. Các giai đoạn trong quá trình gây mê

Hành vi phản ứng của cá ở các nồng độ chất khác nhau chỉ ra rằng với nồng độ thấp, các quá trình diễn ra chậm hơn và các phản ứng cũng diễn ra nhẹ hơn so với khi ở nồng độ cao. Các hành vi theo dõi được trong thí nghiệm như: vây lưng dựng, hô hấp tăng nhẹ; sắc tố thay đổi; cá chuyển động đột ngột, bơi xoay vòng và dậm vào thành

binh; cá chìm đáy kèm theo trạng thái hôn mê, cho thấy tiến trình thuốc từ từ tác động đến cơ thể cá. Biểu hiện này giống với thí nghiệm của Rezende *et al.* (2017) khi sử dụng dầu trà, dầu đinh hương, dầu bạch đàn và dầu bạc hà trong gây mê cá rô phi vằn. Kết quả thử nghiệm các nồng độ gây mê cá rô phi được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ azaperone đến thời gian phản ứng và hồi phục ở cá rô phi

Giai đoạn	Thời gian (giây) theo nồng độ azaperone (ppm)			
	12	16	20	24
I	66 ^a ± 6,0	63 ^a ± 6,6	61 ^a ± 8,5	38 ^b ± 5,7
II	126 ^a ± 12,0	105 ^{ab} ± 18,6	97 ^{ab} ± 8,7	94 ^b ± 5,3
III	296 ^a ± 22,1	269 ^a ± 11,5	153 ^b ± 15,7	124 ^b ± 10,7
Hồi phục	194 ^a ± 5,3	155 ^b ± 5,5	136 ^c ± 5,5	125 ^c ± 5,0

Ghi chú: giá trị trung bình được mô tả dưới dạng $M \pm SD$; trong cùng 1 hàng, các ký tự khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Kết quả thí nghiệm cho thấy nồng độ azaperone ảnh hưởng đến thời gian phản ứng của cá rô phi. Thời gian phản ứng ở các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) ở GĐ I

giữa nồng độ 24ppm với các nồng độ còn lại. Đến GĐ II và III, sự khác biệt càng tăng lên. Ở giai đoạn hồi phục, sự khác biệt giữa nồng độ 20 và 24ppm không có ý nghĩa về mặt thống kê với

thời gian lần lượt là 136 và 125 giây. Trong khi đó, 2 nồng độ còn lại cần nhiều thời gian hơn để hồi phục và kết quả đã cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng nồng độ thuốc có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả gây mê. Dùng quá liều hoặc để cá tắm thuốc mê quá lâu dẫn đến tình trạng thiếu oxy thông khí và cuối cùng là trụy tim và ngừng hô hấp (Tytler và Hawkins, 1981). Vì vậy, khi sử dụng với các loài mới hoặc chất mới, nên sử dụng liều lượng thấp nhất và số lượng cá ít để thăm dò hiệu quả gây mê trước (Neiffer và Stamper, 2009). Nồng độ tối ưu của thuốc gây mê được xác định ở các nhiệt độ khác nhau, cho thời gian đạt trạng thái

mê sâu trong vòng 180 giây và hồi phục trong 600 giây (Gilderhus và Marking, 1987). Theo các tiêu chí trên, nồng độ 20ppm là lý tưởng nhất cho gây mê cá rô phi cỡ 20g với thời gian gây mê sâu (GD III) là $153 \pm 15,7$ giây và thời gian hồi phục là $136 \pm 5,5$ giây.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả gây mê ở cá rô phi bằng azaperone

Môi trường, trong đó có nhiệt độ, có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả gây mê ở cá rô phi bằng azaperone. Từ kết quả thu được ở TN2, nồng độ 20ppm được sử dụng để bố trí theo dõi ảnh hưởng của nhiệt độ ở TN3. Bảng 6 dưới đây thể hiện các thông số môi trường trong TN3.

Bảng 6. Các chỉ tiêu môi trường trong TN3

Nhiệt độ (°C)	Khối lượng đầu vào (gram)	pH	DO (mg/l)
$30,0 \pm 0,20$	$20,4 \pm 0,87$	7,5 – 7,6	$6,3 \pm 0,17$
$24,9 \pm 0,14$	$20,4 \pm 0,80$	7,3 – 7,4	$6,5 \pm 0,23$
$20,1 \pm 0,20$	$20,2 \pm 0,90$	7,4 – 7,5	$6,8 \pm 0,17$

Ghi chú: giá trị trung bình được mô tả dưới dạng $M \pm SD$, khoảng biến thiên mô tả dưới dạng $a - b$.

Theo kết quả thu được, hàm lượng oxy hòa tan có sự khác nhau nhưng đều ở mức lý tưởng cho cá rô phi (Balarin và Haller, 1982; Philipart và Ruwet, 1982). Điều này có thể chứng minh do độ hoà tan của oxy tăng lên

khi giảm nhiệt độ. Bên cạnh đó, cá hô hấp nhiều hơn khi nhiệt độ cao cũng dẫn đến sự chênh lệch này. Kết quả theo dõi ảnh hưởng của nhiệt độ trong gây mê cá rô phi bằng azaperone được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả theo dõi ảnh hưởng của nhiệt độ lên gây mê cá rô phi bằng azaperone ở nồng độ 20 ppm

Giai đoạn	Nhiệt độ (°C)		
	30	25	20
I	$59^a \pm 6,0$	$166^b \pm 16,5$	$88^c \pm 7,6$
II	$95^a \pm 5,5$	$230^b \pm 27,2$	$117^a \pm 12,1$
III	$149^a \pm 15,8$	$305^b \pm 18,0$	$353^c \pm 31,6$
Hồi phục	$135^a \pm 5,5$	$168^b \pm 11,6$	$149^a \pm 8,5$

Ghi chú: giá trị trung bình được mô tả dưới dạng $M \pm SD$; trong cùng 1 hàng, các ký tự khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Không có tử vong xảy ra trong giai đoạn khởi mê và phục hồi của gây mê cho tất cả các khoảng nhiệt thí nghiệm. Tuy nhiên, biểu hiện

của cá khi ở nhiệt độ thấp có sự khác biệt khá rõ rệt, thường xuyên nổi lên và lấy không khí trên mặt nước, màu sắc cũng nhạt hơn. Qua xử lý

thống kê, thời gian phản ứng ở các nghiệm thức là có sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$). Ở mức 25°C , thời gian phản ứng GD I, GD II và GD hồi phục đều dài hơn so với mức 30°C và 20°C . GD III cũng cho thấy thời gian phản ứng tăng lên khi nhiệt độ giảm; ở 30°C , 25°C và 20°C lần lượt là 135, 168 và 149 giây.

Kết quả thí nghiệm trên cho thấy khi tăng nhiệt độ thì thời gian phản ứng và hồi phục giảm trên mọi cỡ cá. Kết quả này cũng tương tự ở thí nghiệm dùng dầu đinh hương trên cá rô phi vằn ở 26 và 30°C (Poomjae và Boonnom, 2019). Khi dùng natri bicarbonate đối với việc gây mê ở cá rô phi Mozambique cũng cho kết quả tương đồng (Gabriel *et al.*, 2020). Đối với các loài cá nhiệt đới, khi ở nhiệt độ thấp hơn thời gian phản ứng và hồi phục thường sẽ dài hơn và ngược lại (Neiffer và Stamper, 2009). Trong quá trình gây mê bằng phương pháp ngâm, nhiệt độ tăng dẫn đến tăng acid và CO_2 trong máu kích thích đẩy nhanh tốc độ hô hấp, từ đó làm giảm thời gian phản ứng và phục hồi đối với các loại thuốc được hấp thụ hoặc thải trừ qua mang (Aguiar *et al.*, 2002; Stehly và Gingerich, 1999). Có thể thấy khi nhiệt độ ở mức $20 - 25^{\circ}\text{C}$, thời gian gây mê cá rô phi vằn bằng azaperone 20ppm không còn nằm trong khoảng lý tưởng. Do đó, cần tiếp tục nghiên cứu thêm các nồng độ azaperone phù hợp khi gây mê cá ở nhiệt độ thấp.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chứng minh rằng azaperone là chất gây mê mang lại hiệu quả cao và an toàn trên cá rô phi với $\text{LC}_{50-96 \text{ giờ}}$ (ở điều kiện $29,2^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 7,5 - 7,9$; $\text{DO} = 6,3\text{mg/l}$) là 21,14ppm. Thời gian gây mê và hồi phục được rút ngắn khi nồng độ azaperone tăng từ 12ppm đến 24ppm, nồng độ phù hợp nhất của azaperone ở cá rô phi vằn cỡ 20g/cá là 20ppm với thời gian gây mê GD III và GD hồi phục là 153 và 136 giây.

Nhiệt độ có ảnh hưởng đến thời gian gây mê và hồi phục khi sử dụng azaperone trên cá rô phi, khi giảm nhiệt độ thì thời gian phản ứng và hồi phục dài hơn. Nồng độ azaperone là 20ppm, thời gian gây mê GD III và GD hồi phục ở 30°C nằm trong khoảng phù hợp (149 và 135 giây).

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin cảm ơn sinh viên Vũ Văn Khương và Phạm Quốc Tuấn đã hỗ trợ chuẩn bị cá thí nghiệm và thu thập số liệu trong thời gian thực hiện nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aguiar, F. H., Santos, A. J., Groppo, F. C., & Lovadino, J. R., 2002. Quantitative evaluation of marginal leakage of two resin composite restorations using two filling techniques. *Operative dentistry*, 27(5), 475-479.
2. Balarin, J. A., & Haller, R. D., 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways, and cages. *Recent advances in aquaculture* 1982, 266-355.
3. Bộ NN&PTNT, 2016. Quyết định số 1639/QĐ-BNN-TCTS ngày 06/05/2016 về việc Phê duyệt quy hoạch phát triển nuôi cá rô phi đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.
4. Charoendat, U., Areechon, N., Srisapoom, P., & Chantasart, D., 2009. Efficacy of synthetic eugenol as an anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). *Agriculture and Natural Resources*, 43(5), 132-140.
5. FAO, 2018. Tilapia Trade Global and Regional Trends. <https://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/TiLV/dec2018/p13.pdf> - truy cập ngày 6/6/2023.
6. FAO, 2021. Fishery and Aquaculture Statistics 2019: Yearbook. <https://www.fao.org/3/cb7874t/cb7874t.pdf> - truy cập ngày 6/6/2023.
7. Gabriel, N. N., Erasmus, V. N., & Namwoonde, A., 2020. Effects of different fish sizes, temperatures, and concentration levels of sodium bicarbonate on anaesthesia in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, 529, 735716.
8. Gilderhus, P. A., & Marking, L. L., 1987. Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 7(2), 288-292.

9. Goncalves, B., & Giaquinto, P. C., 2020. Propofol and benzocaine anesthetic responses profiles in Nile tilapia. *International Aquatic Research*, 12(3).
10. Harms, C. A., & Bakal, R. S., 1994. Techniques in fish anesthesia. In *American Association of Zoo Veterinarians Annual Proceedings* (Vol. 1994, pp. 202-210).
11. Hill, J. V., 1999. *Cardiovascular and respiratory effects of three fish anaesthetics*. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy in Zoology at the University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
12. Imanpoor, M. R., Bagheri, T., & Hedayati, S. A. A., 2010. The anesthetic effects of clove essence in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(1), 29-36.
13. Iwama, G. K., McGeer, J. C., & Pawluk, M. P., 1989. The effects of five fish anaesthetics on acid-base balance, hematocrit, blood gases, cortisol, and adrenaline in rainbow trout. *Canadian journal of zoology*, 67(8), 2065-2073.
14. Latas, P. J., 1987. The Use of Azaperone in the Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*). *IAAAM*.
15. Neiffer, D. L., & Stamper, M. A., 2009. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR journal*, 50(4), 343-360.
16. Nguyễn, M. H., & Hồ, T. N. K., 2012. *Thử nghiệm vận chuyển cá bằng phương pháp gây mê*. Doctoral dissertation, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
17. OECD, 2019. Test Guideline No. 203: Fish, Acute Toxicity Testing - Section 2: Effects on Biotic Systems. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals.
18. Philippart, J. C., & Ruwet, J. C., 1982. Ecology and distribution of tilapias. In *ICLARM Conference 'The Biology and Culture of Tilapias'*. ICLARM-International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
19. Poomjae, S., & Boonnom, S., 2019. The effect of temperature on clove oil anesthesia in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(Suppl. 1), 1239-1246.
20. Rezende, F. P., Pascoal, L. M., Vianna, R. A., & Lanna, E. A. T., 2017. Sedation of Nile tilapia with essential oils: tea tree, clove, eucalyptus, and mint oils. *Revista Caatinga*, 30, 479-486.
21. Sams, R. A., Gerken, D. F., Detra, R. L., Stanley, S. D., Wood, W. E., Tobin, T., Yang, J., Tai, H., Jeganathan, A., & Watt, D. S., 1996. Identification of Metabolites of Azaperone in Horse Urine. *Journal of pharmaceutical sciences*, 85(1), 79-84.
22. Simões, L. N., Lombardi, D. C., Gomide, A., & Gomes, L. C., 2011. Efficacy of clove oil as anesthetic in handling and transportation of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) juveniles. *Zoologia (curitiba)*, 28, 285-290.
23. Stehly, G. R., & Gingerich, W. H., 1999. Evaluation of AQUI-STM (efficacy and minimum toxic concentration) as a fish anaesthetic/sedative for public aquaculture in the United States. *Aquaculture Research*, 30(5), 365-372.
24. Stetter, M. D., 2001. Fish and amphibian anesthesia. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 4(1), 69-82.
25. Tytler, P., & Hawkins, A. D., 1981. Vivisection, an aesthetics, and minor surgery. *Aquarium systems/edited by AD Hawkins*.
26. United Nations, 2011. Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS). *New York and Geneva 2011*.

Ngày nhận: 5-1-2024

Ngày phản biện: 11-2-2024

Ngày đăng: 1-7-2024