

Yếu tố nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi (*Oreochromis sp.*) nuôi nước ngọt

Trương Thị Mỹ Hạnh^{1*}, Phan Thị Vân¹, Lê Thị Mây¹, Nguyễn Hữu Nghĩa¹,
Võ Văn Nha², Nguyễn Đình Xuân Quý³, Đặng Thị Lụa¹

¹Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1

²Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 3

³Trung tâm Khảo nghiệm, Kiểm nghiệm, Kiểm định nuôi trồng thủy sản Vùng I

Ngày nhận bài 28/4/2021; ngày chuyển phân biên 3/5/2021; ngày nhận phân biên 7/6/2021; ngày chấp nhận đăng 21/6/2021

Tóm tắt:

Các yếu tố nguy cơ liên quan đến sự xuất hiện của bệnh Streptococcosis ở cá rô phi nuôi nước ngọt tại các tỉnh Hải Dương, Bắc Giang, An Giang, Vĩnh Long và Đồng Tháp được xác định dựa trên kết quả thu được từ hoạt động quan trắc chủ động, theo dõi, phân tích một số thông số môi trường và sự xuất hiện bệnh ở cá rô phi trong khoảng thời gian 2012-2019. Kết quả nghiên cứu cho thấy, $\text{NO}_2\text{-N}$ > 0,25 mg/l là mối nguy lớn nhất liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi với tỷ suất chênh $\text{OR}=37,4$; tiếp đến lần lượt là các yếu tố nhiệt độ $\geq 30^\circ\text{C}$ ($\text{OR}=16,5$), H_2S > 0,02 mg/l ($\text{OR}=10$), NH_3 > 1 mg/l ($\text{OR}=8,2$), mật độ *Streptococcus spp.* ≥ 1000 cfu/ml ($\text{OR}=6,9$) và thấp nhất là pH > 8,5 ($\text{OR}=2,5$). Nhu cầu oxy hóa học (COD) > 10 mg/l và $\text{NH}_4\text{-N}$ > 1 mg/l là 2 yếu tố được xác định có tính tương quan dương nhưng không phải là yếu tố nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi. Phân tích kết quả các yếu tố oxy hòa tan (DO), mật độ *Aeromonas spp.* và vi khuẩn hiếu khí tổng số cho thấy chúng không có tính tương quan và không phải là yếu tố nguy cơ liên quan đối với bệnh Streptococcosis ở cá rô phi.

Từ khóa: cá rô phi, nước ngọt, Streptococcosis, yếu tố nguy cơ.

Chỉ số phân loại: 4.5

Đặt vấn đề

Cá rô phi (*Oreochromis sp.*) là một trong những loài cá nuôi quan trọng ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, đặc biệt gần đây cá rô phi được xem như nguồn thực phẩm của thế kỷ XXI [1]. Tổng sản lượng cá rô phi tăng nhanh từ 1,27 triệu tấn năm 2000 lên 3,6 triệu tấn năm 2014, 5,55 triệu tấn năm 2016 [2, 3] và dự kiến sẽ tăng lên 7,3 triệu tấn vào năm 2030 [4, 5]. Đóng góp chính cho sản lượng cá rô phi toàn cầu là Trung Quốc với mức 1,75 triệu tấn, tiếp theo là Indonesia (hơn 1,1 triệu tấn), Ai Cập (0,87 triệu tấn), Bangladesh (0,32 triệu tấn) và Việt Nam (0,28 triệu tấn) [6].

Bệnh do liên cầu khuẩn (Streptococcosis) gây ra hiện tượng xuất huyết, lồi mắt, tỷ lệ chết cao, gây thiệt hại nghiêm trọng về kinh tế, ảnh hưởng đến sản lượng cá rô phi trên toàn thế giới [7-9]. Tác nhân gây bệnh Streptococcosis ở cá rô phi đã được xác định có 3 chủng chính bao gồm *S. agalactiae* Biotype 1, *S. agalactiae* Biotype 2 và *S. iniae* [8, 10]. Ở Trung Quốc, dịch bệnh do *S. agalactiae* đã xảy ra ở nhiều vùng nuôi cá rô phi, gây chết 50-70% vào năm 2009 [11], thiệt hại 40 triệu USD tương ứng tỷ lệ chết trên 80% vào năm 2011 [12]. Ở Việt Nam, hiện đã ghi nhận *S. agalactiae* gây chết cá rô phi hàng loạt (80-90%) ở các tỉnh Bắc Ninh, Bắc Giang, Hải Dương, Hà Nội vào năm 2009 [13], Quảng Ninh và Hải Dương năm 2015 [14] và Hà Tĩnh năm 2016 [15].

*Tác giả liên hệ: Email: tmhanh@ria1.org

Các nghiên cứu liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi đã được quan tâm và triển khai như đề tài “Nghiên cứu miễn dịch cá rô phi và phát triển vắc xin bất hoạt cho bệnh *S. agalactiae* trên cá rô phi”, “Sản xuất thử nghiệm vắc xin phòng bệnh Streptococcosis trên cá rô phi quy mô công nghiệp”. Bên cạnh đó, chúng ta cũng đã đạt được một số kết quả trong phương pháp chẩn đoán bệnh, mô tả biểu hiện bệnh lý, biến đổi mô học... [16], song các nghiên cứu này chỉ thực hiện giải quyết khi bệnh đã xảy ra. Hoạt động giám sát, quan trắc môi trường, bệnh ở vùng nuôi cá rô phi tập trung đã được triển khai, tuy nhiên do còn nhiều hạn chế trong nghiên cứu xác định yếu tố nguy cơ liên quan đến bùng phát dịch bệnh nên việc cảnh báo bệnh chưa kịp thời. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các yếu tố nguy cơ và đánh giá mức độ liên quan của các yếu tố này đến sự bùng phát bệnh Streptococcosis ở cá rô phi. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học để dự báo sớm khả năng xuất hiện bệnh ở cá rô phi và đưa ra các giải pháp phòng, trị bệnh Streptococcosis hiệu quả hơn trong thời gian tới.

Phương pháp nghiên cứu

Thu thập số liệu

Thu thập số liệu của nhiệm vụ quan trắc môi trường, giám sát dịch bệnh ở cá rô phi giai đoạn 2012-2019 từ Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1, các Chi cục Thủy sản Hải

Risk factors related to Streptococcosis disease of tilapia in freshwater aquaculture

Thi My Hanh Truong^{1*}, Thi Van Phan¹, Thi May Le¹,
Huu Nghia Nguyen¹, Van Nha Vo²,
Dinh Xuan Quy Nguyen³, Thi Lua Dang¹

¹Research Institute for Aquaculture No 1

²Research Institute for Aquaculture No 3

³Aquaculture Surveying, Testing and Accreditation Center Branch I

Received 28 April 2021; accepted 21 June 2021

Abstract:

The risk factors related to the occurrence of Streptococcosis disease in cultured freshwater tilapia in Hai Duong, Bac Giang, An Giang, Vinh Long, and Dong Thap provinces, were determined based on results obtained by proactive monitoring approach, including observing and analysing water quality and disease occurrence in tilapia during the period 2012 to 2019. The results showed that $\text{NO}_2\text{-N} > 0.25 \text{ mg/l}$ is the most risk related to Streptococcosis disease in tilapia with odds ratio $\text{OR} = 37.4$, followed by temperature $\geq 30^\circ\text{C}$ ($\text{OR} = 16.5$), $\text{H}_2\text{S} > 0.02 \text{ mg/l}$ ($\text{OR} = 10$), $\text{NH}_3 > 1 \text{ mg/l}$ ($\text{OR} = 8.2$), the density of *Streptococcus* spp. $\geq 1000 \text{ cfu/ml}$ ($\text{OR} = 6.9$), and the lowest was $\text{pH} > 8.5$ ($\text{OR} = 2.5$). Chemical oxygen demand ($\text{COD} > 10 \text{ mg/l}$), $\text{NH}_4\text{-N} > 1 \text{ mg/l}$ are positively correlated, but not risk factors related to Streptococcosis in tilapia. Dissolved oxygen (DO), *Aeromonas* spp., and total aerobic bacteria density in cultured water were not correlated and associated with the appearance of Streptococcosis in tilapia.

Keywords: freshwater, risk factors, Streptococcosis, tilapia.

Classification number: 4.5

Duong, Bắc Ninh và Trung tâm Khảo nghiệm, Kiểm nghiệm, Kiểm định nuôi trồng thủy sản Vùng I tại An Giang, Vĩnh Long và Đồng Tháp. Số liệu thu thập bao gồm các yếu tố nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, H_2S , COD, NH_3 , mật độ *Streptococcus* spp., *Aeromonas* spp., vi khuẩn hiếu khí tổng số và *S. agalactiae* gây Streptococcosis trên cá rô phi.

Phương pháp thu mẫu: mẫu nước phân tích chỉ tiêu $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, H_2S , COD, NH_3 , mật độ *Streptococcus* spp., *Aeromonas* spp., vi khuẩn hiếu khí tổng số được thu chứa trong chai nhựa. Nước được thu tại 3 vị trí theo đường chéo của ao. Tất cả các mẫu đều được ghi chú cẩn thận và được

giữ lạnh ($4\text{-}8^\circ\text{C}$) trong suốt quá trình vận chuyển đến khi phân tích. Tại phòng thí nghiệm, các thông số nêu trên được phân tích theo phương pháp chuẩn. Hàm lượng $\text{NH}_4\text{-N}$ và NH_3 phân tích theo SMEWW 4500- NH_3 F:2011. Phân tích $\text{NO}_2\text{-N}$ theo phương pháp SMEWW 4500- NO_2 B: 2011. Hàm lượng H_2S phân tích theo phương pháp SMEWW 4500-S2- D:2011 và COD phân tích theo SMEWW 5220 C:2011. Mật độ *Streptococcus* spp., *Aeromonas* spp., vi khuẩn hiếu khí tổng số được định lượng theo phương pháp Buller (2004). Xác định *S. agalactiae* ở cá rô phi bằng nuôi cấy giám định loài bằng test API 20Strep. Ngoài ra, chỉ số pH, DO, nhiệt độ được đo tại hiện trường bằng máy YSI Pro 1020.

Tần suất thu mẫu bao gồm định kỳ 1 lần/tháng và đột xuất khi có biểu hiện cá bệnh ở mô hình ao nuôi bán thâm canh.

Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 23, trong đó mô hình hồi quy đa biến logistic được dùng để phân tích sự tác động của nhiều yếu tố nguy cơ lên sự xuất hiện bệnh do *S. agalactiae* ở cá rô phi. Biến nhị phân phụ thuộc là kết quả xét nghiệm đối với mầm bệnh *S. agalactiae* gây Streptococcosis (có/không có) trên các mẫu cá rô phi. Biến độc lập bao gồm nhiệt độ, pH, DO, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, H_2S , COD, NH_3 , mật độ *Streptococcus* spp., *Aeromonas* spp. và vi khuẩn hiếu khí tổng số. Kết quả phân tích chỉ ra giá trị hệ số tương quan (r) giữa biến phụ thuộc với biến độc lập và sự sai khác có ý nghĩa hay không có ý nghĩa (p). Theo đó, nếu r càng tiến về 1 và -1 thì tương quan tuyến tính càng mạnh, càng chặt chẽ. Tiến về 1 là tương quan thuận và tiến về -1 là tương quan nghịch; r càng gần 0 thì tương quan tuyến tính càng yếu và $r = 1$ là tương quan tuyến tính tuyệt đối, $r = 0$ là không có mối tương quan tuyến tính. $p < 0,05$ có sự khác biệt ý nghĩa thống kê và $p > 0,05$ không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê.

Kế thừa kết quả phân tích nêu trên, yếu tố độc lập nào trong mô hình có tương quan với yếu tố phụ thuộc (bệnh do *S. agalactiae*) sẽ được thực hiện phân chia khoảng giá trị để tiếp tục thực hiện phân tích khoảng giá trị (chi tiết nêu ở bảng 1) của mỗi yếu tố độc lập có hay không tương quan với yếu tố phụ thuộc. Qua đó xác định yếu tố phụ thuộc sẽ có vùng phơi nhiễm (vùng tương quan $p < 0,05$) và không phơi nhiễm (vùng không tương quan $p > 0,05$). Đây là cơ sở để phân tích OR (Odd ratio - tỷ suất chênh), giá trị của yếu tố nguy cơ gây bệnh.

Tỷ suất chênh OR chỉ đánh giá mức độ liên quan giữa yếu tố nguy cơ và bệnh, không có ý nghĩa về việc tính xác suất có bệnh [17].

$\text{OR} = \text{Số chênh nhóm phơi nhiễm} / \text{Số chênh nhóm không phơi nhiễm} = (O_1/O_2) = (a/b)/(c/d) = (a*d)/(c*b)$.

Trong đó: a: phơi nhiễm có bệnh; b: phơi nhiễm không bệnh; c: không phơi nhiễm bị bệnh; d: không phơi nhiễm không bệnh.

$$KTC\ 95\% = \exp[\ln(OR) \pm SE]$$

$$SE = \sqrt{1/a+1/b+1/c+1/d}$$

Cách đánh giá giá trị của OR căn cứ vào giá trị thực:

OR<1: không có sự kết hợp nào giữa bệnh, sự phơi nhiễm hay yếu tố nguy cơ.

OR=1: yếu tố nguy cơ không có liên quan đến bệnh.

OR>1: có sự kết hợp giữa bệnh với sự phơi nhiễm, OR càng lớn thì sự kết hợp này càng mạnh.

Bảng 1. Khoảng giá trị các yếu tố phân tích nguy cơ tiềm năng liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi.

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Khoảng giá trị	Phân tích tương quan	Phân tích nguy cơ	Khoảng phù hợp nuôi thủy sản
Nhiệt độ	°C	≥30	x	x	
		20-30	x	x	x ⁽³⁾
		<20	x		
pH		6,5-8,5	x	x	x ⁽¹⁾
		>8,5	x	x	
		<6,5	x		
NH ₃	mg/l	>1	x	x	
		≤0,1	x		x ⁽³⁾
		0,1-1	x	x	
NH ₄ -N	mg/l	<1	x		x ⁽¹⁾
		≥1	x	x	
NO ₂ -N	mg/l	>0,25	x	x	
		≤0,05	x		x ⁽²⁾
		>0,05	x	x	
COD	mg/l	<10	x	x	x ⁽²⁾
		≥10	x		
H ₂ S	mg/l	<0,02	x		x ⁽³⁾
		≥0,02	x	x	
Mật độ <i>Streptococcus</i> spp.	cfu/ml	≤100	x		
		>100	x		
		≥1000	x	x	
		<1000	x		

Ghi chú: ⁽¹⁾: theo QCVN 02-22:2015/BNNPTNT; ⁽²⁾: theo QCVN 08:2015/BTNMT; ⁽³⁾: theo QCVN 02-26:2017/BNNPTNT.

Kết quả và thảo luận

Yếu tố thủy lý, thủy hóa có nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi

Mối liên quan một số yếu tố thủy lý hóa đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi: phân tích tương quan giữa các yếu tố độc lập với yếu tố phụ thuộc trong mô hình lựa chọn cho thấy, bệnh do *S. agalactiae* ở cá rô phi có mối liên quan chặt chẽ với 7 yếu tố độc lập trong mô hình bao gồm: pH, nhiệt độ, NO₂-N, H₂S, COD, NH₃, NH₄-N với r=0,332-0,888 (r>0) cho thấy sự tương quan thuận giữa hai

biến, nếu giá trị biến này tăng sẽ làm tăng giá trị của biến kia, đồng thời mối tương quan của 7 yếu tố trên có ý nghĩa với p=0,000-0,027<0,05 (bảng 2). Bên cạnh đó, trong mô hình có yếu tố DO không có mối tương quan với yếu tố phụ thuộc, minh chứng với giá trị p=0,2>0,05. Với kết quả có được, cho phép nghiên cứu tiếp tục phân tích chia khoảng giá trị của các yếu tố độc lập để xác định được khoảng giá trị tương quan và không tương quan với bệnh Streptococcosis ở cá rô phi. Theo đó, khoảng giá trị tương quan là khoảng giá trị phơi nhiễm bệnh của cá rô phi và ngược lại khoảng giá trị không tương quan là khoảng giá trị không phơi nhiễm bệnh Streptococcosis ở cá rô phi.

Bảng 2. Tương quan giữa biến độc lập và biến phụ thuộc trong mô hình

Yếu tố xét trong mô hình	Bệnh do <i>S. agalactiae</i> gây ra ở cá rô phi			
	N	Hệ số tương quan (r)	Giá trị p	Kết quả tương quan
pH	1045	0,387	0,014	Có
Nhiệt độ	1009	0,761	0,000	Có
DO	1040	0,149	0,2	Không
NO ₂ -N	1041	0,812	0,000	Có
H ₂ S	962	0,782	0,000	Có
COD	1043	0,448	0,045	Có
NH ₃	704	0,888	0,000	Có
NH ₄ -N	764	0,332	0,027	Có

Ghi chú: bệnh do Streptococcosis ở cá rô phi là biến phụ thuộc vào nhiệt độ, pH, DO, NH₄-N, NO₂-N, H₂S, COD, NH₃, N: tổng số mẫu phân tích.

Giá trị của yếu tố thủy lý hóa có nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi: kết quả bảng 3 cho thấy, nhiệt độ<20°C, NO₂-N≤0,05 mg/l, H₂S≤0,02 mg/l, COD≤10 mg/l, pH<6,5 và NH₄-N, NH₃≤0,01 mg/l là điều kiện môi trường sống cá rô phi không phơi nhiễm với bệnh Streptococcosis. Trong điều kiện còn lại, nhiệt độ ≥20°C, pH>6,5, NO₂-N>0,05 mg/l, H₂S>0,02 mg/l, COD>10 mg/l, NH₄-N, NH₃>0,01 mg/l là khoảng môi trường phơi nhiễm bệnh Streptococcosis của cá rô phi (bảng 3).

Bảng 3. Tương quan giữa giá trị biến độc lập và biến phụ thuộc trong mô hình.

Yếu tố	Đơn vị tính	Giá trị	Bệnh do <i>S. agalactiae</i> gây ra ở cá rô phi				
			N	Hệ số tương quan (r)	Giá trị p	Kết quả tương quan	Phơi nhiễm bệnh
						Có	Không
pH		<6,5	12	0,331	0,294	Không	x
		6,5-8,5	349	0,496	0,000	Có	x
		>8,5	57	0,306	0,021		
Nhiệt độ	°C	<20	13	-0,513	0,061	Không	x
		20-30	179	0,243	0,001		
		≥30	329	0,464	0,000	Có	x

NO ₂ -N	mg/l	>0,25	177	0,476	0,000	Có	x
		≤0,05	577	0,076	0,67	Không	x
		>0,05	452	0,412	0,000	Có	x
H ₂ S	mg/l	>0,02	553	0,432	0,000	Có	x
		≤0,02	350	-0,094	0,077	Không	x
COD	mg/l	≤10	416	0,072	0,144	Không	x
		>10	603	0,136	0,001	Có	x
NH ₃	mg/l	≤0,1	285	0,112	0,589	Không	x
		>1	94	0,289	0,005	Có	x
		0,1-1	322	0,143	0,01		
NH ₄ -N	mg/l	≤0,1	147	-0,042	0,617	Không	x
		>0,1	608	0,221	0,000	Có	x
		>1	73	0,005	0,009		

Ghi chú: N: tổng số mẫu phân tích.

Khoảng giá trị phơi nhiễm và không phơi nhiễm là cơ sở để phân tích yếu tố nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi. Kết quả phân tích cho thấy, trong điều kiện pH≤8,5 sẽ giảm nguy cơ cá nhiễm bệnh Streptococcosis 2,5 lần so với điều kiện pH>8,5 (bảng 4). Kết quả này là tương đồng với kết quả nghiên cứu của Bonga và cs (1987) [18], Chen và cs (2001) [19] khi chứng minh cá rô phi bị sốc/stress sẽ làm tăng nguy cơ cho tác nhân gây bệnh Streptococcosis xâm nhập và bùng phát, và điều kiện pH cao (pH>9) là một trong những yếu tố gây stress của cá rô phi.

Trong điều kiện nhiệt độ >30°C cá rô phi có nguy cơ nhiễm bệnh Streptococcosis cao hơn 16,5 lần so với điều kiện nhiệt độ <30°C (bảng 4). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Pei-Chih Liao và cs (2020) [20] khi phân tích dữ liệu quan trắc từ các trang trại nuôi cá ở Đài Loan trong 10 năm (2006-2015) cho thấy, tỷ lệ nhiễm bệnh liên cầu khuẩn Streptococcosis ở cá rô phi tích lũy trong mỗi tháng đạt mức cao nhất (gần 50%) là từ tháng 7 đến tháng 9 (thời điểm nhiệt độ nước cao nhất mùa hè dao động trong khoảng 27-35°C). Bệnh Streptococcosis còn được gọi là bệnh “nước âm” do bệnh xuất hiện phổ biến khi nhiệt độ nước trên 27°C [21, 22]. Ở Việt Nam, các đợt dịch bệnh Streptococcosis ở cá rô phi với tỷ lệ chết >80% đều có liên quan đến nhiệt độ nước nuôi >30°C [13-15].

NO₂-N>0,25 mg/l trong nước nuôi thì gây cá rô phi có nguy cơ nhiễm bệnh Streptococcosis cao gấp 37,4 lần so với điều kiện NO₂-N≤0,25 mg/l (bảng 4). Khi hàm lượng NO₂-N cao sẽ gây độc, suy hô hấp, mất khả năng vận chuyển oxy trong máu [23], từ đó làm cá yếu và tăng nguy cơ mắc bệnh (trong đó có bệnh do Streptococcosis) [24].

H₂S>0,02 và NH₃>1 mg/l trong nước là yếu tố nguy cơ gây cá nhiễm bệnh Streptococcosis cao lần lượt gấp 10 và 8,2 lần so với H₂S≤0,02 mg/l và NH₃≤1 mg/l (bảng 4). Khi cá rô phi sống trong môi trường có lượng NH₃>0,2 mg/l thì

lượng hồng cầu trong máu càng thấp, kéo theo giảm DO trong máu, tăng NH₃ độc tính và làm giảm sức đề kháng của cá [25, 26], đặc biệt khi NH₃>1 mg/l kết hợp lượng DO trong nước thấp, cá rô phi dễ mắc các bệnh, trong đó có bệnh liên cầu khuẩn Streptococcosis [25].

Qua đó cho thấy, NO₂-N>0,25 mg/l là khoảng giá trị có nguy cơ lớn nhất liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi (OR=37,4), tiếp đến là nhiệt độ ≥30°C (OR=16,5), H₂S>0,02 mg/l (OR=10), NH₃>1 mg/l (OR=8,2) và thấp nhất là pH>8,5 (OR=2,5). Bên cạnh đó, COD>10 mg/l, NH₄-N>1 mg/l có tính tương quan thuận nhưng không phải là yếu tố nguy cơ gây bệnh Streptococcosis ở cá rô phi (bảng 4).

Bảng 4. Mối quan hệ giá trị của yếu tố độc lập có tương quan với yếu tố phụ thuộc.

Tên biến (yếu tố)	Đơn vị tính	Kiểu biến (giá trị)	Bệnh do S. Agalactiae ở cá rô phi (% số hộ)		Khoảng tin cậy (95%)	Giá trị p	OR
			Có	Không			
			pH	>8,5			
pH	°C	<6,5	10,7	23,1	0,21-2,86	0,000	0,77*
		6,5-8,5	98,5	98,9			
Nhiệt độ	°C	>30	99,5	91,7	2,24-135,9	0,000	16,5
		<20	0,5	8,3			
Nhiệt độ	°C	20-30	96,8	98,2	0,07-4,6	0,754	0,5*
		<20	3,2	1,8			
NO ₂ -N	mg/l	>0,25	88,9	10,4	37,6-127,8	0,000	37,4
		≤0,05	11,1	89,6			
NO ₂ -N	mg/l	>0,05	63,1	60,4	0	0,000	0,98*
		≤0,05	36,9	39,6			
H ₂ S	mg/l	>0,02	92,4	53,1	6,3-18,3	0,000	10
		≤0,02	7,6	46,9			
COD	mg/l	>10	24,1	25,1	1,3-1,4	0,000	0,94*
		≤10	75,9	74,9			
NH ₃	mg/l	>1	66,7	19,4	4,8-16,2	0,000	8,2
		≤0,1	33,3	80,6			
NH ₃	mg/l	0,1-1	60	62,7	0,7-1,2	0,000	0,89*
		≤0,1	40	37,3			
NH ₄ -N	mg/l	>0,1	67,1	69,3	1,9-4,9	0,000	0,91*
		≤0,1	33,9	30,7			
NH ₄ -N	mg/l	>1	56,9	77,3	0,2-0,7	0,000	0,4*
		≤0,1	43,1	22,7			

Ghi chú: *: chỉ số thể hiện yếu tố bảo vệ.

Yếu tố vi sinh có nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi

Mối liên quan của một số yếu tố vi sinh đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi: kết quả bảng 5 cho thấy, mật độ vi khuẩn hiếu khí tổng số và mật độ *Aeromonas* spp. không có tính tương quan với bệnh Streptococcosis với $p=0,054-0,2>0,05$, trong khi đó mật độ *Streptococcus* spp. có tương quan thuận ($r=0,387>0$) với bệnh Streptococcosis. Vì vậy, giá trị mật độ *Streptococcus* spp. được chia ra 4 khoảng khác nhau để phân tích xác định khoảng giá trị không tương quan/không phơi nhiễm bệnh Streptococcosis của cá rô phi.

Bảng 5. Tương quan giữa biến độc lập và biến phụ thuộc trong mô hình.

Yếu tố xét trong mô hình	Bệnh do <i>S. agalactiae</i> gây ra ở cá rô phi			
	N	Hệ số tương quan (r)	Giá trị p	Kết quả tương quan
Mật độ vi khuẩn hiếu khí tổng số	407	0,281	0,054	Không
Mật độ <i>Aeromonas</i> spp. trong nước	407	0,149	0,2	Không
Mật độ <i>Streptococcus</i> spp. trong nước	407	0,387	0,012	Có

Ghi chú: bệnh Streptococcosis ở cá rô phi là biến phụ thuộc và mật độ *Streptococcus* spp., *Aeromonas* spp., vi khuẩn hiếu khí tổng số là biến độc lập; N: tổng số mẫu phân tích.

Giá trị của yếu tố vi sinh có nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi: bốn khoảng giá trị mật độ *Streptococcus* spp. được xem xét bao gồm: >100 cfu/ml, ≥ 1000 cfu/ml, ≤ 100 cfu/ml và <1000 cfu/ml. Kết quả chỉ rõ, mật độ *Streptococcus* spp. trong nước ≥ 1000 cfu/ml là yếu tố phơi nhiễm bệnh Streptococcosis (bảng 6) và trong điều kiện này cá nuôi có nguy cơ nhiễm bệnh cao gấp 6,9 lần cá nuôi trong điều kiện mật độ *Streptococcus* spp. <1000 cfu/ml (bảng 7). Hiện chưa có nghiên cứu nào nêu khoảng mật độ *Streptococcus* spp. ảnh hưởng hưởng đến cá rô phi, tuy nhiên một số kết quả nghiên cứu khác về nhóm vi khuẩn gây bệnh phổ biến cho đối tượng nuôi đã được đề cập như mật độ *Vibrio* spp. $>10^4$ cfu/ml có liên quan đến biểu hiện xấu trên gan tụy tôm. Phạm vi tối ưu được xác định đối với *Vibrio* spp. trong nước ao nuôi tôm ở mức $<10^3$ cfu/ml [27]. Hay mật độ *Vibrio* spp. trong nền đáy (đạt $3,6 \times 10^4$ cfu/g) có liên quan và đã ảnh hưởng nhiều nhất đến tu hài bị bệnh sung vôi [28].

Bảng 6. Tương quan giữa giá trị biến độc lập và biến phụ thuộc trong mô hình.

Yếu tố	Đơn vị tính	Giá trị	Bệnh do <i>S. agalactiae</i> gây ra ở cá rô phi				
			N	Hệ số tương quan (r)	Giá trị p	Kết quả tương quan	Phơi nhiễm bệnh
						Có	Không
Mật độ <i>Streptococcus</i> spp.	cfu/ml	≥ 1000	27	0,487	0,010	Có	x
		<1000	190	0,062	0,399		
		>100	75	-0,132	0,26	Không	x
		≤ 100	124	0,164	0,069		

Bảng 7. Mối quan hệ giá trị của yếu tố độc lập có tương quan với yếu tố phụ thuộc.

Tên biến (yếu tố)	Đơn vị tính	Giá trị	Bệnh do <i>S. Agalactiae</i> ở cá rô phi (% số hộ)		KTC (95%)	Giá trị p	OR
			Có	Không			
Mật độ <i>Streptococcus</i> sp.	cfu/ml	≥ 1000	73,5	28,6	1,7-27,8	0,005	6,9
		<1000	26,5	71,4			

Kết luận

$\text{NO}_2\text{-N}>0,25$ mg/l là mối nguy lớn nhất liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi (OR=37,4), tiếp đến là nhiệt độ $\geq 30^\circ\text{C}$ (OR=16,5), $\text{H}_2\text{S}>0,02$ mg/l (OR=10), $\text{NH}_3>1$ mg/l (OR=8,2), mật độ *Streptococcus* spp. ≥ 1000 cfu/ml (OR=6,9) và thấp nhất là pH $>8,5$ (OR=2,5).

COD >10 mg/l, $\text{NH}_4\text{-N}>1$ mg/l có tính tương quan dương nhưng không phải là yếu tố nguy cơ liên quan đến bệnh Streptococcosis ở cá rô phi.

Hàm lượng ôxy hoàn tan, mật độ *Aeromonas* spp. và vi khuẩn hiếu khí tổng số không có tính tương quan và không phải yếu tố nguy cơ liên quan đối với bệnh Streptococcosis ở cá rô phi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] E. Prabu, et al. (2019). "Tilapia - An excellent candidate species for world aquaculture: a review", *Annual Research & Review in Biology*, **31**, pp.1-14.

[2] B.O. Acosta, et al. (2004), *Public and private partnerships in aquaculture: a case study on tilapia research and development*, The WorldFish Center.

[3] FAO (2017), *The state of world fisheries and aquaculture*, FAO Fisheries and Aquaculture Department.

- [4] FAO (2014), *The state of world fisheries and aquaculture*, FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- [5] World Bank (2013), *Fish to 2030, prospects for fisheries and aquaculture*, Public Disclosure Authorized.
- [6] <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/goal-2019-global-finfish-production-review-and-forecast/>.
- [7] C.A. Shoemaker, P.H. Klesius (1997), *Streptococcal disease problem and control: a review northwest regional aquaculture engineering service*, Tilapia Aquaculture Ithaca.
- [8] J.J. Evans, et al. (2006), “An overview of Streptococcus in warmwater fish”, *Aquatic Health International Journal*, **7**, pp.10-14.
- [9] W. Yang, A. Li (2009), “Isolation and characterization of *Streptococcus agalactiae* from diseased *Acipenser schrenckii*”, *Aquaculture*, **294**, pp.14-17.
- [10] M.N.A Amal, M. Zamri-Saad (2011) “Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): a review”, *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, **34**, pp.195-206.
- [11] X. Ye, et al. (2011), “Identification and molecular typing of *Streptococcus agalactiae* isolated from pond-cultured tilapia in China”, *Fish Sci.*, **77**, pp.623-632.
- [12] Z. Zhang, et al. (2017), “Draft genome sequence of an attenuated *Streptococcus agalactiae* strain Isolated from the Gut of a Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)”, *Genome Announc.*, **5**, DOI: 10.1128/genomeA.01627-16.
- [13] Nguyễn Việt Khuê và cs (2009), *Xác định nguyên nhân gây chết hàng loạt cá rô phi nuôi thương phẩm tại một số tỉnh miền Bắc*, Báo cáo tổng kết đề tài khoa học Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1.
- [14] Đồng Thanh Hà, Nguyễn Việt Khuê, Nguyễn Thị Hạnh (2015), *Một số đặc điểm của Streptococcus agalactiae - Tác nhân gây bệnh Streptococcosis trên cá rô phi ở miền Bắc Việt Nam*, Báo cáo khoa học Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1.
- [15] Trương Thị Mỹ Hạnh và cs (2019), “Một số đặc điểm chính của *Streptococcus agalactiae* gây bệnh ở cá rô phi (*Oreochromis sp.*) nuôi trong nước lợ”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, **12**, tr.73-79.
- [16] Trương Đình Hoài và cs (2014), “Đặc điểm mô bệnh học của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) nhiễm *Streptococcus* spp. nuôi tại một số tỉnh miền Bắc Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, **12(3)**, tr.360-371.
- [17] Phan Thị Vân, Trương Đình Hoài, Trương Thị Mỹ Hạnh (2020), *Giáo trình Dịch tễ học thủy sản*, Nhà xuất bản Học viện Nông nghiệp Việt Nam.
- [18] S.E.W. Bonga, et al. (1987), *Physiological adaption to acid stress in fish*, Symposium on Ecophysiology of Acid Stress in Aquatic Organism.
- [19] S.M. Chen, et al. (2001), “Effects of pH on the nitrogenous excretion and lethal DO of tilapia *Oreochromis mosasambica*”, *Sixth Asian Fisheries Forum*.
- [20] Pei-Chih Liao, et al. (2020), “Analysis of streptococcal infection and correlation with climatic factors in cultured tilapia *Oreochromis* spp. in Taiwan”, *Appl. Sci.*, **10**, DOI: 10.3390/app10114018.
- [21] P. Kayansamruaj, et al. (2014), “Increasing of temperature induces pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* and the upregulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)”, *Vet. Microbiol.*, **172**, pp.265-271.
- [22] G.F. Mian, et al. (2009), “Aspects of the natural history and virulence of *Streptococcus agalactiae* infection in Nile tilapia”, *Vet. Microbiol.*, **136**, pp.180-183.
- [23] E.C. Boyd, C.S. Tucker (1998), *Pond aquaculture water quality management*, Kluwer Academic Publisher.
- [24] A.F.M. El-Sayed (2006), *Tilapia culture*, CABI Publishing.
- [25] N.A. Ahmed, et al. (1992), “Effect of ammonia on some haematological parameters of *O. Niloticus*”, *Proceeding of Zoological Society of Arab Republic of Egypt*, **23**, pp.155-160.
- [26] T. Popma, M. Masser (1999), *Tilapia life story and biology*, Southern Regional Aquaculture Center Publication.
- [27] E.A. Ganesh, et al. (2010), “Monitoring of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp. in an aquaculture pond”, *Current Research Journal of Biological Sciences*, **2(1)**, pp.48-52.
- [28] Trương Thị Mỹ Hạnh và cs (2019), “Mối tương quan giữa một số yếu tố môi trường nuôi đến tu hài (*Lutaria philippinarum* Reeve, 1854) bị bệnh sung vôi”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản*, **3**, tr.32-38.