

BƯỚC ĐẦU KHẢO SÁT, ĐÁNH GIÁ DƯ LƯỢNG MỘT SỐ KHÁNG SINH TRONG NƯỚC MẶT HỒ VĂN QUÁN, HÀ NỘI

INITIAL SURVEY AND ASSESSMENT OF SOME ANTIBIOTICS IN SURFACE WATER OF THE VAN QUAN LAKE, HANOI

Lê Như Đa¹, Đinh Thanh Huyền^{1,2}, Nguyễn Thị Mai Hương¹,
Hoàng Thị Thu Hà¹, Vũ Thị Hương², Phạm Thị Mai Hương³,
Dương Thị Thủy⁴, Lê Thị Phương Quỳnh^{1,*}

DOI: <http://doi.org/10.57001/huic5804.2024.138>

TÓM TẮT

Sử dụng và phát thải dư lượng thuốc kháng sinh ra môi trường có thể gây ảnh hưởng đến hệ thủy sinh thái. Bài báo này trình bày các kết quả khảo sát hàm lượng tám kháng sinh gồm β -lactam (amoxicillin, AMO), macrolide (azithromycin, AZI), fluoroquinolones (ciprofloxacin, CIP và ofloxacin, OFL), benzimidazole (oxfendazole, OXF), lincosamide (lincomycin, LIN) và sulfonamide (sulfaceamide, SCE và sulfamethoxazole, SME) trong nước mặt hồ Văn Quán, Hà Nội trong giai đoạn 2022 - 2023 đã được phân tích đồng thời dựa trên phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao ghép nối khối phổ hai lần (LC-MS/MS). Các kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng tổng số của 8 loại kháng sinh khảo sát (Σ 8ABX) dao động từ 526 - 2240 ng/L với giá trị trung bình 1467,3ng/L. Trong 8 loại kháng sinh khảo sát, 3 kháng sinh OXF, AMO, SCE không được phát hiện, OFL được phát hiện trong tất cả các đợt quan trắc và các kháng sinh còn lại được phát hiện với tần suất thấp hơn. Kết quả đánh giá rủi ro sinh thái (RQ) cho thấy OFL, SME và LIN có giá trị RQ ở mức trung bình đến cao đối với tảo, trong khi giá trị RQ của OFL và CIP ở mức rất cao đối với vi khuẩn. Cả 5 kháng sinh được phát hiện đều có giá trị RQ rất thấp đối với động vật không xương sống. Ở vùng có mật độ dân số cao, nước thải không qua xử lý có thể là các nguyên nhân gây ô nhiễm dư lượng thuốc kháng sinh trong nước hồ. Các kết quả nghiên cứu đóng góp cơ sở dữ liệu về hàm lượng kháng sinh trong nước mặt và đưa ra cơ sở khoa học để có các giải pháp bảo vệ môi trường nước ở các thành phố lớn ở Châu Á.

Từ khóa: Kháng sinh, chất lượng nước, hồ nội đô, Văn Quán, Hà Nội.

ABSTRACT

Using and releasing antibiotic residues into the environment can affect aquatic ecosystems. This paper presents the observation results of the concentrations of eight antibiotics, including β -lactam (amoxicillin, AMO), macrolide (azithromycin, AZI), fluoroquinolones (ciprofloxacin, CIP, and ofloxacin, OFL), benzimidazole (oxfendazole, OXF), lincosamide (lincomycin, LIN), and sulfonamide (sulfaceamide, SCE, and sulfamethoxazole, SME) in the surface water of the Van Quan lake, Hanoi city, during the period 2022 - 2023 which were simultaneously analyzed with a high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) method. The research results showed that the total concentrations of 8 antibiotics (Σ 8ABX) ranged from 526 - 2240ng/L, with an average value of 1467.3ng/L. Among the 8 antibiotics surveyed, 3 antibiotics (OXF, AMO, and SCE) were not detected; OFL was detected in all observed samples; and the remaining antibiotics were detected with a lower frequency. The results of the ecological risk assessment (RQ) showed that OFL, SME, and LIN had moderate to high RQ values for algae, while the RQ values of OFL and CIP were very high for bacteria. All five detected antibiotics had very low RQ values for invertebrates were found for all five detected antibiotics. High population density and untreated wastewater can be the cause of antibiotic residues in the lake water. The results contribute to the dataset on antibiotic concentrations in surface water and also contribute to the scientific basis for providing solutions to protect the water environment in large cities in Asia.

Keywords: Antibiotics, water quality, urban lakes, Van Quan, Hanoi.

¹Viện Hóa học các Hợp chất thiên nhiên, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

³Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴Viện Khoa học công nghệ Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: quynhlt@gmail.com

Ngày nhận bài: 28/02/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 04/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kháng sinh là chất kháng khuẩn có khả năng ức chế sự phát triển của vi sinh vật hoặc tiêu diệt chúng, thường

được sử dụng rộng rãi để điều trị các bệnh nhiễm trùng do vi khuẩn ở cả người và động vật [1,20]. Ngày nay, kháng sinh không chỉ được tạo ra từ các sản phẩm tự nhiên,

mà còn bằng phương pháp bán tổng hợp hoặc tổng hợp hóa học.

Trên toàn thế giới, thuốc kháng sinh được sử dụng rộng rãi với khối lượng lớn, vượt quá 100.000 tấn đến 200.000 tấn mỗi năm, trong đó khoảng 50% được sử dụng cho thú y và làm chất kích thích tăng trưởng trong chăn nuôi [5, 17]. Tại Việt Nam, kháng sinh là nhóm thuốc đứng hàng đầu 10 nhóm thuốc có giá trị sử dụng cao nhất [17]. Một số kháng sinh thường được sử dụng bao gồm: amoxicillin được dùng phổ biến cho các bệnh liên quan đến đường hô hấp, viêm màng não [18, 21]; sulfamethoxazole được sử dụng cho người bệnh tiêu chảy do vi khuẩn *E. coli* [24]; quinolone và sulfonamide được sử dụng rộng rãi trong nuôi trồng thủy sản [11]. Ở Việt Nam, đã có một số nghiên cứu về hàm lượng một số kháng sinh trong nước mặt một số sông đô thị như sông Tô Lịch, sông Kim Ngưu, sông Sét, và sông Lừ [9, 20], hồ đô thị như hồ Ngọc Khánh, hồ Trúc Bạch [26], hồ Tây, hồ Yên Sở [1, 20]... Hàm lượng kháng sinh có sự khác biệt lớn trong các hệ thống sông hồ đô thị, phụ thuộc nhiều vào các nguồn phát thải, trong đó rò rỉ nước thải, xả trái phép nước thải thô ra môi trường, tràn cống hoặc nước mưa chảy tràn đô thị là những nguồn đóng góp đáng kể vào ô nhiễm kháng sinh [9,20,26]. Dư lượng thuốc kháng sinh xâm nhập vào nguồn nước dẫn đến hậu quả đáng quan tâm như, có thể làm thay đổi cấu trúc và di truyền của quần xã vi sinh vật; gia tăng các mầm bệnh ẩn do tăng cường xuất hiện các chủng vi khuẩn kháng thuốc. Điều đáng chú ý là các loài thủy sinh vật có khả năng tiếp xúc với các loại kháng sinh trong môi trường thông qua lưới thức ăn bắt đầu từ mắt xích đầu tiên, ví dụ như tảo, có thể đe dọa đến môi trường sinh thái và sức khỏe cộng đồng toàn cầu [21].

Hà Nội có hơn 110 hồ bao gồm các hồ nội thành và ngoại thành, tổng diện tích các hồ là 2180 ha với độ sâu trung bình từ 1,5 đến 3,5m [12]. Chức năng hồ chủ yếu là điều tiết dòng chảy và thoát lũ, xử lý sơ bộ nước thải và cải thiện điều kiện vệ sinh môi trường, lập cảnh quan văn hóa và nuôi trồng thủy hải sản. Phần lớn hồ bị ô nhiễm là do quá trình xử lý nước thải sơ bộ trong bể lắng sau đó xả ra hệ thống cống, kênh, mương vào ao hồ [12].

Hồ Văn Quán thuộc quận Hà Đông, thành phố Hà Nội. Hồ có diện tích mặt thoáng là 57.000m², độ sâu trung bình từ 1,5 - 3,0m, với thể tích nước trung bình từ 85000 - 171.000m³. Nguồn tiếp nhận nước thải trực tiếp xuống hồ chủ yếu ở 3 cống nước thải sinh hoạt từ các hộ dân xung quanh và các nhà hàng, quán ăn vỉa hè [13]. Một số nghiên cứu trước đây cho thấy chất lượng nước hồ Văn Quán bị suy giảm nghiêm trọng [14, 22], tuy nhiên hàm lượng kháng sinh trong nước hồ vẫn chưa được nghiên cứu.

Bài báo này trình bày kết quả khảo sát hàm lượng tám kháng sinh thuộc sáu nhóm khác nhau, gồm: β -lactam (amoxicillin - AMO), macrolide (azithromycin - AZI), fluoroquinolones (ciprofloxacin - CIP và ofloxacin - OFL), benzimidazole (oxfendazole - OXF), lincosamide (lincomycin - LIN) và sulfonamide (sulfacetamide - SCE và

sulfamethoxazole - SME) trong nước mặt hồ Văn Quán trong ba đợt khảo sát giai đoạn 2022 – 2023, đồng thời bước đầu tính toán rủi ro sinh thái do ô nhiễm thuốc kháng sinh đối với tảo trong nước hồ. Các kết quả nghiên cứu đóng góp cơ sở dữ liệu về hàm lượng kháng sinh trong nước mặt, đồng thời đưa ra cơ sở khoa học nhằm đưa ra các giải pháp bảo vệ môi trường nước ở các thành phố lớn ở Châu Á.

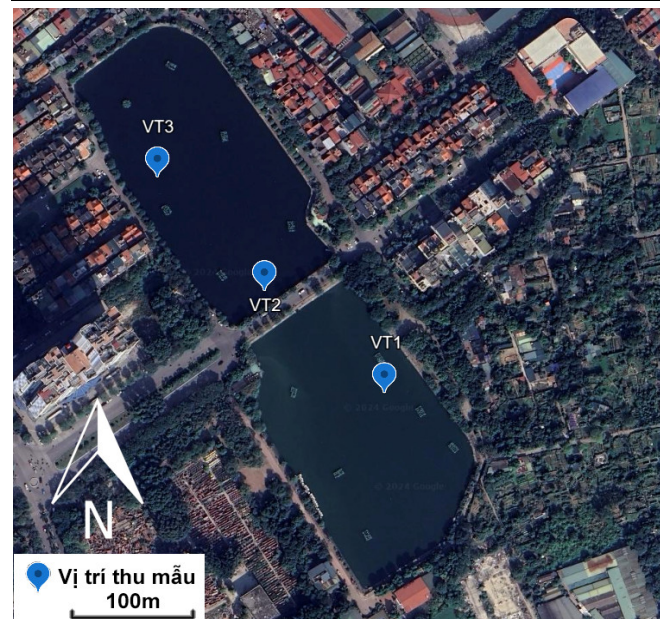
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lấy mẫu và bảo quản mẫu

Các mẫu nước hồ Văn Quán được thu trong ba đợt khảo sát vào các thời điểm: tháng 11 năm 2022 (VQ 1), tháng 2 năm 2023 (VQ 2) và tháng 10 năm 2023 (VQ 3). Đối với mỗi đợt lấy mẫu, các mẫu nước bề mặt (0 - 30cm) được lấy tại ba vị trí: gồm: (1) vườn hoa 02 Văn Quán sau cống nhận nước thải từ khu dân cư (2) cống giao trên đường 19/5 (3) gần quán café nhiệt đới Văn Quán sau cống nhận nước thải từ dân cư, nhà hàng (bảng 1, hình 1), sau đó trộn đều thành một mẫu đại diện để phân tích.

Bảng 1. Mô tả các vị trí lấy mẫu

Hồ	Vị trí	Mô tả
Văn Quán	1	Khu vực 1 của hồ Văn Quán
	2	Khu vực giữa hồ Văn Quán
	3	Khu vực 2 của hồ Văn Quán



Hình 1. Các vị trí lấy mẫu trên hồ Văn Quán

Mẫu nước hồ được lấy và bảo quản theo TCVN 5994:1995 (ISO 5667-4:1987). Mẫu được lấy vào chai thủy tinh màu nâu đã được rửa, cuối cùng tráng sạch bằng nước cất. Các mẫu sau khi lấy, được bảo quản ở 4°C cho đến khi phân tích.

2.2. Phân tích mẫu

Hoá chất, vật liệu

Tất cả các hoá chất đều thuộc loại tinh khiết phân tích (PA): Các chất chuẩn kháng sinh (AMO 96,68%; AZI 84,2%;

CIP 99%; OFL 99%; OXF 99%; LIN 87,7%; SCE 98,98% và SME 98,2%) được cung cấp bởi hãng Dr. Ehrenstorfer. Các hóa chất khác gồm: methanol (Merck); acetone (Merck); acetonitril (Merck); acid formic (Merck); NH₄OH 25% (Merck); chất hấp phụ C₁₈ (Agilent); nước deion; HCl và NaOH (Merck). Cột chiết pha rắn Oasis HLB (60mg, 3cc, 30µm) (Waters, Mỹ).

Thiết bị và điều kiện phân tích

Hệ thống sắc ký lỏng hiệu năng cao ghép nối khối phổ (LC-MS/MS, SCIEX Triple Quad TM 6500+; AB Sciex Pte Ltd, Mỹ) với cột Acquity UPLC BEH C18 (150mm x 2,1mm, 1,7µm, 130Å; Waters, Mỹ) được sử dụng trong nghiên cứu.

Các điều kiện phân tích và kiểm tra phương pháp đã được trình bày trong nghiên cứu trước đây của chúng tôi [9], tóm tắt lại như sau:

+ Các thông số MS/MS được tối ưu hóa tự động sử dụng phần mềm của thiết bị: nguồn ion hóa ESI, chế độ ion dương; điện thế đầu phun là 5500V, nhiệt độ đầu phun là 450°C, áp suất khí hỗ trợ là 25 psi. Với các điều kiện khối phổ, mỗi chất đều xác định được 02 mảnh ion con với tỷ lệ ion xác định được đáp ứng yêu cầu theo EC 657/2002. Pha động sử dụng theo chương trình gradient với hai kênh A (dung dịch axit formic 0,1% pha trong nước) và B (acetonitril) với tốc độ dòng 0,3 mL/phút.

+ Đường chuẩn phân tích đồng thời các kháng sinh được xây dựng ở điều kiện tối ưu với các khoảng nồng độ tương ứng cho từng chất và kết quả hệ số tương quan (R²) đều lớn hơn 0,999, đáp ứng yêu cầu của AOAC.

+ Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) của phương pháp lần lượt được xác định theo quy tắc 3σ và 10σ.

+ Độ lặp lại của phương pháp được đánh giá thông qua độ lệch chuẩn tương đối (RSD %) có giá trị nhỏ hơn 6%. Độ thu hồi được thực hiện bằng cách phân tích ba lần các mẫu trắng thêm chuẩn các chất ở hai mức hàm lượng (1,00 và 10,0µg/L cho mỗi hợp chất), hiệu suất thu hồi (H) đạt được từ 85% đến 110%, đáp ứng yêu cầu của AOAC.

Xử lý mẫu

Hút 100mL mẫu nước đã lọc bằng giấy lọc rồi cho qua cột chiết pha rắn. Cột đã được hoạt hóa với 6mL metanol và 6mL nước, sau đó mẫu nước được đưa qua cột với tốc độ dòng 2mL/phút. Sau khi nạp mẫu, cột được rửa bằng 6mL nước và làm khô chân không trong 1 phút. Các kháng sinh được rửa giải bằng 4mL dung dịch amoniac 5% trong methanol, lắc đều. Sau đó, chuyển 1mL dịch mẫu vào lọ 2mL và phân tích trên thiết bị LC-MS/MS.

2.3. Phương pháp đánh giá rủi ro sinh thái

Trong nghiên cứu này, đánh giá rủi ro sinh thái dựa trên đánh giá nguy cơ độc tính sinh thái liên quan đến ức chế sự phát triển của tảo (RQ_{ECCO}), được tính như sau [6, 16, 20]:

$$RQ = MEC / PNEC$$

trong đó, MEC là hàm lượng đo được của kháng sinh trong môi trường và PNEC là hàm lượng dự đoán không có tác dụng [6, 16, 20]. Giá trị PNEC trong môi trường nước (PNEC_w) được tính thông qua giá trị EC₅₀, theo công thức sau đây [6, 16, 20]:

$$PNEC_w = (EC_{50}) / AF$$

trong đó AF: Hệ số đánh giá, thường sử dụng hằng số có giá trị 1000. Giá trị EC₅₀ được tham khảo từ một số nghiên cứu trước đây [6, 16, 20].

Nguy cơ độc tính sinh thái thường được phân loại thành ba nhóm: rủi ro thấp (RQ < 0,1); rủi ro trung bình (0,1 ≤ RQ ≤ 1); rủi ro cao (RQ > 1) [19, 27].

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1. Kết quả xác định hàm lượng 8 kháng sinh trong nước mặt hồ Văn Quán

Kết quả phân tích đồng thời hàm lượng 8 kháng sinh trong mẫu nước tại hồ Văn Quán trong ba đợt khảo sát giai đoạn 2022 - 2023 cho thấy hàm lượng tổng số của 8 loại kháng sinh khảo sát (Σ8ABX) trong nước hồ Văn Quán dao động từ 526 - 2240 ng/L với giá trị trung bình 1467,3ng/L (bảng 2).

Bảng 2. Hàm lượng các kháng sinh trong nước hồ Văn Quán trong 3 đợt quan trắc 2022 - 2023

Ký hiệu mẫu	Thời gian lấy mẫu	Hàm lượng kháng sinh (ng/L)								
		OXF	LIN	AMO	SCE	AZI	SME	OFL	CIP	Σ8ABXs
VQ 1	11/2022	KPH	32	KPH	KPH	KPH	KPH	1530	410	2240
VQ 2	02/2023	KPH	346	KPH	KPH	KPH	KPH	994	296	1636
VQ 3	10/2023	KPH	KPH	KPH	KPH	1	246	279	KPH	526
Tất cả mẫu										
Hàm lượng trung bình (min-max)		KPH	(126) 32-346	KPH	KPH	(0,333) KPH-1	(82) KPH-246	(934,3) 279-1530	(235,3) KPH-410	(1467,3) 526-2240
Tần suất phát hiện		0	66,7%	0	0	33,3%	66,7%	100%	66,7%	-

Bảng 3. Hàm lượng một số kháng sinh trong nước mặt của một số hồ trên thế giới

Tên hồ, quốc gia	Diện tích mặt nước (km ²)	Độ sâu trung bình (m)	ΣABXs (ng/L)	Hàm lượng chi tiết các kháng sinh	Tài liệu tham khảo
Fuxian, Trung Quốc	216,6	-	12,32	RXM (ND-1,5), EM-H2O (ND-15,1), CTC (ND-1,99), SD (ND-0,4), SMT (ND-0,1), SMX (0,98-14,3), OFL (0,8-7,3)	[29]
Honghu, Trung Quốc	348,3	1,5	1285,3	TC (15-965,7), OTC (36-2199,5), CTC (21-828,9), SMZ (6-254,9), SMR (5-141,5), SMD (4-172,4), SFM (6-430,9), SMM (3-168,4), SDZ(8-322,5), FLE (8-207,4), OFL (4-105,1), CIP (1-72,3), DIF (5- 215,9)	[25]
Baiyangdian, Trung Quốc	366	10,5	490,5	NOR (ND-156), CIP (ND-60,3), ENR (ND-4,42), FLE (ND-6,53), OFL (0,4-32,6), SAR (ND-28,2), STZ (ND-1,38), SMX (ND-940), SPD (ND-85), SMZ (ND-16,1), SDZ (0,9-505), SMM (ND-23,1), SPI (ND-2,9), JOS (ND-0,9), TYL (ND-1,9), ROX (ND-155), ERY (ND-121)	[4]
Tai, Trung Quốc	2338	2	1215,1	OFL (31,2), SMZ (34,4), SD (2,5), ERY (1139,4), IBF (3,4), NPX (4,2)	[10]
Nansi, Trung Quốc	1266	1,5	694	TMP (ND-46), ENR (ND-0,888), CIP (ND-0,854), OFL (0,15-50), NOR (ND-1), SD (ND-0,698), SMR (ND-0,357), SMT (ND-39), SMX (ND-26), TCN (ND-1,253), CTC (ND-1,89), OTC (ND-0,939), RXM (1,342-89)	[28]
Michigan, Mỹ	946	5	430,3	AZI (59-350), CIP (ND-43), OFL (ND-7,3), LIN (ND-5), ENR (ND-25)	[3]
Titicaca, Peru	8372	107	581,3	CTC (ND-84,2), TC (75,1-84,5), SDM (12,1-17,3), EFX (60,2-62,9), CFX (143-652,7), SAR (71,5-78,2)	[23]
Buyukeekmece, Thổ Nhĩ Kỳ	27,5	6,5	36,9	AMO (ND-4), CIP (ND-822), ERY (ND-10,4), SMX (ND-5,7)	[2]
Hồ Tây, Việt Nam	5,3	4	727	AMO(ND-1126), AZI(4-89), CIP(ND-115), OFL(3-518), LIN(5-82), SMZ(ND-209), SMX(108-3508), ENR(5-169)	[20]
Ngọc Khánh, Việt Nam	10,4	2,5	250,4	CIP(ND-823,5), OFL(17,28-430,1), SMZ(ND-4,28), SMX(6,15-362,5), SMR(ND-2,3), TRI(1,2-118), NOR(ND-11,8)	[26]
Yên Sở, Việt Nam	0,945	3,5	217,4	AMO(ND-104), CIP(ND-6,1), OFL(26,96-158,7), SMX(12,86-806,5), AMP(ND-81,76)	[1]
Trúc Bạch, Việt Nam	0,09	1,5 - 2	88,8	CIP(ND-98,6), OFL(8,6-211,7), SMX(2,3-104,3), SMR(ND-16,3), TRI(8,98-69), ENR(ND-73), NOR(ND-48,9)	[26]
Văn Quán	0,017	1,5 - 3	1467	OFL (934), CIP (235), LIN (126), SME (82), AZI (0,33) và không phát hiện các kháng sinh (OXF, AMO và SCE).	Nghiên cứu này

Trong 8 loại kháng sinh khảo sát, 3 kháng sinh OXF, AMO, SCE không được phát hiện trong tất cả các đợt quan trắc, trong khi OFL được phát hiện trong tất cả các đợt quan trắc và các kháng sinh còn lại được phát hiện với tần suất thấp hơn. Hàm lượng các kháng sinh giảm dần theo thứ tự OFL (934ng/L) > CIP (235ng/L) > LIN (126ng/L) > SME (82ng/L) > AZI (0,33ng/L) > OXF ~ AMO ~ SCE (bảng 2).

3.2. So sánh hàm lượng kháng sinh trong nước hồ Văn Quán với một số hồ trên thế giới

Kết quả khảo sát trong nghiên cứu này cho thấy tổng hàm lượng 8 kháng sinh trong nước hồ Văn Quán có giá trị trong khoảng 526ng/L - 2240ng/L trung bình đạt 1467,3ng/L cho 3 đợt quan trắc. Các giá trị này cao hơn nhiều so với nghiên cứu của [20] đối với một số hồ đô thị ở

Hà Nội với tổng hàm lượng kháng sinh từ ND - 1126ng/L, trung bình 33,5ng/L; hoặc một số hồ ở Trung Quốc như hồ Fuxian thuộc vùng ngoại thành ở tỉnh Vân Nam (12,3ng/L) [29], hồ Baiyangdian (89,05ng/l) [4] hoặc hồ Titicaca thuộc nội đô thành phố Puno, Peru (581,3ng/L) [23], hồ nội đô Michigan thuộc bang Chicago, Mỹ (430,3ng/L) [3], hồ Buyukekmece vùng nội đô thành phố Istanbul, Thổ Nhĩ Kỳ (36,9ng/L) [2] (bảng 3).

Tuy nhiên, các kết quả khảo sát tại hồ Văn Quán thấp xa hơn so với hồ Nansi tỉnh Sơn Đông ở Trung Quốc (694 ng/L) [28]. Các kết quả này gần với giá trị hàm lượng tổng kháng sinh tại hồ Tai, ranh giới tỉnh Giang Tô và Chiết Giang (1215ng/L) [10] và hồ Honghu, điểm du lịch của tỉnh Hồ Bắc, Trung Quốc (1285,3ng/l) [25]. Như vậy, có thể thấy việc sử dụng rộng rãi kháng sinh trên nhiều lĩnh vực (chăm sóc sức

khỏe con người, chăn nuôi, nuôi trồng thủy hải sản...) đã dẫn đến rò rỉ dư lượng thuốc kháng sinh vào các hồ ở nhiều nước trên thế giới.

AMO và AZI là kháng sinh sử dụng phổ biến tại Việt Nam để điều trị các bệnh liên quan đến đường hô hấp [7]. Trong một số nghiên cứu có xuất hiện hàm lượng AMO trong các hồ như hồ Tây (ND - 1126ng/L), hồ Yên Sở (ND - 104ng/L) [1, 20, 26]. Trong nghiên cứu này hàm lượng AMO trong nước hồ Văn Quán không được phát hiện trong cả 3 đợt quan trắc và AZI được phát hiện với hàm lượng thấp trong 1 đợt quan trắc (tháng 10/2023).

CIP và OFL đã được phát hiện trong môi trường nước ở một số hồ trên địa bàn thành phố Hà Nội như hồ Tây (CIP: ND - 115ng/L, OFL: ND - 518), hồ Ngọc Khánh (CIP: ND - 823,55ng/L; OFL: 17,28 - 430,11ng/L), hồ Yên Sở (CIP: ND - 568,4ng/L; OFL: ND - 242,91 ng/L), hồ Trúc Bạch (CIP: ND - 98,6ng/L; OFL: 8,6 - 211,7ng/L) (bảng 3). Có thể thấy, hàm lượng CIP (235,3; KPH - 410) và OFL (934,3; 279 - 1530ng/L) trong nước hồ Văn Quán biến đổi trong khoảng rộng, và có xu hướng cao hơn một số hồ ở Hà Nội. CIP sử dụng phổ biến trong điều trị bệnh ở người và thú y trên toàn thế giới, và OFL là thuốc kháng sinh diệt khuẩn phổ rộng, có tác dụng mạnh hơn CIP, có thời gian bán hủy 101 - 364 ngày và đào thải qua đường nước tiểu ở dạng ban đầu là 75% [26]. Đối với hồ Văn Quán, nguồn nước thải sinh hoạt từ các hộ dân xả trực tiếp xuống hồ qua 3 cống thải lớn có thể là nguyên nhân làm gia tăng hàm lượng OFL và CIP trong nước hồ. Như đã biết, việc mua - bán, sử dụng thuốc kháng sinh vẫn chưa được kiểm soát nghiêm ngặt; cơ sở hạ tầng xử lý nước thải mới chỉ đạt được 28,8% tổng lượng nước thải, phần còn lại xả trực tiếp ra sông và hồ [12]. Mặt khác, 10 - 90% thuốc kháng sinh khi đi vào cơ thể động vật và người sẽ được chuyển hóa, phần còn lại sẽ qua đường bài tiết ở dạng phân và chúng vẫn còn hoạt tính nên sẽ ảnh hưởng chất lượng môi trường [8, 30].

3.3. Đánh giá rủi ro sinh thái

Kết quả tính toán rủi ro sinh thái RQ của 5 kháng sinh (AZI, LIN, SME, OFL và CIP) đối với các loài tảo được đưa ra trong bảng 4.

Bảng 4. Chỉ số rủi ro sinh thái RQ của 5 kháng sinh đối với tảo trong nước hồ Văn Quán

Kháng sinh	MEC (mg.L ⁻¹)	EC ₅₀ (mg.L ⁻¹)	AF	PNEC (mg.L ⁻¹)	RQ
LIN	0,000126	0,07	1000	0,00007	1,80
AZI	0,000001	-	1000	-	-
SME	0,000082	0,146	1000	0,000146	0,56
OFL	0,000934	4,74	1000	0,00474	0,19
CIP	0,000235	2,97	1000	0,00297	0,08

Đối với các loài tảo, giá trị RQ thay đổi trong khoảng rất rộng, CIP đạt giá trị RQ ở mức thấp, OFL và SME đạt

mức trung bình trong khi LIN đạt mức rủi ro cao (1,8). Giá trị RQ của LIN trong hồ Văn Quán trong nghiên cứu này cao hơn so với mức rủi ro của hồ Tây, hồ Hoàn Kiếm, hồ Yên Sở lần lượt 1,18; 0,14; 0,8 trong các nghiên cứu trước đây [1, 20]. Như đã biết, tảo có vai trò quan trọng trong hệ sinh thái hồ. Tảo có hình dạng và nhiều màu sắc khác nhau tạo cảnh quan nước hồ, sản sinh khí oxy giúp cho sự hô hấp của động vật dưới nước, đồng thời là nguồn thức ăn của cá và nhiều loài động vật khác [6]. Tuy nhiên, trong môi trường ô nhiễm chất kháng sinh, tảo có thể bị biến đổi gen hoặc bị chết, và gây tác động không nhỏ đến hệ thủy sinh thái.

Kết quả trên cho thấy hàm lượng của một số kháng sinh có thể có tác động đến hệ thủy sinh thái trong nước hồ Văn Quán. Hồ Văn Quán thuộc địa phận quận Hà Đông, nơi mật độ dân cư cao (8900 người/km²) [15]. Do vậy, nước thải sinh hoạt, đặc biệt là nước thải chưa qua xử lý có thể là nguồn gây ô nhiễm kháng sinh chủ yếu trong khu vực. Vì vậy, cần thực hiện quan trắc thường xuyên hơn về hàm lượng kháng sinh và có các biện pháp phù hợp nhằm giảm thiểu ô nhiễm thuốc kháng sinh trong môi trường nước. Việc cải thiện hệ thống xử lý nước thải, nâng cao ý thức người dân trong bảo vệ môi trường, cũng như đề ra phương án quản lý thuốc và nước thải sẽ góp phần cải thiện môi trường.

4. KẾT LUẬN

Kết quả khảo sát và phân tích dư lượng kháng sinh trong nước mặt hồ Văn Quán, thành phố Hà Nội cho thấy hàm lượng tổng số của 8 loại kháng sinh khảo sát (Σ8ABX) dao động từ 526 - 2240ng/L với giá trị trung bình 1467,3ng/L. Trong 8 loại kháng sinh khảo sát, 3 kháng sinh OXF, AMO, SCE không được phát hiện trong tất cả các đợt quan trắc, trong khi OFL được phát hiện trong tất cả các đợt quan trắc và các kháng sinh còn lại (LIN, AZI, SME, và CIP) được phát hiện với tần suất thấp hơn.

Kết quả đánh giá rủi ro sinh thái dư lượng kháng sinh trong nước hồ Văn Quán cho thấy giá trị rủi ro sinh thái RQ của 4 kháng sinh (LIN, SME, OFL và CIP) đối với tảo như sau: CIP đạt giá trị RQ ở mức thấp, OFL và SME đạt mức trung bình trong khi LIN đạt mức rủi ro cao (1,8).

Các kết quả khảo sát và đánh giá rủi ro dư lượng kháng sinh trong nước hồ Văn Quán cho thấy cần thực hiện quan trắc thường xuyên hơn về hàm lượng kháng sinh trong nước hồ nội đô Hà Nội và có các biện pháp phù hợp nhằm giảm thiểu ô nhiễm thuốc kháng sinh trong môi trường nước của Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Anh DH, TV Phung, Nguyen TN, Phan TLA, Pham HV, "Occurrence, distribution, and ecological risk assessment of antibiotics in selected urban lakes of Hanoi, Vietnam," *Journal of Analytical methods in chemistry*, 2021, Article ID 6631797, 13 pages, 2021.

- [2]. Aydin E., I. Talinli, "Analysis, occurrence and fate of commonly used pharmaceuticals and hormones in the Buyukcekmece watershed," *Turkey. Chemosphere*, 90(6), 2004-2012, 2013.
- [3]. Blair BD., JP. Crago, C J. Hedman, R D. Klaper, "Pharmaceuticals and personal care products found in the Great Lakes above concentrations of environmental concern," *Chemosphere*, 93, 2116-2123, 2013.
- [4]. Cheng D., X. Liu, L. Wang, W. Gong, G. Liu, W. Fu, M. Cheng, "Seasonal variation and sediment-water exchange of antibiotic cs in a shallower large lake in North China," *Sci. Total Environ.*, 476, 266-275, 2014.
- [5]. Danner MC., A. Robertson, V. Behrends, J. Reiss, "Antibiotic pollution in surface fresh waters: Occurrence and effects," *Science of the Total Environment*, 664, 793 - 804, 2019.
- [6]. Ferrari B., R. Mons, B. Vollat, B. Fraysse, N. Paxéaus, R. L. Giudice, J. Garric, "Environmental risk assessment of six human pharmaceuticals: are the current environmental risk assessment procedures sufficient for the protection of the aquatic environment?," *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 23(5), 1344-1354, 2004.
- [7]. Githinji L. J. M., M. K. Musey, R. O. Ankumah, "Evaluation of the Fate of Ciprofloxacin and Amoxicillin in Domestic Wastewater," *Water Air Soil Pollut*, 219, 191-201, 2011.
- [8]. Katz S.E., *The effects of human health of subtherapeutic use of antimicrobials in animal feeds. In Subtherapeutic Use of Antimicrobials in Animal Feeds*. National Academy of Sciences: Washington, DC, USA, 195 pages, 1980.
- [9]. Le N. D., Hoang Q. A., Hoang T. T. H., Nguyen T. A. H., Duong T. T., Pham T. M. H., Nguyen T. D., Hoang V. C, Phung T. X. B., Le H. T., Dang T. H., Vu N. T., Nguyen T. N., Le T. P. Q., "Antibiotic and antiparasitic residues in surface water of urban rivers in the Red River Delta (Hanoi, Vietnam): concentrations, profiles, source estimation, and risk assessment," *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 10622-10632, 2021.
- [10]. Li L., L. Dan, Z. Qian, S. Kang, Z. Xiaohong, T. Zhi, Z. Xu, "Occurrence and ecological risk assessment of selected antibiotic cs in the freshwater lakes along the middle and lower reaches of Yangtze River Basin," *Journal of Environmental Management*, 249, 109 - 396, 2019.
- [11]. National Agro-Forestry Fisheries Quality Assurance Department, *Monthly Report of Antibiotic Residue in Aquaculture*. 2009. <http://www.nafiqad.gov.vn/d-chuong-trinh-giam-sat/a-duluong/>.
- [12]. Nguyen Cao Huan, Tran Anh Tuan, Hanoi lake landscape - Functions and management status. In *International scientific conference celebrating 1000 years of Thang Long - Hanoi*, 200 pages, 2010.
- [13]. Nguyen NL, *Report on lakes in Hanoi in 2015*. Vietnam Union of science and technology associations, Center for Environment and Community Research, 102 pages, 2015.
- [14]. Nguyen Duc Bach, Chu Duc Ha, Vu Le Dieu Huong, Phi Thi Cam Mien, "Isolation and Characterization of the Strain *Arthrospira plastensis* Isolated from Van Quan Lake," *Vietnam J. Agri. Sci.*, 19(5), 672-683, 2021.
- [15]. Nguyen T. P., *Introduction to the administration of Ha Dong district, Hanoi city*. 110 pages, Hanoi, 2022.
- [16]. Panditi V. R., *Assessment of the Occurrence and Potential Risks of Antibiotic and their Metabolites in South Florida Waters Using Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry*. FIU Electronic Theses and Dissertations, 916 pages, 2013.
- [17]. Park S., K. Choi, "Hazard assessment of commonly used agricultural antibiotic cs on aquatic ecosystems," *Ecotoxicology*, 17, 526-538, 2008.
- [18]. Phan L. T., D. D. A. Huong, V. T. T. Huong, N. T. Thi, T. Q. Canh, T. Sasaki, "Haemophilus influenzae Type b: Molecular Biological Characteristic, Familial Contagious Source," *Journal of Preventive Medicine*, 15 pages, 2005.
- [19]. Rodriguez-Mozaz S., I. Vaz-Moreira, S. V. Della Giustina, M. Llorca, D. Barceló, S. Schubert, C.M. Manaia, "Antibiotic residues in final effluents of European wastewater treatment plants and their impact on the aquatic environment," *Environment international*, 140, 105-733, 2020.
- [20]. Tran N. H., H. Lan, D. L. Nghiem, N. M. H. Nguyen, H. H. Ngo, G. Wenshan, "Occurrence and risk assessment of multiple classes of antibiotic in urban canals and lakes in Hanoi, Vietnam," *Science of the Total Environment*, 692, 157-174, 2019.
- [21]. Le Quoc Tuan, *Water pollution and its consequences*. Scientific reports, NongLam University, 52 pages, 2009.
- [22]. Nguyen Thien Phuong Thao, Nguyen Thuy Linh, Dang Trung Tu, Chuc Huyen Anh, Nguyen Thi Thu Ha, Pham Quang Vinh, "Assessing lake eutrophication in Van Quan new residential area," *Vietnam Environment Administration Magazine*, 3, 10-13, 2023.
- [23]. Vilca F. Z., N. C. Galarza, J. R. Tejedro, W. A. Z. Cuba, C. N. C. Quiróz, V. L. Tornisielo, "Occurrence of residues of veterinary antibiotic in water, sediment and trout tissue (*Oncorhynchus mykiss*) in the southern area of Lake Titicaca, Peru," *Journal of Great Lakes Research*, 47(4), 1219 - 1227, 2021.
- [24]. Vu N., T. Le Van, P. Le Huy, C. Nguyen Gia, A. Weintraub, "Etiology and epidemiology of diarrhea in children in Hanoi, Vietnam," *Int J Infect Dis*. 10, 298-308, 2006.
- [25]. Wang Z., Y. Du, C. Yang, X. Liu, J. Zhang, E. Li, Q. Zhang, X. Wang, "Occurrence and ecological hazard assessment of selected antibiotic cs in the surface waters in and around Lake Honghu, China," *Science of the Total Environment*, 609, 1423-1432, 2017.
- [26]. Yen P. T. T., N. Q. Trung, H. T. Hai, "Research on determination of the antibiotic sulfathiazole, sulfamethazine, sulfamethoxazole, sulfamerazine in surface water by liquid chromatography tandem mass LC/MS/MS," *Journal of Analytical Sciences*, 20(2), 20 -29, 2015.
- [27]. Zaukidy, M., P. Verlicchi, A. Jelic, M. Petrovic, D. Barcelo, "Monitoring release of pharmaceutical compounds: occurrence and environmental risk assessment of two WWTP effluents and their receiving bodies in the Po Valley, Italy," *Sci. Total Environ.*, 438, 15-25, 2012.
- [28]. Zhang G., L. Xiaohui, S. Lu, J. Zhang, W. Wang, "Occurrence of typical antibiotic cs in Nansi Lake's inflowing rivers and antibiotic source contribution to Nansi Lake based on principal component analysis-multiple linear regression model," *Chemosphere*, 242, 125-269 2020.

[29]. Zhao B., J. Xu, G. Zhang, S. Lu, X. Liu, LX. Li, M Li, "Occurrence of antibiotic resistance genes in the Fuxian Lake and antibiotic source analysis based on principal component analysis-multiple linear regression model," *Chemosphere*, 262, 127-741, 2021.

[39]. Zhao L., Y. H. Dong, H. Wang, "Residues of veterinary antibiotic resistance genes in manures from feedlot livestock in eight provinces of China," *Sci. Total Environ.*, 408, 1069-1075, 2010.

AUTHORS INFORMATION

**Le Nhu Da¹, Dinh Thanh Huyen^{1,2}, Nguyen Thi Mai Huong¹,
Hoang Thi Thu Ha¹, Vu Thi Huong², Pham Thi Mai Huong³,
Duong Thi Thuy⁴, Le Thi Phuong Quynh¹**

¹Institute of Natural Product Chemistry, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

²Faculty of Chemistry, Hanoi National University of Education, Vietnam

³Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam

⁴Institute of Science and Technology for Energy and Environment, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam