Tạp chí Hóa học, **54**(5): 620-625, 2016
DOI: 10.15625/0866-7144.2016-00375

Đánh giá sự xuất hiện và rủi ro tiềm năng của các kháng sinh quinonoles, sulfonamides và trimethoprim đối với môi trường nước và trầm tích của Hồ Tây và hồ Trúc Bạch

Phạm Thị Thanh Yên[1*], Nguyễn Quang Trung[2], Huỳnh Trung Hải[3]

[1]*Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*

[2]*Trung tâm Đào tạo, Tư vấn và Chuyển giao công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[3]*Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*

Đến Tòa soạn 9-5-2016; Chấp nhận đăng 25-10-2016

Abstract

The occurrence of the 9 antibiotics (SMX, STZ, SMZ, SMR, TRI, NOR, CIP, ENR, OFL) in water and sediments of the West and Truc Bach Lakes showed the antibiotic concentrations in water samples are ranging from below the detection limit (BDL) to 104.3 ng/L and those in the sediment samples are from the BDL to 23.81 ng/g. From the target analytes investigated in West Lake and Truc Bach Lake, SMX is detected at the highest concentrations of 89.7 ng/L and 104.3 ng/L in the water samples respectively and CIP is having the highest concentrations of 10.68 ng/g and 23.81 ng/g in the sediment samples respectively. We have found no traces of STZ and SMR in water and sediments from the West Lake and similarly, detected none of STZ and SMZ residues in samples from Truc Bach Lake. An environmental risk assessment conducted for nine antibiotics in sediments and water of West Lake and Truc Bach reveals the two antibiotics (CIP and OFL) are having the hazardous quotient (HQ) greater than 1, posing a high ecological risk to some sensitive organisms.

Keywords. Antibiotic, Median effective concentration (EC_{50}), Predicted no effect concentration (PNEC), Hazard quotients (HQ).

1. MỞ ĐẦU

Kháng sinh là một trong những dược phẩm quan trọng nhất đối với con người và động vật nuôi, vì nhờ có chúng mà con người và vật nuôi có thể thoát khỏi các bệnh tật hiểm nghèo. Hầu hết các thuốc kháng sinh hấp thụ kém sau khi uống, với khoảng 30-90 % các chất đưa vào cơ thể sẽ được đào thải qua phân hoặc nước tiểu [1]. Các kết quả nghiên cứu gần đây đều chứng mình rằng hệ thống xử lý nước thải chỉ loại bỏ một phần dược phẩm nói chung và kháng sinh nói riêng có trong nước, như carbamazepine, atenolol, metoprolol, trimethoprim chỉ bị loại bỏ < 10 % [2], vì vậy đây cũng là một con đường xâm nhập kháng sinh vào môi trường.

Dư lượng kháng sinh đã được tìm thấy trong tất cả các môi trường nước, đó là do trong nước chúng chỉ bị phân hủy một phần bởi quá trình sinh học hoặc phi sinh học, một số chất có khả năng tích tụ trong sinh vật hay chúng liên tục được đưa vào từ các nguồn nước. Nồng độ các kháng sinh trong môi trường có thể rất thấp nên không thể phát hiện ra hoặc chưa gây ảnh hưởng ngay tới sinh vật tại thời điểm đó hay tốc độ tích lũy trong cơ thể sinh vật diễn ra rất chậm nhưng đến một lúc nào đó nồng độ tích lũy trong sinh vật đủ lớn thì chúng sẽ tác động đến quần thể sinh vật. Như trong một số nghiên cứu về ảnh hưởng của kháng sinh đối với vi khuẩn Lam và cộng đồng vi sinh vật không quang hợp cho thấy ở ngưỡng nồng độ thấp hơn so tiêu chuẩn loài chúng đã bị tác động [3]. Vì vậy, cần có những nghiên cứu được thực hiện để đánh giá rủi ro môi trường.

Trong nghiên cứu này tiến hành đánh giá sự xuất hiện kháng sinh QNs, SAs, TRI trong nước, trầm tích của hồ Tây và hồ Trúc Bạch, qua đó đánh giá rủi ro tiềm năng của các kháng sinh đó với môi trường nước và trầm tích.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Các hóa chất sử dụng để xử lý mẫu và chạy sắc ký gồm metanol (CH_3OH), axetonitril (ACN) dùng cho sắc ký của hãng JT. Baker, Mỹ; Nước deion điện trở 18,2 MΩ.cm; axit focmic (AF), axeton,

n-hexan, Na_2EDTA, $C_6H5O_7Na_3.2H_2O$, $C_6H_8O_7.H_2O$ là các hóa chất phân tích tinh khiết của hãng Merck-Đức.

Các chất chuẩn kháng sinh được lựa chọn gồm: quinolones (CIP, NOR, ENR và OFL), sulfonamides (SMX, STZ, SMZ, SMR), diaminopyrimidines (TRI), có độ tinh khiết > 98 % của hãng Kanto (Nhật Bản).

2.2. Lấy mẫu và bảo quản

Trên 100 mẫu nước hồ Tây (HT) và 50 mẫu nước hồ Trúc Bạch (HTB) được thu thập từ tháng 01 năm 2014 đến tháng 5 năm 2015 theo đường tròn đồng tâm. Các mẫu được đựng trong chai thủy tinh sạch, sẵm mầu, lọc sơ bộ qua màng lọc 0,7 µm, bảo quản mẫu ở nhiệt độ 4 ^oC. Tiến hành phân tích mẫu trong vòng 48 giờ sau khi lấy mẫu.

Các mẫu trầm tích được thu thập từ tháng 05 năm 2014 đến tháng 5 năm 2015 với tần suất 2 tháng một lần tại đúng vị trí và thời gian lấy mẫu nước, được chứa trong túi nilong và bảo quản ở -20 ^oC cho tới khi phân tích.

2.3. Chiết mẫu và phân tích

Lấy 500 mL mẫu nước, điều chỉnh pH bằng axit focmic đến 3,5-4,0, cho qua cột chiết pha rắn Oasis HLB (đã hoạt hóa) tốc độ 5 mL/phút. Các chất phân tích được tách ra khỏi cột chiết bằng 5 mL metanol, thổi khô dung dịch chiết bằng khí nitơ. Hòa tan cặn trong ống bằng 1 mL dung dịch metanol 20 %, lọc qua màng lọc PTFE 0,2 µm trước khi bơm vào thiết bị LC/MS/MS để phân tích đồng thời các kháng sinh SAs, QNs và TRI.

Cân 10 gam mẫu trầm tích ướt vào ống ly tâm polypropylen 50 mL, thêm 0,2 gam Na_2EDTA, 15ml dung dịch CH_3OH/H_2O (1:1), 5 mL dung dịch đệm pH = 4,0, để yên khoảng 24 giờ, siêu âm, ly tâm, tách lấy phần nước trong cho vào bình tam giác 500 mL. Phần chất rắn thu được cho thêm 10 mL dung dịch CH_3OH/H_2O (1:1), 5mL dung dịch đệm pH = 4,0, siêu âm, ly tâm, tách lấy phần nước trong cho vào bình tam giác chứa dung dịch tách lần một. Làm lặp thêm một lần nữa, thêm nước cất đến khoảng 500 mL. Sau đó tiến hành xử lý tiếp giống như mẫu nước ở trên.

2.4. Sắc ký lỏng hai lần khối phổ

Sắc ký lỏng: Sự phân tách được thực hiện ở nhiệt độ phòng trên cột Hypersil Gold C18, 3 µm, 150x2,1 mm, tốc độ dòng 0,25 mL/phút, thể tích bơm mẫu 10 µL. Pha động A là 0,2 % axit focmic (FA) pha trong nước, pha động B là ACN.

Các thông số khối phổ: Điện thế ion hoá (Spray Voltage): 4000V, khí bay hơi (sheath gas): 35 psi, khí bổ trợ (Aux gas pressure): 5 psi, điện thế đặt vào (skimmer offet): -12 V, nhiệt độ mao quản (Capillary Temperature): 270 ^oC, điện thế (tube lens offet): 100V, khí Ar: 1,5 mTorr.

Giới hạn phát hiện của phương pháp (MDL) từ 0,16 đến 1,14 ng/L đối với nước và từ 0,06 đến 0,79 µg/L đối với trầm tích. Giới hạn định lượng của phương pháp (MQL) từ 0,48 đến 3,45 ng/L đối với nước, từ 0,17 đến 2,39 µg/L đối với trầm tích.

2.5. Đánh giá rủi ro tiềm năng của các kháng sinh

Đánh giá rủi ro tiềm năng của các kháng sinh QNs, SAs, TRI trong môi trường nước và trầm tích của hồ Tây và hồ Trúc Bạch được dựa trên hướng dẫn đánh giá rủi ro do tổ chức Châu Âu về đánh giá các sản phẩm dược phẩm (EMEA) qui định. Để giảm ảnh hưởng của sự không chắc chắn và dẫn đến một hệ thống đáng tin cậy hơn, nghiên cứu đã sử dụng thương số nguy hại (Hazard quotients - HQ) [4]. HQ trong nước là tỷ số giữa nồng độ chất ô nhiễm có trong môi trường nước (MEC_w) với nồng độ dự đoán không ảnh hưởng trong nước ($PNEC_w$) [5]. Nồng độ dự đoán không ảnh hưởng tới trầm tích ($PNEC_s$) [5]:

$$PNEC_s = PNEC_w .K_d \quad (1)$$

Trong đó: K_d- Hệ số hấp phụ của trầm tích.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự xuất hiện kháng sinh trong nước và trầm tích của HT và HTB

Kết quả phân tích dư lượng kháng sinh trong nước của hồ Tây và hồ Trúc Bạch được thể hiện ở bảng 1 cho thấy nồng độ các kháng sinh nghiên cứu trong nước từ tháng 1 năm 2014 đến tháng 5 năm 2015 nằm trong khoảng từ nhỏ hơn giới hạn phát hiện đến 89,7 ng/L đối với hồ Tây và từ nhỏ hơn giới hạn phát hiện đến 211,7 ng/L đối với hồ Trúc Bạch. Trong các kháng sinh nghiên cứu thì có hai kháng sinh là STZ và SMR trong hồ Tây, STZ và SMZ trong hồ Trúc Bạch không phát hiện thấy dư lượng, còn SMX, TRI và OFL của hồ Trúc Bạch 100% mẫu phát hiện thấy. Kết quả cũng cho thấy mức độ ô nhiễm kháng sinh của hồ Trúc Bạch lớn hơn so với hồ Tây và khu vực có mức độ ô nhiễm kháng sinh lớn là ở gần hai cống xả của mương Ngũ Xá vào hồ Trúc Bạch. Ở hai vị trí này có những lúc nồng độ kháng sinh OFL lên đến 211,7 ng/L.

So sánh kết quả nghiên cứu với dư lượng kháng sinh trong nước sông hồ ở đồng bằng Sông Cửu Long được thực hiện bởi Chau Nguyen Dang Giang

và cộng sự (2015) cho thấy giá trị cao hơn từ vài lần đến vài chục lần [6]. Hay so với nước sông Onyar đi qua thành phố Girona trước khi chảy vào sông Ter của Tây Ban Nha và hồ chứa nước Foix nằm ở thành phố Barcelona – Tây Ban Nha là một trong những hồ chứa nước ô nhiễm nhất ở Catalonia được nghiên cứu bởi Meritxell Gros và cộng sự (2012) cho thấy nồng độ của các kháng sinh nghiên cứu của hồ Tây và hồ Trúc Bạch cao hơn nhiều. Trong nghiên cứu của Meritxell Gros và cộng sự cho thấy nồng độ kháng sinh SMX và OFL là lớn nhất trong các sông hồ đó mới lên đến 79 ng/L và 33 ng/L tương ứng còn các kháng sinh khác QNs và TRI đều nhỏ hơn 9 ng/L [7]. Nhưng nếu so sánh nồng độ trung gian của các kháng sinh nghiên cứu trong nước (MEC_w) của hồ Tây và hồ Trúc Bạch thể hiện ở bảng 4 với kết quả tổng hợp của Sujung Park và cộng sự (2008) về chất lượng nước mặt của một số hồ trên thế giới [8] cho thấy các kháng sinh SMX, STZ, SMZ và TRI trong nước hồ Tây và hồ Trúc Bạch là thấp hơn. Vậy có thể nói rằng hồ Tây và hồ Trúc Bạch của Hà Nội ở một số vị trí trên hồ mức độ độ ô nhiễm kháng sinh là khá cao và đáng báo động. Nguyên nhân ô nhiễm này có thể là do những khu vực đó là nơi tiếp nhận các nguồn nước thải sinh hoạt ở các khu vực xung quanh không qua xử lý đổ trực tiếp vào hồ. Nhưng để có những đánh giá chính xác về nguyên nhân ô nhiễm thì cần phải có những nghiên cứu sâu hơn.

Bảng 1: Dư lượng kháng sinh trong nước hồ Tây và hồ Trúc Bạch

Tên hồ / Kháng sinh	Hồ Tây			Hồ Trúc Bạch		
	Min (ng/L)	Max (ng/L)	TS (%)	Min (ng/L)	Max (ng/L)	TS (%)
SMX	Nd	89,7	70,3	2,3	104,3	100
STZ	Nd	Nd	0	Nd	Nd	0
SMZ	Nd	34,8	8,1	Nd	Nd	0
SMR	Nd	Nd	0	Nd	16,3	18,2
TRI	Nd	26,4	47,4	8,98	69,0	100
CIP	Nd	55,3	59,5	Nd	98,6	85,7
ENR	Nd	16,9	38,3	Nd	73,0	75,4
NOR	Nd	79,0	27,0	Nd	48,9	57,1
OFL	Nd	43,1	64,9	8,6	211,7	100

Min- giá trị nhỏ nhất; Max- giá trị lớn nhất
TS – Tần suất xuất hiện

Kết quả phân tích dư lượng kháng sinh trong trầm tích của hồ Tây và hồ Trúc Bạch được thể hiện ở bảng 2 cho thấy, khả năng tích tụ các kháng sinh trong trầm tích là rất cao, đặc biệt là đối với các kháng sinh họ QN_s và TRI. Kết quả này phù hợp với một số các nghiên cứu trước đó cho rằng kháng sinh QN_s và TRI bị hấp thụ mạnh trong trầm tích [4], còn kháng sinh SA_s là những chất phân cực mạnh, có hệ số hấp phụ K_d nhỏ nên chúng được coi là những chất linh động và bị giữ lại rất ít trong đất [9]. Kết quả cũng cho thấy kháng sinh được tích tụ nhiều nhất là CIP lên đến 23,81 ng/g bùn khô và thấp nhất là kháng sinh STZ. Các kháng sinh STZ và SMR trong trầm tích hồ Tây, STZ và SMZ trong trầm tích hồ Trúc Bạch cũng không phát hiện thấy. Dựa vào kết quả của bảng 1 và 2 cho thấy tần xuất phát hiện kháng sinh trong trầm tích thấp hơn so với tần xuất phát hiện kháng sinh trong nước, điều này càng khẳng định thêm, kháng sinh khi ở trong môi trường nước đã bị phân hủy chuyển hóa một phần.

Bảng 2: Dư lượng kháng sinh trong trầm tích HT&HTB

Tên hồ / Kháng sinh	Hồ Tây			Hồ Trúc Bạch		
	Min (ng/g)	Max (ng/g)	TS (%)	Min (ng/g)	Max (ng/g)	TS (%)
SMX	nd	0,81	38,3	nd	7,33	74,3
STZ	nd	nd	0,0	nd	nd	0,0
SMZ	nd	0,96	28,2	nd	nd	0,0
SMR	nd	nd	0,0	nd	1,45	34,9
TRI	nd	2,45	36,2	nd	5,26	59,7
CIP	nd	10,68	43,0	nd	23,81	67,9
ENR	nd	3,99	25,4	nd	nd	26,0
OFL	nd	6,48	28,0	nd	10,31	48,8
NOR	nd	5,10	27,9	nd	2,92	38,7

3.2. Xác định giá trị $PNEC_w$, $PNEC_s$

Hiện nay đã có nhiều nghiên cứu về tác động cấp tính của các kháng sinh đối với một số sinh vật thủy sinh đại diện trong chuỗi thức ăn như tảo, vi khuẩn, động vật không xương sống hoặc cá [10] dựa trên chỉ số EC_{50}. Trong bảng 3 đưa ra một số kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của độc cấp tính (EC_{50}) đối với vi khuẩn, tảo, động vật không xương sống và cá, số liệu cho thấy nồng độ gây độc cấp tính đối với các sinh vật thủy sinh trong nước phần lớn đều từ mg/L trở lên trừ các kháng sinh họ QNs đối với vi khuẩn. Trong các kháng sinh nghiên cứu thì vi khuẩn là loài nhạy cảm nhất với kháng sinh họ QN_s và cá là loài ít bị tác động nhất. Nếu áp theo tiêu chuẩn của Liên minh Châu Âu 1996 EU-Directive 93/67/EEC về việc phân loại các chất theo tiêu

chuẩn EC_{50} thì kháng sinh họ QN_s là rất độc đối với vi khuẩn, SMX rất độc với tảo, các kháng sinh nghiên cứu là không độc với cá [11]. Kết quả trong bảng 3 cho thấy độc cấp tính của các loài là khác nhau và chúng không ổn định theo thời gian, vì vậy thương số nguy hại (HQ) là một biện pháp hữu ích mà có thể được sử dụng để mô tả rủi ro sinh thái tiềm năng của một tác nhân gây ra.

Bảng 3: Giá trị EC_{50} (mg/L) của các kháng sinh ở vi khuẩn, tảo, động vật không xương sống và cá

Kháng sinh	Tảo	Vi khuẩn	Động vật không xương sống	Cá
SMX	0,146 (*P. subcapitata*) [8]	23,3 (*V. fischeri*) [8]	177,6 (*D. magna*) [8]	>1000 (*B.rerio*) [13]
STZ	-	>1000 (*V. fischeri*) [8]	78,9 (*D.magna*) [8]	>100 (*L. macrochirus*) [8]
SMZ	1,277 (*V. fischeri*) [8]	344,7 (*V. fischeri*) [13]	147,5 (*D. magna*) [13]	>100 [13]
SMR	-	-	-	123,1 [13]
TRI	80,3 (*S. capricornutum*) [8]	176,7(*V. fischeri*) [8]	92 (*D. magna*) [8]	>100 (*B.rerio*) [13]
NOR	80 (*P. subcapitata*) [13]	0,29(A. flosaquae) [13]	1449 (*D. magna*) [8]	-
CIP	2,97 (*P. subcapitata*) [8]	0,005 (*M. aeruginosa*) [13]	71 (M. macrocopa) [12]	>100 (*B.rerio*)[13]
OFL	4,74 (*P. subcapitata*) [8]	0,021(*M. aeruginosa*) [13]	76,58 (*D. magna*) [8]	>1000 [12]
ENR	3,1 (*P. subcapitata*) [8]	0,049 (*M. aeruginosa*) [13]	>10 (*D. magna*) [8]	> 10 (*L. macrochirus*) [8]

Để đánh giá rủi ro tiềm năng của kháng sinh theo hướng dẫn của EMEC cần phải có những dữ liệu về ảnh hưởng của độc mãn tính đối với các sinh vật trong môi trường, đây chính là một trở ngại lớn trong đánh rủi ro. Bởi vì để có được các số liệu về độc mãn tính cần phải tiến hành thí nghiệm trong một thời gian dài mới có thể xác định được sự có mặt hay xuất hiện của chúng trong các sinh vật thủy sinh không, ảnh hưởng đến mức độ nào tới sinh vật và nồng độ của chúng thường rất thấp. Hơn nữa trong môi trường hiện nay không chỉ tồn tại một loại hóa chất mà có hàng trăm các loại hóa chất khác nhau với nồng độ tương đối lớn. Chính vì vậy các số liệu công bố về ảnh hưởng mãn tính ít hơn nhiều so với ảnh hưởng cấp tính của các kháng sinh.

Theo tác giả N. Martins và cộng sự (2012) cho rằng việc tính giá trị $PNEC_w$ dựa trên chỉ số của NOEC sẽ làm giảm sự không chắc chắn của việc ngoại suy từ phòng thí nghiệm đến thực tế [13], vì vậy giá trị $PNEC_w$ nên được tính thông qua giá trị EC_{50}. Trong nghiên cứu này cũng sử dụng giá trị $PNEC_w$ được tính thông qua giá trị EC_{50}, kết quả thể hiện ở bảng 4. Từ các kết quả $PNEC_w$ tính được giá trị $PNEC_s$ của các kháng sinh trong hồ Tây và hồ Trúc Bạch ở bảng 4.

Bảng 4: Bảng tổng hợp giá trị AF, PNEC, MEC trong nước và trầm tích của HT và HTB

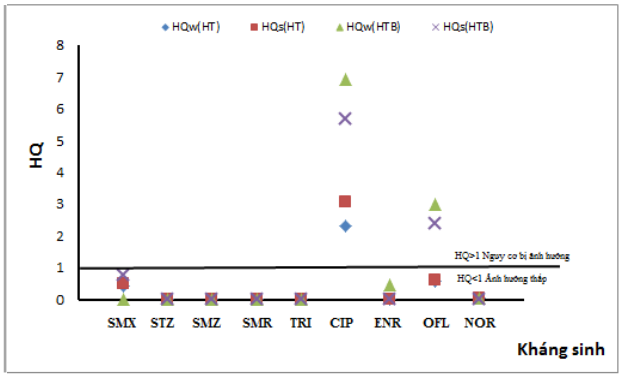
Kháng sinh	AF	$PNEC_w$ (µg/L)	Hồ Tây				Hồ Trúc Bạch			
			K_d (L/Kg)	MEC_w (µg/L)	$PNEC_s$ (µg/Kg)	MEC_s (µg/Kg)	K_d (L/Kg)	MEC_w (µg/L)	$PNEC_s$ (µg/Kg)	MEC_s (µg/Kg)
SMX	1000	0,03 [9]	6,62	0,01248	0,20	0,10354	72,68	0,01961	2,18	1,70810
STZ	1000	0,10 [9]	-	nd	0,00	nd	-	nd	0,00	nd
SMZ	1000	1,277 [9]	29,30	0,00219	37,42	0,09959	-	nd	0,00	nd
SMR	-	-	-	nd	-	nd	27,75	0,00312	-	0,11042
TRI	1000	16,00 [11]	42,55	0,00594	680,76	0,21070	45,46	0,02432	727,33	1,01592
CIP	1000	0,005 [11]	75,92	0,01158	0,38	1,17445	32,35	0,03457	0,16	0,92039
ENR	1000	0,049 [9]	52,36	0,00171	2,57	0,05918	0,18	0,02239	0,01	nd
OFL	1000	0,021 [16]	30,29	0,01186	0,64	0,40538	1,66	0,06317	0,03	0,08410
NOR	1000	0,29 [16]	35,52	0,01094	10,30	0,40064	5,89	0,01993	1,71	0,04883

$PNEC_w$ – Nồng độ dự đoán không ảnh hưởng tới nước
$PNEC_s$ – Nồng độ dự đoán không ảnh hưởng tới trầm tích
MEC_w – Nồng độ trung gian của hợp chất nghiên cứu trong nước
MEC_s – Nồng độ trung gian của hợp chất nghiên cứu trong trầm tích
AF - Hệ số đánh giá tiêu chuẩn thích hợp
nd - Nhỏ hơn giới hạn phát hiện
"-" – Không có kết quả

3.3. Đánh giá rủi ro tiềm năng của kháng sinh dựa trên chỉ số HQ

Theo hướng dẫn của EMEC thương số nguy hại là tỷ số giữa PEC với PNEC [11], nhưng theo M.D. Hernando và cộng sự (2006), Merete Grung và cộng sự (2008) cho rằng việc tính toán giá trị PEC rất khó khăn và không đáng tin cậy do giá trị PEC được tính qua lượng nước tiêu thụ, hệ số pha loãng, liều tối đa hàng ngày sử dụng, hệ số xâm nhập, vì vậy nên sử

dụng giá trị MEC thay thế [2]. Nhận định này rất phù hợp với Việt Nam, nên trong nghiên cứu này sử dụng giá trị MEC để xác định thương số nguy hại. Kết quả HQ trong nước, trầm tích của hồ Tây và Trúc Bạch được thể hiện ở hình 1 cho thấy giá trị HQ_w và HQ_s của CIP và OFL trong hồ Trúc Bạch, HQ_w và HQs của CIP trong hồ Tây có giá trị lớn hơn 1 và cao nhất là giá trị HQ_w của hồ Trúc Bạch 6,914. Theo quy định của EMEC thì kháng sinh CIP và OFL có nguy cơ ảnh hưởng lớn tới quần thể sinh vật trong nước và trầm tích của hồ Tây và Trúc Bạch. Các kháng sinh còn lại đều có giá trị nhỏ hơn 1 nghĩa là ảnh hưởng của chúng đối với môi trường sinh thái thấp.



Hình 1: Đánh giá rủi ro sinh thái của kháng sinh trong nước và trầm tích của HT và HTB

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu về dư lượng kháng sinh SAs, QNs, TRI trong nước và trầm tích của hồ Tây và hồ Trúc Bạch cho thấy cả hai hồ đều nhiễm kháng sinh và có những vị trí lấy mẫu trong hồ nồng độ kháng sinh lên tới 211,7 ng/L và 23,81 ng/g đối với nước và bùn theo thứ tự.

Kết quả đánh giá rủi ro tiềm năng của các kháng sinh QNs, SAx và TRI trong nước và trầm tích của hồ Tây và Trúc Bạch cho thấy có hai kháng sinh CIP và OFL là có nguy cơ gây hại tới môi trường cần phải tiến hành nghiên cứu tiếp.

Trong nghiên cứu sử dụng các số liệu về ngộ độc cấp tính EC_{50} của một số các nghiên cứu trước đó được tiến hành trong điều kiện phòng để tính giá trị PNEC, điều này sẽ có những hạn chế trong việc đánh giá hậu quả sinh thái thực sự của những thuốc kháng sinh. Do đó, để đánh giá chính xác tính rủi ro sinh thái tiềm năng kháng sinh cần có các nghiên cứu sâu hơn bao gồm giám sát và nghiên cứu về độc tính chi tiết được yêu cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sarmah AK., Meyer MT., Boxall AB. *A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment*, Chemosphere, **65**, 725-759 (2006).
2. M. D. Hernando, M. Mezcua, A. R. Fernández-Alba, D. Barceló. *Environmental risk assessment of pharmaceutical residues in wastewater effluents, surface waters and sediments*, Talanta, **69**, 334-342 (2006).
3. Wunder, D. B., Tan, D. T., LaPara, T. M., Hozalski, R. M. *The effects of antibiotic cocktails at environmentally relevant concentrations on the community composition and acetate biodegradation kinetics of bacterial biofilms*, Chemosphere, **90**, 2261-2266, (2013).
4. Wenhui Li, Yali Shi, Lihong Gao, Jiemin Liu, Yaqi Cai. *Occurrence of antibiotics in water, sediments, aquatic plants, and animals from Baiyangdian Lake in North China*, Chemosphere, **89**, 1307-1315 (2012).
5. Yu Bin Ho, Mohamad Pauzi Zakaria, Puziah Abdul Latif, Nazamid Saari. *Environmental Risk Assessment for Veterinary Antibiotics and Hormone in Malaysian Agricultural Soil*, Iranian J. Publ. Health, **43(3)**, 67-71 (2014).
6. Chau Nguyen Dang Giang, Zita Sebesvari, Fabrice Renaud, Ingrid Rosendahl, Quang Hoang Minh, and Wulf Amelung. *Occurrence and Dissipation of the Antibiotics Sulfamethoxazole, Sulfadiazine, Trimethoprim, and Enrofloxacin in the Mekong Delta, Vietnam*, PLoS One, **10(7)**, e0131855 (2015).
7. Meritxell Gros, Sara Rodríguez-Mozaz, Damià Barceló. *Fast and comprehensive multi-residue analysis of a broad range of human and veterinary pharmaceuticals and some of their metabolites in surface and treated waters by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry*, Journal of Chromatography A, **1248**, 104-121 (2012).
8. Sujung Park, Kyungho Choi. *Hazard assessment of commonly used agricultural antibiotics on aquatic ecosystem*, Ecotoxicology, **17**, 526-538 (2008).
9. M. Jesús García-Galán & Teresa Garrido & Josep Fraile & Antoni Ginebreda & M. Silvia Díaz-Cruz & Damià Barceló. *Application of fully automated online solid phase extraction-liquid chromatography-electrospray-tandem mass pectrometry for the determination of sulfonamides and their acetylated metabolites in groundwater*, Anal. Bioanal. Chem., **399**, 795-806 (2011).
10. Younghee Kim, Kyungho Choi, Jinyong Jung, Sujung Park, Pan-Gyi Kim, Jeongim Park *Aquatic toxicity of acetaminophen, carbamazepine, cimetidine, diltiazem and six major sulfonamides, and their potential*

ecological risks in Korea, Environment International, **33**, 370-375 (2007)

11. [EMEA] European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. *Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use*, Doc. Ref. EMEA/CHMP/SWP/4447/00 (2006).
12. Margot Andrieu, Andreu Rico, Tran Minh Phu, Do Thi Thanh Huong, Nguyen Thanh Phuong, Paul J. Van den Brink. *Ecological risk assessment of the antibiotic enrofloxacin applied to Pangasius catfish farms in the Mekong Delta, Vietnam*, Chemosphere, **119**, 407-414 (2015).
13. Venkata Reddy Panditi. *Assessment of the occurrence and potential risks of antibiotics and theri metabolites in south Florida water using liquid chromatography tandem mass spectrometry*, FIU Electronic Theses and Dissertations - Florida International University (2013).
14. N. Martins, R. Pereira, N. Abrantes, J. Pereira, F. Goncalves, C. R. Marques. *Ecotoxicological effects of ciprofloxacin on freshwater species: data integration and derivation of toxicity thresholds for risk assessment*, Ecotoxicology, **21**, 1167-1176 (2012).

Liên hệ: **Phạm Thị Thanh Yên**
Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội
Minh Khai, Bắc Từ Liêm Hà Nội
E-mail: ptyendhcnhn@gmail.com; Điện thoại: 0983080375.