

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG TÍCH TỤ CADMIUM TRÊN CÁ NGỰA VẼN - *DANIO RERIO* (HAMILTON, 1822)

NGUYỄN THỊ THƯƠNG HUYỀN*, TRẦN ANH HUY**,
NGUYỄN THỊ THU GIANG***, TRẦN THỊ PHƯƠNG DUNG**

TÓM TẮT

Đề tài được tiến hành với mục tiêu khảo sát hàm lượng Cadmium tích tụ trên cơ thể cá Ngựa vằn. Cá bột 7 ngày tuổi (đã gây nhiễm Cd trước đó) được nuôi trong môi trường nước chứa Cd với các nồng độ: 0µg/l, 1µg/l, 5µg/l, 10µg/l, 20µg/l, 50µg/l trong 3 tháng. Kết quả cho thấy hàm lượng Cd tích tụ trên toàn cơ thể và từng phần có xu hướng tỉ lệ thuận theo nồng độ. Hàm lượng Cd tích tụ trong các mô giảm theo thứ tự sau: nội quan > xương > cơ, cụ thể hàm lượng này lần lượt là $10,813 \pm 0,263$ mg/kg đạt giá trị cao nhất ở nồng độ 50µg/l; $2,053 \pm 0,031$ mg/kg và $0,607 \pm 0,015$ mg/kg đạt giá trị cao nhất khi cá được gây độc ở nồng độ 20µg/l.

Từ khóa: cá Ngựa vằn, cadmium, phôi, kim loại nặng.

ABSTRACT

*A research on the possibility of cadmium (Cd) accumulation in Zebrafish - *Danio rerio* (Hamilton, 1822)*

*This study aimed at evaluating the concentration of Cadmium accumulated on adult zebrafish (*Danio rerio*). The seven-day-old fish were exposed to Cd at different concentration, which are 1, 5, 10, 20, 50µg/l, for three months. The analysis results indicated that the contents of Cd²⁺ in the organs and whole fish body were proportionally correlated to the metal concentration. The contents of the Cadmium accumulated in different tissues decrease in the following order: viscera > bones > muscle, or to be more specific they are 10.813 ± 0.263 ppm (at exposed Cd²⁺ concentration of 50µg/L); 2.053 ± 0.031 and 0.607 ± 0.015 ppm (at exposed Cd²⁺ concentration of 20µg/L), respectively.*

Keywords: Zebrafish, cadmium, embryos, heavy metals.

1. Giới thiệu

Cadmium (Cd) là một trong số các kim loại nguy hiểm đối với cơ thể con người và thủy sinh vật. Việc nghiên cứu tác động của Cd lên sự sống sinh vật đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu, đặc biệt là trên đối tượng cá Ngựa vằn. Ở Việt Nam, việc đánh giá tác động của Cadmium chủ yếu bằng các phương pháp hóa lí, chưa có sự đánh giá một cách chính xác lên sự phát triển của các động vật thủy sinh nhất là

* ThS, Trường Đại học Sư phạm TPHCM

** CN, Trường Đại học Sư phạm TPHCM

*** CN, Trường Đại học Nông Lâm TPHCM

động vật có xương sống. Cá Ngựa vằn - *Danio rerio* (Hamilton, 1822) là loài cá nhiệt đới, thuộc họ cá Chép (Cyprinidae), sống ở đáy, chiều dài cá trưởng thành từ 3 – 5cm. Cá Ngựa vằn có khả năng chịu được những phạm vi nhiệt độ rộng. Ngưỡng nhiệt độ tối ưu vẫn chưa được xác định một cách rõ ràng, tuy nhiên, Hwang và cs. (1995) cho rằng 28,5°C là nhiệt độ duy trì cho hầu hết các điểm nuôi cá Ngựa vằn [5]. Phôi cá đang phát triển hoặc ấu trùng nhìn chung là có tính nhạy cảm cao nhất trong vòng đời cá. Khi phôi bị nhiễm kim loại nặng, khả năng tích tụ lại trong cơ thể cũng như các bộ phận ít nhiều cũng ảnh hưởng đến sự phát triển của cá. Vì vậy, phôi cá hoặc ấu trùng cũng như cá trưởng thành có thể được sử dụng làm chỉ thị sinh học để xác định các chỉ tiêu chất lượng nước. [8]

Đề tài này, trình bày các kết quả nghiên cứu hàm lượng tích tụ Cd^{2+} trong toàn bộ cơ thể và ở các bộ phận (cơ, xương, nội quan) của cá trưởng thành khi nuôi trong nước máy được gây nhiễm Cd^{2+} ở các nồng độ khác nhau.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Hóa chất

Dung dịch Cd^{2+} được chuẩn bị ở các nồng độ 0; 1; 5; 10; 20; 50; 100 μ g/l. Nước nuôi cá và nuôi phôi được để bay hơi, khử sạch clo trước khi sử dụng.

Vật liệu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là cá Ngựa vằn ở giai đoạn 7 ngày tuổi đã phơi nhiễm Cd^{2+} từ giai đoạn phôi, được nuôi cho đến khi cá trưởng thành (3 tháng tuổi) tại phòng thí nghiệm.

Phương pháp

Nghiên cứu được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm Giải phẫu - Sinh lý người và Động vật, Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm TPHCM. Mẫu được gửi đến Trung tâm Phân tích Sắc ký Hải Đăng để xác định hàm lượng Cd^{2+} đã tích tụ trong cơ thể cá.

Phương pháp gây nhiễm Cd^{2+} và chăm sóc cá

Cá bột 7 ngày tuổi được nuôi trong bể kính nhằm hạn chế sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường nước nuôi và môi trường bên ngoài. Bể có kích thước: 29cmx18cmx18cm, chứa 3 lít dung dịch Cd^{2+} tương ứng với các nồng độ khảo sát. Trong bể cho thêm rong Đuôi chó (2 nhánh nhỏ, đồng đều giữa các bể) để làm thức ăn cho cá và tạo môi trường nuôi. Bố trí bể nuôi ở nơi có ánh sáng vừa phải. Cá được nuôi theo chu kỳ sáng tối là 14 giờ: 10 giờ. Đo pH và nhiệt độ nước 2 lần/ngày. Thường xuyên theo dõi độ ẩm và nhiệt độ phòng nuôi.

Trong bể nuôi, có gắn thêm máy sục khí để cung cấp lượng oxy cần thiết. Máy hoạt động 24/24 giờ. Trên miệng bể nuôi có tấm chắn để tránh các động vật khác rơi vào hoặc vào bể ăn cá và tránh cá nhảy ra ngoài (Hình 1).



Hình 1. Khu vực bố trí các bể nuôi cá

Chín ngày sau khi cá nở, cá được cho ăn kết hợp động vật phù du sinh và ấu trùng có trong rong. Khi ấu trùng lớn, cho cá ăn thức ăn dành cho cá trưởng thành, mỗi bể nuôi ở mật độ thấp (trung bình 20 con/ bể 3L), cho ăn thường xuyên (2 lần/ngày) và thay thế 1/3 nước trong bể mỗi ngày (Westerfield, 2007). [10]

Phương pháp thu nhận cá

Sau 3 tháng nuôi, cá ở mỗi nồng độ khảo sát được vớt ra đĩa petri thủy tinh sạch, dùng giấy thấm để thấm sạch nước, đo chiều dài và trọng lượng trước khi tiến hành các bước tiếp theo. Để phân tích hàm lượng Cd^{2+} trong cơ thể: dùng kẹp gấp nhẹ nhàng mỗi con cá riêng lẻ vào một eppendorf mới, sạch. Để phân tích lượng Cd^{2+} trong các cơ quan: mổ cá bằng dao mổ y tế, tách riêng phần nội quan, lọc cơ và xương riêng. Mỗi phần được cho vào các eppendorf mới (Kwong và cs, 2011). Tất cả mẫu được giữ ở $-4^{\circ}C$ cho đến lúc gửi đi phân tích [7]. Mỗi nồng độ được lặp lại 3 lần.

Phương pháp xử lý thống kê

Các số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SigmaPlot 11.0 để so sánh sự khác biệt ở tất cả các chỉ tiêu thực hiện trên các nhóm khảo sát. Số liệu được trình bày ở dạng $\bar{x} \pm SD$ ($P \leq 0,001$).

3. Kết quả và thảo luận

Hàm lượng Cd²⁺ tích tụ trong cá Ngựa vằn được thể hiện ở Bảng 1

Bảng 1. Hàm lượng Cd²⁺ tích tụ trong các bộ phận và toàn cơ thể cá ở các nồng độ (mg/kg)

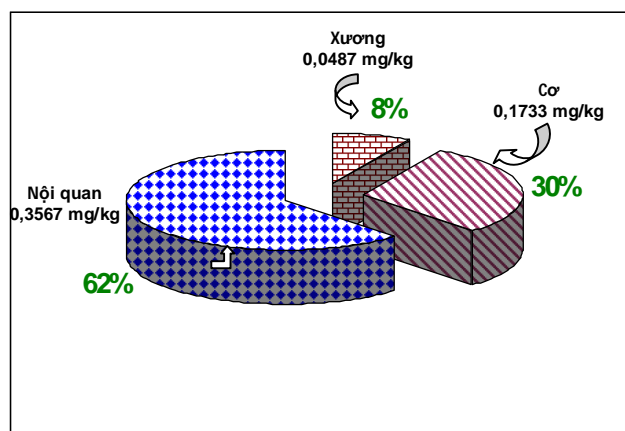
	Nội quan	Xương	Cơ	Toàn cơ thể
ĐC	0,3567 ± 0,0058*	0,0487 ± 0,0011*	0,1733 ± 0,0058*	0,1887 ± 0,0010*
1µg/l	0,6000 ± 0,0265*	0,3367 ± 0,0058*	0,0993 ± 0,0005*	0,2545 ± 0,0064*
5µg/l	2,1533 ± 0,0874*	0,5867 ± 0,0252*	0,1767 ± 0,0058*	1,1457 ± 0,0430*
10µg/l	1,3000 ± 0,0361*	0,5033 ± 0,0737*	0,2033 ± 0,0208*	0,5923 ± 0,0403*
20µg/l	5,6767 ± 0,2312*	2,0533 ± 0,0306*	0,6067 ± 0,0153*	2,0300 ± 0,0439*
50µg/l	10,8133 ± 0,2631*	1,4100 ± 0,1114*	0,5433 ± 0,0252*	3,6796 ± 0,0575*

* Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với P < 0,001

Việc so sánh giá trị hàm lượng Cd²⁺ tích tụ trong nội quan, cơ, xương ở các nồng độ khác nhau theo từng cặp bằng phương pháp Holm-Sidak cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các lô theo 15 cặp (50µg/L - ĐC; 50µg/L - 1µg/L; 50µg/L - 5µg/L; 50µg/L - 10µg/L; 50µg/L - 20µg/L; 20µg/L - ĐC; 20µg/L - 1µg/L; 20µg/L - 5µg/L; 20µg/L - 10µg/L; 10µg/L - ĐC; 10µg/L - 1µg/L; 5µg/L - ĐC; 5µg/L - 1µg/L; 5µg/L - 10µg/L; 1µg/L - ĐC). Điều này cho thấy lượng Cd tích lũy trong nội quan, cơ, xương ở các nồng độ có sự khác biệt nhau. Như vậy, các bộ phận của cơ thể cá trong thí nghiệm chịu tác động của lượng Cd²⁺ tích tụ ở các nồng độ khác nhau.

3.1. Lượng tích tụ Cd²⁺ trong cơ thể cá ở mẫu đối chứng

Kết quả Bảng 1 và Hình 2 cho thấy lượng Cd²⁺ tích tụ trong nội quan cao nhất (chiếm 62%) và gấp đôi lượng tích tụ trong cơ (30%); gấp 7,32 lần lượng tích tụ trong xương (8%). Bên cạnh đó lượng Cd²⁺ tích tụ trong cơ cao hơn trong xương 3,56 lần. Như vậy, trong mẫu đối chứng đã có lượng Cd²⁺ tích tụ trong cơ thể cá.



Hình 2. Biểu đồ hàm lượng Cd²⁺ tích tụ ở lô đối chứng

Theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia Việt Nam QCVN 8-1:2011/BYT [1], hàm lượng Cd²⁺ cho phép có trong cá là

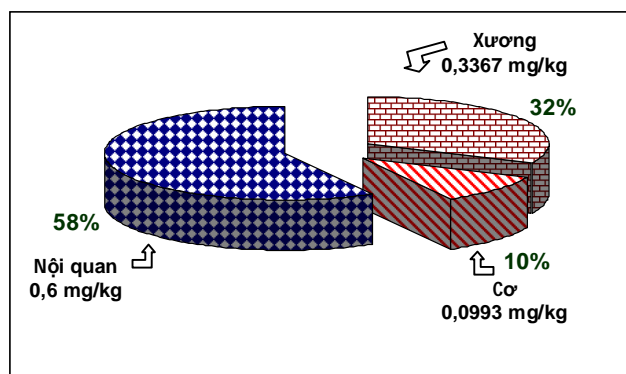
0,1mg/kg, trong cơ thịt cá là 0,3mg/kg. Như vậy kết quả trên cho thấy lượng Cd^{2+} tích tụ trong toàn cơ thể cá đối chứng cao hơn gấp 1,89 lần mức cho phép nhưng lượng Cd^{2+} tích tụ trong cơ thịt lại thấp hơn 1,73 lần mức cho phép. Như vậy, mẫu đối chứng có hàm lượng Cd^{2+} cao hơn mức cho phép. Điều này chứng tỏ nguồn nước sử dụng làm môi trường nuôi cá tại cơ sở phòng thí nghiệm hoặc nguồn thức ăn dùng cho thí nghiệm có thể đã bị nhiễm Cd^{2+} . Việc phân tích mẫu nước và mẫu thức ăn cho cá được tiến hành nhằm tìm sự hiện diện của Cd^{2+} . Kết quả phân tích cho thấy lượng Cd^{2+} tồn tại trong nước và mẫu thức ăn Bobo (*Moina sp.*) chiếm lượng rất nhỏ, trung bình 3 lần phân tích là 0,0023mg/L nước và 0,0064mg/kg Bobo. Tuy vậy, trong quá trình ngâm phôi và nuôi lớn cá, một lượng đáng kể Cd^{2+} từ hai nguồn này cũng đã tích lũy nhưng chưa kịp đào thải ra khỏi cơ thể cá. Kết quả nghiên cứu sự tích lũy Cd^{2+} trên các bộ phận của loài cá *Sparus aurata* của Isani và cs. (2009) đã khẳng định rằng nguồn Cd^{2+} xâm nhiễm vào cơ thể *Sparus aurata* xuất phát từ môi trường nước gây nhiễm [6] và khi so sánh kết quả này với kết quả trên loài cá Ngựa vằn (*Danio rerio*) thì thấy chúng tương tự nhau. Do đó, có thể Cd^{2+} tích tụ trong cơ thể cá có nguồn gốc từ môi trường nước gây độc hơn là giả thuyết bị nhiễm Cd^{2+} từ nguồn thức ăn trong quá trình nuôi thực hiện thí nghiệm. Ngoài ra, có thể nguồn cá bố mẹ khi mua về đã bị nhiễm Cd^{2+} từ trước đó. Điều này giải thích tại sao cá ở lô đối chứng có chứa Cd^{2+} . Do vậy, nên có những nghiên cứu sâu hơn để xác định nguồn gây nhiễm Cadmium dẫn đến tích tụ trong cơ thể cá ở mẫu đối chứng này.

3.2. Lượng tích tụ Cd^{2+} trong cơ thể cá ở nồng độ 1µg/L

Ở nồng độ này lượng Cd^{2+} tích lũy trong nội quan cao nhất, chiếm 58%, gấp 1,78 lần lượng tích tụ trong xương; gấp 6,04 lần lượng tích tụ trong cơ. Bên cạnh đó lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương cao hơn 3,39 lần so với trong cơ, điều này có sự khác biệt khi so với kết quả ở mẫu đối chứng.

Nếu so sánh hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong cơ thể cá và bộ phận cơ với Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia Việt Nam QCVN 8-

1:2011/BYT [1] thì thấy rằng lượng Cd^{2+} tích tụ trong toàn cơ thể cá cao gấp 2,5 lần nhưng trong cơ lại nhỏ hơn 3,02 lần lượng cho phép. Tích tụ trong từng bộ phận của cá phơi nhiễm Cd^{2+} ở nồng độ 1µg/L luôn cao hơn tương ứng so với lô đối chứng. Do đó, nồng độ 1µg/L là nồng độ gây tích tụ Cadmium đối với cá Ngựa vằn thí nghiệm. Ở nồng độ 1µg/L so với lô đối chứng có sự biến động lượng Cd^{2+} tích tụ, cụ thể là lượng Cd^{2+} tích tụ trong nội quan và xương tăng nhưng trong cơ lại giảm. Trong đó, lượng



Hình 3. Biểu đồ hàm lượng Cd^{2+} tích tụ ở nồng độ 1µg/l

tích tụ trong xương tăng gấp 6,91 lần; lượng tích tụ trong cơ giảm 1,75 lần. Điều này có thể do có sự cạnh tranh giữa Ca^{2+} và Cd^{2+} trong xương và cơ trong cơ thể cá. Theo nghiên cứu của Meinelt và cs. (2001), Elly và Shuk (2003) trên cá Ngựa vằn: Cd^{2+} có xu hướng cạnh tranh với Ca^{2+} , từ đó làm giảm lượng Ca^{2+} trong xương của cá [4, 8]; mặt khác, hàm lượng Ca^{2+} trong xương cá cao hơn rất nhiều so với lượng Ca^{2+} có trong cơ. Hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong nội quan tăng 1,68 lần; trong toàn cơ thể tăng 1,35 lần cho thấy rằng kết quả này hoàn toàn hợp lí, vì các chất thường được hấp thụ qua đường tiêu hóa và hô hấp là chủ yếu. Sự khác biệt về tỉ lệ có thể do chuyển hóa sinh hóa, sinh học bên trong cơ thể cá.

3.3. Lượng tích tụ Cd^{2+} trong cơ thể cá ở nồng độ 5 $\mu\text{g/L}$, 10 $\mu\text{g/L}$, 20 $\mu\text{g/L}$ và 50 $\mu\text{g/L}$

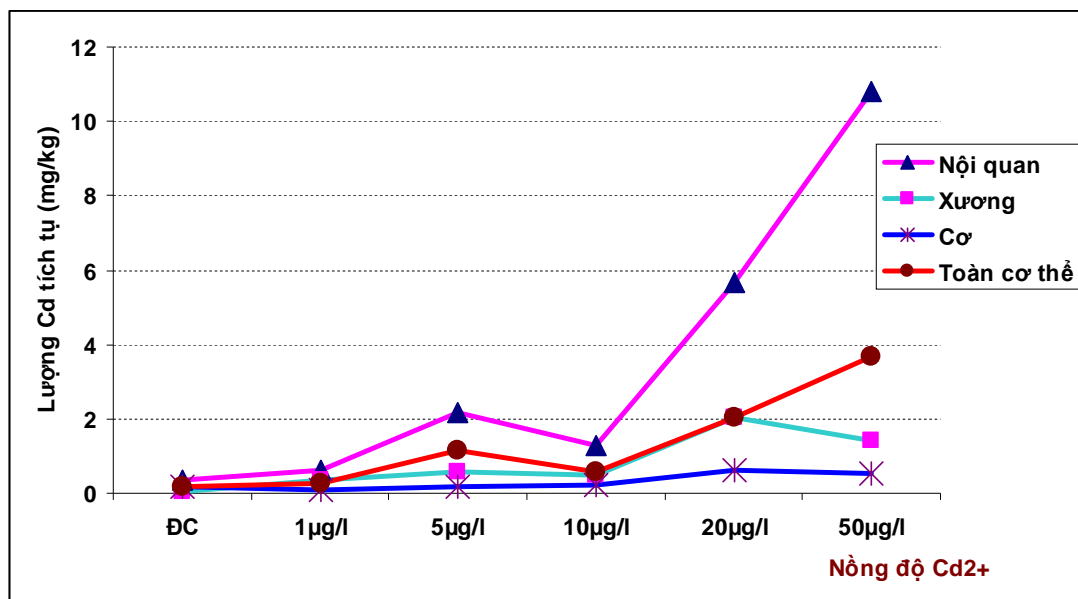
Ở nồng độ 5 $\mu\text{g/L}$: lượng Cd^{2+} tích tụ trong nội quan chiếm 74%; gấp 3,67 lần lượng tích tụ trong xương; gấp 12,19 lần lượng tích tụ trong cơ. Bên cạnh đó lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương vẫn cao hơn trong cơ và gấp 3,32 lần, điều này tương tự như ở nồng độ 1 $\mu\text{g/L}$.

Ở nồng độ 10 $\mu\text{g/L}$ cho thấy lượng Cd^{2+} tích lũy trong nội quan chiếm 65%; gấp 2,58 lần lượng tích tụ trong xương và gấp 6,39 lần lượng tích tụ trong cơ. Bên cạnh đó lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương cao hơn trong cơ 2,47 lần; điều này ngược với kết quả ở mẫu đối chứng.

Ở nồng độ 20 $\mu\text{g/L}$: lượng Cd^{2+} tích tụ trong nội quan chiếm 68%; gấp 2,76 lần lượng tích tụ trong xương; gấp 9,35 lần lượng tích tụ trong cơ. Bên cạnh đó lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương vẫn cao hơn trong cơ và gấp 3,38 lần, điều này tương tự như ở nồng độ 10 $\mu\text{g/L}$.

Ở nồng độ 50 $\mu\text{g/L}$: lượng Cd^{2+} tích lũy trong nội quan chiếm 85%, giữ giá trị cao nhất trong các nồng độ đã khảo sát và gấp 7,67 lần lượng tích tụ trong xương; gấp 19,9 lần lượng tích tụ trong cơ. Lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương và cơ đều giảm đáng kể, trong khi đó lượng tích tụ trong nội quan tăng mạnh.

So sánh hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong toàn cơ thể cá và trong cơ với Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia Việt Nam QCVN 8-1:2011/BYT [1] cho thấy lượng Cd^{2+} tích tụ trong toàn cơ thể ở các nồng độ trên luôn cao hơn gấp nhiều lần theo quy định cho phép. Tuy nhiên ở nồng độ 5 $\mu\text{g/L}$ và 10 $\mu\text{g/L}$ hàm lượng Cd^{2+} trong cơ lại nhỏ hơn so với quy chuẩn, bên cạnh đó, cá phơi nhiễm ở nồng độ 20 $\mu\text{g/L}$ và 50 $\mu\text{g/L}$ có sự tích tụ Cd^{2+} cao hơn 2,02 và 1,81 lần so với lượng cho phép (0,3mg/kg). Từ những kết quả phân tích trên, chúng tôi so sánh các nồng độ với nhau, kết quả thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Hàm lượng Cd²⁺ tích tụ trong cơ thể cá ở các nồng độ Cd²⁺ gây nhiễm

Kết quả khảo sát cho thấy hàm lượng Cd²⁺ tích tụ ở nội quan là cao nhất, tiếp đến là ở xương và lượng tích tụ nhỏ nhất là ở cơ.

Nhìn tổng thể, kết quả này cho thấy lượng Cd²⁺ tích tụ trong nội quan có xu hướng tăng tuyến tính theo độ lớn của các nồng độ khảo sát, điều này có thể do: (i) nội quan là nơi tập trung những bộ phận chính yếu bao gồm thận, gan, ruột và một số phần khác, những bộ phận này có khả năng hấp thu nhanh và mạnh Cd²⁺ từ môi trường sống (nước đã được gây nhiễm Cd²⁺), điều này cũng cùng quan điểm với Bentley (1990) [2]; (ii) sự chuyên hóa của quá trình tích tụ sinh học giữa nội quan, cơ và xương cũng là một nguyên nhân gây tăng tuyến tính lượng Cd²⁺ tích tụ trong nội quan cá theo nồng độ khảo sát (Vinodhini và Narayanan, 2008) [9]; (iii) khi cá vượt qua được ngưỡng nồng độ gây ảnh hưởng mạnh thì cơ thể sẽ hấp thu mạnh mà trong đó nội quan là bộ phận chiếm ưu thế. Mặt khác, khả năng tích tụ Cd²⁺ còn phụ thuộc vào thời gian gây nhiễm độc cho cá, điều này đã được nghiên cứu trên loài cá *Oncorhynchus mykiss* và *Sparus aurata* (Isani và cs. 2009) [6]. So sánh với thời gian gây độc trong thí nghiệm này được tiến hành trong 90 ngày, khoảng thời gian này cũng là giai đoạn cá chuẩn bị bước vào tuổi thành thực sinh sản. Do đó, cơ thể cá sẽ tăng hấp thụ và chuyên hóa, từ đó lượng Cd²⁺ tích tụ vào sẽ cao hơn và đặc biệt hơn là khi môi trường nước có nồng độ càng cao, điều này phù hợp với kết luận đã công bố của Westerfield, 2007 [10]. Mặt khác, bên cạnh nguồn nước, Cadmium cũng có thể xâm nhập vào cơ thể cá thông qua nguồn thức ăn. Do đó, trong quá trình tách từng bộ phận để phân tích, một mặt do kích thước mẫu quá nhỏ và ít; hơn nữa, chúng tôi còn gặp nhiều hạn chế trong việc tách mẫu; do đó, chúng tôi đã chưa thể tách riêng được phần thức ăn có sẵn trong nội quan. Điều này

có thể sẽ gây ra một số sai sót trong việc phân tích mẫu cho ra kết quả hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong nội quan chính xác hơn.

Đối với hàm lượng Cadmium tích tụ trong cơ và xương, lượng Cd^{2+} tích tụ đạt mức độ cao nhất ở nồng độ $20\mu\text{g/L}$. Trong xương, ở nồng độ $20\mu\text{g/L}$ ($2,053\text{mg/kg}$) tăng gấp 42,16 lần so với đối chứng ($0,049\text{mg/kg}$); so với nồng độ $1\mu\text{g/L}$ ($0,337\text{mg/kg}$) tăng 6,1 lần; so với nồng độ $5\mu\text{g/L}$ ($0,587\text{mg/kg}$) tăng 3,5 lần; so với nồng độ $10\mu\text{g/L}$ ($0,503\text{mg/kg}$) tăng 4,08 lần; so với nồng độ $50\mu\text{g/L}$ ($1,41\text{mg/kg}$) tăng 1,45 lần. Trong cơ, ở nồng độ $20\mu\text{g/L}$ ($0,607\text{mg/kg}$) cao gấp 3,5 lần mẫu đối chứng ($0,173\text{mg/kg}$); so với nồng độ $1\mu\text{g/L}$ ($0,099\text{mg/kg}$) tăng 6,12 lần; so với nồng độ $5\mu\text{g/L}$ ($0,177\text{mg/kg}$) tăng 3,43 lần; so với nồng độ $10\mu\text{g/L}$ ($0,203\text{mg/kg}$) tăng 2,98 lần; so với nồng độ $50\mu\text{g/L}$ ($0,543\text{mg/kg}$) tăng 1,11 lần. Như vậy, hàm lượng Cd^{2+} trong cơ và xương đạt cao nhất ở nồng độ $20\mu\text{g/L}$, sau đó giảm xuống ở nồng độ $50\mu\text{g/L}$, kết quả này mang giá trị phi tuyến tính và trái với lí thuyết vì khi nồng độ một chất càng cao thì sự hấp thu càng lớn. Điều này có thể được lí giải như sau: (i) có thể số lượng mẫu chưa đủ để thực hiện được nhiều lần phân tích cho ra giá trị chính xác; (ii) cũng có thể là do sự chuyển hóa sinh hóa, sinh học giữa các bộ phận bên trong cơ thể thông qua các quá trình như hấp thu, tiêu hóa, bài tiết. Số liệu trên tuy có ý nghĩa về mặt thống kê nhưng độ lớn về giá trị không chênh lệch nhiều. Trên đây là những ghi nhận được trong quá trình thực hiện đề tài, ghi nhận này sẽ đóng vai trò làm nền tảng cho những công trình nghiên cứu tiếp theo sau. Tuy nhiên, cần lặp lại thí nghiệm ở các nồng độ này với một số lần nhất định để có độ tin cậy cao hơn.

Trong toàn cơ thể, hàm lượng Cd^{2+} tích tụ cao nhất ở nồng độ $50\mu\text{g/L}$. Trong đó, hàm lượng Cd^{2+} ở nồng độ $50\mu\text{g/L}$ ($3,6796\text{mg/kg}$) tăng gấp 19,50 lần so với đối chứng ($0,1887\text{mg/kg}$); so với nồng độ $1\mu\text{g/L}$ ($0,2545\text{mg/kg}$) tăng gấp 14,46 lần; so với nồng độ $5\mu\text{g/L}$ ($1,1457\text{mg/kg}$) tăng gấp 3,21 lần; so với nồng độ $10\mu\text{g/L}$ ($0,5923\text{mg/kg}$) tăng gấp 6,21 lần; so với nồng độ $20\mu\text{g/L}$ ($2,03\text{mg/kg}$) tăng gấp 1,81 lần. Kết quả này có sự khác biệt về mặt thống kê ($p < 0,001$).

Đối với cá ở lô nồng độ $100\mu\text{g/L}$, có thể do nồng độ phơi nhiễm là quá cao, do đó trong quá trình nuôi lớn số lượng cá chết nhiều, không đủ mẫu để phân tích lượng Cd^{2+} tích tụ trong cơ thể và nội quan cá.

Những kết quả phân tích trên được giải thích như sau: Nội quan là nơi có những cơ quan đích mà Cd^{2+} được hấp thu nhanh và mạnh, khi vượt qua ngưỡng nồng độ LC_{50} gây chết thì Cd sẽ được tích tụ nhanh và mạnh trong nội quan; Xương là bộ phận chịu tác động của sự cạnh tranh Cd^{2+} và Ca^{2+} . Hàm lượng Cd^{2+} và Ca^{2+} có trong xương là hai đại lượng tỉ lệ nghịch, hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong xương có xu hướng ngày càng tăng. Hậu quả của việc này sẽ gây ra những tổn thương trên xương đốt sống của cá, dẫn đến loãng xương làm cong xương sống và đó là ở mức độ cơ quan. Nếu tích tụ lượng lớn Cd^{2+} trong một thời gian dài sẽ gây ra những đột biến di truyền trên cá; Cơ là phần hấp thu Cd^{2+} ít nhất so với nội quan và xương. Sự tích tụ Cd^{2+} trong cơ biến động không đều và có mối quan hệ chặt chẽ với xương. Nếu khi cơ thể cá vượt được ngưỡng

tác động tới quá trình sống và hấp thu thì lượng Cd^{2+} tích tụ sẽ ngày càng tăng mạnh hơn so với những nồng độ dưới ngưỡng tác động; Hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong toàn cơ thể là tổng hàm lượng tích tụ được trong nội quan, cơ, xương [8]. Kết quả này khác biệt khi phân tích thống kê với độ tin cậy cao ($p < 0,001$).

Theo kết quả nghiên cứu Isani và cs. (2009) thì Cd^{2+} đi vào cơ thể qua mang, tại mang diễn ra quá trình hấp thu một phần trước khi tiếp tục đi vào gan là nơi tổng hợp nên phức Cd-MT, và được hấp thu vào máu rồi tích tụ trong thận trước khi phân bố đến các cơ quan khác nhau rồi tồn tại, tích tụ và gây độc cho cơ thể. [6]

Như vậy, kết quả so sánh về lượng Cadmium tích tụ trong cơ thể cá Ngựa vằn ở các nồng độ đang khảo sát đều cho thấy hàm lượng tích tụ này đã vượt mức cho phép theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia Việt Nam QCVN 8-1:2011/BYT. Mô hình khảo sát này phần nào phản ánh được lượng Cadmium tích tụ khi gây nhiễm độc ở các nồng độ khác nhau.

Kết quả nghiên cứu về Cadmium được trình bày trong đề tài là hoàn toàn phù hợp với tính chất của một kim loại nặng. Cho đến nay ở nước ta vẫn chưa có công trình nào công bố về sử dụng Cd^{2+} gây độc trên động vật trưởng thành với nhiều nồng độ khác nhau rồi sau đó thu nhận các bộ phận trên đối tượng cá Ngựa vằn. Do vậy, kết quả thí nghiệm này có thể xem là kết quả khởi đầu và đáng được khích lệ. Kết quả thí nghiệm trên cho thấy cơ, xương, nội quan thu nhận ở cá Ngựa vằn trưởng thành (3 tháng tuổi) sau khi gây nhiễm Cd^{2+} trong môi trường nước nuôi có hàm lượng tích lũy khác nhau ở từng nồng độ của từng bộ phận trong cơ thể cá. Cần có thêm những nghiên cứu sâu hơn về cách chọn lựa các nồng độ Cd^{2+} để khảo sát và đánh giá được lượng tích lũy.

4. Kết luận

Hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trong từng bộ phận cơ thể cá trưởng thành có xu hướng gia tăng tuyến tính theo nồng độ. Trong đó, nội quan là phần tích tụ nhiều nhất, sau đó là trên xương và cuối cùng là cơ.

Hàm lượng Cd^{2+} tích tụ trên toàn cơ thể có xu hướng tỉ lệ thuận với nồng độ khảo sát.

Nồng độ $20\mu\text{g/L}$ gây ảnh hưởng mạnh đến tỉ lệ sống và khả năng tích tụ Cd^{2+} trên từng bộ phận cũng như toàn cơ thể cá Ngựa vằn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Y tế (2011), *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm*.
2. Bentley P.J. (1990), "Accumulation of cadmium by channel catfish (*Ictalurus punctatus*): influx from environmental solutions", *Com. Biochem. Physiol*, (99C), tr.527-529.
3. Christian L. (2007), "The husbandry of zebrafish (*Danio rerio*): A review". *Aquaculture*, 269, tr.1-20.

4. Elly S.H.C. and Shuk H.C. (2003), Cadmium Affects Muscle Type Development and Axon Growth in Zebrafish Embryonic Somitogenesis, *Toxicological Sciences*, 73: pp.149-159.
5. Hwang P.P., Lin S.W., Lin H.C. (1995), "Different sensitivities to cadmium in tilapia larvae (*Oreochromis mossambicus*, Teleostei)", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, (29), pp.1-7.
6. Isani G., Andreani G., Cocchioni F., Fedeli D., Carpenè E., Falcioni G. (2009), Cadmium accumulation and biochemical responses in *Sparus aurata* following sub-lethal Cd exposure, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72:224-230.
7. Kwong R.W.M., Andre J. A., and Niyogi S. (2011), "Effects of dietary cadmium exposure on tissue-specific cadmium accumulation, iron status and expression of iron-handling and stress-inducible genes in rainbow trout: influence of elevated dietary iron", *Aquat. Toxicol.*, 102: 1-9.
8. Meinelt T., Playle R.C., Pietrock M., Burnison B.K., Wienke A., Steinberg C.E. W. (2001), Interaction of cadmium toxicity in embryos and larvae of zebrafish (*Danio rerio*) with calcium and humic substances, *Aquatic Toxicology*, 54, pp.205-215.
9. Vinodhini R. and Narayanan M. (2008), "Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp)", *Environ. Sci. Tech.*, 5:179-182.
10. Westerfield M. (2007), The zebrafish book. 5th edition; A guide for the laboratory use of zebrafish (*Danio rerio*), Eugene, University of Oregon Press. Paperback.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 24-9-2013; ngày phản biện đánh giá: 03-10-2013;
ngày chấp nhận đăng: 16-10-2013)