

ẢNH HƯỞNG CỦA DOC TRONG NƯỚC SÔNG ĐỒNG NAI ĐẾN ĐỘ TÍNH CỦA NIKEN LÊN DAPHNIA CARINATA VÀ DAPHNIA LUMHOLTZI

Mai Quang Tuấn

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Ngoài pH và độ cứng thì DOC (dissolved organic carbon) là một trong ba yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến độc tính của kim loại nặng lên sinh vật thủy sinh. Tác giả có nghiên cứu ảnh hưởng của DOC đến độc tính của Niken lên *Daphnia carinata*, *Daphnia lumholtzi* trên mẫu nước sông Đồng Nai. Quy trình thí nghiệm có dựa theo hướng dẫn của OECD năm 2004 về quy trình thử nghiệm độc tính cấp đối với *Daphnia*. Đối với *Daphnia carinata*, khi DOC trong nước sông Đồng Nai tăng từ 4 đến 6,1 mg/L thì LC50-Ni tăng từ 283 µg/L lên 432 µg/L, đối với mẫu nước pha DOC tăng từ 1,7 đến 22 mg/L thì LC50-Ni tăng từ 408 µg/L lên 897 µg/L. Đối với *Daphnia lumholtzi* khi DOC trong nước sông Đồng Nai tăng từ 4 đến 15,8 mg/L thì LC50-Ni tăng từ 98 µg/L lên 216 µg/L, với mẫu nước pha DOC tăng từ 3,8 đến 20 mg/L thì LC50-Ni tăng từ 122 µg/L lên 311 µg/L.

Từ khóa: BLM; *Daphnia carinata*; *Daphnia lumholtzi*; LC50-Ni; Sông Đồng Nai

Abstract

Influence of DOC in Dong Nai river water on nickel toxicity to *Daphnia carinata* and *Daphnia lumholtzi*

*In addition to pH and hardness, dissolved organic carbon (DOC) significantly influence on the toxicity of heavy metals to aquatic organisms. This study aims to investigate the influence of DOC on the toxicity of Nickel to *Daphnia carinata*, *Daphnia lumholtzi* in Dong Nai river water. Experiments were carried out based on OECD guidelines in 2004 for the acute toxicity testing for *Daphnia*. Results found that if DOC in Dong Nai river water increase from 4 to 6.1 µg/L, the LC50-Ni for *D. carinata* increase from 283 µg/L to 432 µg/L; if the DOC in mixed water sample increase from 1.7 to 22 µg/L, the LC50-Ni for *D. carinata* increase from 408 µg/L to 897 µg/L. For *Daphnia lumholtzi*, if DOC in Dong Nai river water increase from 4 to 15.8 µg/L, the LC50-Ni increase from 98 µg/L to 216 µg/L; if DOC in mixed water sample increase from 3.8 to 20 µg/L, the LC50-Ni increase from 122 µg/L to 311 µg/L.*

Keywords: BLM; *Daphnia carinata*; *Daphnia lumholtzi*; LC50-Ni; Dong Nai river

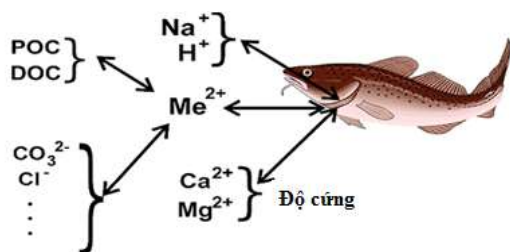
1. Giới thiệu

Cacbon hữu cơ hòa tan (DOC), đôi khi được gọi là vật liệu hữu cơ hòa tan (DOM), là một phân loại rộng các phân tử hữu cơ có nguồn gốc khác nhau và thành phần trong hệ thống thủy sinh. Phân “hòa tan” của cacbon hữu cơ là phân loại hoạt động. Nhiều nhà nghiên cứu sử dụng thuật ngữ “hoà tan” cho các hợp chất dưới 0,45 micromet.

DOC trong các hệ thống nước biển và nước ngọt là một trong những nơi chứa chất hữu cơ lớn nhất trên trái đất, chiếm cùng một lượng cacbon như khí quyển và lên tới 20% lượng cacbon hữu cơ. Nguồn cacbon hữu cơ hòa tan phụ thuộc vào phần nước. Nói chung, các hợp chất cacbon hữu cơ là kết quả của quá trình phân hủy từ các chất hữu cơ chết như cây cối hoặc

sinh vật biển. Khi nước tiếp xúc với đất hữu cơ cao, các thành phần này có thể chảy vào sông và hồ như cacbon hữu cơ hòa tan.

DOC là một chất bổ sung thực phẩm, hỗ trợ sự phát triển của vi sinh vật và đóng một vai trò quan trọng trong chu trình cacbon toàn cầu thông qua vòng lặp của vi khuẩn.



Hình 1: Sự cạnh tranh liên kết của DOC với kim loại

DOC cũng rất quan trọng trong việc vận chuyển kim loại trong các hệ thống thủy sinh. Kim loại tạo thành các phức hợp rất mạnh với cacbon hữu cơ hòa tan, do đó làm giảm khả năng sinh khả dụng của kim loại, hay giảm độc tính của kim loại đối với sinh vật thủy sinh.

Nồng độ niken trong nước uống thường dưới 0,02 mg/l. Trong một số trường hợp đặc biệt, lượng niken xâm nhiễm từ các nguồn thiên nhiên hoặc do các chất cặn lắng trong các nguồn thải công nghiệp vào đất, khi đó nồng độ có thể tăng lên cao hơn nữa. Lượng niken đi vào cơ thể hàng ngày trung bình khoảng 0,1 - 0,3 mg, nhưng nếu ăn một số loại thực phẩm đặc biệt lượng niken có thể tăng lên hơn.

Niken có tác dụng hoạt hóa một số enzym. Khi bị nhiễm độc Niken, các enzyme mất hoạt tính, cản trở quá trình tổng hợp protein của cơ thể. Cho đến nay, người ta chưa quan sát thấy hiện tượng ngộ độc Niken qua đường miệng từ thức ăn và nước uống. Tiếp xúc lâu dài với Niken gây

hiện tượng viêm da và có thể xuất hiện dị ứng ở một số người. Ngộ độc Niken qua đường hô hấp gây khó chịu, buồn nôn, đau đầu, nếu kéo dài sẽ ảnh hưởng đến phổi, hệ thần kinh trung ương, gan, thận.

Nghiên cứu lựa chọn *Daphnia lumholtzi* và *Daphnia carinata* là nguồn sinh vật thí nghiệm. Họ *Daphnia* là sinh vật thủy sinh thường được các nhà khoa học trên thế giới lựa chọn làm sinh vật chỉ thị trong các thí nghiệm về độc học. Có rất nhiều loài *Daphnia* khác nhau, trong đó *Daphnia lumholtzi* và *Daphnia carinata* đặc trưng cho khí hậu ở Việt Nam.

Daphnia lumholtzi phân bố ở Sơn La, Hòa Bình, Bắc Giang, Bắc Kạn, Thái Nguyên, Hà Nội, Hải Dương, Hưng Yên, Nam Định, Hà Nam, Hải Phòng, Bình Phước. Về kích thước thì con cái có chiều dài từ 3 đến 4,3 mm, còn con đực có chiều dài từ 1,6 đến 2,5 mm

Daphnia carinata sống trong ao, ruộng vùng đồng bằng và trung du Việt Nam. Về kích thước thì con cái có chiều dài từ 2,5 đến 3,5 mm, còn con đực có chiều dài từ 2,0 đến 2,5 mm.

2. Quy trình thí nghiệm và chất lượng nước sông Đồng Nai

2.1. Hóa chất thí nghiệm

- Dung dịch chuẩn pH 4, 7, 10
- Thức ăn cho *Daphnia*: tảo *Scenedesmus*, YTC
- Các hóa chất pha COMBO
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ và $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ để điều chỉnh độ cứng
- $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ để điều chỉnh nồng độ Niken
- H_2SO_4 , NaHCO_3 để điều chỉnh pH
- DOC được chiết xuất từ nước sông Suwannee, mua của International Humic Substances Society

Nghiên cứu

2.2. Điều kiện thí nghiệm

Dựa trên quy trình của OECD, tác giả tiến hành thí nghiệm với một số điều kiện chuẩn hóa như sau:

Chu kỳ sáng tối 12h:12h

Nhiệt độ trong phòng thí nghiệm: 27 ± 10C

Cường độ ánh sáng: 1.000 - 1.300 lux

Độ lặp 4 lần/nồng độ

Sinh vật thí nghiệm: *Daphnia lumholtzi/carinata* non (< 24 giờ tuổi). Lựa chọn sinh vật có tuổi thọ từ 10 - 18 ngày tuổi để làm sinh vật bố mẹ. *Daphnia* non được chọn ngẫu nhiên được cho vào bình để làm thí nghiệm

Mẫu nước thí nghiệm: 4 ml/con, 10 con/cốc, tương ứng 40 ml/cốc

Thời gian thí nghiệm: 48h

Test thử 7 dải nồng độ Niken khác nhau, độ lặp 02 để xác định sơ bộ ngưỡng Niken trước khi làm thí nghiệm chính thức

Bổ trí thêm 01 mẫu đối chứng (mẫu nước cất 2 lần, pha chế với cùng đặc điểm về nhiệt độ, pH, độ cứng, độ kiềm, DOC) giống như mẫu nước sông thử nghiệm.

2.3. Các bước tiến hành thí nghiệm

Thí nghiệm có thể chia làm 5 bước chính như Hình 2. Bao gồm từ bước thu, xử lý mẫu nước, đến điều chỉnh chất lượng nước (điều chỉnh DOC, DOC được chiết xuất từ nước sông Suwannee, cung cấp bởi tổ chức International Humic Substances Society), pha thêm niken, bắt sinh vật để tiến hành thí nghiệm và đọc kết quả khi kết thúc thí nghiệm



Hình 2: Tóm tắt quy trình thí nghiệm

* Bước 1: Lấy và lọc mẫu nước

Nước sông Đồng Nai sau khi lấy về, được sục khí 24/24 giờ trong khoảng thời gian 48 tiếng. Sau đó nước được lọc qua giấy 0,45µm. Nước thu được cũng được sục khí liên tục, để đảm bảo mức oxy trong nước.

* Bước 2: Điều chỉnh DOC

Nước sau khi lọc sẽ được điều chỉnh về các mức DOC khác nhau, cụ thể gồm 4 mức DOC điều chỉnh dự kiến là: 2; 5; 10; 20 mg/l bằng DOC dạng bột cùng 1 mức DOC tự nhiên của nước sông. Sau khi điều chỉnh thì sục khí liên tục trong 24 giờ.

Sau khi điều chỉnh pH/độ cứng/DOC tiến hành sục khí liên tục trong 24 giờ nhằm ổn định chất lượng nước, trước khi bổ sung thêm niken.

* Bước 3: Bổ sung Niken

Sau khi điều chỉnh độ cứng khoảng 24 giờ, thì bổ sung các mức Ni khác nhau dựa vào ngưỡng chết trong các thí nghiệm trước đó, sao cho sau khi thí nghiệm có ít nhất một mức nồng độ < 50% sinh vật còn sống và ít nhất một mức nồng độ > 50% sinh vật còn sống.

Dung dịch niken có nồng độ Ni 10g/l và 1 g/l để điều chỉnh niken

Nước sông sau khi được độ pha Ni sẽ được sục khí 24 giờ trước khi làm thí nghiệm, đảm bảo cho nồng độ Niken trong mẫu đồng đều và đảm bảo nồng độ oxy trong nước đủ để sinh vật sinh sống tốt trong quá trình thí nghiệm.

* Bước 4: Bắt sinh vật

Tiến hành đo nhanh các chỉ tiêu về độ cứng, nhiệt độ, DO trước khi tiến hành thí

thí nghiệm và lấy các mẫu để đem đi phân tích. Lưu ý độ hòa tan của oxy trong nước phải đủ lớn (>5 mg/l) để đảm bảo sinh vật có đủ dưỡng khí trong quá trình thí nghiệm.

Các con non (<24 giờ tuổi) sẽ được bắt vào các bình lớn, có dung tích khoảng 250 ml, với số lượng 210 - 260 con/bình. Sau đó các con non được cho ăn bằng tảo và YTC, trước khi tiến hành thí nghiệm 2 giờ.

Các con non sau đó sẽ được bắt bằng pipets nhựa, dung tích 2,5 ml, rồi đưa vào các bình thí nghiệm có dung tích 50 ml. Mỗi bình bắt vào 10 con non, trong đó có chứa 40 ml mẫu nước thí nghiệm (4ml/con).

Các bình sau khi bắt đủ số lượng sinh vật thí nghiệm, sẽ được bọc lại bằng màng nilon, hạn chế sự bay hơi cũng như ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài.

Độ lặp cho mỗi nồng độ thí nghiệm là 4 lần

Sinh vật được bắt vào các bình thí nghiệm, chứa môi trường thí nghiệm có nồng độ Niken từ thấp lên cao, để hạn chế sự nhiễm Niken giữa các bình thí nghiệm.

*** Bước 5: Kết thúc thí nghiệm**

Sau 48 giờ, tiến hành đếm các sinh vật còn sống và đã chết trong các bình thí

thí nghiệm. Sinh vật coi như đã chết khi nó bất động, không còn cử động gì.

Các thông số hóa lý cũng sẽ được đo và bảo quản để đem đi phân tích trong phòng thí nghiệm. Lưu ý nồng độ oxy khi kết thúc thí nghiệm phải đảm bảo DO > 4 mg/l.

*** Mẫu nước pha**

Bổ trí thêm 01 mẫu đối chứng (mẫu nước cất 2 lần được pha chế với cùng đặc điểm về nhiệt độ, pH, độ cứng, độ kiềm, DOC) giống như mẫu nước sông thử nghiệm.

Ngoài ra nhóm còn pha mẫu nước có tính chất giống nước sông Đồng Nai để làm thí nghiệm đồng thời

Dựa trên chất lượng của nước sông Đồng Nai phân tích trong phòng thí nghiệm, tiến hành điều chỉnh chất lượng nước cất hai lần giống như chất lượng nước sông về độ cứng, độ kiềm, DOC.

Độ cứng của nước được điều chỉnh bằng cách độ pha thêm CaSO₄.2H₂O và MgSO₄.7H₂O, còn DOC thì được điều chỉnh bằng cách cho thêm DOC dạng bột.

Chất lượng mẫu sông Đồng Nai thí nghiệm có đặc điểm như Bảng 1:

Bảng 1. Chất lượng mẫu nước sông Đồng Nai dùng làm thí nghiệm

pH	Na (mg/L)	K (mg/L)	Độ cứng (mgCaCO ₃ /L)	Zn (µg/L)	Al (µg/L)	Fe (µg/L)	DOC (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
7,1	1,3	0,94	10	10,2	124	96,3	6,1	8,3	2,4

Ngoài các thông số trong Bảng 1 thì các thông số khác như Niken, Đồng, Chì, thuốc bảo vệ thực vật,... đều ở dạng vết hoặc không phát hiện được (Cd < 0,44 µg/L; Co < 0,64 µg/L; Cr < 0,67 µg/L; Cu < 0,91 µg/L; Pb < -,75 µg/L; Zn < 1,1 µg/L)

3. Kết quả về ảnh hưởng của DOC lên Daphnia

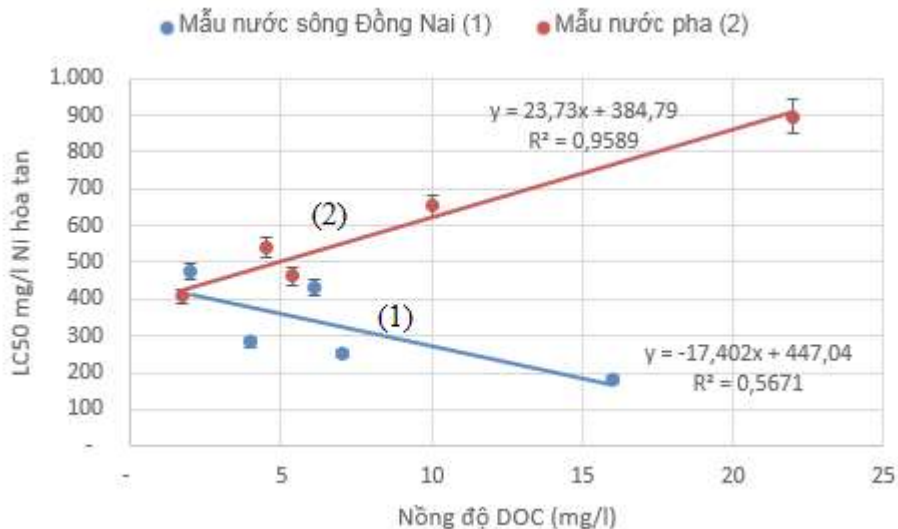
Kết quả thí nghiệm về độc học, được đưa vào phần mềm CETIS

(Comprehensive Environmental Toxicity System), để xử lý, tính toán LC50.

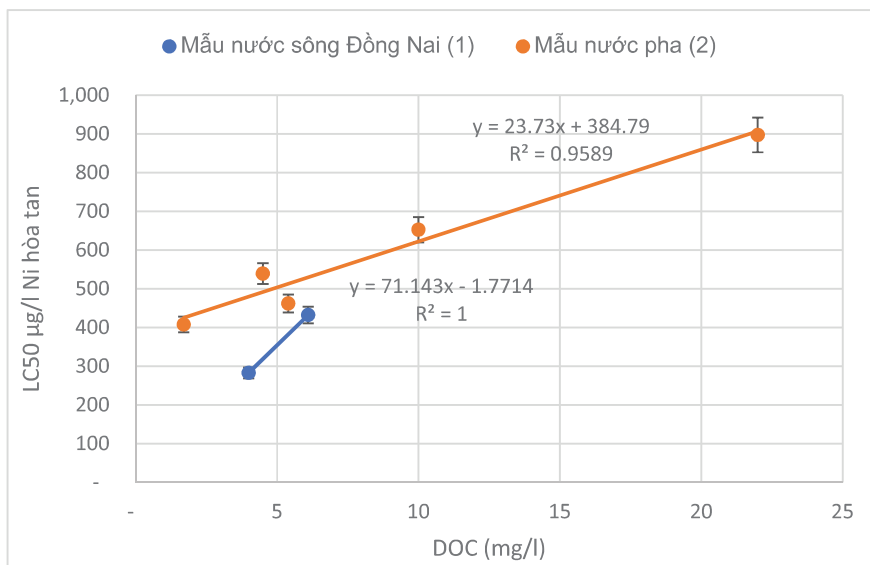
3.1. Kết quả cho Daphnia carinata

Cụ thể với mẫu nước sông Đồng Nai, khi DOC tăng từ 4 đến 6,1 mg/L thì LC50-Ni đối với *Daphnia carinata* tăng từ 283 µg/L lên 432 µg/L, còn đối với mẫu nước pha khi DOC tăng từ 1,7 đến 22 mg/L thì LC50-Ni đối với *Daphnia carinata* tăng từ 408 µg/L lên 897 µg/L

Nghiên cứu



Hình 3: Mối quan hệ giữa DOC và LC50-Ni trên *Daphnia carinata*



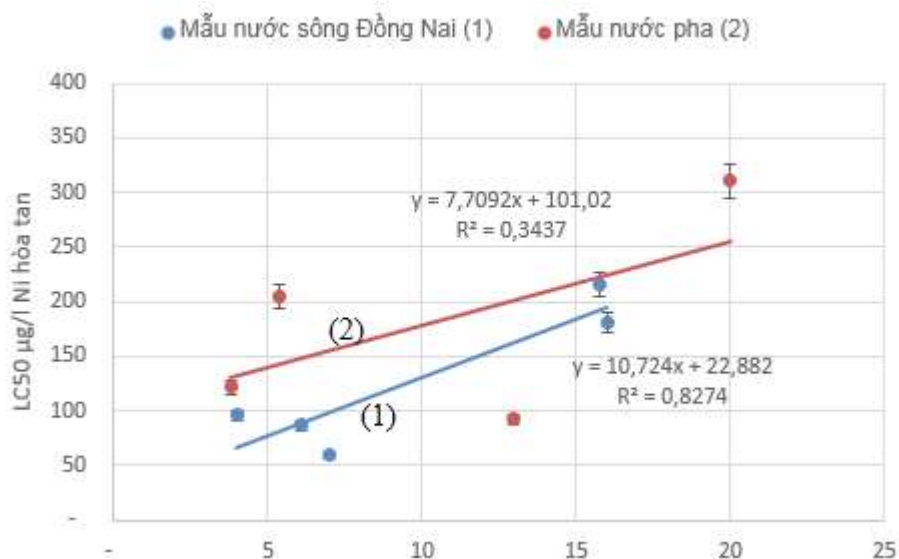
Hình 4: Mối quan hệ giữa DOC và LC50-Ni trên *Daphnia carinata* sau hiệu chỉnh

Hình 3, 4 biểu diễn mối quan hệ giữa DOC và độc tính của Niken, ta có thể dễ dàng nhận thấy khi nồng độ DOC tăng thì độc tính của Niken lên *Daphnia carinata* có xu hướng giảm đi, hay ngưỡng nồng độ LC50 của Niken tăng lên.

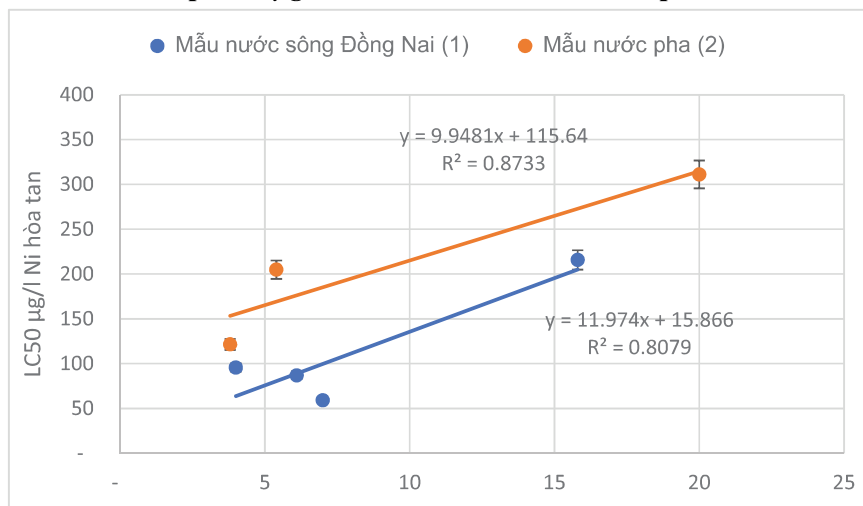
Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu đã được công bố về ảnh hưởng của DOC lên sinh vật thủy sinh của các nhà khoa học khác trên thế giới.

3.2. Kết quả cho *Daphnia lumholtzi*

Ở các thí nghiệm với các mức DOC khác nhau cho thấy, khi DOC tăng thì độc tính Niken giảm. Cụ thể, đối với mẫu nước sông, khi DOC tăng từ 4 đến 15,8 mg/L thì LC50-Ni đối với *Daphnia lumholtzi* tăng từ 98µg/L lên 216 µg/L. Còn đối với mẫu nước pha khi DOC tăng từ 3,8 đến 20 mg/L thì LC50-Ni đối với *Daphnia lumholtzi* tăng từ 122 µg/L lên 311 µg/L.



Hình 5: *Mối quan hệ giữa DOC và LC50-Ni trên Daphnia lumholtzi*



Hình 6: *Mối quan hệ giữa DOC và LC50-Ni trên Daphnia lumholtzi sau hiệu chỉnh*

Hình 5, 6 biểu diễn ảnh hưởng của DOC đến ngưỡng độc của Niken lên *Daphnia lumholtzi* trên mẫu nước sông Đồng Nai và mẫu nước đối chứng. Ta có thể thấy khi DOC tăng thì độc tính của Niken lên *Daphnia lumholtzi* giảm đi, hay giá trị LC50 tăng lên.

Các kết quả thí nghiệm cho thấy độ nhạy khác nhau giữa *Daphnia carinata* và *Daphnia lumholtzi*. LC50-Ni của *Daphnia lumholtzi* thấp hơn nhiều so với LC50-Ni của *Daphnia carinata* khi ở trong cùng một môi trường chất lượng nước giống nhau như: pH, độ cứng, DOC,... Điều đó

cho thấy *Daphnia lumholtzi* có độ nhạy lớn hơn nhiều so với *Daphnia carinata*.

4. Kết luận

Các kết quả thí nghiệm, khi thay đổi nồng độ DOC trong mẫu nước sông Đồng Nai, cho thấy rất rõ ràng sự thay đổi độc tính kim loại Niken tác động lên *Daphnia carinata*, *Daphnia lumholtzi*. Khi nồng độ DOC tăng thì độc tính của Niken lên sinh vật thí nghiệm giảm đi.

Kết quả của nghiên cứu này một lần nữa cho thấy vai trò rất quan trọng

Nghiên cứu

của DOC đối với độc tính của kim loại lên sinh vật thủy sinh, bên cạnh những thông số quan trọng khác (pH, độ cứng). Tuy nhiên, hiện nay đa số các TCVN hay QCVN liên quan đến quy định giới hạn của các chất trong môi trường nước không đề cập đến việc giám sát thông số DOC.

Kết quả của nghiên cứu này là một trong những cơ sở khoa học ban đầu, là tiền đề để có thêm các nghiên cứu, những đánh giá về ảnh hưởng của chất lượng nước đến độc tính của Niken lên sinh vật ở Việt Nam. Cần có thêm những nghiên cứu về độc tính của Niken lên các sinh vật khác của Việt Nam, cũng như những nghiên cứu về độc tính của các kim loại nặng khác. Những nghiên cứu đó sẽ là bằng chứng, là cơ sở khoa học, cung cấp những dữ liệu độc học, để các nhà khoa học nhà quản lý có thể tích hợp, căn cứ xây dựng những quy chuẩn về Niken nói riêng và kim loại nặng nói chung cho phù hợp với điều kiện môi trường nước ở Việt Nam.

Để việc giám sát chất lượng nước có hiệu quả, nhất là môi trường nước có liên quan đến kim loại nặng, thì các nhà quản lý cần bổ sung thêm việc giám sát chỉ tiêu

DOC ở trong các QCVN có liên quan. Vì việc tăng hay giảm nồng độ DOC, dẫn tới việc thay đổi khá lớn độc tính của Niken nói riêng và kim loại nặng nói chung ở trong môi trường nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ TN&MT (2018). *Nghiên cứu, ứng dụng mô hình phối tử sinh học, xác định ngưỡng độc của kim loại nặng trong môi trường nước mặt, thử nghiệm ở sông Đồng Nai*. Đề tài cấp Bộ số 2015.04.23.

2. Mai Quang Tuấn (2016). *Ứng dụng mô hình phối tử sinh học trong đánh giá độc tính kim loại nặng*. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, 16, 21 - 23.

3. Mai Quang Tuấn (2017). *Ảnh hưởng của chất lượng nước đến độc tính của Niken lên sinh vật thủy sinh*. Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, 15, 35 - 37.

4. USEPA (2007). *Competing Cations Competing Cations Biotic Ligand Model Windows Interface, Version 2.2.1. User's Guide and Reference Manual*.

5. OECD (2004). *OECD guideline for testing of chemicals, Daphnia sp., Acute immobilisation Test*.

BBT nhận bài: 26/8/2020; Phản biện xong: 03/9/2020; Chấp nhận đăng: 09/11/2020