

Đánh giá ô nhiễm Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thành phố Thái Nguyên

Phạm Thị Thu Hà*

Khoa Hoá học - Trường Đại học Khoa Học - Đại học Thái Nguyên.

*Email: haptt@tnus.edu.vn

Nhận bài: 30/12/2022; Hoàn thiện: 14/4/2023; Chấp nhận đăng: 12/6/2023; Xuất bản: 25/6/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.88.2023.73-80>

TÓM TẮT

Mức độ ảnh hưởng của các kim loại nặng (KLN) trong trầm tích không chỉ phụ thuộc vào hàm lượng kim loại tổng mà còn phụ thuộc vào các dạng liên kết của chúng. Do đó, trong nghiên cứu này mức độ ô nhiễm KLN của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – thành phố Thái Nguyên đã được phân tích và đánh giá dựa theo kết quả phân tích hàm lượng kim loại tổng và hàm lượng các dạng liên kết. Các mẫu trầm tích bề mặt được thu thập tại 08 vị trí, kết quả đánh giá ô nhiễm cho thấy, theo QCVN 2012 hàm lượng Cu không vượt quá giới hạn cho phép còn Zn vượt quá ở 03 vị trí lấy mẫu S1, S6 và S7. Chỉ số tích lũy địa chất của Cu là $I_{geo-Cu} < 0$ và của Zn trong khoảng $1 < I_{geo-Zn} < 2$ hay đồng không ô nhiễm còn kẽm ô nhiễm mức trung bình. Hệ số làm giàu của Cu trong khoảng $5 < EF < 20$ trong khi Zn có $EF > 20$ hay khả năng làm giàu của Zn là cao còn Cu thì không đáng kể. Giá trị %RAC của Cu trong khoảng $10 < \%RAC < 30$ còn của Zn thì $\%RAC < 10$ có nghĩa là mức độ rủi ro đối với hệ sinh của Zn là thấp còn của Cu là trung bình. Hệ số ô nhiễm cá nhân của Cu và Zn ở mức thấp ($ICF < 1$).

Từ khoá: KLN; Trầm tích bề mặt; Chỉ số tích lũy địa chất; Hệ số làm giàu; Mức độ rủi ro sinh thái.

1. MỞ ĐẦU

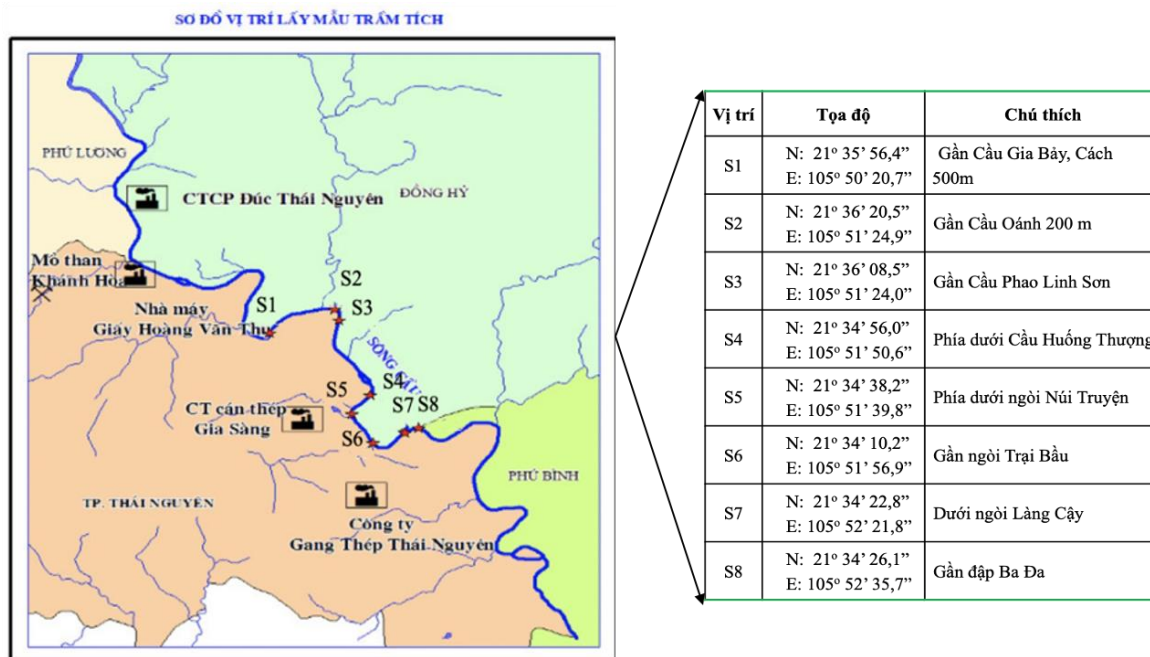
KLN có khả năng tích lũy sinh học rất lớn và không thể phân huỷ sinh học. Sự tích tụ KLN trong trầm tích có thể giải phóng vào trong môi trường nước gây ra rủi ro nghiêm trọng đối với hệ sinh thái dưới nước [1]. KLN có thể tích lũy thông qua chuỗi thức ăn cũng gây ra những rủi ro nghiêm trọng đối với sức khỏe con người [2]. Đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về KLN trong trầm tích sông, cửa sông, cửa biển ở Việt Nam cũng như các nước trên thế giới cho thấy khả năng tích tụ KLN trong trầm tích là rất lớn, lớn hơn rất nhiều so với trong nước. Thái Nguyên là một khu vực có nhiều mỏ khoáng sản và các khu công nghiệp, các hoạt động này có thể phát tán một lượng lớn KLN gây ra ô nhiễm môi trường. Trong số các KLN thì Cu và Zn là hai kim loại có nhiều ứng dụng trong thực tế nên khả năng phát tán ra môi trường là rất lớn, tuy đây là hai kim loại cần thiết đối với cơ thể con người và sinh vật nhưng khi hàm lượng vượt quá ngưỡng cho phép thì lại là tác nhân độc hại gây nôn mửa, thậm chí tử vong nếu ngộ độc Cu [3] hoặc tổn thương thận, lách hay hệ thận kinh khi hàm lượng Zn quá cao [4]. Đối với trầm tích sông Cầu thuộc tỉnh Thái Nguyên chúng tôi cũng đã công bố các kết quả nghiên cứu về phân tích dạng liên kết đối với Cu và Zn trong một số cột trầm tích, tuy nhiên, việc đánh giá các mức độ ô nhiễm của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt còn chưa được nghiên cứu đầy đủ và chi tiết [5]. Do đó, nghiên cứu này tập trung vào việc đánh giá các mức độ ô nhiễm của Cu và Zn trong các mẫu trầm tích bề mặt, mẫu được thu thập tại sông Cầu - đoạn chảy qua thành phố Thái Nguyên. Việc đánh giá ô nhiễm KLN có thể dựa vào hàm lượng kim loại tổng theo tiêu chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 2012 [6], chỉ số tích lũy địa chất (I_{geo}), hệ số làm giàu (EF) [7]; còn đối với hàm lượng các dạng liên kết thì mức độ ô nhiễm kim loại có thể đánh giá dựa vào các thông số như mức độ rủi ro đối với hệ sinh thái (%RAC), hệ số ô nhiễm cá nhân (ICF) [8].

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thực nghiệm

2.1.1. Thu thập mẫu

Các mẫu trầm tích được lấy bằng thiết bị chuyên dụng, có độ sâu từ 0 - 20 cm tại lưu vực sông Cầu đoạn chảy qua thành phố Thái Nguyên. Mẫu sau khi được thu thập, tiến hành sấy khô ở 100 °C, nghiền mịn bằng cối sứ và rây để được kích thước hạt nhỏ hơn 0,16 mm đồng thời loại bỏ cát, sỏi. Vị trí thu thập mẫu được thể trong hình 1.



Hình 1. Bản đồ vị trí lấy mẫu.

2.1.2. Xử lý mẫu

2.1.2.1. Xử lý mẫu xác định hàm lượng kim loại tổng

Để xác định hàm lượng kim loại tổng cũng như hàm lượng kim loại trong dạng cặn dư, các mẫu trầm tích được phân hủy bằng nước cường thủy (tỷ lệ HNO₃/HCl là 1:3) và vô cơ hóa mẫu bằng hệ lò vi sóng dựa theo phương pháp EPA Hoa Kỳ 3051A [9]. Cân 0,5 g mẫu trầm tích khô cho vào bình Teflon, cho thêm 10 ml hỗn hợp cường thủy, giữ ở nhiệt độ phòng từ 2-3 giờ, sau đó đóng nắp, đưa bình Teflon vào hệ lò vi sóng phá mẫu ở nhiệt độ 160 °C, thời gian phá mẫu 50 phút. Sau đó để nguội tự nhiên, đuổi axit dư và cô về muối ẩm rồi định mức bằng HNO₃ 1% đến 25 ml, lọc lấy dung dịch chứa kim loại cần xác định. Mẫu trắng được xử lý tương tự như mẫu thực nhưng thay 0,5 gam mẫu bằng 0,5 mL nước cất. Các mẫu được xử lý lặp lại 3 lần. Hàm lượng các kim loại được xác định bằng hệ thiết bị phân tích khối phổ cảm ứng plasma ICP-MS Nexion 2000 của hãng Perkin Elmer theo method EPA6020b [10].

2.1.2.2. Quy trình chiết tuần tự xác định hàm lượng các dạng liên kết

Các dạng liên kết của kim loại được chiết ra theo quy trình chiết tuần tự của BCR đã được sửa đổi trên trầm tích và mẫu bùn thải [11] và của Tessier đã được cải tiến [12], trong đó, dạng trao đổi (F1) và dạng liên kết với cacbonat (F2) được gộp lại thành một dạng liên kết (F1,2). Quy trình chiết được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Quy trình chiết các dạng liên kết của kim loại.

Dạng liên kết	Điều kiện chiết (1 gam mẫu)
Dạng trao đổi và liên kết với cacbonat (F1,2)	20 mL CH ₃ COOH 0,11M (pH = 2,85), lắc liên tục trong 16 giờ, t ^o phòng
Liên kết với Fe-Mn oxit (F3)	20 ml NH ₂ OH.HCl 0,4M trong CH ₃ COOH 25%, ở 95 °C lắc liên tục 5 giờ,
Liên kết với hữu cơ (F4)	10 ml CH ₃ COONH ₄ 3,2M trong HNO ₃ 20%, lắc 30 phút, t ^o C phòng
Cặn dư (F5)	Nước cường thủy

2.2. Phương pháp đánh giá mức độ ô nhiễm trầm tích

2.2.1. Chỉ số tích lũy địa chất (Igeo)

Chỉ số tích lũy địa chất (Igeo) do Müller đề xuất năm 1969 [13] để đánh giá mức độ ô nhiễm trầm tích đáy. Phương trình được sử dụng để tính toán Igeo là:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1,5.B_n} \right) \tag{1}$$

Trong đó, C_n là hàm lượng kim loại trong mẫu trầm tích, B_n là hàm lượng nền địa hoá của kim loại trong vỏ Trái đất [15] hay trong đá phiến sét. 1,5 là hệ số bù cho hàm lượng nền do những biến đổi về thạch học trong trầm tích. Nếu giá trị chỉ số tích lũy địa chất: Igeo ≤ 0 – Không bị ô nhiễm; 0 ≤ Igeo ≤ 1 – Ô nhiễm nhẹ; 1 ≤ Igeo ≤ 2 – Ô nhiễm trung bình; 2 ≤ Igeo ≤ 3 – Ô nhiễm trung bình đến nặng; 3 ≤ Igeo ≤ 4 – Bị ô nhiễm nặng; 4 ≤ Igeo ≤ 5 – Ô nhiễm nặng đến ô nhiễm rất nghiêm trọng; và 5 < Igeo – Ô nhiễm rất nghiêm trọng [13].

2.2.2. Hệ số làm giàu (EF)

Hệ số làm giàu (EF) là một công cụ giúp đánh giá tác động của con người đối với môi trường [14]. EF được xác định dựa trên sự chuẩn hóa nồng độ của một nguyên tố mà độ nhiễm bản của nó được đánh giá dựa trên nồng độ của một kim loại tham chiếu, đây là kim loại có khả năng biến thiên thấp trong vỏ trái đất. Các kim loại được tham chiếu là nhôm, canxi, sắt, mangan và titan. Tuy nhiên, được sử dụng nhiều nhất là mangan, nhôm và sắt [16]. Công thức tính EF như sau [7]:

$$EF = \frac{\left[\frac{C_n}{C_M} \right]_{mẫu}}{\left[\frac{C_n}{C_M} \right]_{vỏ\ trái\ đất}} \tag{2}$$

Trong đó, (C_n/C_M) là tỷ số giữa nồng độ nguyên tố n (C_n) và nồng độ kim loại tham chiếu (C_M) trong mẫu dùng để nghiên cứu và trong vỏ trái đất. Các hàm lượng được tính theo đơn vị mg/kg (trọng lượng khô). Vì trầm tích từ các sông, hồ rất giàu hàm lượng Fe, nên Fe thường được chọn là nguyên tố tham chiếu dùng để tính giá trị các EF của kim loại trong trầm tích. Hệ số làm giàu có 5 mức: EF ≤ 2 – Mức độ làm giàu bằng không; 2 < EF ≤ 5 – Mức độ làm trung bình; 5 < EF ≤ 20 – Mức độ làm giàu đáng kể; 20 < EF ≤ 40 – Mức độ làm giàu cao; EF > 40 – Mức độ làm giàu rất cao [7].

2.2.3. Chỉ số đánh giá mức độ rủi ro (%RAC)

Chỉ số đánh giá mức độ rủi ro (%RAC) dùng để đánh giá khả năng giải phóng kim loại vào nước từ trong trầm tích [17]. Chỉ số này được xác định dựa vào hai dạng liên kết tương đối yếu với trầm tích (dạng trao đổi và dạng liên kết với cacbonat), đây là hai dạng dễ giải phóng vào

nước gây ô nhiễm môi trường. Chỉ số %RAC được tính theo công thức:

$$\%RAC = \%F1 + \%F2 \quad (3)$$

%F1 là phần trăm của dạng trao đổi, %F2 là phần trăm của dạng liên kết với cacbonat. Mức độ rủi ro được coi là thấp khi %RAC < 10, mức trung bình khi $10 \leq \%RAC \leq 30$, mức cao khi $30 \leq \%RAC \leq 50$ và mức rất cao khi %RAC > 50 [8].

2.2.4. Hệ số ô nhiễm cá nhân (ICF)

Hệ số ô nhiễm cá nhân (ICF) được xác định dựa trên tỷ số của nồng độ dạng liên kết không phải cặn dư với dạng cặn dư [8]. Do đó, ICF được tính theo công thức:

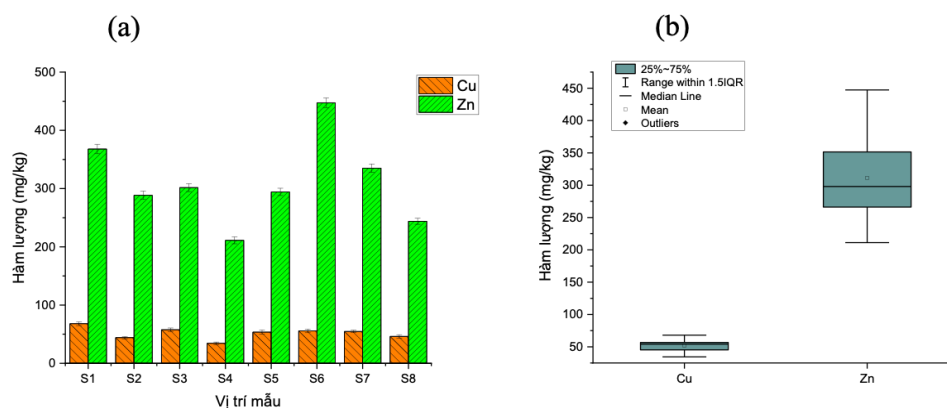
$$ICF = \frac{F1+F2+F3+F4}{F5} \quad (4)$$

Trong đó, F1 là dạng trao đổi, F2 là dạng liên kết với cacbonat, F3 là dạng liên kết với sắt - mangan oxihydroxit, F4 là dạng liên kết với hữu cơ và F5 là dạng cặn dư. Mức độ ô nhiễm thấp nếu $ICF < 1$, ô nhiễm trung bình nếu $1 \leq ICF \leq 3$, ô nhiễm cao ứng với $3 \leq ICF \leq 6$ và ô nhiễm rất cao ứng với $ICF \geq 6$ [8].

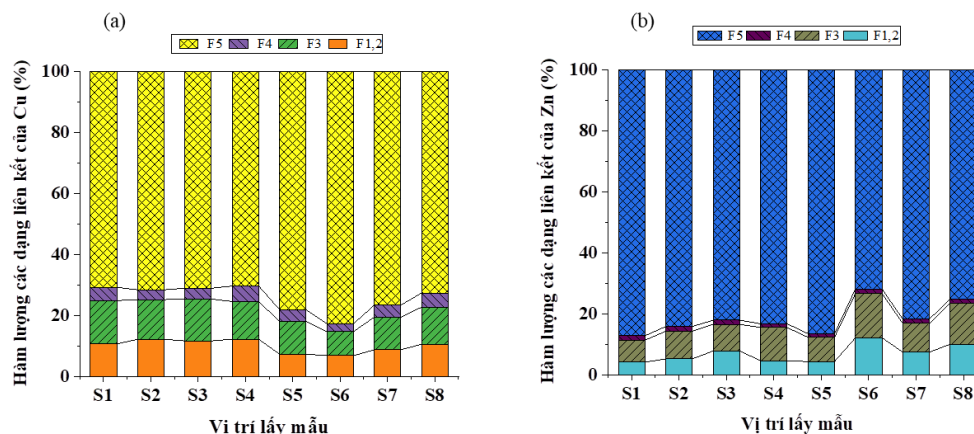
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích hàm lượng tổng và dạng liên kết của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thành phố Thái Nguyên

Kết quả phân tích hàm lượng kim loại tổng thể hiện trong hình 2, hàm lượng Cu nằm trong khoảng từ 34,42 mg/kg đến 68,02 mg/kg với giá trị trung bình là 51,81 mg/kg và hàm lượng Zn trong khoảng 211,15 - 447,40 mg/kg với giá trị trung bình là 311,24 mg/kg (hình 2a và 2b). Hàm lượng tổng của kim loại Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu tương đương so với mẫu trầm tích bề mặt của sông Nhuệ và sông Đáy [12], sông Sài Gòn nhưng thấp hơn so với một số mẫu trầm tích thuộc như kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè [18]. Sự phân bố hàm lượng Cu khá đồng đều ở các vị trí lấy mẫu, còn hàm lượng Zn thì tại vị trí S1 và S6 là cao hơn cả, điều này thể hiện hàm lượng Zn tại vị trí S1 và S6 đã bị ảnh hưởng bởi hoạt động của con người gây ra nhiều hơn so với các vị trí khác. Kết quả này có thể là do vị trí S1 gần cầu Gia Bảy đây là nơi chịu ảnh hưởng bởi các nguồn thải ra từ các khu khai thác khoáng sản, nhà máy giấy Hoàng Văn Thụ và khu công nghiệp Sơn Cẩm, đồng thời đây là nơi có mật độ dân cư đông đúc nên nước thải sinh hoạt của người dân cũng góp phần ảnh hưởng đến hàm lượng kim loại trong trầm tích; còn vị trí S6 cũng là khu vực hợp lưu của ngòi Trại Bàu với sông Cầu, ngòi Trại Bàu là nơi tiếp nhận nguồn thải của khu công nghiệp Gang – Thép, nhà máy luyện kim màu và nước thải sinh hoạt của người dân; Vì vậy, 02 vị trí này có hàm lượng Cu và Zn là cao hơn so với các vị trí khác.



Hình 2. (a) Hàm lượng kim loại tổng của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt theo từng vị trí lấy mẫu; (b) khoảng hàm lượng của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thành phố Thái Nguyên.



Hình 3. Hàm lượng các dạng liên kết của Cu (a) và Zn (b) trong trầm tích bề mặt.

Đối với kết quả phân tích hàm lượng dạng liên kết của Cu và Zn được thể hiện trong hình 3 cho thấy Cu và Zn đều tồn tại ở dạng cặn dư > dạng F3 > dạng F1,2 > dạng F4. Cụ thể đối với nguyên tố Cu (hình 3a), dạng cặn dư chiếm từ 70,37% đến 82,75%, dạng F3 chiếm khoảng 7,88% – 14,22%, dạng F1,2 chiếm 6,80% – 12,19% và dạng F4 chiếm khoảng 2,57% – 5,07%. Đối với kẽm (hình 3b), dạng cặn dư chiếm từ 71,87% đến 87,18%, dạng F3 chiếm khoảng 7,17% – 14,53%, dạng F1,2 chiếm 4,16% – 12,15% và dạng F4 chiếm khoảng 1,23% – 1,59%. Nhìn chung dạng F5 thường chiếm phần lớn hay các kim loại thường tồn tại chủ yếu ở dạng cặn dư, kết quả này tương tự như đối với trầm tích sông Nhuệ và sông Đáy [12], Hồ Trị An [19], tuy nhiên, các dạng khác còn tùy thuộc vào đặc tính của từng khu vực nghiên cứu, như trong trầm tích Sông Nhuệ và sông Đáy thì dạng F4 của Cu và Zn lại khá lớn so với trầm tích sông Cầu, kết quả này là do trong trầm tích sông Nhuệ và Đáy có hàm lượng chất hữu cơ và mùn cao. Ngoài dạng F3 thì dạng F1,2 của cả Cu và Zn trong trầm tích sông Cầu đều chiếm phần trăm đáng kể, điều này có thể là do trầm tích lưu vực sông Cầu có phần trăm cát lớn dẫn tới dạng F4 là rất nhỏ nên ngoài dạng chính F5 thì Cu, Zn có thể chuyển đổi qua 2 dạng F1,2 và F3, tuy nhiên, dạng F3 lớn hơn vì hàm lượng sắt – mangan oxit trong trầm tích thường rất lớn nên khả năng hấp phụ kim loại lên bề mặt là cao. Dạng F1,2 đây là dạng trao đổi và dạng liên kết với cacbonat, các dạng này dễ bị hoà tan và giải phóng vào nước từ trầm tích khi lực ion và pH của nước thay đổi gây nên ô nhiễm môi trường.

3.2. Mức độ ô nhiễm Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thành phố Thái Nguyên

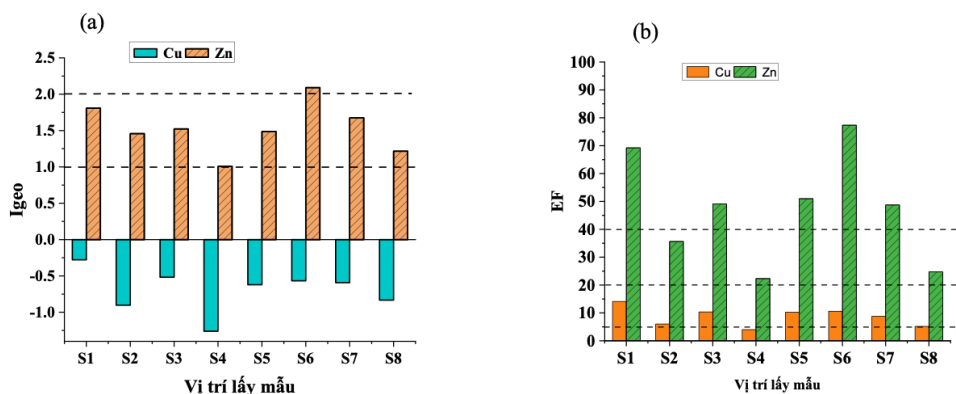
3.2.1. Đánh giá mức độ ô nhiễm theo hàm lượng kim loại tổng (Igeo, EF, QCVN 2012)

Để đánh giá hiện trạng mức độ ô nhiễm của Cu và Zn trong trầm tích theo hàm lượng kim loại tổng, từ kết quả phân tích thu được ở trên chỉ số tích lũy địa chất (Igeo) và hệ số làm giàu (EF) được tính toán cho hai kim loại Cu và Zn ở 8 vị trí lấy mẫu, với giá trị nền Bn của Cu và Zn lần lượt là 55 mg/kg và 70 mg/kg theo Hamilton [15], trung bình hàm lượng Fe trong vỏ trái đất là 47200 mg/kg [14], hàm lượng Fe trong mẫu trầm tích được thể hiện trong bảng 2. Giá trị Igeo và EF của Cu và Zn được thể hiện trong hình 4.

Dựa vào phân loại mức độ ô nhiễm và đồ thị hình 4(a) cho thấy các giá trị Igeo của Cu ở tất cả các vị trí lấy mẫu từ S1 đến S8 đều cho kết quả âm hay Cu trong trầm tích bề mặt thuộc khu vực nghiên cứu không bị ô nhiễm, còn các giá trị Igeo của Zn ở tất cả các vị trí lấy mẫu thường nằm trong khoảng $1 < I_{geo-Zn} < 2$ hay mức ô nhiễm của Zn ở mức trung bình trừ vị trí S6 có giá trị Igeo là 2,09 trên mức trung bình nhưng không đáng kể. Đối với đánh giá theo hệ số làm giàu thì giá trị EF của Cu nằm trong khoảng từ $5 < EF < 20$ (trừ vị trí S4 có $EF < 5$), giá trị EF của Zn nằm trong khoảng $20 < EF < 40$ đối với các vị trí S2, S4 và S8 còn các vị trí khác đều lớn hơn 40, như vậy mức độ làm giàu đồng là đáng kể còn mức độ làm giàu Zn từ cao đến rất cao.

Bảng 2. Hàm lượng Fe trong các mẫu trầm tích.

Vị trí mẫu	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Fe (mg/kg)	3344	5094	3869	5956	3633	3641	4327	6210

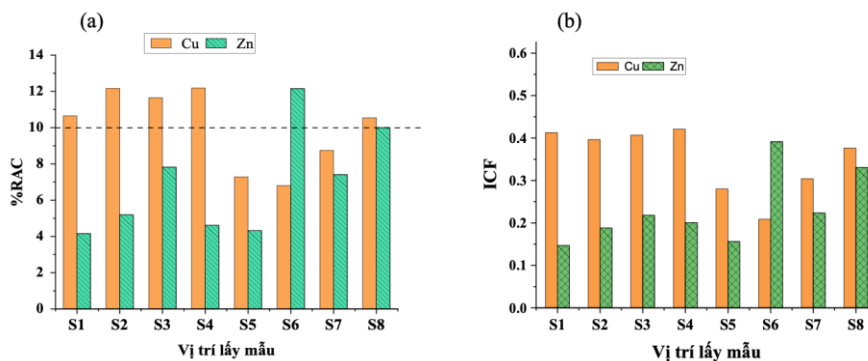


Hình 4. Giá trị Igeo (a); EF (b) của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thái Nguyên.

Theo tiêu chuẩn QCVN 2012 thì giới hạn cho phép đối với Cu và Zn lần lượt là 197 mg/kg; 315 mg/kg [6] thì Cu trong tất cả các mẫu nghiên cứu đều nhỏ hơn giới hạn bị ô nhiễm hay không ô nhiễm đồng, còn đối với Zn thì chỉ có 3 vị trí S1, S6 và S7 có hàm lượng Zn vượt quá giới hạn cho phép hay 3 vị trí này bị ô nhiễm kẽm.

3.2.2. Đánh giá mức độ ô nhiễm theo hàm lượng dạng liên kết của kim loại tổng (%RAC, ICF)

Việc đánh giá dựa trên hàm lượng kim loại tổng đôi khi không phản ánh đầy đủ hiện trạng ô nhiễm cho nên cần phải đánh giá mức độ ảnh hưởng của các kim loại đến môi trường thông qua hàm lượng các dạng liên kết. Mức độ rủi ro đối với hệ sinh thái (%RAC) và hệ số ô nhiễm cá nhân (ICF) được tính theo công thức (3), (4) thu được thể hiện trong hình 5.



Hình 5. Giá trị %RAC (a), ICF (b) của Cu và Zn trong trầm tích bề mặt sông Cầu – Thái Nguyên.

Kết quả (hình 5a) cho thấy %RAC của Zn hầu hết là nhỏ hơn 10 trừ vị trí S6 có %RAC là 12,15, do đó mức độ rủi ro đối với hệ sinh thái của kẽm là thấp (trừ vị trí S6 là mức trung bình). Đối với Cu thì %RAC tại các vị trí S1 đến S4 và S8 trong khoảng $10 < \%RAC < 30$ hay mức độ rủi ro là trung bình, còn các vị trí S5, S6 và S7 có %RAC nhỏ hơn 10 nên ở mức rủi ro thấp. Mức độ ô nhiễm cá nhân (ICF) của cả Cu và Zn (hình 5b) theo phân loại thì đều ở mức thấp vì tại tất cả các vị trí lấy mẫu từ S1 đến S8 giá trị $ICF < 1$. Như vậy, tuy mức độ ô nhiễm cá nhân của Cu và Zn đều thấp vì Cu và Zn tồn tại nhiều ở dạng cặn dư nhưng hàm lượng dạng trao đổi và dạng liên kết với cacbonat của Cu cũng chiếm một phần đáng kể nên có mức độ rủi ro đối với hệ sinh

thái đa số là trung bình. Điều này khẳng định việc đánh giá ô nhiễm của kim loại trong trầm tích cần dựa trên nhiều chỉ số để có thể kết luận đầy đủ hơn.

4. KẾT LUẬN

Hàm lượng kim loại tổng và hàm lượng dạng liên kết của Cu và Zn tại 8 vị trí lấy mẫu trầm tích bề mặt thuộc lưu vực sông Cầu – thành phố Thái Nguyên đã được xác định để đánh giá mức độ ô nhiễm.

Đối với kim loại Cu, theo QCVN 2012 và chỉ số Igeo ($I_{geo} < 0$) thì đồng không ô nhiễm, hoặc ô nhiễm thấp theo giá trị ICF ($ICF < 1$) nhưng có mức độ làm giàu đáng kể theo EF ($5 < EF < 20$) và có mức độ rủi ro đối với hệ sinh thái đa số trung bình ($10 < \%RAC < 30$ trừ vị trí S5 đến S7).

Đối với kim loại Zn, mức độ ô nhiễm là trung bình theo chỉ số Igeo ($1 < I_{geo-Zn} < 2$) trừ vị trí S6 là trên trung bình và mức độ làm giàu cao đến rất cao ($EF > 20$) nhưng mức độ rủi ro đối với hệ sinh thái đa số là thấp $\%RAC < 10$ (trừ vị trí S6) và mức độ ô nhiễm cá nhân cũng thấp ($ICF < 1$). Theo QCVN 2012 thì Zn bị ô nhiễm ở 03 vị trí S1, S6 và S7.

Các kết quả đánh giá ô nhiễm Cu và Zn sẽ cung cấp dữ liệu tham khảo về ô nhiễm KLN trong trầm tích bề mặt sông Cầu – thành phố Thái Nguyên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. J. Green, A. Planchart, “*The neurological toxicity of heavy metals: a fish perspective*”, *Comp. Biochem. Physiol. C: Toxicol. Pharmacol.*, **vol 208**, pp 12 – 19, (2018).
- [2]. J. E. Gall, R. S. Boyd, N. Rajakaruna, “*Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review*”, *Environ. Monit. Assess.*, **vol 187**, no 4, pp 201, (2015).
- [3]. WHO, “*Environmental Health Criteria 200: Copper*”, World Health Organization, Geneva, (1998).
- [4]. Ivor E Dreosti, “*Zinc: Nutritional aspects, report of international meeting*”, Adelaide, (1996).
- [5]. Phạm Thị Thu Hà, Vũ Đức Lợi, “*Phân tích dạng kim loại đồng, kẽm trong trầm tích cột thuộc lưu vực sông Cầu – tỉnh Thái Nguyên*”, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **số 20**, tr 152-160, (2015).
- [6]. QCVN 43: 2012/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích*.
- [7]. L.C. F. Sergio, B. S. J. Jucelino, F. S. Ivanice, M.C. O. Olivia, C. Victor, F. S. Q. Antonio, “*Use of pollution indices and ecological risk in the assessment of contamination from chemical elements in soils and sediments – Practical aspects*”, *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, **vol 35**, pp 00169, (2022).
- [8]. Shou Zhao, Chenghong Feng, Yiru Yang, Junfeng Niu, Zhenyao Shen, “*Risk assessment of sedimentary metals in the Yangtze Estuary: New evidence of the relationships between two typical index methods*”, *Journal of Hazardous Materials*, **Vol 241–242**, pp 164 – 172, (2012).
- [9]. Method 3051A, “*microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils*”, (2007).
- [10]. United States Environmental Protection Agency, “*EPA Method 6020B. Inductively Coupled Plasma— Mass Spectrometry*”, (2014).
- [11]. G. Rauret, S. J. F. Lopez, A. Sahuquillo, et al, “*Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials*” *Journal of Environmental Monitoring*, **vol. 1**, no. 1, pp. 57–61, (1999).
- [12]. Vũ Đức Lợi, Nguyễn Thanh Nga, Trịnh Anh Đức, Phạm Gia Môn, Trịnh Hồng Quân, Dương Tuấn Hưng, Trần Thị Lệ Chi và Dương Thị Tú Anh, “*Phân tích dạng một số kim loại nặng trong trầm tích thuộc lưu vực sông Nhuệ và Đáy*”, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **tập 15** (2010), tr 26 - 32.
- [13]. G. Muller, “*Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River*”, *Geojournal*, **vol 2**, pp 108–118, (1969).
- [14]. C. Reimann, P. De Caritat, “*Intrinsic flaws of element enrichment factors (EFs) in environmental geochemistry*”, *Environ. Sci. Technol.*, **vol 34**, no 24, pp 5084–5091, (2000).
- [15]. E. I. Hamilton, “*Environmental variables in a holistic evaluation of land contaminated by historic mine wastes: a study of multi-element mine wastes in West Devon, England using arsenic as an element of potential concern to human health*”, *The Science of the Total Environment*, **vol 249**, pp 171-221, (2000).

- [16]. H.D. Weissmannova, J. Pavlovsky, “Indices of soil contamination by heavy metals – methodology of calculation for pollution assessment (minireview)”, Environ. Monit. Assess., **Vol 189**, no 12, pp 616, (2017).
- [17]. S. K. Sundaray, B. B. Nayak, S. Lin, D. Bhatta, “Geochemical speciation and risk assessment of heavy metals in the river estuarine sediments – A case study: Mahanadi basin, India”, J. Hazard. Mater, **vol 186**, pp 1837–1846, (2011).
- [18]. Hoàng Thị Thanh Thủy, Từ Thị Cẩm Loan, Nguyễn Như Hà Vy, “Nghiên cứu địa hóa môi trường một số kim loại nặng trong trầm tích sông rạch Thành Phố Hồ Chí Minh”, Tạp chí phát triển KH và CN, **tập 10**, số 1, (2007).
- [19]. Vũ Đức Lợi, Nguyễn Thị Vân, Trịnh Hồng Quân, Đinh Văn Thuận, Phạm Thị Thu Hà, “Phân tích dạng một số kim loại nặng trong trầm tích hồ Trị An”, Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học, **tập 20**, số 3, tr 161-172, (2015).

ABSTRACT

Assessment of Cu and Zn pollution in surface sediments of Song Cau – Thai Nguyen city

The level of heavy metals pollution on the aquatic environment depends not only on the total metal concentration but also on the fractions of heavy metals in the sediments. In this study, the level of contamination of Cu and Zn in surface sediments of Cau river - Thai Nguyen city has been analyzed and assessed by the total metal concentration and the fractions of these metals. Surface sediment samples were collected at 08 locations, the results showed that, according to QCVN 2012, the Cu concentration didn't exceed the pollution limit and the Zn concentration of 03 sampling locations (S1, S6, and S7) exceeded the pollution limit. The geological accumulation index of Cu is $I_{geo-Cu} < 0$ and that of Zn is about $1 < I_{geo-Zn} < 2$ or copper is not polluted and zinc is moderately polluted. The enrichment factors of Cu are in the range of $5 < EF < 20$ while Zn has an $EF > 20$ or the enrichment capacity of Zn is high and Cu is insignificant. The %RAC value of Cu is in the range of $10 < \%RAC < 30$ and for Zn $\%RAC < 10$ that means the risk assessment code of Zn is low and that of Cu is moderate. Both of the individual contamination factors of Cu and Zn are low ($ICF < 1$).

Keywords: Heavy metal; Surface sediments; Geoaccumulation index; Enrichment factors; Risk assessment code.