

# HÀM LƯỢNG Zn, Cu, Pb TRONG TRẦM TÍCH, ĐẤT VÀ NƯỚC TẠI VÙNG VEN BIỂN BẮN ĐẢO CÀ MAU

Bùi Thị Nga<sup>1</sup> Nguyễn Văn Thơ<sup>2</sup>

## ABSTRACT

*Pollutions of heavy metals are of concern because of their toxicity and their persistence in the environment. This study determined concentrations of Zn, Cu and Pb in sediments and water. Sediment and water samples were taken at the canals, rivers, estuaries, and swamps; soil and water samples were collected from mangrove forests in the dry and wet seasons. The results showed that, the levels of Zn, Cu and Pb in sediment samples decreased progressively from rivers to estuaries. Concentrations of Zn and Cu in water from the survey area were over the Vietnamese water standard for aquaculture, while Pb concentrations were well within the standard. Cu, Zn, Pb concentrations were positively correlated among themselves, and their levels decreased with distance from residential areas. The pollution and the mobility of Zn, Cu and Pb are needed to be studied further.*

**Keywords:** Heavy metals, canal, river, estuary, mangrove forest

**Title:** Concentration of Zn, Cu, Pb, in sediment, soil and water in coastal area, Camau province

## TÓM TẮT

*Ô nhiễm kim loại nặng được quan tâm do bởi tính độc hại và bền vững trong môi trường. Đề tài được thực hiện nhằm xác định hàm lượng kim loại nặng trong đất, trầm tích và trong nước tại vùng nghiên cứu. Mẫu trầm tích và mẫu nước được thu tại rạch, sông, cửa sông và bãi bồi; mẫu đất và mẫu nước được thu tại rừng ngập mặn vào mùa mưa và mùa nắng. Kết quả cho thấy, hiện diện của Zn, Cu và Pb trong trầm tích giảm dần từ sông rạch nội ô đến cửa sông. Nồng độ của Zn, Cu trong nước tại vùng khảo sát cao vượt tiêu chuẩn nước cho nuôi thủy sản, trong khi sự hiện diện Pb trong vùng khảo sát ở mức độ không ô nhiễm. Cu, Zn, Pb có tương quan thuận với nhau, càng xa khu dân cư thì sự phân bố của chúng giảm dần. Mức độ ô nhiễm và tính di động của Zn, Cu và Pb nên được quan tâm nghiên cứu.*

**Từ khóa:** kim loại nặng, kênh, sông, cửa sông, rừng ngập mặn

## 1 GIỚI THIỆU

Quá trình phát triển công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ như y tế, du lịch, thương mại... ở nước ta đã làm cho môi trường bị ô nhiễm nghiêm trọng, đặc biệt sự hiện diện của kim loại nặng trong môi trường đất, nước đã và đang là vấn đề môi trường được cộng đồng quan tâm. Vùng cửa sông, cửa biển, ven biển thường là nơi tích tụ các chất ô nhiễm có nguồn gốc từ nội địa. Trong môi trường thủy sinh, trầm tích có vai trò quan trọng trong sự hấp thụ các kim loại nặng bởi sự lắng đọng của các hạt lơ lửng và các quá trình có liên quan đến bề mặt các vật chất vô cơ và hữu

<sup>1</sup> Bộ Môn Môi Trường & QLTNTN, Đại Học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Nông Nghiệp, Đại Học Bạc Liêu

cơ trong trầm tích. Sự tích tụ kim loại nặng sẽ ảnh hưởng đến đời sống của các sinh vật thủy sinh, gây ảnh hưởng đến sức khỏe của con người thông qua chuỗi thức ăn. Vùng ven biển ĐBSCL đặc biệt bán đảo Cà Mau là nơi thích hợp cho các cây ngập mặn. Rừng ngập mặn không chỉ có giá trị về kinh tế, văn hóa, xã hội, mà còn có giá trị về sinh thái (Field, 1996 trích trong Tong *et al.*, 2004). Rừng ngập mặn cung cấp thức ăn, nơi trú ngụ cho nhiều loài động vật biển như chim, côn trùng, cá,... và cũng là nơi duy trì chuỗi thức ăn phức tạp (Lin, 1988 trích trong Zheng *et al.*, 1997). Tuy nhiên, trầm tích rừng ngập mặn rất giàu sulphide và vật chất hữu cơ, đây chính là nơi lắng đọng và lưu giữ các chất ô nhiễm có nguồn gốc từ đất liền, nhất là kim loại nặng (Zheng *et al.*, 1997; Tam & Wong, 2000 trích trong Defew *et al.*, 2005). Do vậy, xác định hàm lượng kim loại nặng trong môi trường là rất cần thiết do tính độc hại, tính bền vững và sự tích tụ sinh học của chúng (UNEP/FAO/WHO, 1996 trích trong Carles *et al.*, 2000).

## **2 NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1 Thời gian và địa điểm thu mẫu**

Đề tài tiến hành thu mẫu vào tháng 8 năm 2006 (mùa mưa) và tháng 3 năm 2007 (mùa nắng). Mẫu trầm tích và mẫu nước được thu tại các sông rạch trong nội ô thành phố như kênh Phụng Hiệp, Tắc Vân, sông Gành Hào và cửa sông Gành Hào, Bảy Háp. Mẫu đất và mẫu nước được thu tại bãi bồi không có rừng, rừng mắm và rừng đước tại huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau (Hình 1). Mỗi điểm thu 3 mẫu đất và trầm tích theo hình zít-zắt. Riêng mẫu được thu ở huyện Ngọc Hiển được thu theo lát cắt từ biển tiến vào nội đồng. Các hệ thống kênh nghiên cứu mẫu đất được thu tại các kênh chính trong nội ô tiếp nối các kênh đổ ra sông và cửa Gành Hào.

### **2.2 Phương pháp thu và bảo quản mẫu**

#### *2.2.1 Phương pháp thu và bảo quản mẫu đất*

- Mẫu đất được thu ở tầng mặt theo lát cắt từ bãi bồi không có rừng đến khu rừng mắm và rừng đước. Tại mỗi vị trí thu 3 mẫu, mỗi mẫu đất được thu ít nhất 10 vị trí xung quanh với bán kính 10 mét, sau đó trộn lại thành 1 mẫu đại diện.
- Mẫu trầm tích được thu tại cửa Bảy Háp, Gành Hào và tại kênh Phụng Hiệp, Tắc Vân, sông Gành Hào thuộc nội ô thành phố Cà Mau.
- Mẫu đất và mẫu trầm tích được chứa trong các túi nhựa polyetylen và được bảo quản ở nhiệt độ 40C trong thùng trữ lạnh. Mẫu được đem về phòng thí nghiệm, phơi ở nhiệt độ phòng đến khi khô, được nghiền và cho qua rây có mắt lưới 0.5 mm.

#### *2.2.2 Phương pháp thu và bảo quản mẫu nước*

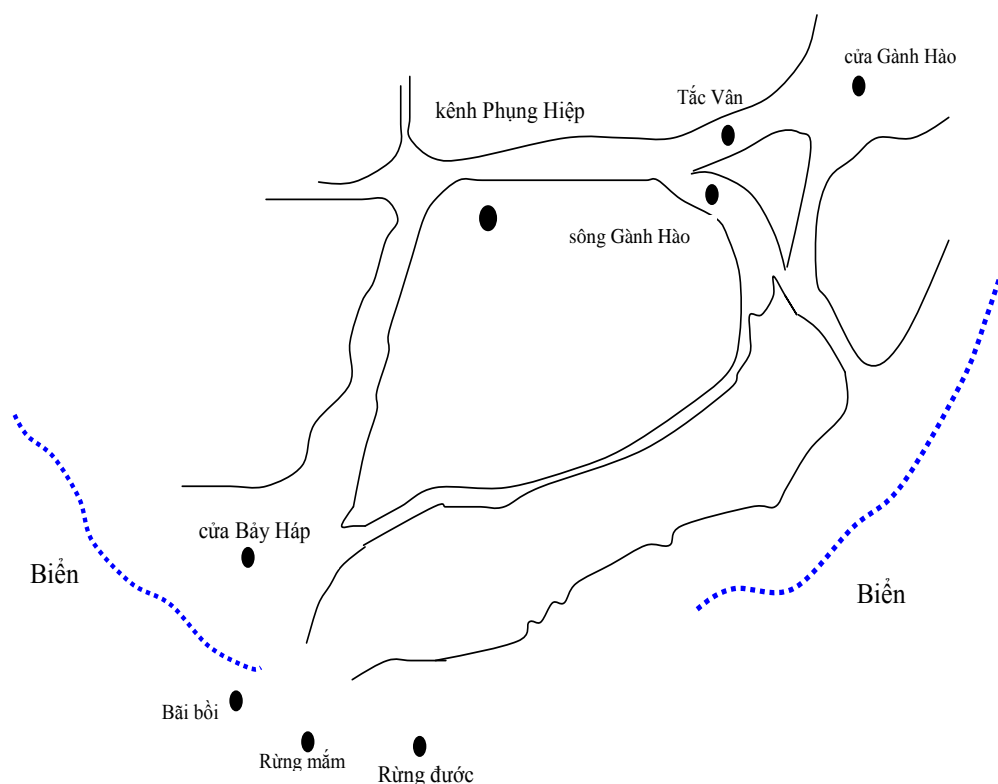
Các chai lấy mẫu nước sông được rửa và được dán nhãn ghi đầy đủ các chi tiết về địa điểm, ngày giờ thu mẫu. Dùng tay cầm chai lấy mẫu nhúng vào dòng nước, cách bề mặt nước độ 30-50 cm, miệng chai lấy mẫu hướng về phía dòng nước tới (trước khi lấy mẫu súc rửa chai hai lần bằng chính nước tại hiện trường), sau đó đậy kín miệng chai, đối với chai phân tích pH, EC trữ lạnh ở 40C, riêng đối với chỉ tiêu phân tích kim loại nặng cho 1,5 mL HNO<sub>3</sub> đã cố định mẫu.

### 2.3 Phương pháp phân tích mẫu đất và nước

Hàm lượng Zn, Pb, và Cu trong mẫu đất được xác định bằng cách ly trích với HNO<sub>3</sub> (Houba *et al.*, 1995). Nồng độ Zn, Pb, và Cu trong mẫu nước được phân tích theo phương pháp chuẩn (APHA, 1998).

### 2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS để xử lý số liệu. Số liệu trước khi xử lý thống kê phải được đưa về phân bố chuẩn. Sau đó các chỉ tiêu thu thập được phân tích phương sai theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên hai nhân tố. Khi ảnh hưởng của nhân tố và tương tác có ý nghĩa thống kê, sử dụng kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 5%.



Hình 1: Sơ đồ vị trí thu mẫu đất, mẫu trầm tích và mẫu nước tại các điểm nội ô và ven biển

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Hàm lượng Zn tại vùng nghiên cứu

Hàm lượng Zn trung bình biến động từ 66,13 - 241,13 mg.kg<sup>-1</sup>, và hiện diện với hàm lượng cao trong trầm tích ở các sông rạch thuộc nội ô thành phố Cà Mau, nhưng lại thấp hơn tại các vùng cửa sông, bãi bồi và vùng ven biển có rừng mắm, rừng đước (Bảng 1). Vào mùa mưa, hàm lượng kẽm trong trầm tích không có sự khác biệt ở kênh Phụng Hiệp, kênh Tắc Vân, sông Gành Hào, cửa Bảy Háp, nhưng lại khác biệt có ý nghĩa so với các điểm tại vùng bãi bồi, ven biển, và tại các điểm này hàm lượng Zn tương đối thấp hơn so với các vùng khác dao động trong khoảng 66,13 – 73,07 mg.kg<sup>-1</sup>. Hàm lượng Zn vào mùa nắng (116,13 – 241,13 mg.kg<sup>-1</sup>) có sự dao động lớn so với mùa mưa (66,13 – 102,4 mg.kg<sup>-1</sup>). Riêng

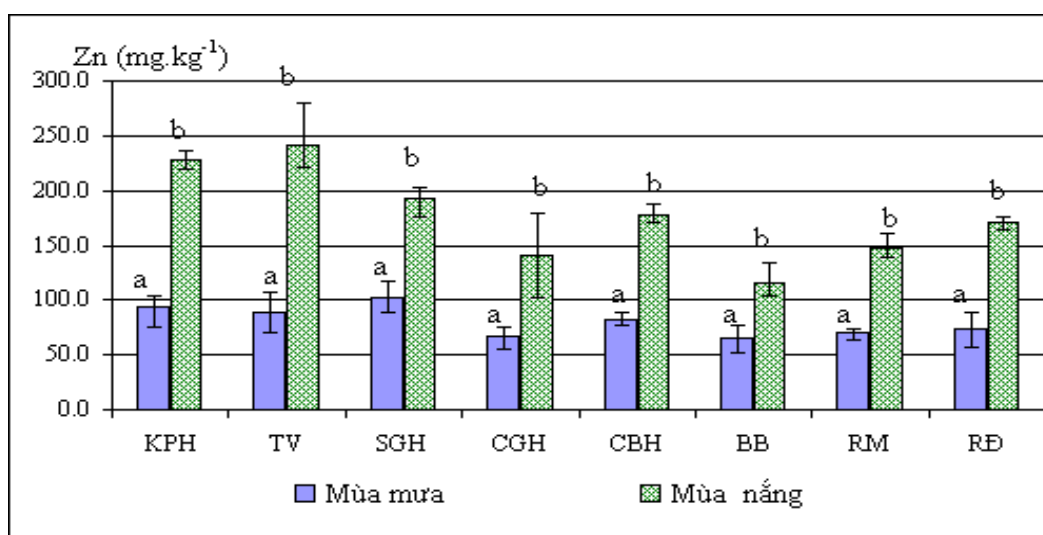
vùng cửa sông và ven biển thì hàm lượng Zn tương đối thấp hơn so với trong sông rạch, nhưng không có sự khác biệt ý nghĩa giữa các điểm bãi bồi và rừng mắm, rừng đước.

**Bảng 1: Hàm lượng trung bình Zn (mg.kg<sup>-1</sup>) trong trầm tích và trong đất vào mùa mưa và mùa nắng tại sông rạch thành phố Cà Mau và vùng ven biển huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau**

Điểm thu	Mùa nắng	Mùa mưa
Kênh Phụng Hiệp	228,13 <sup>a</sup>	93,47 <sup>ab</sup>
Kênh Tắc Vân	241,13 <sup>a</sup>	88,93 <sup>abc</sup>
Sông Gành Hào	191,97 <sup>b</sup>	102,4 <sup>a</sup>
Cửa Gành Hào	141,47 <sup>cd</sup>	66,27 <sup>c</sup>
Cửa Bảy Háp	178,3 <sup>bc</sup>	82,03 <sup>abc</sup>
Bãi Bồi	116,13 <sup>d</sup>	66,13 <sup>c</sup>
Rừng mắm	146,93 <sup>cd</sup>	69,97 <sup>bc</sup>
Rừng đước	170,13 <sup>bc</sup>	73,07 <sup>bc</sup>

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có mẫu tự theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% qua phép thử Duncan.

Kết quả hình 2 cho thấy hàm lượng Zn khác biệt có ý nghĩa thống kê theo mùa, vào mùa nắng thì hàm lượng Zn cao hơn so với mùa mưa tại tất cả các điểm thu mẫu và hàm lượng kẽm giảm dần khi càng xa nơi tập trung dân cư, điều này cho thấy rằng chất thải đô thị từ nội ô thành phố Cà Mau có thể là nguyên nhân làm gia tăng hàm lượng kẽm. Mặt khác theo Morillo et al (2004) trong số các kim loại (Cu, Zn, Cd, Pb, Fe, Ni, Cr, Mn) Zn là nguyên tố có tính dễ di động nhất và dễ dàng phóng thích từ trầm tích sang môi trường nước khi điều kiện môi trường thay đổi. Cà Mau là một trong các tỉnh ven biển chịu sự xâm nhập mặn vào mùa nắng và thường vào mùa mưa thì độ mặn có xu hướng giảm (Nguyen, 1998 trích trong Cenci và Martin, 2004).

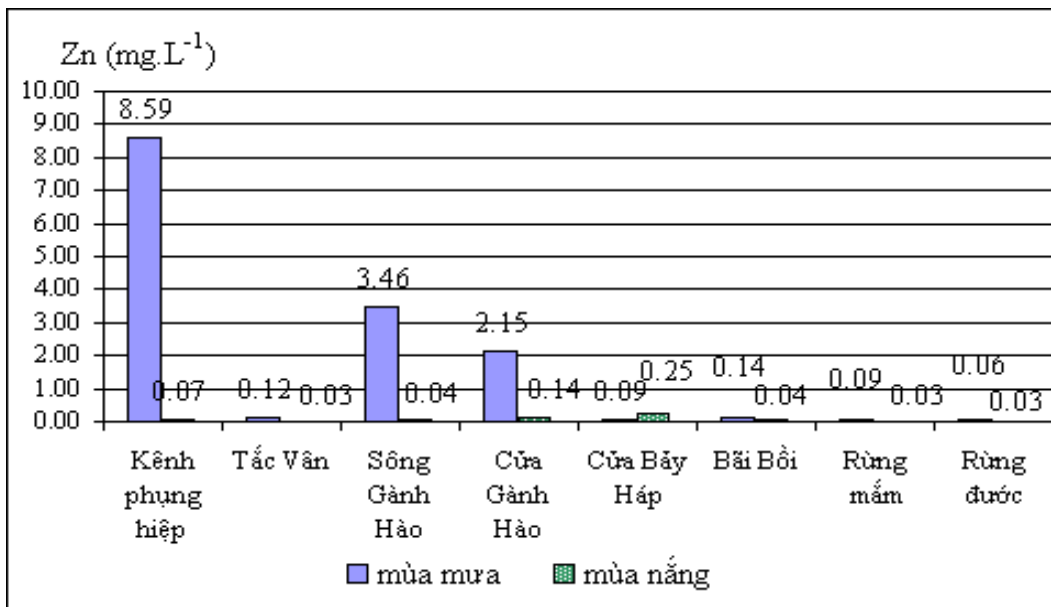


**Hình 2: So sánh hàm lượng trung bình Zn (mg.kg<sup>-1</sup>) trong trầm tích và trong đất**

Hàm lượng kẽm trong trầm tích tại tất cả các điểm thu mẫu trong mùa mưa thấp hơn mùa nắng nhưng nồng độ kẽm trong nước tại các điểm tương ứng tăng cao. Điều này cho thấy rằng có thể Zn trong trầm tích phóng thích vào nước, là nguyên nhân làm giảm hàm lượng Zn trong trầm tích ở mùa mưa so với mùa nắng khi độ

mặn thay đổi. Hàm lượng Zn trung bình 157,67 mg.kg-1 tại các sông rạch thường cao hơn có ý nghĩa so với các vùng cửa sông 117,017 mg.kg-1, bãi bồi 91,13 mg.kg-1 và vùng ven biển có rừng mắm và đước 115,1 mg.kg-1. Zn có mối tương quan thuận với Pb và EC (hệ số r tương ứng 0,568\*\*, 0,551\*\*). Kết quả này chỉ ra rằng Zn có thể đến chung từ một nguồn với Pb. Nồng độ kẽm tại các điểm dao động từ 0,03 - 8,59 mg.L-1, và giảm dần từ sông rạch ra vùng cửa sông và ven biển.

Vào mùa mưa hàm lượng kẽm tại kênh Phụng Hiệp, Sông Gành Hào, cửa Gành Hào khá cao 2,15 - 8,59 mg.L-1 (Hình 3). Theo White & Driscoll (1987) trích trong WHO (2001) trong nước vật chất hữu cơ có vai trò quan trọng trong việc liên kết với kẽm, đặc biệt ở pH cao (>6,5), có thể thấy tại các sông rạch nơi có chứa nhiều vật chất lơ lửng, nước thải đô thị và nước thải công nghiệp là các yếu tố đóng góp quan trọng vào sự ô nhiễm kẽm trong nước mặt (USEPA, 1980 trích trong WHO, 2001). Riêng tại các vùng bãi bồi, ven biển thì hàm lượng Zn có trong nước thấp hơn rất nhiều dao động trong khoảng 0,03 - 0,09 mg.L-1. Tổng cục đo lường Việt Nam (2004) qui định nồng độ Zn trong nước biển ven bờ sử dụng cho nuôi thủy sản khoảng 0.01 mg.L-1.



Hình 3: Nồng độ Zn (mg.L-1) trong nước tại vùng nghiên cứu

### 3.2 Hàm lượng đồng (Cu) tại vùng nghiên cứu

Hàm lượng Cu trung bình biến động từ 13,63 - 39,97 mg.kg<sup>-1</sup> hiện diện với hàm lượng khá cao tại các sông rạch thuộc nội ô thành phố Cà Mau và giảm dần khi ra đến cửa sông, vùng ven biển có rừng ngập mặn (Bảng 2).

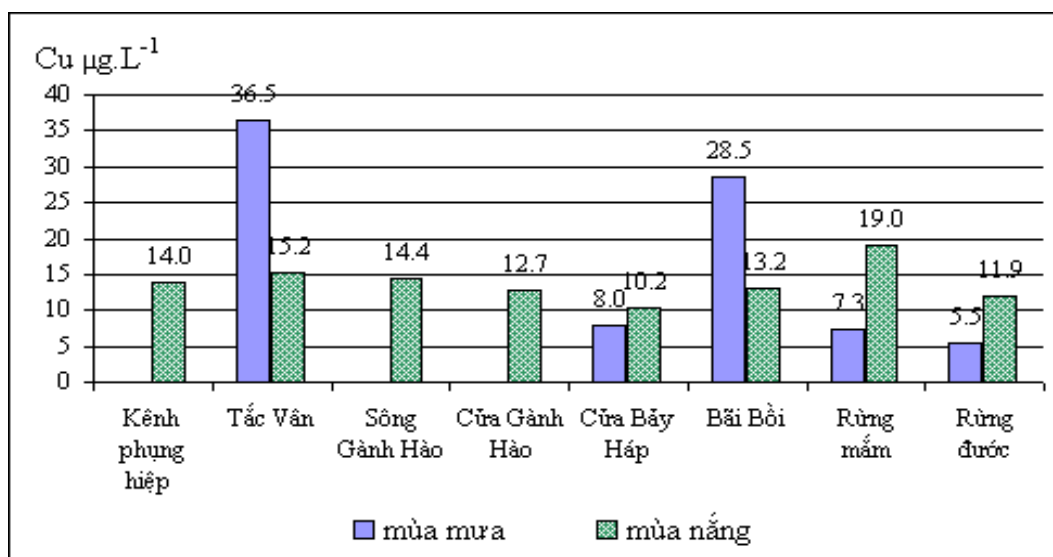
Vào mùa nắng hàm lượng Cu trong trầm tích sông rạch nội ô thành phố Cà Mau cao hơn có ý nghĩa thống kê so với vùng cửa sông, và vùng ven biển có rừng. Vào mùa mưa hàm lượng Cu biến động từ 15,5 - 39,97 mg.kg-1. Trong rừng mắm và rừng đước khả năng lưu giữ đồng cao hơn có ý nghĩa so với bãi bồi không có rừng.

Điều này có thể là do trong rừng đước và rừng mắm lượng hữu cơ đến từ vật rụng khá cao, chúng được tích tụ trong nền rừng và các kênh trong rừng (Nga et al., 2005). Nghiên cứu của Tam et al., (1998) cho thấy chất hữu cơ có khả năng lưu giữ tốt các kim loại nặng. Theo Morillo et al. (2004) Cu dễ dàng tạo phức với các hợp chất hữu cơ hay sulphide tạo nên các phức bền vững cao.

**Bảng 2: Hàm lượng trung bình Cu (mg.kg<sup>-1</sup>) trong trầm tích và trong đất vào mùa mưa và mùa nắng tại sông rạch thành phố Cà Mau và vùng ven biển huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau**

Điểm thu	Mùa nắng	Mùa mưa
Kênh Phụng Hiệp	28,63 <sup>a</sup>	39,97 <sup>a</sup>
Kênh Tắc Vân	29,23 <sup>a</sup>	25,43 <sup>bc</sup>
Sông Gành Hào	23,87 <sup>b</sup>	28,3 <sup>b</sup>
Cửa Gành Hào	14,43 <sup>d</sup>	16,8 <sup>d</sup>
Cửa Bảy Háp	17,5 <sup>c</sup>	18,07 <sup>cd</sup>
Bãi Bồi	13,63 <sup>d</sup>	15,5 <sup>d</sup>
Rừng mắm	17,4 <sup>c</sup>	19,13 <sup>cd</sup>
Rừng đước	19,83 <sup>c</sup>	18,8 <sup>cd</sup>

Kết quả hình 4 cho thấy nồng độ Cu dao động từ 5,5 – 36,5 µg.L<sup>-1</sup>. Nồng độ đồng trong nước tại kênh Tắc Vân cao hơn có ý nghĩa so với tại cửa sông, khu bãi bồi và vùng đất có rừng, riêng tại các điểm vùng bãi bồi và ven biển thì hàm lượng Cu thấp hơn.



**Hình 4: Nồng độ Cu µg.L<sup>-1</sup> trong nước tại vùng nghiên cứu**

Kết quả đề tài cho thấy tại sông rạch là nơi tiếp nhận nguồn nước thải từ sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp, các hoạt động giao thông đường thủy thì nồng độ đồng trong nước lại cao. Nồng độ Cu vào mùa nắng tại các điểm tương đối thấp hơn dao động 10,2 – 19,0 µg.L<sup>-1</sup> và không có khác biệt giữa các điểm: sông Gành Hào, Kênh Phụng Hiệp, Tắc Vân nồng độ Cu dao động từ khoảng 14,0 – 15,2 µg.L<sup>-1</sup>. Vùng cửa Gành Hào, cửa Bảy Háp, bãi bồi nồng độ Cu giảm nhưng không

đáng kể dao động từ 10,2 – 13,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$  riêng tại các điểm rừng mắm nồng độ Cu tương đối cao hơn so với các điểm còn lại 19,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nhưng sự biến động nồng độ Cu tại các điểm vào mùa nắng không đáng kể.

### 3.3 Hàm lượng chì (Pb) tại vùng nghiên cứu

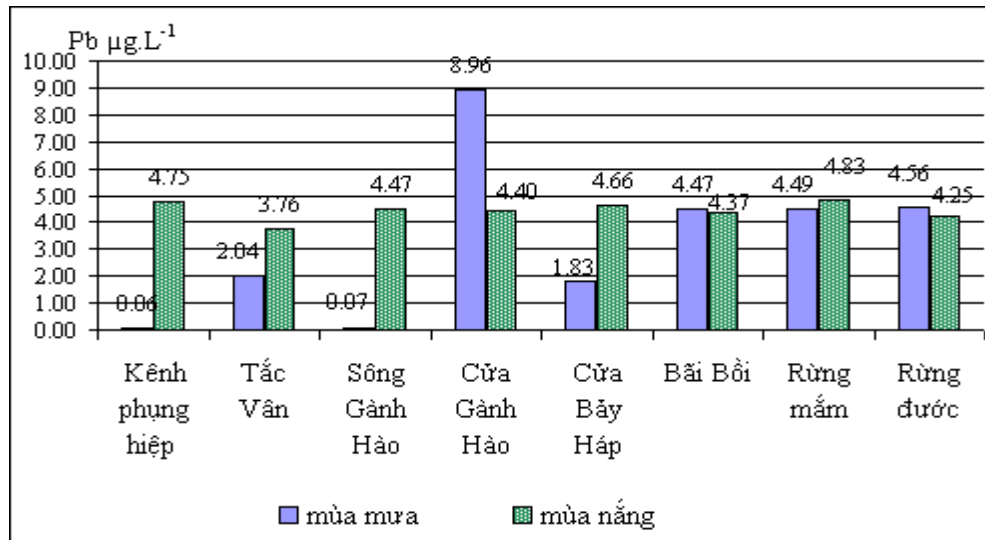
Hàm lượng chì trong trầm tích khá cao chủ yếu trong các kênh rạch thuộc nội ô thành phố Cà Mau (kênh Phụng Hiệp, Tắc Vân và Sông Gành Hào) nhưng thấp ở hầu hết các vùng cửa sông, ven biển và rừng ngập mặn (Bảng 3). Hàm lượng chì biến động trung bình từ 2,07 đến 11,3  $\text{mg.kg}^{-1}$  đạt cao nhất tại kênh Phụng Hiệp (11,3  $\text{mg.kg}^{-1}$ ). Vào mùa mưa không có sự khác biệt về hàm lượng chì giữa vùng ven biển, cửa sông và rừng ngập mặn, nhưng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các điểm thu trong kênh rạch nội ô thành phố Cà Mau (kênh Phụng Hiệp và kênh Tắc Vân). Hàm lượng chì không khác biệt giữa các điểm thu thuộc vùng cửa sông (cửa Gành Hào, cửa Bảy Háp), rừng ngập mặn (rừng đước) và bãi bồi hay giữa các điểm thuộc sông rạch nội ô thành phố Cà Mau (kênh Phụng Hiệp, sông Gành Hào), và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các điểm cửa sông, vùng ven biển có rừng với các điểm sông rạch nội ô thành phố Cà Mau (Bảng 3).

**Bảng 3: Hàm lượng trung bình Pb ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) trong trầm tích và trong đất tại sông rạch thành phố Cà Mau và vùng ven biển huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau**

Điểm thu	Mùa nắng	Mùa mưa
Kênh Phụng Hiệp	10,08 <sup>a</sup>	11,3 <sup>a</sup>
Kênh Tắc Vân	9,23 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>
Sông Gành Hào	10,87 <sup>a</sup>	3,57 <sup>b</sup>
Cửa Gành Hào	6,17 <sup>c</sup>	2,9 <sup>b</sup>
Cửa Bảy Háp	7,1 <sup>c</sup>	2,07 <sup>b</sup>
Bãi Bồi	5,9 <sup>c</sup>	2,53 <sup>b</sup>
Rừng mắm	9,03 <sup>b</sup>	3,13 <sup>b</sup>
Rừng đước	7,1 <sup>c</sup>	2,27 <sup>b</sup>

Qua hình 5 cho thấy nồng độ chì trong nước dao động 0,06 - 8,96  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , và có sự chênh lệch theo mùa. Vào mùa mưa nồng độ chì trong nước khá thấp tại kênh Phụng Hiệp, Tắc Vân, và sông Gành Hào khoảng 0,06, 2,04, và 0,07  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Tuy nhiên nồng độ chì tại cửa Gành Hào chiếm lượng khá cao 8,96  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nguyên nhân có thể một phần vào mùa mưa do ảnh hưởng của nước chảy tràn mang theo nhiều vật chất hữu cơ từ các nguồn thải do hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt tại các sông rạch trong nội ô thành phố.

Theo nghiên cứu WHO (2001), nồng độ chì cao nhất trong đất và sinh vật gần với các con đường nơi mà có mật độ giao thông cao, bên cạnh đó sự tích lũy Pb của các sinh vật và thủy sinh từ các hoạt động ngành công nghiệp. Vào mùa nắng sự hiện diện của chì không cao như mùa mưa nhưng không biến động đáng kể giữa sông rạch, cửa sông và vùng ven biển (Hình 6). Nồng độ chì trong nước tại vùng nghiên cứu vẫn đảm bảo tiêu chuẩn nước biển ven bờ sử dụng cho nuôi thủy sản ( $\leq 50 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) của Tổng cục đo lường chất lượng (2004).



Hình 5: Nồng độ Pb ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) trong nước tại các sông rạch thành phố Cà Mau và vùng ven biển huyện Ngọc Hiển, Tỉnh Cà Mau

## 4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 4.1 KẾT LUẬN

Hàm lượng Pb, Zn, Cu khá cao trong sông rạch thuộc nội ô thành phố Cà Mau nhưng lại thấp ở phía biển. Chúng tôi tìm thấy mối tương quan thuận giữa Zn, Pb, Cu. Điều này cho thấy các kim loại Zn, Pb, Cu có thể đến từ một nguồn- chất thải đô thị. Các yếu tố mùa có ảnh hưởng đến hàm lượng Pb, Zn, Cu.

Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy có sự ô nhiễm nhẹ của Zn và Cu trong trầm tích, trong đất. Nồng độ trong nước của Zn và Cu đều vượt tiêu chuẩn sử dụng cho nuôi thủy sản ven bờ.

### 4.2 KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu nguồn gốc và mức độ ô nhiễm của Zn, Cu, Pb, trong trầm tích, đất và nước ở một số tỉnh ven biển ĐBSCL.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA (1998), Standard methods for the examination of water and wastewater, 20<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association.
- B.T. Nga, H.Q.Tinh, D.T. Tam, M. Scheffer, and R. Roijackers (2005), Young mangrove stands produce a large and high quality litter input to aquatic system in Camau province, Vietnam. *Wetland Ecology and Management* 13: 569-576.
- Carles Sanchiz, Antonio M. García-Carrascosa, Augustin Pastor (2000), Heavy Metal Contents in Soft-Bottom Marine Macrophytes and Sediments Along the Mediterranean Coast of Spain, *Marine Ecology*, 21 (1):1-16.
- Carrasco M, J. A. López-Ramírez, J. Benavente, F. López-Aguayo, D. Sales, (2003), Assessment of urban and industrial contamination levels in the bay of Cádiz, SW Spain, *Marine Pollution Bulletin* 46, 335-345.
- Cenci R. M, Martin J. M, (2004), Concentration and fate of trace metals in Mekong River Delta, *Science of the total Environment* 332, 167- 182.



- Defew L. H, Mair J. M, Guzman H. M (2005), An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama, *Marine Pollution Bulletin* 50, 547-552.
- Edward D. Burton, Ian R. Phillips, Darryl W. Hawker (2004), Reactive sulfide relationships with trace metal extractability in sediments from southern Moreton Bay, Australia, *Baseline / Marine Pollution Bulletin* 50, 583–608.
- Houba V. J. G, Van Der Lee, Novozamsky (1995), *Soil and Plant Analysis*, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University
- Morillo J, Usero J, Gracia I (2004), Heavy metal distribution in marine sediments from the southwest coast of Spain, *Chemosphere* 55, 431–442.
- Tam, N. F. Y., Wong, Y. S., Lan C. Y., Wang, L. N., (1998), Litter production and decomposition in Subtropical mangrove swamp receiving wastewater. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 226, 1-18.
- Tong P. H. S, Y. Auda, J. Populus, M. Aizpuru, A. AL Habshi and F. Blasco (2004), Assessment from space of mangroves evolution in the Mekong Delta, in relation to extensive shrimp farming, *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 25, No. 21, 4795–4812.
- Tổng cục tiêu chuẩn đo lường chất lượng (2004), *Tuyển tập các tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về Môi Trường (Tập 1)*.
- Tổng cục tiêu chuẩn đo lường chất lượng (2004), *Tuyển tập các tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về Môi Trường (Tập 4)*.
- WHO (2001), *Environmental Health Criteria 221: Zinc*, World Health Organization, Geneva
- Zheng W J, Cheng X Y, Lin Peng (1997), Accumulation and biological cycling of heavy metal elements in *Rhizophora stylosa* mangroves in Yingluo Bay, China, *Marine Ecology Progress Series* 159: 293-301.