

NHIỄM BỀN VÀ TÍCH LŨY SINH HỌC CÁC CHẤT HUYẾT CHỈ KHÓ PHÂN HỦY (OCPs & PAHs) TRONG BIỂN VEN B V NH NHA TRANG

Hoàng Trung Du¹ và Bùi Văn Lai²

¹Viện Hải dương học, VAST, 01 Cầu Đá, Nha Trang, Việt Nam

²Viện Sinh học Nhiệt đới, VAST, 85 Trần Quốc Toản, Quận 3, TP. HCM, Việt Nam

Tóm tắt: Kết quả nghiên cứu nhiễm bẩn và tích lũy các chất hữu cơ nguy hại trong vùng biển ven bờ vịnh Nha Trang từ 2010 – 2012 cho thấy: tích lũy khá cao đối với các chất hữu cơ nguy hại trong trầm tích biển nông như một số loài sinh vật biển như hàu *Saccostrea cucullata* và hải sâm *Holothuria atra*. Sự tích lũy các thành phần thuốc trừ sâu haloclo hữu cơ chủ yếu diễn ra trong trầm tích biển theo thời gian, đặc biệt là các nhóm thuốc DDTs. Hàm lượng DDTs thường tích lũy khá cao trong trầm tích gần khu vực cửa sông: cửa sông Cái là $20,11\mu\text{g kg}^{-1}$, và $5,28\mu\text{g kg}^{-1}$; và Cửa Bé là $3,76\mu\text{g kg}^{-1}$, trong khi đó, hàm lượng chất PAHs điển hình không phát hiện hoặc không phát hiện trong môi trường. Kết quả phân tích sơ bộ cho thấy: sự tích lũy sinh học xảy ra tại hầu hết các khu vực khảo sát, thu mẫu (tất cả khu vực cửa sông cho đến khu vực xa cửa sông) trong vịnh Nha Trang, và đặc biệt sự tích lũy rất cao hàu và hải sâm trong vùng nước lân cận cửa sông (hàm lượng DDTs trong hàu cao gấp 5 lần so với loài hải sâm tại cùng một vị trí CR1); hàm lượng DDTs trong trầm tích tại khu vực cửa sông Cái là $38,43\mu\text{g kg}^{-1}$, và Cửa Bé là $12,45\mu\text{g kg}^{-1}$.

Từ khóa: Vùng cửa sông, Trầm tích, DDTs, Tích lũy sinh học

THE CONTAMINATION AND BIO-ACCUMULATION OF PERSISTENT ORGANICS (OCPs AND PAHs) IN COASTAL WATERS OF NHA TRANG BAY

Hoang Trung Du^{1,*} and Bui Van Lai²

¹Institute of Oceanography, VAST, 01 Cau Da, Nha Trang, Vietnam

²Institute of Tropical Biology, VAST, 85 Tran Quoc Toan, Dist 3, HCM city, Vietnam

*E-mail: h_trungdu@hotmail.com.

Abstract: The studies results and data analysis on contamination and accumulation of hazardous organic substances in the coastal waters of Nha Trang bay from 2010 - 2012 showed that the accumulation of persistence organics in marine sediments, and some marine species such as: rocky oyster *Saccostrea cucullata* and seacucumber *Holothuria atra*. The accumulated levels of the organochlorine pesticide components which were occurs at almost sediment samples of Nha Trang bay in temporal distribution, especially the compounds of DDTs. The concentration of DDTs were highly accumulated in the sediment that were nearly at the areas of river mouth : at Cai river mouth (A3 và A6

sites), the concentration of DDTs was $20.11\mu\text{g kg}^{-1}$, and $5.28\mu\text{g kg}^{-1}$; and at Be river mouth (B1) was $3.76\mu\text{g kg}^{-1}$. Meanwhile, levels of PAHs compounds are not found in sediment samples. The results also showed the bioaccumulation concentration was occurs at almost of the studies sites (from near river mouth areas to far stations); and especially DDTs concentrations were very high in rocky oysters which were living in adjacent estuarine waters. Levels of DDTs in rocky oyster was higher 5 times to compare in the sea cucumber species at the same site: DDTs concentration in rocky oysters nearby the Cai river mouth was $38.43\mu\text{g kg}^{-1}$, and at Be river mouth was $12.45\mu\text{g kg}^{-1}$.

Key words: *Estuaries, Sediment, DDTs, Bio-accumulation*

I. GIỚI THIỆU

Theo kết quả của nhiều nghiên cứu trên thế giới, các chất hữu cơ khó phân hủy có thể tìm thấy ngay cả trong những vùng chưa bao giờ sử dụng các chất này. Chúng có mặt rất nhiều ngay cả trong không khí, biển khơi và các vùng đất do các quá trình phát tán và vận chuyển (Wagrowski & Hites, 2000; Breivik và cs 2004; Scheringer và cs 2004). Một trong những mối quan tâm nhất của chúng là phân cực và nambay hơi, do đó chúng có khả năng liên kết với các hạt kích thước nhỏ (hạt bụi trong không khí) và có khả năng keo tụ với chất keo trong đất, đất có thể vận chuyển đi rất xa. Ở vùng biển ven bờ, vận chuyển lắng đọng do sóng chuyển tải ra còn luôn kèm theo nhiều chất nhiễm bẩn có khả năng lắng đọng, tích lũy vào trong trầm tích, tạo thành nguồn ô nhiễm và ảnh hưởng xấu tới môi trường sống (Nhan và cs, 1998, 2001; Guzzella và cs, 2005; Wafo và cs, 2005). Biển giàu hàm lượng chất nhiễm bẩn trong trầm tích (phân bố theo không gian, thời gian) phụ thuộc nhiều vào nguồn ô nhiễm mà vào trong môi trường.

Đã có nhiều nghiên cứu ghi nhận rằng: tại các khu vực cửa sông và vùng ven biển, các chất hữu cơ tích lũy nhiều trong trầm tích như các thuốc trừ sâu, PCBs, PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon), kim loại nặng, dầu thô... (DeLaune và cs., 1990; Vos và cs., 2002), và sự nhiễm bẩn này thường ảnh hưởng lâu dài lên thủy sinh vật. Nhiều bằng chứng cho thấy, con người và động vật khi tiếp xúc với chúng đã chịu những ảnh hưởng nghiêm trọng như: ung thư, tổn thương hệ thống kinh, rối loạn hệ thống miễn dịch và nhiễm độc, và những biểu hiện bất thường khác (Harrad, 2001; Petersen và cs, 2007; Todaka và cs, 2009; Lignell và cs, 2009).

Viet Nam là một nước đang phát triển nằm vùng nhiệt đới, là một quốc gia về nông nghiệp, sử dụng nhiều loại thuốc hóa chất bảo vệ thực vật (HCBVTV) trong đó bao gồm các thuốc trừ sâu clo hữu cơ trong một thời gian dài. Vì vậy, sự tồn tại của HCBVTV trong đất là không thể tránh khỏi. Qua báo cáo của Sinh và cs năm 1999 cho thấy, những mẫu phân tích các thuốc trừ sâu khu vực miền Bắc Việt Nam, bao gồm: Hà Nội, Việt Trì (Phú Thọ) và ven hồ Long (Quảng Ninh) có nồng độ thuốc trừ sâu clo hữu cơ (Organic Chlorine Pesticides-OCPs) rất lớn, trong đó, trầm tích ven hồ Long cao hơn so với các địa điểm khác, điều này cho thấy mức độ nhiễm bẩn OCPs trong môi trường biển là khá

nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu gần đây nhất về hàm lượng PCBs và PAHs trong vịnh Nha Trang năm 2008 cho thấy, nồng độ PCBs và PAHs trong môi trường nước, trầm tích và sinh vật biển tương đối cao (Đông Thanh Ngh và cs, 2010): dao động của PCBs trong nước là 51,09 - 62,31ng/l, trong trầm tích 3,31 - 6,92 μ g/kg khô; trong sinh vật biển PAHs là 5,69 - 8,66 μ g/l và 99,04 -100,47 μ g/kg khô. Ngoài ra, trong chương trình quan trắc môi trường của Bộ Tài nguyên và Môi trường và Bộ Thủy sản (nay là Bộ NN&PTNN) cũng thường xuyên tổ chức và phân tích các OCPs trong nước và trầm tích dọc ven biển tỉnh Khánh Hòa: các cửa sông và vùng nuôi trồng thủy sản (nguồn *edi.mofi.gov.vn*). Theo Nguyễn Văn C và cs (2005), tổng lượng thuốc trừ sâu trong trầm tích biển tại 6 trạm khảo sát và quan trắc phía Bắc từ 2002 - 2004 dao động từ 6,72 -15,70 μ g/kg (trung bình 11,20 μ g/kg). Ngoài ra, kết quả còn cho thấy tổng lượng thuốc trừ sâu có xu hướng tăng liên tục từ 2002 đến 2004. Điều này có thể do nguồn thuốc trừ sâu từ các cửa sông vẫn còn tiếp tục đổ ra biển do quá trình bào mòn và phát thải từ các khu vực (Nguyễn Văn C và cs, 2005), và kết quả khác biệt đáng kể so với kết quả khảo sát về nồng độ OCPs trong hai mẫu Gi và Th N (Bình Nh) (Hoàng Trung Du, 2009): hàm lượng các OCPs trong mẫu thu thập tại hai trạm thành phần OCPs khác biệt đáng kể như Endosulfa 1, Lindane và hàm lượng dao động từ 0,43 μ g/kg đến 0,75 μ g/kg.

Các nghiên cứu gần đây còn phát hiện tích lũy khá cao DDE và DDT trong các sinh vật biển và con người (Kannan và cs, 1995; Minh và cs, 2004; Monirith và cs 2003; Hansen và cs, 2009). Trong khi, khu vực các cửa sông, vùng ven biển miền Trung có rất nhiều liên quan đến nồng độ các chất này và mức độ ô nhiễm vùng còn chưa được khảo sát (Monirith và cs 2003; Frignani và cs., 2007), vì vậy việc cần thiết phải có những nghiên cứu và cảnh báo môi trường về vấn đề ô nhiễm các chất này. Vì vậy, báo cáo này sẽ tìm hiểu rõ hơn về sự phân bố, mức độ ô nhiễm và tích lũy của các chất hữu cơ clo và khó phân hủy trong môi trường vùng biển ven biển vịnh Nha Trang.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Khảo sát

Khảo sát thực địa tiến hành từ năm 2010 đến 2011, tại các vị trí thu mẫu trầm tích đáy (trong lớp trầm tích khoảng 2cm phía trên bề mặt) trong vịnh Nha Trang, tại 3 trạm chính tại cửa sông Cái và sông Quán Trừng (hay còn gọi là sông Cửa Bé) phía ngoài vịnh và gần cửa sông theo bản đồ thu mẫu (hình 1). Ngoài ra, chúng tôi cũng tiến hành thu mẫu xung quanh các đảo trong vịnh và các đảo của Nha Phu. Kết quả phân tích sâu, phân bố các chất ô nhiễm; và kết quả nghiên cứu khác biệt vùng ven biển vịnh Nha Trang (Trần Hùng và cs, 1979; Szczucinski và cs, 2005), nghiên cứu về các chất ô nhiễm trong hai cửa sông và gần cửa sông tiến hành lấy các mẫu trầm tích (A3, A6, B1), trong đó:

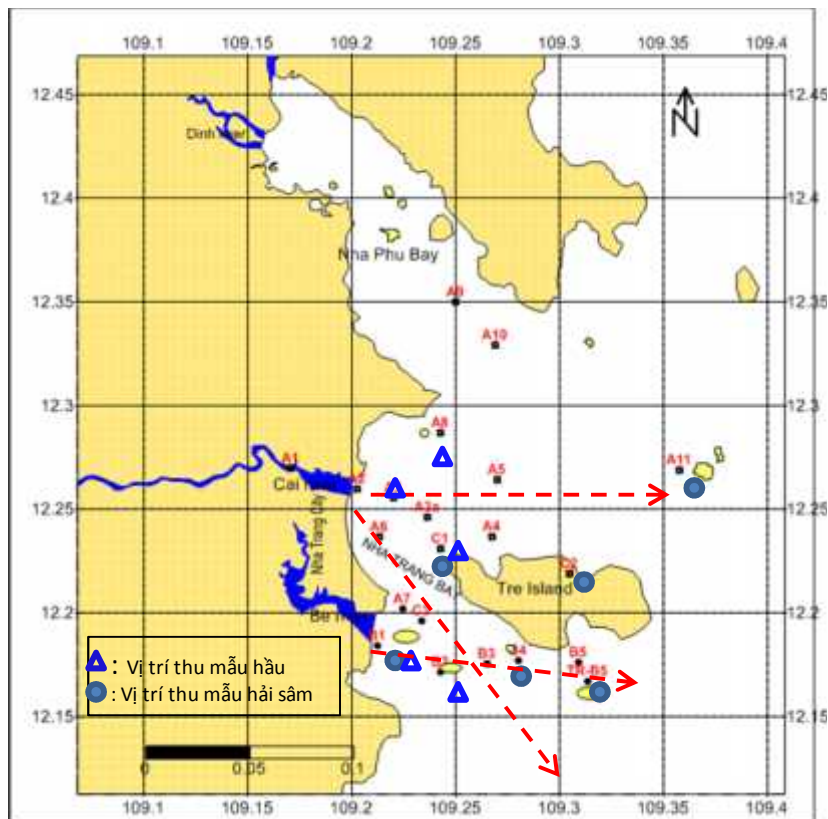
- A3 và B1: vị trí phía ngoài cửa sông Cái và sông Quán Trừng
- A6: vị trí sâu nhất phía trong vịnh

Các mẫu sinh vật biển thu trong vùng nước xung quanh các đảo gần cửa sông, xa cửa sông và khu vực có rạn san hô phân bố (hình 1).

2. Thu m u và phân tích

2.1. Thu m u

Thu m u tr m tích b m t (t 0-2cm) b ng cu c tr m tích Van-Veen (kích th c 20cm x 15cm), m u tr m tích sau khi thu s c b o qu n l nh và a v phòng thí nghi m phân tích. i v i thu c t m u tr m tích, chúng tôi s d ng thi t b ng phóng tr ng l c (c). dài c t tr m tích thu c có dài t 35 – 45cm, c t m u sau khi thu c s c phân chia c t l p t 0 – 5cm, 5 - 10cm, 10-20cm và 20-40cm em phân tích. Ngoài ra, sau th i gian n c l ra v nh (mùa m a 2010), chúng tôi t i n hành thu l l p tr m tích m ng trên b m t (1cm) vào n m 2011- t i v trí c a sông ánh giá v d l ng thu c tr sâu trong l p tr m tích m i hình thành t ngu n tr m tích sông a ra. i v i m u sinh v t: chúng tôi s d ng thi t b l n SCUBA dùng l n l y m u sinh v t nh h u á *Saccostrea cucullata* (kích th c dao ng t 5-7cm), và h i sâm en *Holothuria atra* (kích th c dao ng t 20-25cm).



Hình 1. B n v trí thu m u trong v nh Nha Trang

2.2. Phân tích

M u tr m tích c phân tích các thành ph n (%) c h c tr m tích c g i v phòng a ch t b i n c a Vi n H i đ ng h c (phân tích theo Quy ph m t m th i i u tra a ch t a m o b i n do UBKHKH Nhà N c ban hành 1983). ng th i, m u c ng c phân tích t ng h u c trong tr m tích s d ng theo ph ng pháp t nhi t cao v i lò nung Lindberg/Blue t i 500°C. Phân tích t l Carbon và Ni t h u c trong thành ph n tr m tích trên máy phân tích CHN-S t i

phòng thí nghiệm của Trung tâm nghiên cứu Sinh thái biển nhiệt đới (ZMT, CHLB Đức) (Grasshoff, K. 1999)

Phân tích định lượng thu được sâu hi clo hữu cơ và PAHs trong trầm tích (theo phương pháp mô tả trong tài liệu US EPA, SW-846, năm 2007): toàn bộ quy trình chuẩn bị mẫu và phân tích trên hệ thống máy sắc ký khí ghép khối phổ Shimadzu GC 17A (thuộc Viện Pasteur Nha Trang). Phương pháp phân tích sử dụng là phương pháp nội chuẩn (Chất nội chuẩn sử dụng cho nhóm OCP là ^{13}C p,p'-DDE) và tính PAHs trong mẫu (US EPA, 2007)

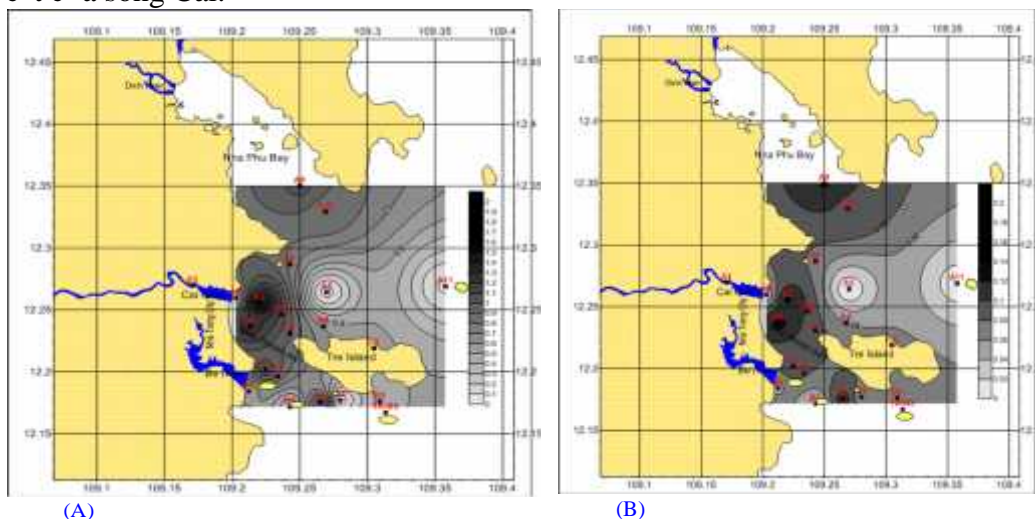
3. X lý số liệu phân tích

Số liệu, thống kê, các thành phần phân tích trên phần mềm Microsoft Excel và Bản đồ phân bố các số liệu trên phần mềm Surfer 9.5. Ngoài ra, phần mềm SPSS cũng sử dụng để so sánh sự sai khác có ý nghĩa giữa các vị trí thu mẫu (t-test)

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Các trầm tích

Kết quả phân tích về thành phần các trầm tích tại các điểm khảo sát mặt cắt sông Cái cho thấy: các mẫu trầm tích thu được là cát, cát – bùn, sét bùn (ngoại trừ điểm A1 là cát thô – vị trí này nằm sâu phía trong sông Cái và điểm A11 là cát và mảnh vỏ san hô – vị trí nằm ngoài xa nhả). Tại các vị trí A3 và A6 có thành phần hạt mịn (<0,063mm) chiếm lên đến 95% các thành phần khác. Các phân tích về thành phần các trầm tích và thành phần các bon và nitơ trong các mẫu trầm tích thu được cho thấy sự khác nhau rõ rệt giữa các vị trí trong mặt cắt của sông Cái.



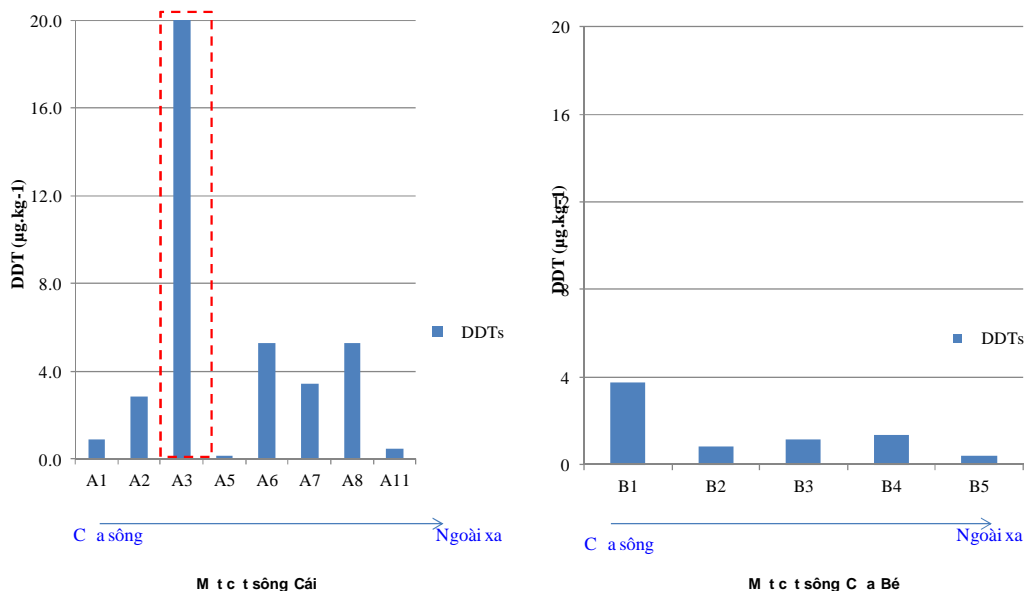
Hình 2. Phân bố thành phần Carbon và Nitơ trong trầm tích: (A) mặt cắt sông Cái; (B) mặt cắt sông C a Bé.

Trong khi đó, tại hai mặt cắt gần và xa sông Quán Tròn (C a Bé) lại không cho thấy rõ sự khác nhau về các chỉ số trầm tích trong hai mặt cắt có sự tương đồng về vị trí cách nhau hàng ngàn mét ra ngoài vịnh, chứng tỏ rằng các chỉ số trầm tích của khu vực phía Bắc vịnh chưa chi phối tới nồng độ trong mặt cắt sông Cái. Kết quả này khá phù hợp với những nghiên cứu trước đây

c a Nguyễn Bá Xuân, 1998, trong ó ngu n v t ch t tr m tích và thành ph n h u c t sông ra ch y u t p trung cao nh ng vùng ít xáo tr n m nh và x y ra l ng ng (Hình 2).

2. D l ng các ch t h u c khó phân h y (thu c tr sâu Clo h u c và PAHs) trong tr m tích ven b

K t qu nghiên c u cho th y h u h t các v trí thu m u u có m t thu c tr sâu clo h u c (trong ó chỉ m ch y u là nhóm DDTs), trong khi PAHs l i không phát hi n c. Trong ó, hàm l ng DDTs cao x y ra các v trí g n c a sông: t i các v trí c a m t c t sông Cái luôn có giá tr cao h n so v i sông C a Bé (hình 3). Giá tr cao nh t DDTs t i m t c t c a sông Cái l n g p 5 l n so v i giá tr cao nh t sông C a Bé: Hàm l ng DDTs khá cao trong tr m tích i m g n khu v c c a sông: phía B c c a v nh (A3 và A6) là $20,11\mu\text{g kg}^{-1}$, và $5,28\mu\text{g kg}^{-1}$; và i m c a sông phía Nam c a v nh (B1) là $3,76\mu\text{g kg}^{-1}$; và s khác nhau v d l ng thu c tr sâu trong 2 m t c t là khá rõ.



Hình 3. Phân b d l ng DDTs c a m u tr m tích thu c trong v nh Nha Trang

Phân b d l ng DDTs cho th y, nh h ng c a sông lên ch t l ng tr m tích là áng k . Theo k t qu nghiên c u, vào mùa m a 2010 có l ng m a l n g p nhi u l n so v i 2011, vì v y m t l ng thành ph n h t tr m tích s c dòng ch y sông v n chuy n vào trong v nh. K t qu t ng ng v i phân tích d l ng DDTs v n t n t i trong l p m ng tr m tích b m t (0 - 0,5cm), là l p tr m tích m i c hình thành sau mùa m a n m 2010 t i nh ng v trí có l ng ng tr m tích cao.

i u áng l u ý, t i v trí A3, A6 có hàm l ng DDTs khá cao so v i các v trí khác. Trong khi các thành ph n TTS h Clo h u c khác u không phát hi n c. Qua k t qu nghiên c u g n ây nh t c a H V n Qu c n m 2011 v

đều là các thu hoạch từ sâu clo hữu cơ tím tím ruộng lúa và ruộng trồng rau huy n Diên Khánh (2 xã phía Bắc sông Cái và 4 xã phía Nam sông Cái), đã tìm thấy sự hiện diện của DDTs và các chất chuyển hóa của DDTs (DDE, DDD) trong mẫu đất các mẫu nghiên cứu, trong đó p,p'-DDE có nồng độ cao nhất trong các mẫu ruộng rau và ruộng lúa. Không có sự khác biệt về nồng độ tổng DDTs trong 2 loại đất ruộng rau có nồng độ p,p'-DDT cao hơn ruộng lúa. Một nghiên cứu khác của Nguyễn Văn C và cs (2005) cho thấy sự gia tăng của các chất này nhằm ngăn ngừa ô nhiễm trong trầm tích thu hoạch vùng biển ven bờ phía Bắc;

Sử dụng tiêu chuẩn hàng đầu đánh giá chất lượng trầm tích và nồng độ biển ven bờ từ năm 2001 (Canadian Council of Ministers of the Environment), xem xét và đánh giá cho thấy: tại các điểm phía sông Cái ngoài vịnh Nha Trang có 2 điểm là A3 và A6 có độ lượng DDTs trong trầm tích vượt giới hạn 4-5 lần, và có điểm A5 là gần vượt giới hạn cho phép. Trong khi đó, tại các điểm phía sông Cái Bé thì hầu hết các điểm đều trong giới hạn cho phép. So sánh độ lượng thu hoạch từ thực vật Clo hữu cơ trong trầm tích tại vịnh Nha Trang với các vùng khác như Hồ Long (Quảng Ninh), Tam Giang - Cầu Hai (Thiên nhiên - Huế), đầm Thị Nại (Bình Định), và các sông Mê Kông cho thấy giá trị của nghiên cứu này vẫn cao hơn rất nhiều (Hong và cs., 2008; Nguyễn Văn C và cs., 2005; Hoàng Trung Du, 2009; Minh và cs., 2007). Về giá trị về độ lượng DDTs trong trầm tích tại vịnh Nha Trang có giá trị tương đương so với DDTs trong trầm tích của sông Sài Gòn (gần khu vực cảng Ba Son) (Nguyễn Ngọc Vinh, 2009).

3. đánh giá khả năng tích tụ và tích lũy sinh học độ lượng chất hữu cơ khó phân hủy

Hàm lượng DDTs trong các lớp trầm tích khác nhau có sự khác nhau đáng kể. Tại các lớp trầm tích bề mặt trong các trầm tích (0-5cm), hàm lượng DDTs cao hơn rất nhiều so với các lớp trầm tích phía dưới. Điều này một lần nữa khẳng định rằng thành phần các thu hoạch từ sâu clo hữu cơ này vẫn còn tồn tại và đang tồn tại trong môi trường trầm tích. Kết quả này cho thấy sự tích tụ (hay tích lũy) các chất hữu cơ khó phân hủy trong môi trường trầm tích liên quan rất chặt chẽ với quá trình vận chuyển và lắng đọng các nguồn vật chất trầm tích hữu cơ trong vùng biển ven bờ (Monirith, 2003; Nguyễn Hoài Nhân, 2011). Xu hướng gia tăng độ lượng DDTs vào môi trường thông qua sự ra sau mặt đất vào mùa mưa, khi mà lượng lắng đọng vật chất trầm tích tại lòng sông chuyển từ ra biển (Nguyễn Văn C, 2005).

Một khác, độ lượng thu hoạch từ sâu còn có khả năng tích lũy vào mô thực vật, khi môi trường sống bị ô nhiễm. Qua kết quả phân tích về độ lượng DDTs trong các loài sinh vật: hàu *Saccostrea cucullata* (sinh vật nổi trong nước) và hải sâm *Holothuria atra* (sinh vật đáy biển trên đáy rạn san hô) thu hoạch trong vùng biển vịnh Nha Trang, đã tìm thấy 100% trường hợp có tích lũy độ lượng DDTs, trong đó chỉ mục chủ yếu là thành phần p,p'-DDT và p,p'-DDE. Tuy nhiên, dao động về hàm lượng DDTs trong hàu khác nhau khá lớn giữa các vị trí các sông - xa các sông, trong khi trong mẫu hải sâm thì không thấy rõ ràng.

Kết quả phân tích đã chứng minh rằng quá trình tích lũy sinh học xảy ra trên hầu hết các điểm khảo sát (tổng khu vực gần cửa sông cho đến rất xa khu vực cửa sông nằm trong vịnh Nha Trang), và nồng độ cao nhất của thuốc trừ sâu trong vùng nước lân cận cửa sông (hàm lượng DDTs trong mẫu cao gấp 5 lần so trong hồ nước sâu tại cùng một vị trí CR1). Và có sự khác nhau giữa hàm lượng DDTs trong môi trường nước tại khu vực cửa sông phía Bắc là $38.43 \mu\text{g kg}^{-1}$, và cửa sông phía Nam là $12.45 \mu\text{g kg}^{-1}$. Ngược lại, ngay cả vị trí rất xa vùng nước cửa sông (A11- cách cửa sông khoảng 17km), hồ nước vẫn có sự tích lũy một lượng DDTs trong phần môi trường, và không có sự khác biệt rõ rệt về vị trí nước cửa sông. Hàm lượng DDTs tích lũy trong hồ nước *Holothuria atra* có giá trị tương đương với số liệu môi trường nước cửa sông, trong khi số liệu tích lũy cao gấp 3-4 lần (bảng 1)

Bảng 1: Hàm lượng DDTs tích lũy trong trầm tích và sinh vật tại các điểm xung quanh rạn san hô trong vịnh Nha Trang.

Vị trí thu mẫu	Hàm lượng DDTs		
	Trầm tích ($\mu\text{g/kg}$)	Huỳnh ($\mu\text{g/kg}$)	Hồ nước ($\mu\text{g/kg}$)
A8 (Hòn Rùa)	5,28	17,98	1,56
A11(Hòn Dung)	0,47		2,70
B1A (Hòn Miếu)	3,76	12,45	3,08
B5 (Hòn rạn)	0,40		0,53

Nhiệm vụ của các chất ô nhiễm khó phân hủy trong trầm tích có tác động mang tính lâu dài, bởi các sinh vật sống trong môi trường sẽ dần thích nghi và có khả năng tích lũy vào trong cơ thể. Nghiên cứu hiện nay về sự tích lũy này sẽ giúp theo dõi các chất ô nhiễm trong hệ sinh thái và mang lại những lợi ích lâu dài (nồng độ chất ô nhiễm như: thuốc bảo vệ thực vật và các hợp chất thơm (Monirith và cs, 2003). Hiện nay, dù hiểu hay phần nào của sinh vật sống trong môi trường, có thể sẽ dần xem xét, giải đáp những thông tin có liên quan đến sự hiện diện của các chất ô nhiễm và gây nên những tác động sinh vật học (Purucker và cs., 2007).

Lời cảm ơn: Tác giả gửi lời cảm ơn tới Phòng thí nghiệm Sinh thái và Môi trường biển, Viện Hải dương học đã tham gia đóng góp và tạo điều kiện trong việc hoàn thành nghiên cứu. Ngược lại, xin chân thành cảm ơn phòng phân tích hóa môi trường - Viện Pasteur Nha Trang đã giúp phân tích các mẫu trên máy sắc ký - khối phổ (GS/MS).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Breivik K., Alcock R., Li Y.F., Bailey R.E., Fiedlere H., Pacyna J.M, 2004. Primary sources of selected POPs: regional and global scale emission inventories. *Environmental Pollution*, 128, 3–16
- Carbery, K., R. Owen, T. Frickers, E. Otero, J. Readman, 2006. Contamination of Caribbean coastal waters by the antifouling Herbicide Irgarol 1051. *Mar. Pollut. Bull.* 52, 635–644

3. CCME., 2001. Canadian Environmental Quality Guideline – Protocol for the derivation of Canadian Sediment Quality Guideline for the Protection of Aquatic Life. 32 trang
4. Hoàng Hoài Nhân, Hoàng Thị Chiên, Nguyễn Thị Kim Anh, Bùi Văn Văn, Nguyễn Ngọc Anh, Phạm Hải An, Võ Minh Hùng, Phan Hải Sơn, 2011. Nghiên cứu tích tụ trên bãi triều Bằng La và Ngọc Hải, Hải Phòng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, tập 11(s 1): trang 1- 13
5. DeLaune, R. D., R. P. Gambrell, J. H. Pardue, W. H. Patrick, Jr, 1990. Fate of Petroleum Hydrocarbons and Toxic organics in Louisiana Coastal Environments. *Estuaries*, Vol 13, No1: 72-80
6. Đặng Thanh Ngh, Trần Thị Thanh, Trần Văn Quy, Quang Huy, 2010. Báo cáo: Đánh giá khả năng tích tụ sinh học chất ô nhiễm hữu cơ bền PCBs và PAHs vùng vịnh Hạ Long. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học biển toàn quốc lần V – Sinh thái, môi trường và quản lý biển.
7. Frignani, M. , R. Piazza , L.G. Bellucci , N.H. Cu , R. Zangrando , S. Albertazzi. I. Moret , S. Romano , A. Gambaro, 2007. Polychlorinated biphenyls in sediments of the Tam Giang-Cau Hai Lagoon, Central Vietnam. *Chemosphere* 67:1786-1793
8. Grasshoff, K.,1999. Methods of Seawater Analysis. Verlag Chemie, Wieheim, 600 pp
9. Guzzella, L., C. Roscioli , L. Viganò , M. Saha, S.K. Sarkar, A. Bhattacharya, 2005. Evaluation of the concentration of HCH, DDT, HCB, PCB and PAH in the sediments along the lower stretch of Hugli estuary, West Bengal, Northeast India. *Environ. Internat.*, 31: 523-534
10. Hansen, S., J. O. Odland, D. T. Phi, E. Nieboer, T. M. Sandanger, 2009. Maternal level of organochlorines in two communities in Southern Vietnam. *Science of the Total Environment* , 408: 225-232
11. Harrad S., 2001. Persistent organic pollutants: environmental behaviour and pathways of human exposure. Kluwer Academic Publisher, Massachusetts, USA.
12. Harrington, L., K. Fabricius, G. Eaglesham, A. Negri,2005. Synergistic effects of diuron and sedimentation on photosynthesis and survival of crustose coralline algae. *Mar. Pollut. Bull.* 51:415–427
13. Hoàng Văn Quốc, 2011. Luận án thạc sĩ ngành hóa phân tích, trường Đại học Lâm nghiệp 2011. 127trang
14. Hoàng Trung Du, 2009. Khả năng tích tụ trên sinh vật biển đánh giá khả năng nhiễm độc của môi trường vùng biển ven bờ. Tạp chí Khoa học Công nghệ, Sinh học và Công nghệ thực phẩm. Số 8/2009: 13-14
15. Hong, S. H., U. H. Yim, W. J. Shim, J.O. Oh, P.H. Viet, P. S. Park, 2008. Persistent organochlorine residues in estuaries and marine sediments from Ha Long Bay, Hai Phong Bay, and Ba Lat Estuary, Vietnam. *Chemosphere*, 72 : 1193 -1202
16. Kannan, K., S. Tanabe. H.T. Quynh. N.D Hue. R. Tatsukawa, 1995. Residue pattern and dietary intake of persistent organochlorine compounds in foodstuff from Vietnam. *Arch Environ. Contam. Toxicol*, 22: 367-374
17. Lignell S., Aune M., Darnerud P.O., Cnattingius S., Glynn A, 2009. Persistent organochlorine and organobromine compounds in mother’s milk from Sweden

- 1996–2006: Compound-specific temporal trends. *Environmental Research*, 109, 760–767
18. Minh N, H , Tu Binh Minh , Natsuko Kajiwara , Tatsuya Kunisue, HisatoIwata, Pham Hung Viet , Nguyen Phuc Cam Tu, Bui Cach Tuyen, Shinsuke Tanabe, 2007. Pollution sources and occurrences of selected persistent organic pollutants (POPs) in sediments of the Mekong River delta, South Vietnam. *Chemosphere*, 67 (2007b): 1794–1801
 19. Minh, N.H., M. Someya, T.B. Minh, T. Kunisue, M. Wanatabe, S. Tanabe, P.H. Viet, B.C.Tuyen, 2004. Persistent organochlorine residue in human breast milk from Hanoi and Hochiminh city, Vietnam: contamination, accumulation kinetics and risk assessment for infants. *Environ. Pollut.*, 129: 431- 441
 20. Minh, N.H., T.B. Minh, H. Iwata, N. Kajiwara, T. Kunisue, S. Takahashi, 2007. Persistent organic pollutants in sediments from Sai Gon – Dong Nai River Basin, Vietnam: level and temporal trends. *Arch Environ. Contam. Toxicol.*, 52 (2007a): 458-465
 21. Monirith, D. Ueno, S. Takahashi, H. Nakata, A. Sudaryanto, A. Subramanian, S. Karupppiah, A. Ismail, M. Muchtar, J. Zheng, B. J. Richardson, M. Prudente, N. Duc Hue, T. S. Tana, A. V. Tkalin, S. Tanabe, 2003. Asia-Pacific mussel watch: monitoring contamination of persistent organochlorine compounds in coastal waters of Asian countries. . *Marine Pollution Bulletin*, 46 (3): 281-300
 22. Nguyễn Bá Xuân, 1998. Nghiên cứu và tính toán tác động của các sông Cái nên các khu vực sinh vật và môi trường vùng cửa sông Cái. Báo cáo tài chính số 01-1998. Viện Hidrograph. 3-35 trang.
 23. Nguyễn C C , Nguyễn Mạnh Cường, 2005. Ô nhiễm thực vật sâu clo hữu cơ trong trầm tích vùng ven biển phía Bắc Việt Nam. Kỷ yếu Hội thảo toàn quốc về Bảo vệ môi trường và Nguồn lợi thủy sản – Bình Thuận: 192-204
 24. Nguyen Ngoc Vinh, 2009. Occurrence of Persistent Toxic Substances in Soils, Sediments, Fishes and Human Breast Milk in Southern Vietnam. Pour L'obtention du grade docteur'es sciences. Ecole Polytechnique Federale De Lausanne. 273 pages
 25. Nhan, D.D., Am, N,M, Hoi, Ch., Dieu, L.V, Carvalho, F.P, Villeneuve, J.P, Cattini, C, 1998. Organochlorine pesticide and PCBs in Red river delta, North Vietnam. *Mar. Pollut. Bull*, 36: 742-749
 26. Nhan, D.D., Carvalho, F.P, Am, N,M, Tuan, N.Q, Yen, N.T.H, Villeneuve, J.P, Cattini, C, 2001. Chlorinated pesticide and PCBs in sediment and molluscs from freshwater canals in Hanoi, Vietnam. *Enviro. Pollution.* , 112: 311-320.
 27. Petersen M.S., Halling J., Damkier P., Nielsen F., Grandjean P., Weihe P., Brøsen K, 2007. Polychlorinated biphenyl (PCB) induction of CYP3A4 enzyme activity in healthy Faroese adults. *Toxicology & Applied Pharmacology*, 224, 202–206.
 28. Purucker, S.T., C.J.E. Wels, R.N. Stewart, P. Starzec., 2007. Use of habitat-contamination spatial correlation to determine when to perform a spatially explicit ecological risk assessment. *ecological modelling* 204: 180–192
 29. Quy ph m t m th i i u tra a ch t a m o bi n do UBKHKT Nhà Nước ban hành, 1983.

30. Scheringer M., Salzman M., Stroebe M., Wegmann F., Fenner K., Hungerbühler K., 2004. Long-range transport and global fractionation of POPs: insights from multimedia modeling studies. *Environmental Pollution*, 128, 177–188.
31. Sinh, N. N., Thuy, L.T.B, Kinh, N. K, Thang, L. B, 1999. The persistent organic pollutants and their management in Vietnam. In: Proceeding of the Regional Workshop on the Management of Persistent Organic Pollutants – POPs, UNEP, Hanoi, Vietnam, 16-19 March 1999: 385-406
32. Szczucinski, W., R. Jagodzinski, N. T. Thanh, A.Kubicki & K. Stattegger, 2005. Sediment dynamics and hydrodynamics during low river discharge conditions in the Nha Trang Bay, Vietnam. *Meyniana*, 57:117-132.
33. Todaka T., Hori T., Hirakawa H., Kajiwara J., Yasutake D., Onozuka D., Iida T., Furue M, 2009. Concentrations of polychlorinated biphenyls in blood of Yusho patients over 35 years after the incident. *Chemosphere*, 74, 902–909.
34. Trần Phùng, Phạm Văn Thám, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Thị Hải, Trần Hoàng, Trần Đình Tính, Nguyễn Hữu Sơn, 1979. Báo cáo: ô nhiễm kim loại nặng và trầm tích vịnh Bình Cang – Nha Trang. Tuyển tập . 65 trang.
35. US,EPA SW-846,2007. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods: <http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/online/index.htm>
36. Vos, J. H., P. J. Van Den Brink, F. P. Van Den Ende, M. A. G. Ooijevaar, A.J.P. Oosthoek, J.F. Postma, & W. Admiraal., 2002. Growth response of a benthic detritivore to organic matter composition in sediment.
37. Wafo, E Luc Sarrazin, Catherine Diana , Frank Dhermain, Thérèse Schembri, Véronique Lagadec , Magali Pecchia , Pierre Rebouillon, 2005. Accumulation and distribution of organochlorines (PCBs and DDTs) in various organs of *Stenella coeruleoalba* and a *Tursiops truncatus* from Mediterranean littoral environment (France).
38. Wagrowski D.M., and Hites R.A., 2000. Insights into the global distribution of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. *Environ. Sci. Technol.* 34, 2952-2958.