

ÖNG DƯNG KIEM NÖNH NÖIC TOÁ TRAM TÍCH TRONG NẢNH GIẢNGUY CÖ SINH THẢ

**LeáLan Hông, VoiHái Thi, LeáHoái Hông,
LeáTrần Dưng, HoáHái Sâm
Viên Hải Đông Học (Nha Trang)**

TÖM TẢ Nêá góp phần nánh giáá biếá nững chấá lờng móá trờng khu vớá giớá Viếá Hải Đông Học vàá Cánh Nha Trang, nhóm Kiếá nöh nööc toá (Toxicity Testing) thuốá phớng Sinh thá & Móá trờng năá sói dúng kỹthuá kiếá nöh nööc toá trám tích lam phớng pháp tiếp cấ. Chấá kiếá nöh láá nööc chấá trám tích thu ôi 2 nếá trong khu vớá nghiếá cöö vàá nếá kiếá nöh ánh hớng lên 2 loáá sinh vàá biếá: Cầu Gai Nến (Dianema setosum) vàá táá nôn báá (Chaetoceros sp.). Kết quái 2 nôt kiếá nöh cấá nhau 1 năá cho thấá chấá lờng móá trờng cớá chấá hớng kếm nă, kớng thuáá lờá cho quái trính phát triếá sinh kớá củá táá vàá hình thăá áú trung củá cầu gai nếá. Nối gấá óá chấá khắá năá táng sinh kớá củá táá Chaetoceros (lám giám kớá 30% sốá lờng so vớá nốá chớng) vàá lám giám kớá 10% khắá năá hình thăá áú trung củá cầu gai nếá.

SEDIMENT TOXICITY TESTING APPLICATION IN ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT

**Le Lan Huong, Vo Hai Thi, Le Hoai Huong,
Le Tran Dung, Ho Hai Sam
Institute of Oceanography (Nha Trang)**

ABSTRACT To assess probable change of sediment quality near the harbor in Nha Trang Bay, group of toxicity testing has carried out sediment toxicity test as approaching technique. The test was done by using core-water of collected sediment as testing substance to estimate its effect on black sea urchin's larval development and biomass of Chaetoceros sp. After a year repeating the test, the obtained results showed that quality of sediment in investigated area seemed to be worse, it caused disadvantage to the growth of both Chaetoceros and black sea urchin's larvae. It caused inhibition to biomass development of Chaetoceros (about >30% in comparison with the control) and reduced development of larvae stage of sea urchin embryo (about 10% less after a year).

I. MÔI TRƯỜNG

Giới thiệu chung về độc tố học trầm tích (Sediment Toxicity):

Trầm tích là tầng mô đất trồng chứa đựng tập hợp các chất lắng đọng từ các tầng nước ở trên nó. Kết quả của những nghiên cứu mô phỏng từ nhiều chục năm qua đã cho biết rằng đây là mối đe dọa thành phần gây ô nhiễm. Nó là một tập hợp các chất dinh dưỡng khác nhau, các kim loại nặng và các kim, các hợp chất hữu cơ, các chất tiêu hao oxy... có nguồn gốc từ các hệ thống sông ngòi, cửa sông và biển. Một số chất gây ô nhiễm là kết quả của quá trình tự nhiên, nhưng phần chính yếu là do các hoạt động của con người gây nên. Các chất gây ô nhiễm nước chuyển tải vào hệ sinh thái với nồng độ bằng nhiều con số khác nhau: nước thải công nghiệp, chuyển tải giữa sông hồ và bãi bồi, các nguồn không rõ xuất xứ sẽ lắng đọng trong không khí, sẽ có một phần các chất gây ô nhiễm... Nếu biết tầng trầm tích là nơi tồn tại các chất hữu cơ thì cần phải khai thác hấp thụ vào các chất lơ lửng sau đó tích tụ trên bề mặt trầm tích. Tuy có vẻ nhỏ hoạt tính của chúng ít ảnh hưởng trực tiếp đến sinh vật có trụ nhưng thức ăn lại có khả năng làm cho các sinh vật này bị tồn tại trong môi trường nước rất lâu dài, tạo nên những hiệu ứng nước thải ở các mức độ khác nhau. Hơn thế nữa, trong hoàn cảnh này việc các sinh vật này lại ngấm nhiều tích tụ các chất độc trong cơ thể của mình với quá trình tích lũy sinh học (bioaccumulation) có thể sẽ ảnh hưởng đến cấu trúc và chức năng của quần xã sinh vật này, biến đổi số lượng và năng suất sinh học trong khu hệ các tầng nước nên các sinh vật bắt cao hơn sẽ phải chịu ảnh hưởng nên những

sinh vật trên mặt liền kề các con người, thông qua chuỗi thức ăn ...

Trong những năm gần đây, các hoạt động nghiên cứu và kiểm soát các chất nhiễm bẩn nên trầm tích nước tầng công minh mới. Các tiếp cận hiệu quả hiện nay sẽ là những phương pháp phân giải chất lơ lửng tầng trầm tích và mối quan hệ của nó trong tổng thể với hệ sinh thái. Rồi rằng là việc phân giải chất lơ lửng tầng trầm tích cần thực hiện nước khi sử dụng những phương pháp tập hợp phân tích nước những hợp phần lý hóa và sinh học trong hệ sinh thái. Chính vì lẽ đó nên phân giải một số nước thải của trầm tích, mà chủ yếu là hợp phần sinh học và tổng quan của chúng với các nhân tố lý hóa học trong khu hệ tầng nước cũng kết hợp với kỹ thuật độc tố học trầm tích (sediment toxicology).

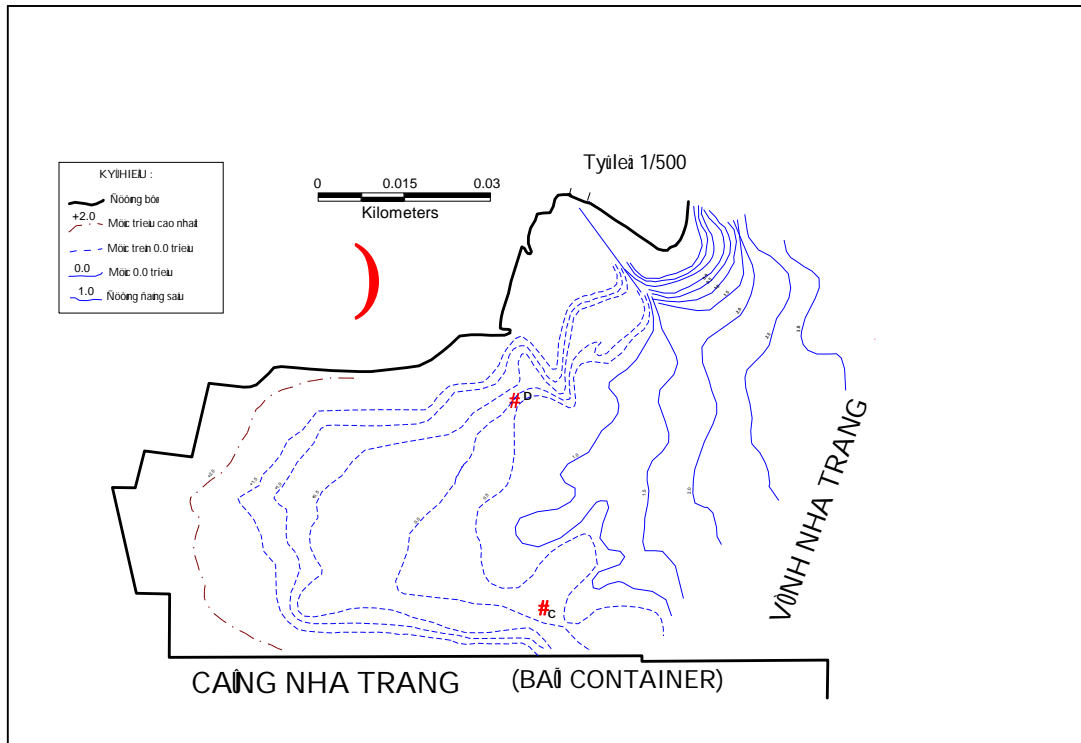
Kiểm định độc tố học trầm tích (sediment toxicity testing) nước thực hiện thông qua những phương pháp kiểm định khác nhau ở các mức độ khác nhau: quản thể cá thể mọi tế bào... với các tiêu chuẩn phân giải nhỏ nước cấp tính (acute) hay mãn tính (chronic) biểu hiện ở mức độ cá thể thông qua các nhiễm tập tính sinh học của chúng. Hoặc, nước phân giải thông qua việc xác định khả năng tích lũy nước độc (bioaccumulation) trong mô của sinh vật kiểm định sống trong trầm tích theo một thời lượng nhất định (dao động từ 7 - 28 ngày, tùy theo số tầng và như các phân giải). Một trong những phương pháp kiểm định độc tố trầm tích cho kết quả nhanh thời gian kiểm định kéo dài từ 24 đến 48h và tổng số phân giải là việc sử dụng nước chiết trong trầm tích làm môi trường kiểm định và tạo nên bào, trứng của loại 2 mảnh với hoặc da gai làm sinh vật kiểm định.

II. MẪU VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Mẫu

Trạm tích nước thu bằng cuộc thu mẫu tại 2 điểm xác định trên sơ đồ thu mẫu (Hình 1), trạm C nằm gần cảng, nước xem lại để bỏ ảnh hưởng bởi các

hoạt động của cảng; trạm D nằm phía Viên Hải Đông Học. Mỗi lõi ống mẫu trạm tích lại khoảng 1kg và nước cất giữ trong chai thủy tinh trong mẫu có dung tích 1 lít. Mẫu nước nữa vào kiểm định sau khi thu mẫu 1 ngày.



Hình 1: Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu

2. Phương pháp

- Sử dụng phương pháp kiểm định nước tối trong trạm tích nước mô tả trong:

- Hướng dẫn bố trí thí nghiệm kiểm định sinh học với trạm tích khu vực Puget Sound - Seattle (1995);
- Sách thông lệ các phương pháp chuẩn của ASTM (1997).
- Tập nước nữa vào kiểm định với thời gian theo dõi là 96 giờ. Cầu gai nước kiểm định ở giai đoạn thụ tinh - tiến hành trong 1h, và giai đoạn hình

thành trung - tiến hành trong 48h. Mỗi trường kiểm định lại nước chiết trạm tích (NCTT): hòa một lõi ống trạm tích nhất định trong nước biển lọc, rửa sạch sau 4 giờ lấy phần dịch ở trên làm dung dịch kiểm định. Sau khi kiểm tra tổng số tế bào bằng buồng đếm hồng cầu và kiểm tra tổng số trứng thụ tinh và trung hình thành trong buồng đếm tế bào.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Kiểm định trên tập non bào

Mật độ tập nôm ban đầu 1×10^4 tế bào/lít, nôm vào kiểm nôm trong bình tam giác 250ml có chứa 100ml máu chất kiểm nôm - nôm chiết trầm tích của máu C và D nhỏ nhỏ mỗi tại ôi trên. Thời gian thời gian là 96h. Các loài máu nôm nôm trong cùng một nôm kiểm về nôm chiều sáng và nôm nôm. Mật độ trung bình của tập xác nôm sau 96h nuôi cấy nôm thông kê trong các bảng dưới đây.

Bảng 1 thông kê mật độ trung bình lượng tập nôm nôm trong tổng nồng độ chất bicromat kali ($K_2Cr_2O_7$) - chất nôm dung lam dung dòch nôm toái nôm chông (reference toxicant) của phông thí nghiệm. Tổng giá trị Icp 25% và 50% qua các nôm kiểm nôm trong 2 năm có dao nôm khoảng lôn (Icp 25%: 2,9 – 3,2 và Icp 50%: 5,7 – 6,7), cho phép xác nôm nôm là loại tập nôm sôi dung lam kiểm nôm có chất lôn oái nôm, ban nôm cho việc kiểm nôm và so sánh giữa các loài kiểm nôm với nhau (Hình 2).

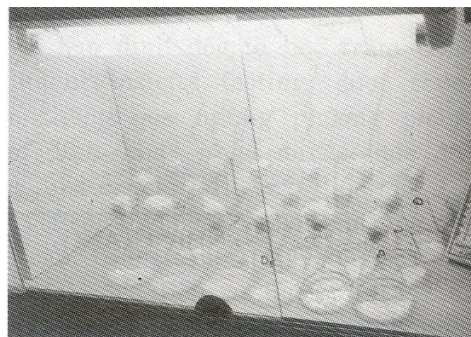
Bảng 1: Mật độ tập Chaetoceros sau 96h nuôi trong dung dòch $K_2Cr_2O_7$

$K_2Cr_2O_7$ (mg/l)	Năm 1999 (tế bào/ml)	Năm 2000 (tế bào/ml)
0	229,3	249,4
6,25	104,5	127,3
12,5	59,3	91,3
25,0	36,8	38,0
50,0	9,0	18,0
100,0	2,8	1,7
Giới trị ICp	mg $K_2Cr_2O_7$ /l	
25%	2,9	3,2
50%	5,7	6,7

*Icp: nồng độ nôm cheá% phát triển sinh khối tập (Inhibition concentration percentage)

Có thể nhận thấy trong môi trường NCTT sinh khối tập phát triển sau 96h thấp hơn nhiều so với loài nôm chông - tập

nuôi trong NCTT của máu C chế nôm 58,3% (năm 1999) và 56,8% (năm 2000) so với loài nôm chông và tổng tại ôi máu D – 51,3% và 72,0%. Nôm chi tiết có thể thấy là ty lệ tăng sinh khối tập nuôi trong NCTT của máu C không có thay nôm gì nôm kể sau 1 năm kiểm tra lại, cũng có thể nôm là chất lôn trầm tích ôi nôm C này không có dấu hiệu cải thiện, vẫn gây ảnh hưởng lam kim hàm phát triển tăng sinh khối tập (sinh khối chế nôm > 56% so với máu nôm chông). Kết quả kiểm nôm chất lôn trầm tích ôi nôm D có khả quan hơn: tổng ty lệ tăng sinh khối chế nôm 51,3% so với nôm chông ôi năm 1999 nôm nôm nôm 72,0% và cùng kỳ năm 2000. Có thể có sôi biến nôm về thành phần dinh dưỡng theo chiều hướng thuận lôn kích thích sôi phát triển của tập tại nôm D này.



Hình 2: Thí nghiệm kiểm nôm nôm toái trầm tích lôn sinh khối tập nôm ban

Bảng 2: Mật độ tập Chaetoceros sau 96h nuôi trong nôm chiết trầm tích

Tên máu	1999		2000	
	TS tập/ml	Ty lệ %	TS tập/ml	Ty lệ %
Loài nôm chông	229,25	100,0	249,4	100,0
C	133,9	58,3	141,6	56,8
D	117,5	51,3	179,6	72,0

Xem xét các kết quả nôm giá chất lôn nôm sau 2 năm theo dõi - thông qua việc xác nôm ty lệ % hàm

lööing cacbon, nitô và photpho tổng số và mặt nữa một số nhóm vi khuẩn - trong khu vực nghiên cứu cho thấy: hàm lööing các hợp chất hữu cô, ñặc biệt là các hợp chất chứa nitô và cacbon tăng ñang kể ôi tăng trăm tích 3-5mm (Bảng 3). % tổng nitô hữu cô tăng khoảng 23 lần (1,13 và 1,05% ôi năm 2000 so với 0,05% ôi năm 1999), tổng tõi, tổng cacbon hữu cô gấp khoảng 14 lần (2,98 và 2,49% so với 0,21 và 0,18%). Thêm vào ñó mặt nữa vi khuẩn hiếu khí và các vi khuẩn coliform, fecal coliform cũng ñều cao trong trầm tích, tuy mặt nữa các nhóm này trong nước còi xu thể giảm rõ rệt (Bảng 4). Còi thể ñiển xết rằng, việc ñổi lọc cải thiện chất lööing nước con phù thuộc nhiều vào tác ñộng dòng vận chuyển các chất thải sinh hoạt ôi các khu vực ñảm cô lân cận. Sõi tích tụ lắng ñọng các hợp chất hữu cô, kể cả các vi sinh vật gây hại, kích thích hoạt ñộng khoảng hơn của các vi sinh vật trong khu vực và kết quả là cung cấp lööing dinh döng cho sõi tăng sinh khối tại ñồng mặt khác lại tại ñồng xấu ñi tồi sinh trööng của cáu gai - ñó là ñổi ñiển cho ñồng và ñể thấp khoảng xööng sống - ñó các kết quả tiếp sau ñây chúng tôi sẽ ñể cấp tồi.

2. Kiểm ñình ñổi toánh hööng quá trình thối tinh của cáu gai

Trööng và tinh trung cáu gai ñen ñổi ñổa và ñổa nuối trong NCTT ñể kiểm ñình khả năng thối tinh của chúng.

Kiểm ñình khả năng thối tinh của trööng cáu gai trong môi trööng NCTT ñổic biểu hiện thông qua tỷ lệ % tế bào thối tinh trên bảng 3. Ảnh hööng của môi trööng NCTT không còi sõi khác biệt rõ rệt so với lò ñổa chööng. Các lò kiểm ñình ñều ñổi tỷ lệ thối tinh trên 85%, ñằm trong giới hạn tỷ lệ hao huít

cho phép ($\geq 50\%$ tỷ lệ thối tinh trung bình trong lò ñổa chööng - ACCPMS-II, 1995).

3. Kiểm ñình ñổi toánh hööng quá trình hình thành áu trung của cáu gai

Cũng ñó với tại, kiểm ñình sõi hình thành áu trung cáu gai cũng ñổic kiểm ñình ñồng thối trong dung dòch $K_2Cr_2O_7$. Giá trị LC50 trên bảng thống kê (Bảng 6) cho thấy chất lööing áu trung phù hợp cho kiểm ñình, LC50 trung bình năm 1999 là 0,64 và trong năm 2000 là $>1,0$ mg $K_2Cr_2O_7/l$.

Kết quả của ñổi kiểm ñình năm 1999 cho thấy rằng tỷ lệ áu trung hình thành bình thööng ôi các lò nuối trong mẫu kiểm tra và lò ñổa chööng döng ñó không còi khác biệt, ñều ñổi trên 95%. Tuy ñiên trên thối tế tỷ lệ phó chết (mortality) và chết tổng số (combined mortality) cho thấy khác biệt rất rõ NCTT ñổi các mẫu kiểm tra tại ñồng rõ rệt ñổi tỷ lệ hình thành áu trung, gây tồi vong ngay khi phó ñổic tiếp xúc với môi trööng NCTT. Mối ñổi gây tồi vong ôi NCTT mẫu C cao hơn so với mẫu D - 25,8 và 26,5% so với 15,4 và 15,8% (Bảng 7). Kết quả kiểm ñình trong năm 2000 lại còi xu thể ñổi khác. Nhìn chung chất lööing NCTT ôi cả 2 mẫu ñổi kiểm tra trööc 1 năm lại còi chiều hööng xấu ñổi, làm giảm tỷ lệ hình thành áu trung ñổi 26,5% năm 1999 lên ñổi 35,6% ôi năm 2000 ñổi với mẫu C và tổng tõi ñổi 15,8% năm 1999 lên 26,0% năm 2000 ñổi với mẫu D. ñổi sau phân tích các kết quả năm 2000, chúng ta lại thấy thêm một ñổi là NCTT không gây tồi vong ngay khi phó ñổic tiếp xúc: lööing phó chết ôi mẫu C - 2,2% và ôi mẫu 0,4% so với lò ñổa chööng lên ñổi 5,0%. Theo kết quả kiểm ñình (Bảng 7), NCTT ñổi tại ñồng lên quá trình hình thành áu trung, làm

cho phối không chuyên thành áu trung
mặt cách bình thôngng - tyú lã áu trung
dò thôngng ôi loá máu C lã 34,1% và máu

D lã 25,5% so với loá nãi chõng chà coi
1,4% (Hình 3).

Bảng 3: Hàm lõng cacbon, nitõ và photpho hõu cõ trong trãm tích

Trãm	tầng	%TOC		%TON		%TOP	
		1999	2000	1999	2000	1999	2000
C	3-5mm	0,21	2,98	0,05	1,13	0,03	0,76
	20-30mm	0,16	3,38	0,04	0,96	0,03	0,61
D	3-5mm	0,18	2,49	0,05	1,05	0,03	0,68
	20-30mm	0,13	3,47	0,04	0,87	0,02	0,52

TOC, TON, TOP: tång cacbon, nitõ và photpho hõu cõ

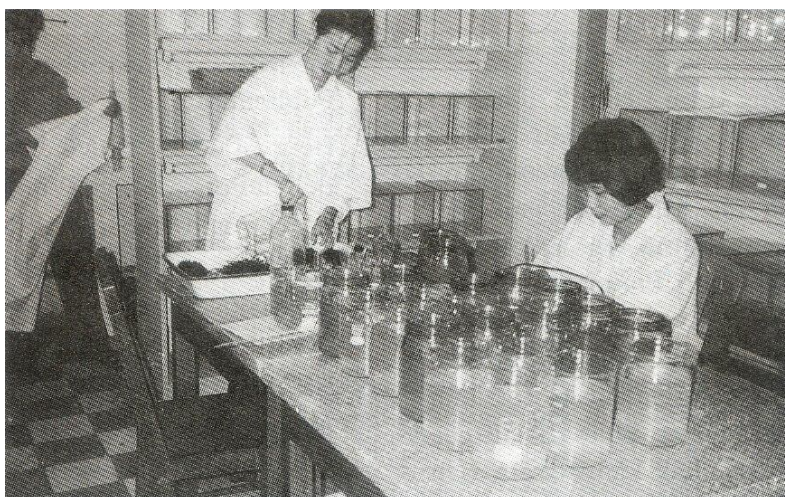
Bảng 4: Mật ñõ các nhóm vi khuẩn trong ñõic và trãm tích

Trãm		Tầng	Coliform		Fecal Coliform		Hiếu khí	
Nãm		Trong ñõic	1999	2000	1999	2000	1999	2000
A	tb/ml	mặt	15,0. 10 ³	1,2.10 ²	8,0.10 ²	10,0	3,60. 10 ³	3,1.10 ²
B		mặt	15,0. 10 ³	0,4.10 ²	22,0.10 ²	11,7	3,80. 10 ³	1,7.10 ²
B		ñãy	12,0. 10 ³	0,3.10 ²	8,0.10 ²	5,3	2,10. 10 ³	2,6.10 ²
C		mặt	-	0,3.10 ²	-	25,3	-	1,5.10 ²
D		mặt	-	0,7.10 ²	-	11,0	-	1,2.10 ²
		Trong trãm tích						
A	tb/g	t.tích	4,4. 10 ³	2,0.10 ²	0,2.10 ²	0	34,0	4,0. 10 ³
B		t.tích	1,2. 10 ³	0,3.10 ²	0,4.10 ²	10,9	2,0	2,7. 10 ³
C		t.tích	-	1,3.10 ²	-	31,9	-	3,5. 10 ³
D		t.tích	-	0,7.10 ²	-	15,2	-	3,5. 10 ³

Bảng 5: Tyú lã thui tinh của trõng Cầu Gai (*Diadema setosum*) trong NCTT

Ñõit kiãm ñõnh nãm 1999									
Tên máu	Loá 1			Loá 2			Loá 3		
	Σ	TT	%	Σ	TT	%	Σ	TT	%
Ñõit chõng	271,8	268,0	98,6	335,2	331,4	98,9	291,2	287,0	98,4
Máu C	250,6	240,8	96,1	141,0	135,0	95,8	167,0	162,8	97,5
Máu D	228,4	220,2	96,5	171,8	166,6	96,9	187,0	182,6	97,7
Ñõit kiãm ñõnh nãm 2000									
Tên máu	Loá 1			Loá 2			Loá 3		
	Σ	TT	%	Σ	TT	%	Σ	TT	%
Ñõit chõng	110,2	97,4	88,4	91	89,4	98,2	102,4	99,8	97,0
Máu C	104,2	92,2	88,5	93,6	91,4	97,6	100,0	96,0	97,5
Máu D	103,6	96,0	92,6	99,0	95,8	97,0	101,8	98,2	96,5

Σ: tång số trõng kiãm ñõnh; TT: tång số trõng thui tinh



Hình 3: Thí nghiệm kiểm định nồng độ lèn au trung Cầu Gai lên

Bảng 6: Tỷ lệ tối vong của au trung Cầu Gai ở các nồng độ $K_2Cr_2O_7$ kiểm định

$K_2Cr_2O_7$ (mg/L)	1999				$K_2Cr_2O_7$ (mg/L)	2000			
	Loà1	Loà2	Loà3	TB		Loà1	Loà2	Loà3	TB
0,00	19,4	15,4	18,0	17,6	0,0	1,3	0,7	2,4	1,5
0,10	15,0	21,0	33,0	23,0	0,10	3,2	2,2	5,5	3,6
1,00	20,0	90,0	64,7	58,2	0,18	5,8	3,7	9,4	6,3
1,80	80,0	94,0	78,3	84,1	0,32	9,3	5,4	15,3	10,0
3,20	100,0	100,0	99,0	99,7	0,56	16,6	12,4	24,7	17,9
5,60	100,0	100,0	100,0	100,0	1,00	31,6	24,7	38,4	31,6
LC50	1,22	0,26	0,45	0,64		>1,0	>1,0	>1,0	>1,0

Bảng 7: Kiểm định ảnh hưởng của nước chiết trầm tích lên quá trình phát triển au trung Cầu Gai

Tên mẫu		Tỷ lệ %							
		Năm 1999				Năm 2000			
		Au trung dò thông	Au trung bình thông	Phôi chet	Phôi chet tổng số	Au trung dò thông	Au trung bình thông	Phôi chet	Chet tổng số
Nồi chồng	loà1	0,45	99,55	4,80	5,23	2,2	97,9	5,7	9,7
	loà2	2,0	98,0	12,6	14,3	1,3	98,5	4,1	3,9
	loà3	-	-	-	-	0,7	99,1	5,3	6,1
	TB	1,2	98,8	8,7	9,7	1,4	98,5	5,0	6,5
Mẫu C	loà1	1,3	98,7	36,8	37,6	42,0	58,0	2,9	43,7
	loà2	1,0	99,0	14,7	15,5	32,8	67,2	-1,0	32,1
	loà3	-	-	-	-	27,5	72,5	4,6	30,9
	TB	1,1	98,9	25,8	26,5	34,1	65,9	2,2	35,6
Mẫu D	loà1	0,4	99,8	8,8	9,1	34,0	66,4	-1,5	34,4
	loà2	0,6	99,6	21,9	22,4	27,4	73,2	1,2	27,1
	loà3	-	-	-	-	15,2	85,0	1,5	16,5
	TB	0,5	99,7	15,4	15,8	25,5	74,8	0,4	26,0

IV. NHẬN XÉT CHUNG

Chất lợng trầm tích ô nhiễm 2 năm thu mẫu có biểu hiện không thuận lợi cho sự phát triển của tập quần thể sống nhờ sự phát triển ở trung cầu gai nên. Chúng gây ô nhiễm cheá khoảng từ 30 đến 50% phát triển sinh khối bình thường của tập. Nói với quá trình hình thành ở trung cầu gai, chất lợng trầm tích ô nhiễm cũng có tác động cheá rõ rệt, làm giảm năng suất phát triển của chúng. Hơn nữa, chất lợng trầm tích có xu thế giảm đi sau một năm theo dõi, nhờ đó phân tích ô nhiễm. Nếu xác định cụ thể những yếu tố nào có hiệu ứng sinh học (bioavailability), gây ảnh hưởng đến các sinh vật ở trung cầu gai những kết quả phân tích sâu hơn về mặt hóa học cũng nhờ theo dõi biến động quần thể sinh vật ô nhiễm khu vực nghiên cứu. Những kết quả này kết hợp với việc xác định chất lợng trầm tích bằng con đường hóa học sẽ giúp cho chúng ta nhìn thấy một cách tổng hợp toàn cảnh chất lợng môi trường ở các địa điểm nghiên cứu.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn TSKH. Nguyễn Tài An, Chủ nhiệm đề tài cấp Nhà nước KH 06-14 (1999-2000) đã tạo điều kiện cho chúng tôi được phép sử dụng những kết quả khoa học này để công bố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G. Allen, Burton Jr., 1992. Sediment Toxicity Assessment - Lewis Publishers.
2. Henry Lee II, Bruce L. Boese, Judy Pelletier, Martha Winsor, David T. Specht, and Robert C. Randall, 1989. Guidance manual: Bedded sediment bioaccumulation tests. ERL-N Contribution, No. 111: pp. 1-16.
3. US Environmental Protection Agency, 1995. Recommended guidelines for conducting laboratory bioassays on budget sound sediment.
4. Annual book of ASTM Standards, Section 11: Water and Environmental Technology, 1997. Vol. 11.05: Biological Effects and Environmental Fate; Biotechnology; Pesticides. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428: pp. 538-549; 767-787; 961-979.
5. ACCPMS-II (ASEAN Canada Cooperative Program on Marine Science phase II), 1995. Draft protocol for sublethal toxicity tests using tropical marine organisms: pp. 14-35.
6. Nguyễn Tài An (Chủ nhiệm đề tài), 2001. Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật cải thiện chất lợng môi trường biển phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản và du lịch vùng biển ven bờ Việt Nam (KH 06 - 14) (Báo cáo tổng kết đề tài).