

# 有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之毒性 及對生長之影響

林世榮

## The Toxicity of Organic Solvents and Their Influences on the Growth of *Chanos chanos*, *Penaeus monodon* and *Meretrix lusoria*

Shih-Jung Lin

Four organic solvents including phenol, tannic acid, xylene and acetone influenced the growth of fish, shrimp and clam. The toxicity level of these organic solvents to *Chanos chanos* and *Meretrix lusoria* ranked as phenol, tannic acid, xylene and acetone. In *Penaeus monodon*, the toxicity ranked as Phenol, xylene, tannic acid and acetone. In the above conditions, the highest toxicity was phenol, while acetone had the lowest toxicity. The results showed significant difference in growth under different concentrations of organic solvents. The higher the concentration of organic solvent, the more inhibiting effect on the growth.

### 前 言

本省近年來，由於工業、農業發展迅速，工業廢水大量排放與農藥大量使用，導致沿海、河川之水域生態，遭受嚴重的破壞，養殖魚蝦貝類常發生死亡之現象<sup>(1)(2)(3)(4)(5)(6)</sup>；農藥中之有機溶劑，污染程度不比農藥少，工業廢水中之有機溶劑，亦不容忽視，為減少漁民損失，維護國民健康，水產用水水質基準之訂定，刻不容緩；本試驗針對較常用之四種有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之急性毒害與生長影響，作一探討，以供制定水質基準之參考。

### 材料與方法

#### 一、試驗材料

##### (一) 試驗用魚蝦貝

1. 虱目魚：購自民間養殖場，體長  $4.8 \pm 0.2$  cm，體重  $2.0 \pm 0.1$  g。
2. 草 蝦：購自民間黑殼場， $P_{10} \sim P_{15}$ 。
3. 文 蛤：取自台西養殖中心，殼長  $2.32 \pm 0.3$  cm，均重 2.6 g。

##### (二) 試驗用藥

本試驗選用四種有機溶劑，為酚、鞣酸、二甲苯與丙酮；各先配成 1000 ppm 之原溶液備用，並加瓶蓋，以防揮發，其配法如下：

1. 酚 ( Phenol )：取固體狀之酚 1 g 於 250ml 燒杯內，加 100ml 試驗用水，充分攪拌溶解後，

例入 1 ℓ 之定容瓶，加試驗用水至標線，配成 1000ppm 之原溶液。

2.鞣酸 ( Tannic acid )：取粉末狀之 Tannic acid 1g 於 250ml 燒杯內，加 100ml 試驗用水充分攪拌混合後，倒入 1 ℓ 之定容瓶，加試驗用水至標線，配成 1000 ppm 之原溶液。

3.二甲苯 ( Xylene )：取二甲苯 1.22ml 加 1 ℓ 試驗用水，配成 1000ppm 原溶液。

4.丙酮 ( Acetone )：取丙酮 1.276ml，加 1 ℓ 之試驗用水配成 1000ppm 原溶液。

### (三)試驗用水

取自本分所蝦類繁殖室，經過濾之海水，pH 8.3，塩度 34‰，溶氧為 6.10 ppm。

## 二試驗方法

### (一)有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死影響

本試驗使用 25ℓ 塑膠桶與 2 ℓ 燒杯，各裝 10ℓ 與 1.5 ℓ 之不同濃度的各種試液，先做預備試驗，待求得虱目魚、草蝦、文蛤之約略上下限 ( 百分之百之致死濃度與百分之百活存濃度 ) 後，則進入正式試驗，正式試驗時，各組試液濃度，虱目魚、草蝦各放 10 尾，文蛤放 10 粒，充分打氣，不餵食；有機溶劑為揮發性，每 24 小時更換試液一次；試驗前先測定各稀釋後溶液之 pH 值，若 pH 低於 7 高於 8.5 以上則以 1 N HCl 及 1 % NaOH 調整。

試驗期間，隨時觀察中毒情形，魚蝦以玻璃棒碰觸之，若無反應，則認為死亡；文蛤死亡之判斷，以殼張開或以兩個文蛤相碰，由聲音判斷之，再將文蛤放入有砂之塑膠桶內，桶內放入新鮮海水，打氣，隔天是否潛入砂中，來判斷死亡。經過 24 小時、48 小時與 96 小時，記錄其死亡數目，用直線迴歸方法，求出 24 小時、48 小時與 96 小時之 Median lethal concentrations ( LC50 )。

### (二)低濃度有機溶劑對虱目魚、草蝦之生長影響

各組試液以 48 小時之安全濃度範圍，配置 5 組低濃度之有機溶劑與對照組，虱目魚各放養 10 尾，草蝦放養 20 尾，進行生長試驗，每日投飼 ( 吃完為止 )、打氣，每隔三天更換試液一次，以保持試藥濃度之正確性，虱目魚組飼育 30 天，草蝦組飼育 85 天後；活存尾數以 Chi-Square，終了平均體重，當樣品之變方相同時，用 Student 氏之 t-test，變方不同時用 Welech 氏之 V-test，來分析各處理結果之差異性。

## 結 果

### 一有機溶劑對魚蝦貝之半致死影響

#### (一)酚 ( Phenol ) 對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死情形：

1.虱目魚：酚對虱目魚之急速毒性試驗，結果如表 1 經求出 24 小時之 LC50 為 32.72 ppm，48 小時之 LC50 為 30.25 ppm，其 48 小時之安全濃度為 3.02 ppm。

2.草蝦：酚對草蝦之毒性試驗，結果如表 2，經求出 24 小時之 Lc50 為 32.17 ppm，48 小時之 Lc50 為 26.43 ppm，其 48 小時之安全濃度為 2.64 ppm。

3.文蛤：酚對文蛤之毒性試驗，結果如表 3；經求出 96 小時之 Lc50 為 189.50 ppm。

#### (二)鞣酸 ( Tannic acid ) 對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死情形：

1.虱目魚：鞣酸對虱目魚之毒性試驗，結果如表 4，經求出 24 小時 Lc50 為 108.79 ppm，48 小時之 Lc50 為 92.04 ppm，其 48 小時之安全濃度為 9.20 ppm。

2.草蝦：鞣酸對草蝦之毒性試驗，結果如表 5，經求出 24 小時之 Lc50 為 544.04 ppm，48 小時之 Lc50 為 514.80 ppm，其 48 小時之安全濃度為 51.48 ppm。

3.文蛤：鞣酸對文蛤之毒性試驗，結果如表 6，經求出其 96 小時之 Lc50 為 541.91 ppm。

#### (三)二甲苯 ( Xylene ) 對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死情形：

1.虱目魚：二甲苯對虱目魚之毒性試驗，結果如表 7，經求出 24 小時之 Lc50 為 618.07 ppm，

表1 酚對虱目魚之毒性試驗

Table 1 Bioassay of phenol on *Chanos chanos*

Conc. of phenol (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
25	10	1	2
30	10	5	6
35	10	7	8
40	10	7	9
45	10	10	10

$$Y = 18.375 + 2.375X \quad R = 0.950 \quad 48\text{hr Lc}_{50} = 30.25 \text{ ppm}$$

表2 酚對草蝦之毒性試驗

Table 2 Bioassay of phenol on *Penaeus monodon*

Conc. of phenol (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
15	10	2	4
20	10	2	3
25	10	5	4
30	10	5	6
35	10	6	7
40	10	5	7
45	10	7	10

$$Y = 5.635 + 4.159X \quad R = 0.928 \quad 48\text{hr Lc}_{50} = 26.43 \text{ ppm}$$

表3 酚對文蛤之毒性試驗

Table 3 Bioassay of phenol on *Meretrix lusoria*

Conc. of phenol (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals		
		48hr	72hr	96hr
100	10	0	0	0
150	10	0	0	2
200	10	0	1	7
250	10	0	4	9
300	10	1	4	10

$$Y = 102.073 + 17.487X \quad R = 0.972 \quad 96\text{hr Lc}_{50} = 189.50 \text{ ppm}$$

表4 鞣酸對虱目魚之毒性試驗

Table 4 Bioassay of tannic acid on *Chanos chanos*

Conc. of tannic acid (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
50	10	0	2
75	10	2	2
100	10	4	8
125	10	6	9
150	10	10	10
175	10	10	10

$$Y = 36.270 + 11.155X \quad R = 0.910 \quad 48\text{hr} \quad \text{Lc50} = 92.04\text{ppm}$$

表5 鞣酸對草蝦之毒性試驗

Table 5 Bioassay of tannic acid on *Penaeus monodon*

Conc. of tannic acid (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
450	10	2	3
500	10	3	4
550	10	6	7
600	10	8	8
650	10	8	9
700	10	9	10

$$Y = 350.646 + 32.832X \quad R = 0.978 \quad 48\text{hr} \quad \text{Lc50} = 514.80\text{ppm}$$

表6 鞣酸對文蛤之毒性試驗

Table 6 Bioassay of tannic acid on *Meretrix lusoria*

Conc. of tannic acid (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals		
		48hr	72hr	96hr
200	10	0	0	0
300	10	0	0	0
400	10	0	0	1
500	10	0	0	3
600	10	0	1	7
700	10	0	1	8

$$Y = 291.247 + 50.132X \quad R = 0.950 \quad 96\text{hr} \quad \text{Lc50} = 541.91 \text{ ppm}$$

表7 二甲苯對虱目魚之毒性試驗

Table 7 Bioassay of xylene on *Chanos chanos*

Conc. of xylene (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
400	10	2	2
500	10	3	4
600	10	5	6
700	10	6	8
800	10	7	10
900	10	10	10

$$Y = 275.000 + 17.487X \quad R = 0.982 \quad 48\text{hr Lc}50 = 556.25 \text{ ppm}$$

48小時之 Lc 50 為 556.25 ppm，其 48 小時之安全濃度為 55.62 ppm。

2.草蝦：二甲苯對草蝦之毒性試驗，結果如表 8，經求出 24 小時之 Lc 50 為 164.06 ppm，48 小時之 Lc 50 為 144.51 ppm，其 48 小時安全濃度為 14.45 ppm。

表8 二甲苯對草蝦之毒性試驗

Table 8 Bioassay of xylene on *Penaeus monodon*

Conc. of xylene (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
50	10	0	3
75	10	0	3
100	10	0	4
125	10	2	4
150	10	4	5
175	10	6	6

$$Y = -47.560 + 38.414X \quad R = 0.960 \quad 48\text{hr Lc}50 = 144.51\text{ppm}$$

3. 文蛤：二甲苯對文蛤之毒性試驗，結果如表 9，經求出 96 小時之 Lc 50 為 1,979.01 ppm。

表 9 二甲苯對文蛤之毒性試驗

Table 9 Bioassay of xylene on *Meretrix lusoria*

Conc. of xylene (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals		
		48hr	72hr	96hr
1,000	10	0	0	0
1,500	10	0	0	5
2,000	10	0	1	7
2,500	10	0	1	7
3,000	10	0	3	9
3,500	10	0	3	10
4,000	10	1	4	10

$$Y = 576.338 + 280.534X \quad R = 0.917 \quad 96\text{hr Lc}50 = 1979.01\text{ppm}$$

(四) 丙酮 (Acetone) :

1. 虱目魚：丙酮對虱目魚之毒性試驗，結果如表 10，經求出其 24 小時之 Lc 50 為 12,000ppm，48 小時之 Lc 50 為 6,980ppm，48 小時之安全濃度為 698.0ppm。

表 10 丙酮對虱目魚之毒性試驗

Table 10 Bioassay of acetone on *Chanos chanos*

Conc. of acetone (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
4,000	10	0	1
5,000	10	0	2
6,000	10	0	4
7,000	10	1	5
8,000	10	2	6
9,000	10	3	8

$$Y = 3,380 + 720X \quad R = 0.994 \quad 48\text{hr Lc}50 = 6,980\text{ppm}$$

2.草蝦：丙酮對草蝦之毒性試驗，結果如表 11，經求出 24 小時之 Lc 50 為 5,009.43 ppm，48 小時之 Lc 50 為 3114.09 ppm，其 48 小時之安全濃度為 311.40 ppm。

表 11 丙酮對草蝦之毒性試驗

Table 11 Bioassay of acetone on *Penaeus monodon*

Conc. of acetone (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals	
		24hr	48hr
1,000	10	1	4
2,000	10	1	6
3,000	10	0	6
4,000	10	1	5
5,000	10	4	4
6,000	10	7	10

$$Y = 798.660 + 463.087X \quad R = 0.552 \quad 48\text{hr Lc}50 = 3,114.09\text{ppm}$$

3.文蛤：丙酮對文蛤之毒性試驗，結果如表 12，經求出其 96 小時之 Lc 50 為 16,871.90 ppm。

Table 12 Bioassay of acetone on *Meretrix lusoria*

Conc. of acetone (ppm)	No. of test animals	No. of dead test animals		
		48hr	72hr	96hr
11,000	10	0	0	0
13,000	10	0	0	0
15,000	10	0	0	2
17,000	10	0	0	5
19,000	10	0	1	10
21,000	10	0	3	9
23,000	10	0	3	10

$$Y = 12,386.700 + 897.02X \quad R = 0.947 \quad 96\text{hr Lc}50 = 16,871.90\text{ppm}$$

二低濃度有機溶劑對虱目魚、草蝦之生長影響

(一) 酚對虱目魚之生長影響

酚對虱目魚飼育30天，其活存數與生長比較如表 13 與表 14，由表 13，顯示各處理組與對照組之間顯著性測驗 5% 水準時均無顯著性差異，由表 14 得知，各處理組除 3 ppm 組外其他各組皆與對照組有顯著差異，3 ppm 組與 10 ppm 組、15 ppm 組與 20 ppm 組皆有差異，而 5 ppm 組與 10 ppm、15 ppm、20 ppm 各組皆有顯著差異。

表 13 酚對虱目魚飼育 30 天活存數比較

Table 13 Analysis of chi-square of survival of *Chanos chanos* treated with phenol after raising for 30 days.

0					
3	0.000				
5	0.392	0.392			
10	0.392	0.392	0.000		
15	1.250	1.250	0.266	0.026	
20	3.800	3.810	1.978	1.978	0.833

non-significant

表 14 酚對虱目魚飼育 30 天生長比較

Table 14 Analysis of V-test of growth of *Chanos chanos* treated with phenol after raising for 30 days.

0					
3	1.511				
5	2.361*	0.848			
10	7.853*	7.284*	7.276*		
15	9.846*	9.817*	10.606*	0.366	
20	9.458*	9.110*	9.323*	1.436	1.394

\* P < 0.05



## (二) 酚對草蝦之生長影響

酚對草蝦飼育85天後，其活存數與生長比較如表 15 與表 16，由表15知10ppm組與對照組有顯著差異及 12.5 ppm組與對照組為極顯著差異，又 2.5 ppm組及 7.5ppm組與12.5ppm 組各有顯著差異，其他皆無差異，由表 16 得知各處理組皆與對照組有顯著差異，2.5ppm 組亦與各處理組有差異，其他則無差異。

表 15 酚對草蝦飼育 85 天活存數比較

Table 15 Analysis of Chi-square of survival of *Penaeus monodon* treated with phenol after raising for 85 days.

0						
0		2.5				
2.5	0.360		5.0			
5.0	2.057	0.784		7.5		
7.5	1.111	0.228	-0.173		10.0	
10.0	4.329*	2.500	0.533	1.290		12.5
12.5	8.533**	6.144*	2.849	4.286*	0.960	

\*  $P < 0.05$ \*\*  $P < 0.01$ 

表 16 酚對草蝦飼育 85 天生長比較

Table 16 Analysis of V-test of growth of *Penous monodon* treated with phenol after raising for 85 days.

0						
0		2.5				
2.5	7.642*		5.0			
5.0	19.597*	14.381*		7.5		
7.5	17.278*	11.620*	-1.873		10.0	
10.0	18.271*	12.540*	-3.804	-0.948		12.5
12.5	16.859*	11.449*	-1.960	-0.119	0.795	

\*  $P < 0.05$

## (三) 鞣酸對虱目魚之生長影響

鞣酸對虱目魚飼育30天後，其活存數與生長比較如表 17 與表 18，由表 17 顯示各處理組間以及對照組均無顯著差異，但在試驗終了平均體重方面，除了少部分無差異外，皆有顯著差異如表 18 所示。

表 17 鞣酸對虱目魚飼育 30 天活存數比較

Table 17 Analysis of Chi-square of survival of *Chanos chanos* treated with tannic acid after raising for 30 days.

	0				
0		5			
5	1.053		10		
10	2.222	0.392		20	
20	2.222	0.392	0.000		30
30	3.529	1.250	0.267	0.267	
40	3.529	1.250	0.267	0.267	0.000

non-significant

表 18 鞣酸對虱目魚飼育 30 天生長比較

Table 18 Analysis of V-test of growth of *Chanos chanos* treated with tannic acid after raising for 30 days.

	0				
0		5			
5	1.678		10		
10	3.361*	1.816		20	
20	7.094*	6.126*	4.829*		30
30	4.642*	3.447*	2.095	-1.966	
40	5.899*	4.804*	3.473*	-0.938	1.028

\*  $P < 0.05$

## (四) 二甲苯對草蝦生長影響

二甲苯對草蝦飼育85天後，其活存數與生長比較如表 19 與 20 由表 19 得知對照組與 25 ppm組及30ppm組，分別為顯著與很顯著差異；又 10ppm組與 30 ppm組亦有差異，其他各組間則無差異。由表 20 顯示各處理組與對照組有顯著差異，10 ppm組亦與各處理組有差異，其他各

組間則無差異。

表 19 二甲苯對草蝦飼育 85 天活存數比較

Table 19 Analysis of Chi-square fo survival of *Penaeus monodon* treated with xylene after raising for 85 days.

0					
10	0.360				
15	1.111	0.229			
20	3.137	1.558	0.625		
25	4.329*	2.500	1.290	0.125	
30	7.025**	4.800*	3.135	1.026	0.440

\*  $P < 0.05$

\*\*  $P < 0.01$

表 20 二甲苯對草蝦飼育 85 天生長比較

Table 20 Analysis of V-test of growth of *Penaeus monodon* treated with xylene after raising for 85 days.

0					
10	21.218*				
15	27.050*	12.458*			
20	28.173*	12.604*	-0.738		
25	31.579*	15.256*	0.388	1.242	
30	27.785*	12.782*	p0.119	0.631	-0.532

\*  $P < 0.05$

## 討 論

本該驗所用之四種有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死濃度如表 21 所示， $Lc 50$  值愈小者，表示該有機溶劑對魚蝦貝之毒性愈大，這四種有機溶劑之急速毒性以酚最強，丙酮毒性最小，對虱目魚其毒性依序為酚>鞣酸>二甲苯>丙酮；對草蝦是酚>二甲苯>鞣酸>丙酮；對文蛤是酚>鞣酸>二甲苯>丙酮。

一般魚蝦貝類對有機毒物之敏感性比重金屬<sup>(1)(2)(3)</sup>和農藥<sup>(5)(6)</sup>為低，通常有機溶劑之毒性與濃度

表 21 有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之半致死濃度  
Table 21 Lc50 values of milkfish, grass shrimp and hard clam treated with organic solvents.

Organic solvent	Milkfish		Grass shrimp		Hard clam
	24hr	48hr	24hr	48hr	96hr
Phenol	32.72	30.25	32.17	26.43	189.50
Tannic acid	108.79	92.04	544.04	514.80	541.91
Xylene	618.07	556.25	164.06	144.51	1,979.01
Acetone	12,000.00	6,980.00	5,009.43	3,114.09	16,871.90

成正比，亦即濃度愈高毒性愈強<sup>(7)(8)</sup>。

酚 (Phenol) 之功用是製造有機化學藥品，合成藥、香料、樹脂、衛生醫藥之防腐劑與殺菌劑、消毒皂，印染上之顯色劑、膠及黏著劑之防腐劑；其具有生物毒性，是因能使蛋白質變性，造成細胞的溶解與破壞，中毒之魚蝦，鰓部常變白色，阻礙生理呼吸作用，窒息而亡。

鞣酸 (Tannic acid) 供製造合成藥、墨水、鞣劑、媒染劑與石油之脫臭劑，具有軟化組織之作用，能破壞蛋白質組織，導致酵素失去正常功能。

二甲苯與丙酮，供作溶劑之用，溶於乙醇、乙醚，不溶於水，容易揮發，故毒性比酚、鞣酸小，但二甲苯對草蝦之毒性則比鞣酸強 3.5 倍，在 48hr 之 Lc 50 二甲苯為 144.51 ppm 而鞣酸為 514.80 ppm。

生長為魚蝦類生理活動的指標，大部份魚蝦貝類之生長受重金屬抑制程度，隨濃度增加而提高，牡蠣幼生與草蝦之生長及活存率隨重金屬濃度增高而降低<sup>(9)</sup>，虱目魚之成長亦隨重金屬濃度增高而降低<sup>(10)</sup>，在低濃度有機溶劑之各處理中，其生長與活存數與對照組及安全濃度組有顯著差異，隨有機溶劑濃度增高而降低，這可能由於長期暴露於低濃度有機溶劑中，影響其生理、消化、呼吸系統，引致生長速率降低，死亡高之現象，有待進一步之探討。

## 摘 要

本試驗在探討有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之急速毒性及對生長之影響；四種有機溶劑之毒性對虱目魚、文蛤依序為酚、鞣酸、二甲苯、丙酮；對草蝦依序為酚、二甲苯、鞣酸、丙酮；其中酚之毒性最強，丙酮毒性最低。在低濃度有機溶劑之各處理組間，其生長之比較有顯著差異，生長受有機溶劑抑制程度，隨濃度增加而提高。

## 謝 辭

本試驗得以順利進行，感謝本分所丁分所長之支持以及同仁葉信利、陳萬生與施用齊等三位先生多方協助，以及台西養殖中心提供文蛤，在此一併致最大謝忱。

### 參考文獻

1. 陳弘成、謝明慧 (1979). 重金屬對於蝦類急速毒性之研究, 中國水產, 316, 3-7.
2. 林世榮 (1981). 汞銅鋅對淡水長腳大蝦、虱目魚之急速毒性試驗, 中國水產, 339, 20-25.
3. 周賢鏘、江章、丁雲源 (1985). 重金屬對於草蝦幼苗急速毒性研究, 台灣省水產試驗所試驗報告, 38, 182-188.
4. 鄭森雄 (1975). 台灣西南沿海養殖貝類大量死亡之原因之研究.
5. 賴仲謀 (1986). 常用農藥對虱目魚、草蝦、文蛤之急速毒性, 台灣省水產試驗所試驗報告, 41, 87-92.
6. 李國欽、陳朝月 (1981). 常用農藥對二種魚類之急速毒性研究, 中國水產, 340, 17-24.
7. 崔淑英、丁雲源 (1982). 氯化胺、酚及氰酸鉀對草蝦幼蝦之毒性 (未發表).
8. 李榮涼 (1982). 有機物質對草蝦半致死影響 (未發表).
9. 劉擎華 (1980). 四種重金屬對草蝦的慢性毒性試驗, 台大海洋研究所碩士論文.
10. 賴仲謀 (1987). 低濃度之重金屬溶液對虱目魚、文蛤之累積情形及對成長之影響, 台灣省水產試驗所試驗報告, 42, 305-310.
11. 江章、丁雲源 (1984). 廢酸對蝦類之毒性及對藻類生長之影響, 行政院衛生局環境保護局.
12. 葉樹藩 (1977). 試驗設計學, 台北.
13. 日本水產資源保護協會 (1965). 水產用水基準.
14. Doudoroff P. M. Katz (1950). Critical review of literature on the toxicity of industrial wastes and their components to fish, sewage and industrial wastes, 22, 1432-1458.
15. Rand M.C., A.E. Greenberg, and M. J. Jaras (1976). Calculating and reporting results of bioassays. In "Standard methods for the examination of water and waste water", 731-740.
16. Chand, C.F. and chen, H.C. (1980). Studies on the toxicity of marine pollutants to the larval crab, *Scylla serrata*, Journal of Marine Science, 26, 47-58.