

二十三种有害物质对对虾的急性致毒试验*

吴彰宽 陈国江

(中国水产科学研究院黄海水产研究所)

提要 本文报道了在常温、静水条件下,用通用的鱼类毒性试验方法进行了二十三种有害物质对对虾急性致毒试验,为“渔业水质标准”的制订提供了依据。

一、材料与方法

1. 生物材料

试验以中国对虾 (*Penaeus orientalis*) 为材料,分为受精卵、仔虾(体长10—30mm)、幼虾(体长30—85mm)三个发育阶段进行。

2. 有害物质

试验选用了重金属、石油、农药及化工原料等23种有害物质。试验前,先将有害的物质制成母液。试验时,将母液用静置24h非污染区的海水稀释成不同浓度的试验液,进行生物毒性试验。有害物质按有效浓度计算。

3. 试验条件

试验容器有两种:(1)直径14cm的培养皿,盛试验液200mL,供受精卵试验用。(2)玻璃方缸,盛试验液1—2L,供仔虾、幼虾试验用(每缸放1尾虾)。

试验水温:受精卵为17.5—19℃;仔虾为21—24.5℃;幼虾为16—29.2℃。每次试验的水温变动不超过4℃。

4. 试验方法

试验在常温、静水条件下,按目前国内通用的鱼类急性中毒试验的方法^[1]进行。

受精卵的试验,主要观察有害物质对受精卵的胚胎发育、卵子孵化及孵出的无节幼体成活的影响。每一试验进行4天(96h),每隔24h用25号筛绢过滤法更换一次试验液。第1天观察受精卵的发育与孵化。分原肠期、肢芽形

成-膜内幼体期、孵出的无节幼体3个发育期,用浮游生物的取样、计数方法^[2]进行分析。后3天用同法算出受精卵的孵化率(%)及无节幼体成活率(%)。每一浓度组的卵子数为1000—4000粒。

仔虾及幼虾的试验每次也进行4天。每种有害物质先进行预备试验,找出致死浓度范围。然后按等对数间距设置5个浓度组,并设对照组。每一浓度组放10尾虾。每隔12h更新一次试验液并记录各组生物存活数。将所得数据在半对数坐标纸上用直线内插法推导进行处理,求出生物对有害物质的24h、48h和96h的平均忍受限(TLm值)。再将TLm值代入以下两个经验公式,算出安全浓度值(mg/L)。

$$\text{安全浓度} = \frac{48\text{h TLm} \times 0.3}{(24\text{h TLm})^2} \quad (1)$$

$$\text{安全浓度} = 96\text{h TLm} \times 0.1 \quad (2)$$

二、试验结果

5种有害物质对对虾受精卵的毒性试验结果见表1。5种有害物质对仔虾的毒性试验结果见表2。22种有害物质对幼虾的毒性试验结果见表3。

* 黄海水产研究所调查研究报告第156号。本试验得到青岛水族馆的支持,文章承蒙林庆礼副研究员审阅,在此一并致谢。

表 1 5 种有害物质对受精卵的孵化及孵出的无节幼体成活的影响

Tab. 1 The effects of five harmful substances on hatching of eggs and survival of nauplius of prawn (*Penaeus orientalis*)

毒物名称	毒物浓度 (mg/L)	24h 各发育期卵子数及 无节幼体数(%)			无节幼体成活率(%)		
		原肠期	肢芽形成-膜 内幼体期	孵出的无 节幼体	48 h	72 h	96 h
汞 (Hg^{++} - HgCl_2)	0.5	100	0	0	0	0	0
	0.3	99	1	0	0	0	0
	0.1	95	5	0	0	0	0
	0.05	66	30	4	0	0	0
	0.01	47	12	41	96	62	28
铜 (Cu^{++} - CuSO_4)	3.0	7	93	0	0	0	0
	1.0	2	98	0	0	0	0
	0.5	6	94	0	0	0	0
	0.3	2	96	2	0	0	0
	0.1	2	90	8	9	0	0
锌 (Zn^{++} - ZnSO_4)	5.0	9	91	0	0	0	0
	1.0	3	97	0	0	0	0
	0.5	5	94	1	0	0	0
	0.1	4	48	48	100	73	3
	0.05	6	48	46	100	76	8
铅 (Pb^{++} - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)	4.0	4	0	96	6	0	0
	3.1	1	3	96	10	0	0
	2.2	4	0	96	6	0	0
	1.7	2	3	95	10	0	0
	1.2	3	1	96	4	0	0
酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	12	5	95	0	0	0	0
	10	1	99	0	0	0	0
	7	3	94	3	3	0	0
	4	2	51	47	37	25	5
	1	2	4	94	68	34	2
对照组		4	4	92	100	79	20

表 2 对虾仔虾对 5 种有害物质的平均忍受限及安全浓度

Tab. 2 TLm of prawn larvae to five harmful substances and their safety concentrations to the prawn

毒物名称	平均忍受限 (mg/L)			安全浓度 (mg/L)	
	24 h	48 h	96 h	$\frac{48\text{h TLm} \times 0.3}{(24\text{h TLm})^2}$ $(48\text{h TLm})^2$	$96\text{h TLm} \times 0.1$
汞 (Hg^{++} - HgCl_2)	0.1	0.018		0.0002	
铜 (Cu^{++} - CuSO_4)	10	2.25	0.17	0.034	0.017
锌 (Zn^{++} - ZnSO_4)	3.1	2.5	0.3	0.49	0.03
铅 (Pb^{++} - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)		6.8	1.6		0.16
酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	27	25.5	7	6.8	0.7

表 3 22 种有害物质对幼虾的 TLm 值 (mg/L)

Tab. 3 TLm of juvenile prawn to 22 harmful substances (mg/L)

有害物质	24h TLm	48h TLm	96h TLm	有害物质	24h TLm	48h TLm	96h TLm
氯化汞	1.52	0.57	0.42	杀虫脒	11.5	5.9	2.85
硫酸铜	10.1	8.4	5.3	五氯酚钠			0.32
硫酸锌	12.0	7.0	4.2	苯 酚	36	31	22
原油	20.0	13.1	11.1	间苯二酚	168	22.5	10
汽油	1.18	1.0	1.0	对苯二酚	1.17	0.6	0.6
煤 油	1.42	1.25	0.2	对氨基苯酚	3.15	1.32	1.32
轻 柴 油	7.0	5.0		甲 醛	3.7	2.8	2.6
润 滑 油		25.0	5.0	丙 烯 腈	25	16	7
马拉硫磷	0.068	0.021	0.0134	水 合 肼	3.7	0.87	0.31
敌 百 虫			0.056	水 合 氯 醛	420	360	285
内 吸 磷	0.1	0.04	0.026	硫 化 钠	3.21	2.28	2.0

三、讨 论

1. 5 种有害物质对受精卵的孵化及无节幼体成活的影响

从对虾人工育苗的经验来看,亲虾多数在后半夜,主要是黎明前产卵。产出的受精卵膨胀后卵膜径达 0.33—0.44mm。在水温 18—22℃ 条件下,经 20—30h 即可孵出无节幼体,孵化率一般为 75—95%¹⁾。

我们每次试验用的受精卵是同一尾亲虾在黎明前产的卵,发育正常的卵子在 90% 以上。从孵化池中将卵取回实验室,已发育到原肠期。因此,以原肠期作为初始阶段来观察有害物质的毒性影响。

从表 1 看出, Hg 对受精卵的影响是极为显著的。当 Hg 浓度超过 0.1mg/L 时,可以将处于原肠期的 95% 以上的受精卵在注毒后几分钟内毒死。浓度为 0.01mg/L, 仍有 60% 左右的受精卵中毒致死,只有 40% 左右的受精卵能孵化。Cu 的毒性略小于 Hg, 浓度在 0.5—3 mg/L 时,受精卵能正常发育到膜内幼体,然而终因 Cu 的毒性影响使发育完全的幼体不能破膜孵化而死。浓度为 0.1mg/L 仅有不足 10% 的受精卵孵出无节幼体。Zn 的影响与 Cu 相似,毒性略低于 Cu。浓度在 1—5mg/L 时,卵也能正常发育成膜内幼体,却不能孵化而被毒

死在膜内。浓度为 0.05—0.1mg/L 时,有半数卵子能孵出无节幼体,其孵化率与幼体成活率均大大超过 Cu。酚的毒性低于 Cu、Zn。浓度大于 7mg/L 时,可使 94% 以上发育完全的幼体毒死在膜内。浓度为 4mg/L 时,有半数卵能正常发育并孵出无节幼体。浓度小于 1mg/L 时,对卵的发育与孵化基本无影响,卵子孵化率和对对照组及正常条件下人工育苗的孵化率相一致。Pb 的毒性比 Hg、Cu、Zn、酚均低,各试验组卵子孵化率均与对照组和正常条件下人工育苗的孵化率一致。

无节幼体成活率随时间的延长而逐渐下降,特别是 Pb 组幼体成活率极低。幼体成活率的迅速下降既表现为有害物质对幼体的毒性影响,亦可能由于溶解氧不足而致。溶解氧不足是基于如下的推测:由于试验液少而卵子数量较多,幼体孵出后对氧的消耗迅速增加;另外幼体有趋光性,大量的幼体聚集在一起容易造成局部水域缺氧使幼体致死。

综上所述,初步认为 5 种有害物质对对虾受精卵的胚胎发育及孵化的毒性影响以 Hg、Cu、Zn、酚、Pb 为序。

2. 23 种有害物质对对虾的影响

Hg、Cu、Zn、Pb 是几种常见的重金属。其

1) 王培、赵发箴等, 1965。对虾人工育苗试验。海洋水产研究丛刊 20: 34—50。

主要污染源为工业废水、矿山污泥和废水,通过河流进入海洋,造成对近岸海区、特别是工矿企业集中的海湾和河口区域的严重污染。

从表 2、3 的结果看,4 种重金属中 Hg 的毒性居首位,以下以 Cu、Zn、Pb 为序。Hg 对仔虾 48h TLm 为 0.018mg/L; 对幼虾 48h TLm 为 0.57mg/L。Cu 对仔虾 48h TLm 为 2.25mg/L, 96h TLm 为 0.17mg/L; 对幼虾 48h TLm 为 8.4mg/L, 96h TLm 为 5.3mg/L。Zn 对仔虾 48h TLm 为 2.5mg/L, 96h TLm 为 0.3mg/L; 对幼虾 48h TLm 为 7.0mg/L, 96h TLm 为 4.2mg/L。从上述比较看, Hg、Cu、Zn 对仔虾的毒性比幼虾大。

石油是一种成分十分复杂的天然混合物。在精炼过程中可分馏出汽油、煤油、柴油、润滑油、裂变原料油、渣油等产品。研究表明各种分馏物的毒性是不一样的,认为轻质油(低沸点分馏物)比原油和重质油(高沸点分馏物)具有更强的毒性^[3]。

我们试验结果证明,汽油对幼虾 48h TLm 为 1.0mg/L; 煤油为 1.25mg/L; 轻柴油为 5.0mg/L; 润滑油为 25.0mg/L; 原油为 13.1mg/L。从毒性看,低沸点组分大于原油和高沸点组分,与上述研究结论相吻合。

表 3 表明,4 种农药中,马拉硫磷的毒性最大,96h TLm 为 0.0134mg/L; 杀虫脒毒性最小,96h TLm 为 2.85mg/L。其毒性顺序为马拉硫磷、内吸磷、敌百虫、杀虫脒。

长江水产研究所报道,马拉硫磷对水蚤的存活浓度不超过 0.05mg/L; 敌百虫对淡水枝角类、桡足类及水生昆虫致死浓度为 0.016—0.4mg/L^[1]。与我们的结果较为一致。

农药对鱼类的毒性显然比对甲壳动物的低。马拉硫磷对白鲢鱼种 96h TLm 为 3.14mg/L; 敌百虫 96h TLm 为 53.47mg/L; 杀虫脒 96h TLm 为 26.0mg/L^[2]。从这里可以看出

甲壳动物对农药极为敏感,这也正是农药杀虫效果之所在。

除重金属、石油、农药外,在化工原料中水合肼的毒性最大,96h TLm 为 0.31mg/L。比较 4 种酚类的毒性可以看出,由于所含基团不同,其毒性不一样,甚至所含基团相同,只是排列位置不同(如对苯二酚与间苯二酚)也表现出毒性的明显差异。

四、小 结

1. 本文重点讨论了 Hg、Cu、Zn、Pb、酚 5 种有害物质对对虾受精卵、仔虾、幼虾 3 个不同发育阶段的毒性影响。结果表明,不同种类有害物质对对虾 3 个不同发育阶段的毒性是不同的; 同种有害物质的毒性是相对稳定的。5 种有害物质对对虾受精卵的影响最甚,仔虾次之,幼虾再次。5 种有害物质对对虾的毒性大致顺序为 Hg、Cu、Zn、酚、Pb。同种有害物质对受精卵孵化率的影响与浓度呈负相关; 无节幼体成活率与时间之间也呈负相关。

2. 22 种有害物质对幼虾的试验表明,农药对对虾之类甲壳动物的危害很大,比对鱼类的危害大几十至几百倍。石油及其产品的毒性,一般认为轻质油比原油和重质油毒性大,本试验结果认为毒性的大小以汽油、煤油、轻柴油、原油、润滑油为顺序。

主要参考文献

- [1] 中国医学科学院卫生研究所, 1973。水质分析法,第 4 章。人民卫生出版社。
 - [2] 黄海水产研究所, 1960。海洋水产资源调查手册。上海科学技术出版社。第 165—168 页。
 - [3] 国家海洋局《海洋污染概况》编译组, 1974。海洋污染概况。石油化学工业出版社, 51 页。
- 1) 长江水产研究所, 1976。水质污染对鱼类影响的调查研究,第 3 集(内部资料)。
 - 2) 湖北省水生生物研究所, 1975。杀虫脒等 15 种毒物对白鲢鱼种急性致毒试验小结(油印资料)。

STUDIES OF ACUTE INTOXICATION BY SOME HARMFUL SUBSTANCES ON *PENAEUS ORIENTALIS* K

Wu Zhangkuan, Chen Guojiang

(Yellow Sea Fisheries Research Institute)

Abstract

The effects of toxicity in 23 kinds harmful substances on eggs, post-larvae and juvenile prawn (*Penaeus orientalis*) in normal temperature and static water conditions were studied.

The order of toxicity level was Hg^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , phenol and Pb^{++} . The order of toxicity-tolerance capacity was juvenile, post-larvae and eggs of prawn. The toxicity of pesticides to prawn was 2—3 magnitudes stronger than that to fish. The TLm value of juvenile prawn to organic Phosphorus pesticides was 1 magnitude smaller than that of Hg^{++} . The order of toxicity of four pesticides to prawn was Malathion, Systox (Demeton), Diptenex (Trichlorfon), Chlordimeform. The toxicity in light oil was stronger than that of heavy oil to juvenile prawn. Five kinds of phenol compound differ in toxicity according to groups contained in the compounds and their base arrangement.