

汞、砷、铬、苯酚对东方对虾幼体 急性致毒的实验研究

陈碧鹃 陈民山

(中国水产科学院黄海水产研究所, 青岛)

收稿日期: 1989年5月2日

关键词 对虾幼体, 急性致毒效应, 96h LC_{50}

提 要 通过实验室内的短期实验评价了砷、汞、铬、苯酚对东方对虾溞状幼体和糠虾幼体的毒性分别给出了各毒性对不同对虾幼体的 96h LC_{50} 。

关于汞、砷、铬、苯酚对水生生物的毒性研究, 国内外已有大量报道, 但是它们对东方对虾 (*Penaeus chinensis* O'sbeck) 幼体的毒性效应, 尚未见记载。

本实验的目的是通过生物测试法中的短期实验(96h), 评价以上四种有毒物质对东方对虾幼体的急性致毒效应, 以便为加强海洋经济生物的资源繁殖保护, 为修改渔业水质标准等工作提供依据。

I. 材料与方法

实验生物: 实验所采用的不同发育阶段的东方对虾幼体, 均取自本所对虾育苗室、崂山县和即墨县水产养殖公司对虾育苗场。

实验用水: 实验用海水取自青岛太平角黄海水产研究所试验场近海, 经沉淀 10h 后使用。

有毒物质母液的配制: 氯化汞($HgCl_2$)、重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)、苯酚(C_6H_5OH) (均为分析纯), 称量后, 分别直接溶于去离子蒸馏水中, 配制成所需浓度的母液。

三氧化二砷(As_2O_3) (分析纯), 因极难溶于水, 配制时先将称量的三氧化二砷溶于 1mol 的氢氧化钠溶液中, 再滴入 1mol 的硫酸溶液, 直至该溶液显中性或弱酸性, 然后用去离子蒸馏水稀释到一定体积, 配制成实验所需浓度的母液。

实验条件: 实验期间的温度控制在 $22^\circ C \pm 1^\circ C$ 。

饵料: 东方对虾溞状幼体期投喂牟氏角毛藻 (*Chaetoceros muelleri*)、三角褐指藻 (*Phaeodactylum tricornutum*)。东方对虾糠虾幼体期投喂卤虫 (*Artemia* sp.) 无节幼体。

实验方法: 本实验采用 96h 半静水急性致毒试验方法。在盛有 800mL 实验液的烧杯内, 放入东方对虾幼体 20 个, 投入饵料。藻类饵料投喂量为 50 000—100 000 个细胞/mL; 卤虫无节幼体的投喂量为 0.5—1 个/mL。各实验组均按等对数间距系列设置实验组和对照组, 每组实验均设 1—2 个平行组。实验期间每天更换实验液一次, 同时检查记录东方对虾幼体的发育情况、死亡数及中毒症状。

数据处理: 实验结束后, 采用移动平均角法 (Moving Average-angle Method)^[1], 计算得出各种毒物对不同发育期的东方对虾幼体 96h LC_{50} 和 95% 可信限区间。

II. 结 果

汞、砷、铬、苯酚对不同发育期的东方对虾

表 1 砷、苯酚、汞、铬四种有毒物质对东方对虾幼体成活的影响
 Tab. 1 The effects of arsenic, phenol, mercury and chromium on the survival of the larvae of *Penaeus chinensis* O'sbeck

毒物名称	毒物浓度 ($\times 10^{-6}$)	蚤状幼体死亡率(%)*			糠虾幼体死亡率(%)		
		24h	48h	96h	24h	48h	96h
砷 (As_2O_3)	0.18	1.5	5.8	—**	0.9	2.6	6.2
	0.32	5.8	6.5	12.3	2.5	5.1	12.6
	0.56	5.8	8.2	8.2	—	—	—
	1.0	8.7	11.5	18.4	8.5	8.5	21.3
	1.8	14.5	31.1	40.9	16.0	25.5	36.1
	3.2	95.6	100	100	26.1	47.9	63.0
	5.6	—	—	—	97.5	100	100
苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	0.32	0	0	9.7	—	—	—
	0.56	—	—	—	2.2	3.7	6.2
	1.0	0	5.6	22.6	2.2	7.3	12.4
	1.8	0	8.3	29.0	0.7	5.8	16.3
	3.2	—	—	—	3.6	9.4	56.0
	5.6	2.6	8.3	35.5	4.3	18.9	97.0
	10.0	5.3	33.3	100	18.3	46.4	100
	18.0	—	—	—	30.2	79.7	100
铬 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	0.32				1.0	—	4.1
	0.56				1.0	—	3.1
	1.0				2.0	3.0	6.3
	1.8				5.1	14.3	28.1
	3.2				3.0	14.3	33.6
	5.6				5.1	24.7	76.0
	10.0				15.2	100	100
汞 (HgCl_2)	0.00056	15.0	15.8	22.2			
	0.001	10.0	10.5	33.3			
	0.0032	15.0	52.6	66.7			
	0.0056	25.0	—	94.4			
	0.01	55.0	94.7	100			
	0.018	100	100	100			

* 死亡率为校正死亡率;

** “—”表示没安排此组实验或没有记录。

表 2 汞、砷、铬、苯酚对不同发育期的东方对虾幼体的急性毒性(96h LC_{50} 及 95% 可信限区间)

Tab. 2 Acute toxicity of mercury, arsenic, chromium and phenol to the larvae of *Penaeus Chinensis* O'sbeck(96h LC_{50} & 95% confidence interval)

毒物名称	对虾幼体	96h LC_{50} ($\times 10^{-6}$)	95%可信限区间
砷 (As_2O_3)	蚤状幼体	2.85	4.07—2.05
	糠虾幼体	2.43	3.30—1.79
苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	蚤状幼体	8.32	10.81—5.60
	糠虾幼体	2.70	3.41—2.91
汞 (HgCl_2)	蚤状幼体	0.00151	0.0027—0.00125
铬 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	糠虾幼体	3.44	4.39—2.55

幼体的急性致毒实验结果见表 1 和表 2。

III. 讨 论

所有设置的实验, 对照组东方对虾幼体的死亡率约为 20% 左右, 这与已报导的几乎同样实验条件下的结果相似。通常急性毒理实验标准方法要求对照组生物的死亡率不超过 10%, 但考虑到东方对虾人工育苗实验中幼体的最高成活率为 90%, 本实验中对照组的死亡率还是可以接受的。为了使实验结果更能反映出毒物的毒性, 在不影响实验组生物敏感性的情况下, 对各实验浓度组的死亡率采用了 Abbott's 公式加以校正。

$$P = \frac{P' - C}{1 - C}$$

公式中 P 为校正死亡率, P' 为未校正死亡率, C 为自然死亡率(即对照组死亡率)。

急性毒理实验的主要目的是评价化学物质的毒性和生物对有毒物质的敏感性。

本实验的结果表明, 汞、砷、铬、苯酚的毒性, 以汞的毒性为最强。汞对溞状幼体 96h LC_{50} 为 0.00151mg/L, 比其它三种毒物的毒性高约 2—3 个数量级。毒性大小其次为砷、铬。砷对溞状幼体和糠虾幼体的 96h LC_{50} 分别为 2.85 mg/L 和 2.43mg/L, 铬对糠虾幼体的 96h LC_{50} 为 3.44mg/L。苯酚对溞状幼体的 96h LC_{50} 为 8.32mg/L, 毒性明显低于砷和铬。但是苯酚对糠虾幼体的 96h LC_{50} 却为 2.7mg/L, 这一出乎预料特别高的敏感性还需要进一步实验验证。

戴继森(1989)曾采用指示菌来评价化学物质的毒性, 证实了汞、砷、铬、苯酚的毒性顺序为 $Hg^{++} > As^{3+} > Cr^{6+} > 苯酚$, 这与本实验的结果是较为一致的。

一般来说, 生物的早期发育阶段是生物生命周期中最脆弱的阶段。实验研究已经证实, 生物的早期发育阶段也是对有毒物质反应最敏感的阶段。Portmann, J. E. (1972)的实验研究表明, 使 50% 的幼 Brown shrimp 致死的汞浓度是致死 50% 成体的 1/2; 锌对牡蛎幼体的 96h LC_{50} 只有成体的 1%。吴彰宽等(1988)报道, 汞对东方对虾幼体的 96h LC_{50} 为 0.42mg/L, 这比本实验结果, 汞对东方对虾溞状幼体的 96h LC_{50} 为 0.00151mg/L 要高 280 倍。由此可见, 较之幼虾, 对虾幼体对有毒物质表现出特别高的敏感性。

在对虾幼体的四个发育阶段中, 溞状幼体和糠虾幼体明显地比无节幼体和仔虾脆弱, 对有毒物质的反应也更为敏感。一般认为, 溞状幼体对有毒物质的敏感性比糠虾幼体还高。但从本实验结果看, 糠虾幼体对同种毒物的敏感性与溞状幼体相似或略高, 我们认为不同的有毒物质会有不同的毒理机制和不同的毒性效应。

为了制定更加切合实际的环境标准, 选用水生生物生长发育过程中最敏感的阶段进行毒理实验, 评价化学物质的毒性, 应该得到更多的重视。

(参考文献略)

ACUTE TOXICITY OF ARSENIC, PHENOL, MERCURY AND CHROMIUM TO THE LARVAE OF *PENAEUS ORIENTALI*

Chen Bijuan and Chen Minshan

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao)

Received: May 2, 1989

Key Words: Larva of *Penaeus chinensis*, Toxicants, 96 h LC_{50}

Abstract

Toxicity of arsenic, phenol, mercury and chromium to the larva of *Penaeus chinensis* was assessed in short term in laboratory. The 96h LC_{50} of the toxicants to the larvae is also given in the paper.