

34种化学物对白鲢鱼种、鱼苗及鱼卵的急性致毒试验的研究*

尹伊伟 庄德辉 张甫英

(中国科学院水生生物研究所)

ACUTE TOXICITY OF 34 CHEMICALS ON THE FINGERLINGS, LARVAE AND EGGS OF

Hypophthalmichthys molitrix

Yin Yiwei Zhuang Dehui Zhang Fuyin

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

Abstract

This paper reports the results of 96 hr. acute toxic test of 34 chemicals with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). 16 chemicals were also tested with larvae and eggs and 11 petrochemicals were estimated simultaneously for the maximum concentration of 10 days total survival. Eggs were more resistant than fingerlings and larvae, and it is more difficult to estimate the LC₅₀. The result from 11 petrochemicals shows that it is better to use the formula 96 hr. LC₅₀ × 0.1 as safe concentration instead of 10 days total survival method. According to the toxic symptom, sodium pentachlorophenol, fenitrothion and methyl phenol were suggested to have safe factor from 0.1~0.05 and others from 0.05~0.01. Some different results from other authors show that it is necessary to standardize the bioassay method in China.

在我国,张甬元等^[1]首先进行了工业废水中有毒物质对白鲢等鱼苗、鱼种的毒性试验,所公布的数字是根据10天全存活的最大浓度为指标而制订的,**但60年代以后鱼类毒性试验方法有了新的发展,Sprague^[2]对70年代以前大量的毒性试验文献进行研究后指出:对大多数毒物来说,急性试验以96小时为期限是比较恰当的,这个观点目前已被大多数学者所接受。在试验材料上,国外所使用的多为鲢科、太阳鱼科、吸盘鱼科、刀鱼科、棘鱼科以及鲤科的真柳鲮鱼等我国稀少或没有的鱼类^[3],因此,在毒性试验的

材料鱼上,必需另外寻找具有我国特色的鱼类。国际合作与发展组织(OEOD)对试验鱼提出四个条件是:全年易于获得,易于保存驯养,便于试验,并具有一定经济上的及生态学上的代表性^[4]。上述张甬元等首创以白鲢作为试验材料,看来基本上是符合这四点要求的。

收稿日期:1985年2月13日

* 参加工作的还有丘昌强、黄文郁、陈宜瑜以及化学组生态毒理组,原石油化工废水小组等部分同志

** 根据作者原始资料

本研究工作的目的是为制订我国渔业水质标准提供一些基本的急性试验参数。

一、材料与方 法

试验是用白鲢的 鱼种、鱼苗及 鱼卵进行，测定其96小时的 LC50值。为了作材料上的比较及考虑到生产上的需要，对其中16种化学物另外加上鱼苗及鱼卵的试验。此外，为了作出方法上的比较，对11种石油化工产品同时进行了10天全存活安全浓度的测试。

鱼种、鱼苗及鱼卵均来自本所养殖试验场。鱼种体长为5~7cm，平均体重为1.6g左右，鱼苗则为刚开始摄食的“水花”。鱼卵试验中，滴滴涕等五种农药用刚受精的卵进行试验，而已内醯胺等10种石油化工产品则是使用原肠期的卵进行试验。鱼苗刚开始摄食，体质较弱，故每天喂以少许蛋黄。

鱼种从养殖场取来后在缸中驯养一个星期，如无明显伤病现象，死亡率低于百分之十者即可作试验材料。鱼苗则取来后驯养24小时，无明显伤病就立即进行试验。鱼卵是取来后立即进行试验。

鱼种试验是在直径和高度均为40厘米的搪瓷桶以及45×20×40厘米的玻璃水族箱中进行，其中盛放试验溶液30 l，放入试验鱼10~20尾，每次试验后立即重复一次。鱼苗试验是在直径为17cm，高 6 cm的搪瓷碗中

进行，每碗盛放溶液250ml。鱼卵试验则是在直径为10cm，高4cm的玻璃 碗中进行，每碗中放受精卵40个，每个浓度组设两个平行。

除了11种石油化工产品是每24小时更换一次溶液之外，大部分的试验是每隔6~8小时更换一次溶液，每次换去将近4/5，这样快地更换溶液，其效果与使用恒流装置时要求每12小时换去90%的作用相接近^[5]。试验期间，水温是在22~28℃之间。

试验用的自来水均储存 8~12小时后方使用，并预先曝气，因此溶解 氧都 保持在 4~5 mg/l以上，自来水 水质分析 结果如下：

- pH值 7.00~8.18
- 总硬度（德国度） 5.5~5.67
- 电导率282.6~283.4 μΩ/cm
- 有机物耗氧量 2.96~3.94mg/l
- 总铁 0.12~0.15mg/l
- 铅 0~0.03mg/l
- 铜 未检出

试验步骤基本上按“美国给水污水和工业废水标准检验法”^[3]进行。96小时LC50用内插法求出。鱼卵试验是在孵化出膜后12小时之后在解剖镜下观察并计算其发育正常的鱼苗，但鱼卵在发育的各个阶段，其受精率，孵化率都不断有所变化，故很难精确地

毒性试验用化学物质的规格 表 1

规 格	化 学 物 质
工 业 原 料	滴滴涕(含75%对一DDT的工业原料) 六六六(含14.54%γ-666的工业原粉) 对硫磷(含97.98%对硫磷的工业原油) 马拉硫磷(含89%马拉硫磷的工业原油) 杀螟松(含99.6%杀螟松的工业原油) 敌敌畏(含88.2%敌敌畏的工业原油) 西维因(含97%西维因的工业原料) 杀虫醚(含89.5%以上杀虫醚的工业原料) 亚胺硫磷(含99.5%亚胺硫磷的工业原料) 稻瘟净(含90%稻瘟净的工业原料) 除草醚(含97%除草醚的工业原品)
化 学 纯	己内醯胺、环己酮、环己醇、丙烯腈、乙腈、环氧氯丙烷、乙基苯、苯乙烯、己二酸钠、五氯酚钠 重铬酸钾、醋酸锌、氯化镉、甲苯酚、硝酸银、二氧化硒
分 析 纯	三氯乙烯、丙烯醛、苯酚、间苯二酚、邻苯二酚、对苯二酚、硫化钠

表达其平均耐受限，试验结果只能用大概的幅度来表达，以与鱼种、鱼苗的耐受性作一比较。

试验用的化学物剂型及含量列于表 1。
不溶于水的化学物，则以丙酮作溶剂并加入 5~8% “吐温~80” 配成母液后按不同要求的浓度加入水中，水溶性稍大的化学物用丙酮配制，然后按不同的浓度加入水中，已二

醃胺则按生产过程的要求用氢氧化钠中和后再使用。水溶性的化学物则直接配成高浓度的水溶液后按所要求的浓度比例加入水中。

二、结 果

白鲢鱼种、鱼苗及鱼卵对34种化学物的 LC50值及 11种石油化工产品10 天全存活直接求出的安全浓度见表 2 及表 3。

白鲢鱼种、鱼苗及鱼卵96小时的LC50值

表 2

化 学 物	溶液更换 间隔时间 (h)	鱼 种		鱼 苗		鱼 卵	
		水温(°C)	LC50(mg/l)	水温(°C)	LC50(mg/l)	水温(°C)	LC50(mg/l)
滴滴涕	6	27	0.0084	24~25	0.0088	22.5~23.5	>1.5*
六六六	6	27	0.58	22.5~23.5	0.54	22.5~23.5	0.36~0.64*
对硫磷	6	27	1.68	22.5~23.5	0.943	22.5~23.5	1.26~2.25*
杀螟松	6	27	3.45	22.5~23.5	1.6	22.5~23.5	1.26~2.25*
马拉硫磷	6	27	12.0	23~24	10.8	22.5~23.5	8.4~15*
已内酰胺	24	25~28	1120	21~24	1500	21~24	1000~3200**
环己酮	24	25~28	940	21~24	900	21~24	560~1000**
环己醇	24	25~28	780	21~24	860	21~24	420~750**
三氯乙烯	24	25~28	64	21~24	100	21~24	75~135**
丙烯腈	24	25~28	10	21~24	13.2	21~24	10~18**
丙烯腈	24	25~28	0.24	21~24	0.24		
环氧氯丙烷	24	25~28	2900	21~24	5800	21~24	1800~5600**
己基苯	24	25~28	10	21~24	18.3	21~24	18~56**
苯乙炔	24	25~28	21	21~24	24	21~24	10~32**
苯乙炔	24	25~28	25	21~24	18	21~24	>10**
己二酸钠	24	25~28	1900	21~24	8400	21~24	>1000**
西维因	8	24~26	5.6				
敌畏	8	28~28.5	9.4				
五氯酚钠	8	27	0.198				
重铬酸钾	8	28~28.5	60.5				
氯化镉	8	24.5~27	2.8				
醋酸铅	8	28~28.5	1.17				
杀虫脒	8	25~27	26				
亚胺硫磷	8	26~27.5	3.1				
稻瘟净	8	26~27.5	7.2				
除草醚	8	25~27	0.43				
苯酚	8	25~27.5	25.50				
间苯二酚	8	25~27.5	48				
邻苯二酚	8	25~27.5	8.0				
对苯二酚	8	25~28	0.165				
中苯酚	8	25~27.5	4.55				
硝酸银	8	24.5~27.5	0.0193				
硫化钠	8	24.5~27.5	48.30				
二氧化硒	8	24~27	12.50				

* 使用刚受精的卵进行试验

** 使用原肠期的卵进行试验

三、讨 论

(一) 以白鲢鱼种或鱼苗作材料效果比

鱼卵要好，鱼卵在出膜前表现出较高的耐受力，一般在出膜后才出现大量的死亡，但它在发育的各个阶段，受精率、孵化率都不断

有所变化，而且每批鱼卵之间常有差异，很难精确表达其LC50值。但以原肠期胚胎开始进行试验，死亡率相对稳定，效果也相对较好。

白鲢鱼种在11种石油化工产品中10天最高全存活浓度及96小时 LC50×0.1 所得安全浓度的比较

表 3

化 学 物	10天最高全存活 浓度(mg/l)	96小时LC50× 0.1所得到的 安全浓度
己内酰胺	750	112
环己酮	<560	94
环己醇	560	28
三氯乙烯	56	6.4
丙烯腈	<3.2	1
乙腈	2400	290
环氧氯丙烷	<3.2	1
苯乙烯	5.6	2.5
乙基苯	10	2.1
丙烯醛	0.18	0.024
己二酸钠	<1000	190

(二) 一般来说，在没有慢性试验的资料时，毒物可以96小时LC50值乘以0.1的安全系数即可作暂定的安全浓度，但根据Sprague^[6]的建议，为慎重起见，安全系数可根据毒物的具体情况及试验生物的反应，以从0.1~0.01之间选择为宜。因此在目前未获得充分可靠的慢性毒性试验资料的情况下，我们建议可根据白鲢鱼种、鱼苗急性中毒的症状，选择一定幅度的上述安全系数。

上述34种毒物中，滴滴涕，六六六，苯胺，杀虫脒，稻瘟净，除草醚，苯酚，间苯二酚，邻苯二酚，对苯二酚，硫化钠等存活下来的鱼均有明显的中毒症状，试验期间48小时后仍有陆续死亡，这就可能有慢性作用或积累。

己内酰胺，环己酮，环己醇，三氯乙烯，丙烯腈，丙烯醛，乙腈，环氧氯丙烷，乙基苯，苯乙烯，己二酸钠等对白鲢进行10天毒性试验之后，存活的鱼仍有明显中毒症状，故而也有慢性中毒及积累的可能性。

对硫磷，马拉硫磷，敌敌畏，亚胺硫磷等有机磷农药，中毒后存活的鱼体色变黑，尾部弯曲并有出血点，身体失去平衡，表现出典型的有机磷农药的中毒症状。我们曾将中毒存活的鱼测定其脑匀浆的乙酰胆碱酯酶的活性，发现它明显地低于对照组^[7]。

锌、镉、硒、银等毒物在生物体内已知有积累作用，在水体中也不容易消失。

对以上各种化合物，建议安全系数在0.05~0.01之间进行选择为妥。

五氯酚钠，杀螟松，甲苯酚三种化学物中毒后存活的鱼种，未见明显的异常行为，故建议安全系数在0.1~0.05之间进行选择。

(三) 对己内酰胺等11种石油化工产品同时进行的10天直接求取安全浓度的试验，与现时流行使用的LC50值×0.1推算出来的安全浓度作比较，我们发现，10天试验存活下来的鱼，鱼体消瘦，变黑，摄食能力差，甚至不能摄食。并且这样得到的安全浓度，与以LC50乘0.1所推算出来的安全浓度相比较（见表3），前者普遍都高于后者。这些情况说明，以10天全存活求取安全浓度的方法不一定完全可靠，还是以96小时LC50值乘以安全系数来推算安全浓度为妥。

(四) 国内某些单位也曾用白鲢对某些相同的毒物进行试验，与我们所做的结果比较可分三种类型：一是结果基本一致的如杀虫脒，96小时LC50为22.5mg/l***（以下单位相同），六六六（0.53）**，苯酚（20.09）****，敌敌畏（8.00）*，己内酰胺（1268）*，五氯酚钠（0.13）*。二是结果

* 长江水产研究所 1976年12月 31种毒物对鱼类的急性毒性试验 水质污染对鱼类影响的调查研究 第三集 内部资料
** 天津水产研究所 1976年12月 滴滴涕等五种毒物对白鲢、鲤鱼、梭鱼的急性中毒试验小结 内部资料
*** 上海水产研究所 1976年3月 西维因等四种新农药对白鲢鱼种的急性毒性试验 渔业环境保护组毒性试验小组 内部资料
**** 上海水产研究所 1976年 几种常见毒物对白鲢的毒性 内部资料

不一致,但大体接近的如滴滴涕(0.0129)**,
杀螟松(2.23~2.32)***, 锌(2.0)***,
硒(13.2)**。三是差别甚大的如马拉硫磷
(3.44)*, 西维因(11.8~13.3)***。看
来第一类数据相对比较可靠,可供应用,第
二类数据仅供参考,对第三类数据则需进
一步研究。

第二、第三类问题的出现,我们认为
是鱼类毒性试验方法在我国尚未达到标准
化所造成的,我们希望环境保护部门能对
这个问题给予高度重视,及时组织有关
的科技单位,共同制订生物监测标准
化的操作规程,改变生物监测落后于
化学监测的不协调状况。

(五)从酚类化合物的结构来看,所
含基团不同,毒性有很大的差异。令人
感兴趣的是,三种二元酚由于羟基的位
置不同,造

成的毒性竟有数量级的差异,这个现象
的化学——毒理学意义,是值得进一步
探讨的。

参 考 文 献

- [1] 张雨元等, 太平洋西部渔业研究委员会等五
次会议论文集, 5~12, 科学出版社, 1962。
- [2] J.B.Sprague, Water Research, 3,
793~822 1969
- [3] 吴鹏鸣译, 工业废水处理利用文集(第一辑),
289~310, 中国工业出版社, 1956
- [4] Organisation for economic co-operation
and development, OECD Guidelines for
testing of chemicals, OECD, 1982.
- [5] Sprague, J.B. Biological, methods
for the assessment of water quality,
ASTM special technical publication 528,
6~30, 1973.
- [6] Sprague, J.B., Water Research, 5,
245~266, 1971.
- [7] 湖北省水生生物研究所生态毒理组, 水生生
物学集刊, 6(3), 75~88, 科学出版社, 1976。