

# 甲胺磷、杀草丹乳油、敌草胺、复方胶悬剂对罗氏沼虾的毒性作用

江敏 臧维玲 戴习林 张建达 朱正国

徐桂荣 李士华

(上海水产大学, 200090)

(上海金山县漕泾对虾养殖公司, 201507)

**摘要** 本试验探讨了甲胺磷、杀草丹乳油、敌草胺、复方胶悬剂四种常用农药对罗氏沼虾 (*Macrobrachium rosenbergii*) 幼虾 (6.08±0.59mm) 的急性毒性作用以及甲胺磷对幼虾的亚急性毒性作用, 给出了四种农药对罗氏沼虾幼虾24h、48h、72h、96h的半致死浓度 (LC<sub>50</sub>) 和安全浓度 (S<sub>c</sub>), 认为四种农药对幼虾的毒性由强至弱依次为: 甲胺磷>杀草丹乳油>敌草胺>复方胶悬剂。幼虾在各浓度甲胺磷试液中经过15天的亚急性中毒试验, 体长、体重的增长以及蜕皮次数均小于对照组, 且随甲胺磷浓度的增加而呈递减的趋势。

**关键词** 罗氏沼虾, 甲胺磷, 杀草丹乳油, 敌草胺, 复方胶悬剂, 半致死浓度, 安全浓度

在农业生产中, 为防治农作物的病害确保稳产高产, 人们普遍使用各种农药, 而农药对环境的影响也随之增强。农药施用后可随水流入湖泊、河流、江海及养殖池塘, 由此可能对水产养殖品及其它水生生物产生毒害作用甚至引起死亡。如日本北海道在稻田使用五氟酚钠除草, 仅1962年7~8月间一次即毒死鱼类9万多吨。我国也曾因飞机喷药不当而引起大量鱼类的死亡 [金瑞华, 1983]。近年来, 由于中国对虾的暴发性流行疾病, 使罗氏沼虾养殖热骤然升温, 甚至将农田改虾塘、作物种植与养虾轮换用田、稻田综合养殖, 这些地带都或多或少、间接或直接地受到农药的污染, 从而给罗氏沼虾养殖带来了潜在的威胁。为此, 本试验测定了四种常用农药对罗氏沼虾的毒性作用, 所得结果可作为制订渔业水质标准及养殖管理的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本试验于1995年4~5月在上海金山漕泾对虾养殖公司育苗场进行, 取当地290米的深井水作试验用水, 其化学成分见表1。罗氏沼虾幼虾 (6.08±0.59mm) 取自该公司育苗场。所用四种农药取自漕泾镇营房村农药仓库, 其基本性质见表2。

### 1.2 方法

急性中毒试验中, 根据预试验结果, 按等对数间距设计各组试液浓度, 并于深井水中加入准确配制的四种农药母液。为使各试液浓度保持恒定, 各组每天排换70%试液, 每项试验设7个浓度组及一个对照组, 试验容器为1000ml烧杯, 每杯放幼虾10尾。亚急性中毒试验中, 试液每

日全更换一次,日投喂蛋羹三次。试验期间连续曝气,以水浴控温(20±2℃)。急性中毒试验观察24h、48h、72h、96h受试幼虾存活数与中毒症状,以直线内插法求得半致死浓度LC<sub>50</sub>[邱郁春,1992],并按下式求算安全浓度(Sc):

$$Sc = 0.1 \times 96hLC_{50} \quad [湛江水产专科学院,1980]$$

同时观察幼虾生长速度及成活率。

表1 漕泾深井水化学成分及其含量(mg/l)

Tab. 1 Chemical compositions and contents of deep well water in Cao Jin

Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Hr	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
25.50	72.90	15.61	808.10	225.63	16.33	25.94

注:本表资料摘自郭立(1995),该深井水pH为7.35。

表2 四种农药基本性质

Tab. 2 Basic quality of four farm chemicals

类别	名称	性质	结构式	用途
杀虫剂	甲胺磷	有机磷杀虫剂 黄色或灰色粘稠液 剧毒	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{P}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_3\text{S} \end{array}$	用于杀灭水稻、玉米、棉花等农作物害虫
灭菌剂	复方胶悬剂	多菌灵与井冈霉素的混合制剂 灰白色粘稠液 微毒	多菌灵:  井冈霉素: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_8$ 	用于防治麦类、棉花、油菜、禾谷类等的细菌性病害
除草剂	杀草丹乳油	淡黄色油状液体		用于消除稻田稗草、牛毛草、球花碱草、旱地马唐、狗尾草等
	敌草胺	酱油色油状液体		用于油菜、棉花、土豆和各种蔬菜田,防除一年生单子叶杂草和多种阔叶杂草

注:本表资料摘自文献[2]。

(1)郭立,1995.氨基氮和亚硝基氮对罗氏沼虾幼体的毒性作用。

## 2 结果与讨论

### 2.1 甲胺磷对罗氏沼虾幼虾的毒性作用

#### 2.1.1 甲胺磷对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

甲胺磷对罗氏沼虾的急性毒性试验结果列于表3。表3表明,随着甲胺磷浓度的增加以及中毒时间的延长,幼体成活率逐渐降低。24h时,除最高浓度组外,其余各组受试虾成活率均达到60%或更高,而96h时,仅浓度 $\leq 0.138\text{mg/l}$ 的试验组受试虾成活率可达上述水平。甲胺磷对幼虾的24、48、72、96h的半致死浓度均较低,安全浓度仅 $0.0158\text{mg/l}$ ,说明甲胺磷对罗氏沼虾幼虾有较强的毒性作用,此与金瑞华的报道[金瑞华,1983]是一致的。我国渔业水质标准规定有机磷含量不应超过 $1\text{mg/l}$ [雷衍之等,1993],此数值为甲胺磷对幼虾安全浓度的63倍以上;农业上使用甲胺磷的浓度常为 $1000\text{mg/l}$ [金瑞华,1983],是对幼虾安全浓度的16949倍。因此,罗氏沼虾养殖塘引用水源应严禁有关农药厂废液排入,而当农田施放农药适逢大雨时,虾塘也应严禁换水。

表3 甲胺磷对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

Tab. 3 The acute toxic effects of Methamidophos on *M. rosenbergii* juvenile

浓度 (mg/l)	时 间								Sc (mg/l)	LT <sub>50</sub> (h)
	24h		48h		72h		96h			
	存活率	LC <sub>50</sub>								
0.400	30	0.350	30	0.288	30	0.272	0	0.158	0.0158	4.5
0.307	60		50		40		20			45
0.235	60		50		50		20			
0.180	70		60		50		40			
0.138	100		100		70		60			
0.104	100		100		80		70			
0.070	100		100		100		100			
0	100		100		100		100			

注:LC<sub>50</sub>——半致死浓度(mg/l); LT<sub>50</sub>——半致死时间(h); Sc——安全浓度(mg/l); 存活率(%)。

由表3还可知,浓度分别为 $0.307\text{mg/l}$ 与 $0.400\text{mg/l}$ 时,甲胺磷对幼虾的半致死时间分别为45h与4.5h,浓度仅增加了30%,LT<sub>50</sub>却相差10倍,这说明当甲胺磷浓度 $\geq 0.307\text{mg/l}$ 时,幼虾耐毒能力急剧下降, $0.307\text{mg/l}$ 可能是甲胺磷对罗氏沼虾幼虾的敏感浓度,此值可作为养殖管理的一个重要参数。

#### 2.1.2 甲胺磷对罗氏沼虾的亚急性毒性作用

幼虾在甲胺磷浓度 $5 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-7}\text{mg/l}$ 的试液中饲养15天,各浓度组均出现了程度不等的中毒效应,试验结果列于表4。表4表明,幼虾在不同浓度甲胺磷的试液中饲养15天后,其体长、体重的增加均随浓度的增加而呈逐渐递减的趋势。最高浓度组体长为对照组的74.14%,体重仅为对照组的50.8%。各浓度组受试虾的蜕皮次数均低于对照组,且随甲胺磷浓度的增加而减少,尤其是最高浓度组,其浓度高于甲胺磷对幼虾的安全浓度( $0.0158\text{mg/l}$ ),受试虾的蜕皮

次数仅为对照组的22.2%—33.3%。可见,甲胺磷的存在会对幼虾的生长蜕皮产生抑制作用,致使幼虾的体长、体重均小于对照组,当浓度超过安全浓度时,这些作用就更明显了。试验中发现,浓度 $\geq 5 \times 10^{-3}$ mg/l的试验组受试虾摄食能力差,需将蛋羹直接投于其上方,落下触及幼虾时,幼虾才勉强摄食。其游泳能力差,常群聚于气头附近,且游泳方式怪异,或呈螺旋式或仰游前行,10—12h后则失去平衡仰卧于水底,再经相似时间便死去。幼虾成活率( $5 \times 10^{-3}$ mg/l— $5 \times 10^{-2}$ mg/l)较其它试验组( $5 \times 10^{-7}$ mg/l— $5 \times 10^{-4}$ mg/l)为低,而后者幼虾游泳均正常,主动摄食能力强,试验中未出现死虾。可见,在本试验时间内, $5 \times 10^{-7}$ mg/l— $5 \times 10^{-4}$ mg/l浓度范围内的甲胺磷对幼虾成活率的影响是不明显的。

表4 甲胺磷对罗氏沼虾幼虾的亚急性毒性作用

Tab. 4 Sub-acute toxic effects of Methamidophos on *M. rosenbergii* juvenile

组别	浓度 (mg/l)	虾尾数	体长 (mm)	体重 (mg)	蜕皮次数	成活率 (%)	备注
1	$5 \times 10^{-2}$	10	$6.45 \pm 0.52$	$5.32 \pm 0.94$	2—3	70	
2	$5 \times 10^{-3}$	10	$7.11 \pm 0.62$	$6.00 \pm 0.83$	4—5	90	
3	$5 \times 10^{-4}$	10	$7.33 \pm 0.58$	$6.70 \pm 0.87$	6	100	
4	$5 \times 10^{-5}$	10	$7.42 \pm 0.50$	$6.89 \pm 0.82$	6	100	各组受试虾初始体长为6.08± 0.59mm 初始体重为5.04±0.89mg
5	$5 \times 10^{-6}$	10	$7.88 \pm 0.52$	$8.82 \pm 0.50$	7	100	
6	$5 \times 10^{-7}$	10	$7.88 \pm 0.64$	$9.10 \pm 0.84$	7	100	
7	0	10	$8.70 \pm 0.48$	$10.47 \pm 0.60$	9	100	

上述表明,甲胺磷对幼虾的毒性较强,虽然15天内低浓度时不会影响幼虾成活率,但会减缓幼虾生长速度而导致生产上不必要的损失。因此,在罗氏沼虾养殖过程中,附近农田应避免使用甲胺磷,可选用一些低毒的杀虫剂,如乙酰甲胺磷[南开大学元素有机化学研究所,1979]等。在曾有过甲胺磷使用史的改造塘中养殖时,应做好晒塘、漫塘、冲塘等除药工作,以保证尽量彻底地清除残留的甲胺磷。

## 2.2 杀草丹乳油对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

杀草丹乳油对罗氏沼虾幼虾的急性中毒试验结果列于表5。表5表明,杀草丹乳油的安全浓度仅为0.052mg/l,也是一种毒性剧烈的农药,幼虾的存活率与该药的浓度及中毒时间呈一定相关性。其72h  $LC_{50}$ 与48h  $LC_{50}$ 数值相差近一倍,72h  $LC_{50}$ 值(0.68mg/l)需增加90%方可使受试虾在48h时致死一半。比较1.75mg/l与2.66mg/l试验组的 $LT_{50}$ 值,发现两者相差甚大,可见1.75mg/l为一跃点,杀草丹乳油浓度超过此数值时,幼体对药物的耐受性急剧下降。试验中还发现,试验开始一小时,1.75mg/l以下各试验组均有蜕皮现象,说明该药物具有刺激虾蜕皮的作用。

农业上使用杀草丹乳油的浓度为4000mg/l[金瑞华,1983],为其安全浓度的76923倍!因此,使用该农药对附近的虾塘具有极大的威胁,应严格控制养虾水源免受该药物的污染。

## 2.3 敌草胺对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

由表6敌草胺对幼虾的急性中毒试验结果可见,敌草胺的安全浓度为0.389mg/l,与其农业上的使用浓度(3000mg/l)[金瑞华,1983]相比要小得多。当敌草胺浓度 $\geq 42.5$ mg/l时,幼虾96h已全部死绝,且42.5mg/l试验组的 $LT_{50}$ (29h)与20.6mg/l试验组的 $LT_{50}$ (59h)相差较大,

而20.6mg/l以下各组LT<sub>50</sub>的差距渐小,可见42.5mg/l有可能是敌草胺对幼虾的敏感浓度,高于此数值,幼虾的耐受能力会明显下降,毒性和致死作用也会随浓度的再升高而急剧上升。

表5 杀草丹乳油对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

Tab. 5 The acute toxic effects of Benthocarb on *M. rosenbergii* juvenile

浓度 (mg/l)	时 间								Sc (mg/l)	LT <sub>50</sub> (h)
	24h		48h		72h		96h			
	存活率	LC <sub>50</sub>								
4.05	0	1.60	0	1.29	0	0.68	0	0.52	0.052	4
2.66	20		0		0		0			9.25
1.75	40		20		0		0			23
1.15	80		60		20		10			52.8
0.77	100		70		40		20			60
0.56	100		80		60		40			84
0.40	100		100		90		90			
0	100		100		100		100			

表6 敌草胺对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

Tab. 6 The acute toxic effects of Dinltramine on *M. rosenbergii* juvenile

浓度 (mg/l)	时 间								Sc (mg/l)	LT <sub>50</sub> (h)
	24h		48h		72h		96h			
	存活率	LC <sub>50</sub>								
90.0	40	61.85	30	33.38	10	7.67	0	3.89	0.389	8
42.5	60		40		20		0			29
20.6	80		70		40		10			59
9.8	90		80		40		20			64
4.7	100		90		70		40			78
2.2	100		90		80		80			
1.1	100		100		90		90			
0	100		100		100		100			

#### 2.4 复方胶悬剂对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

复方胶悬剂对罗氏沼虾幼虾的急性毒性试验结果列于表7。表7表明,复方胶悬剂对幼虾的毒性作用随药物浓度与中毒时间的增加而增强,且低浓度与高浓度复方胶悬剂对幼虾的毒性存在较大的差异。当浓度 $\geq 29.49$ mg/l,中毒时间达96h时,各浓度组受试虾全部死亡;而低于29.49mg/l,各组幼虾均有成活,尤其是3.71mg/l的试验组受试虾存活率为100%。可见,当复方胶悬剂浓度较高( $\geq 29.49$ mg/l)时,其毒作用明显强于低浓度时。试验观察到,当浓度低至3.71mg/l时,药物在4天内虽未使幼虾致死,但由于已超过安全浓度(0.766mg/l),故仍产生毒性效应,如受试虾体色变黑、活力下降等。金瑞华曾指出:复方胶悬剂是由24%微毒的多菌灵

和4%无毒的井冈霉素混合而成的低毒效的灭菌剂[金瑞华,1983]。利用其低毒性,参考本试验测得的安全浓度,可再行探讨此药对罗氏沼虾无害而又能杀灭成抑制水体、虾体表面细菌的适用浓度。

表7 复方胶悬剂对罗氏沼虾幼虾的急性毒性作用

Tab. 7 The acute toxic effects of Benzimidazoly-methyl ester on *M. rosenberguu* juvenile

浓度 (mg/l)	时 间								S <sub>c</sub> (mg/l)	LT <sub>50</sub> (h)
	24h		48h		72h		96h			
	存活率	LC <sub>50</sub>								
80.00	40	61.25	30	21.80	0	12.34	0	7.66	0.766	12.58
46.90	60		40		0		0			33.75
29.49	70		40		10		0			40
16.12	80		60		40		20			55
9.45	80		70		60		40			84
5.04	90		90		80		70			
3.71	100		100		100		100			
0	100		100		100		100			

此种农药对幼虾的安全浓度为0.766mg/l,与其在农业上的使用浓度(2000mg/l)[金瑞华,1983]相差极大,鉴于该药在高浓度时对幼虾具有较强的毒性,因此,在虾塘附近施用该农药仍应极为谨慎。

## 2.5 四种农药毒性比较

### 2.5.1 毒性强弱的差异

据安全浓度可得,四种农药对幼虾的毒性强弱顺序为:甲胺磷>杀草丹乳油>敌草胺>复方胶悬剂。

### 2.5.2 中毒症状和作用机制的差异

(1)甲胺磷的中毒症状和作用机制。试验发现,中毒幼虾游泳方式怪异,或螺旋状、或仰游,肌体乏力,运动失调而伏底,最高浓度组(0.400mg/l)/1h内即有死亡。甲胺磷是一种神经性毒剂,主要破坏生物体神经系统的功能,它通过抑制突触部位乙酰胆碱脂酶的活性,使之分解乙酰胆碱的能力下降,从而使神经系统的正常活动受到干扰和破坏而导致死亡[井上正敏等,1975]。

(2)杀草丹乳油和敌草胺的中毒症状与作用机制。在杀草丹乳油的试验中,受试幼虾出现撞壁现象,或者呈现急躁的游泳状态,浓度高(4.05mg/l)时2h内即有沉底死亡现象。而敌草胺中毒幼虾呈现多种状态,或仰卧于烧杯底部,或无力地划动腹肢,或仰卧缓慢地向前游动,或完全静止,用玻璃棒触之才稍有挣扎反应,鲜有积极的游动。这两种除草剂可能对生物体生长过程进行干扰和破坏,使生物体不能正常生长而导致死亡[周家祺等,1980]。

(3)复方胶悬剂的中毒症状和作用机制。试验中,中毒幼虾活力较差,尤其是80.00、46.90与29.49mg/l三组,中毒幼虾常悬浮于水面下静止不动,2-3h后即沉入水底,渐死去,此症状与Marsh等[1972]的报道相似。它的作用机制是破坏虾核酸的正常生成,即破坏合成蛋白质,

尤其是破坏合成酶的物质基础,从而破坏了虾体的生长而导致死亡[Sisler, 1974; Shoji, KAMIMURA 等, 1976]。

### 3 结论

(1)四种农药对罗氏沼虾幼虾的安全浓度分别为:

甲胺磷  $S_e = 0.0158\text{mg/l}$

杀草丹乳油  $S_e = 0.0520\text{mg/l}$

敌草胺  $S_e = 0.389\text{mg/l}$

复方胶悬剂  $S_e = 0.766\text{mg/l}$

它们对幼虾的毒性由强至弱依次为:甲胺磷、杀草丹乳油、敌草胺、复方胶悬剂。

(2)四种农药对幼虾具有不同程度的毒性,它们的农业使用浓度常为安全浓度的数千倍以上,毒性剧烈的农药如甲胺磷,虽然在较低浓度时不会使幼虾致死,但能抑制生长。因此,邻农田的虾塘或由农田改成的虾塘在养殖前一定要做好清塘、清淤、清除杂草、浸塘、放水、试养等准备工作。在养殖过程中,应密切注意附近农田的施药情况,切实做好防范工作,如遇大雨等恶劣天气,邻近施药农田的虾塘务必严禁换水。

### 参 考 文 献

- [1] 邱郁春, 1992. 水污染鱼类毒性实验方法, 54-61. 中国环境科学出版社(京)。
- [2] 金瑞华, 1983. 农药基础知识, 106, 217, 225, 262. 科学普及出版社(京)。
- [3] 周家祺等, 1980. 除草剂译丛, 91-103. 农业出版社(京)。
- [4] 南开大学有机化学研究所, 1979. 国外农药进展, 17-20, 51, 97-100. 化学工业出版社(京)。
- [5] 湛江水产专科学校, 1980. 淡水养殖水化学, 144-147. 农业出版社(京)。
- [6] 雷衍之等, 1993. 淡水养殖水化学, 212. 广西科学技术出版社(南宁)。
- [7] 井上正敏ら, 1979. 最新农药概论, 65-92. 东京广川。
- [8] Marsh, F. M. *et al.*, 1972. Systemic Fungicides., 151-157. Published by Longman Group Ltd.
- [9] Sisler, H. d., 1972. Mode of action of Benzimidazole Fungicides Pestic chem., (5):323-325.
- [10] Shoji, KAMIMURA *et al.*, 1976. Mode of Action of soil Fungicide Hymexazol. 3-Hydroxy-5-Methyliazoxazole, on *Fusarium oxysporum* f. *cucumerinum* 日植病报, (42):242-252.

**THE TOXIC EFFECTS OF FOUR PESTICIDES  
— METHAMIDOPHOS, BENTHIOCARB, DINITRAMINE  
AND BENZIMIDAZOLYL-METHYL ESTER  
ON *MACROBRACHIUM ROSENBERGII***

Jiang Min, Zang Wei-ling, Dai Xi-lin, Zhang Jian-da and Zhu Zhen-guo

(Shanghai Fisheries University, 200090)

Xu Gui-rong and Li Shi-hua

(Caojin Prawn culture Farm of Jinshan County, Shanghai, 201507)

**ABSTRACT** This study deals with the toxic effects and the safe concentrations of Methamidophos, Benthocarb, Dinitramine and Benzimidazolyl-methyl ester and the subacute toxic effects of Methamidophos on *Macrobrachium rosenbergii*. The median lethal concentrations and the safe concentrations of these four pesticides on *M. rosenbergii* were determined. The order of the toxicity of these four pesticides was obtained, that is: Methamidophos > Benthocarb > Dinitramine > Benzimidazolyl-methyl ester. The juveniles had been cultured in 7 groups containing different concentrations of Methamidophos for 15 days to determine the subacute toxic effects of Methamidophos on juveniles. The growing speed in the experimental groups is lower than the control group, and the higher the concentration is, the lower the speed is.

**KEYWORDS** *Macrobrachium rosenbergii*, Methamidophos, Benthocarb, Dinitramine, Benzimidazolyl-methyl ester, median lethal concentration, safe concentration