

三丁基锡对摇蚊幼虫的毒性作用^{*}

宋志慧 陈天乙 刘如冰

(南开大学环境科学系, 天津 300071)

摘要 研究氯化三丁基锡(TBT)对摇蚊幼虫的毒性作用, 结果表明, TBT对红德永摇蚊幼虫(*Tokunagayusurika akamusi*) 48h LC₅₀为285.4 μ g/L; TBT对羽摇蚊幼虫(*Chironomus plumosus*) 24h LC₅₀为16.6 μ g/L; 10d中, TBT浓度为25 μ g/L时, 红德永摇蚊幼虫的下唇板出现可观察到的畸变; 4d中, TBT浓度为0.5 μ g/L时, 羽摇蚊幼虫的下唇板出现可观察的畸变. TBT对红德永摇蚊幼虫四齿幼虫10d化蛹的EC₅₀为9.96 μ g/L.

关键词 三丁基锡, 摇蚊幼虫, 毒性.

Toxicity of Tributyltin to Chironomus Larvae

Song Zhihui Chen Tianyi

(Department of Environmental Science, Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract The toxicity of Tributyltin (TBT) to Chironomus larvae was studied. The results showed that the 48h LC₅₀ of TBT to *Tokunagayusurika akamusi* larvae was 285.4 μ g/L, the 24h LC₅₀ to *Chironomus plumosus* larvae was 16.6 μ g/L, the 10 days EC₅₀ of TBT to pupatoin of *T. akamusi* larvae was 9.96 μ g/L. In 10 days, at 25 μ g/L TBT, there was the deformity of mentum of *T. akamusi* larvae. In 4 days, at 0.5 μ g/L, there was the deformity of mentum of *C. plumosus*.

Keywords tributyltin, chironomus larvae, toxicity.

有机锡化合物被认为是迄今为止人为引入海洋环境的毒性最大的化合物之一. 其中三丁基锡化合物在有机锡化合物中毒性最大. 但有机锡化合物对河口及淡水生物的研究开展较少. 本文采用在淡水水体和河口地区广泛分布的广盐性底栖生物摇蚊幼虫作为实验材料, 研究三丁基锡的毒性作用.

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

红德永摇蚊(*Tokunagayusurika akamusi*) 羽摇蚊幼虫(*Chironomus plumosus*) 购自天津市鱼市, 放入曝气自来水中驯养一周, 挑选活泼的个体进行实验.

1.2 实验方法

(1) TBT对摇蚊幼虫的急性毒性实验

红德永摇蚊幼虫毒性实验: 用曝气自来水配制TBT的实验液, 浓度分别为0、100、200、400、800 μ g/L, 直径25cm的培养皿中放入100ml实验液, 10条幼虫. 培养温度为20℃, 自然光周期. 每1浓度设3个重复. 48h后, 观察幼虫的存活状况. 当用镊子接触幼虫尾部时, 幼虫没有反应即认为该幼虫死亡.

羽摇蚊幼虫毒性实验: TBT浓度为0.0、5.0、10.0、25.0、50.0 μ g/L, 实验进行24h. 实验条件同红德永摇蚊幼虫实验.

(2) 红德永摇蚊幼虫四龄幼虫的化蛹率实验

用曝气自来水配制TBT的实验液, 浓度

^{*} 国家重大自然科学基金资助项目(Project Supported by National Natural Science Foundation of China): 99290600
宋志慧: 男, 25岁, 博士生
收稿日期: 1997-07-06

分别为0、5、10、25、50 $\mu\text{g/L}$. 直径25cm 的培养皿中放入100ml 实验液, 每皿放入50条幼虫. 培养温度为20 $^{\circ}\text{C}$, 自然光周期. 每1浓度设3个重复. 实验进行10d, 每天更换1次实验液. 记录幼虫的化蛹状况.

(3) TBT 对四龄幼虫口器的致畸作用
红德永摇蚊幼虫的口器畸变: 用曝气自来水配制 TBT 的实验液, 浓度分别为0、25、50、100、150 $\mu\text{g/L}$. 直径25cm 的培养皿中放入100ml 实验液, 每皿放入50条幼虫. 培养温度为20 $^{\circ}\text{C}$, 自然光周期. 每1浓度设3个重复. 实验进行10d. 每天更换1次实验液. 10d 后将存活的幼虫用沸水烫死, 然后进行乙醇浓度梯度脱水, 将脱水后的虫体浸泡在二甲苯溶液中使虫体透明, 剥离幼虫口器进行镜检和显微拍照.

羽摇蚊幼虫口器畸变实验: TBT 浓度为0. 0、0. 5、2. 5 $\mu\text{g/L}$, 实验进行96h. 实验条件同红德永摇蚊幼虫.

2 实验结果

TBT 对摇蚊幼虫的急性毒性作用和化蛹率的影响实验结果见表1—3.

TBT 对摇蚊幼虫口器的影响见图1, 2.

表1 TBT 对红德永摇蚊幼虫的48h 急性毒性作用					
TBT 浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0	100	200	400	800
死亡率/%	0	4. 7	26. 7	74. 7	94

表2 TBT 对羽摇蚊幼虫的24h 急性毒性作用					
TBT 浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0	5. 0	10. 0	25. 0	50. 0
死亡率/%	0	8	25	66. 7	91. 7

表3 TBT 对红德永摇蚊幼虫化蛹率的影响(10d)					
TBT 浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	0	5	10	25	50
化蛹率/%	100	76	50	16	6

在实验中观察到随着毒物浓度的升高, 幼虫的活动随之减少. 根据表1、2的数据表明, TBT 对红德永幼虫48h LC_{50} 为285. 4 $\mu\text{g/L}$, 对羽摇蚊幼虫24h LC_{50} 为16. 6 $\mu\text{g/L}$. 根据表3的数据得出 TBT 对红德永摇蚊幼虫化蛹率的10d EC_{50} 为9. 96 $\mu\text{g/L}$.

图1, 2表示出在 TBT 的作用下, 摇蚊幼虫

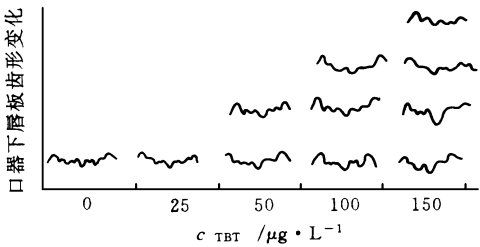


图1 TBT 对红德永摇蚊幼虫口器的致畸作用(10d, $\times 160$ 倍)

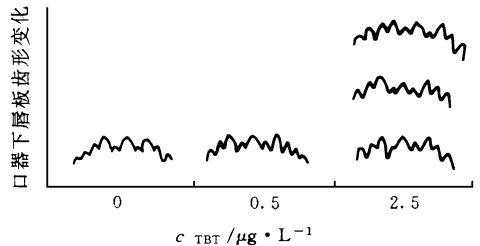


图2 TBT 对羽摇蚊幼虫口器的致畸作用(4d, $\times 80$ 倍)

口器的变异实验结果. 红德永摇蚊幼虫的口器没有中央齿, 中央为一凹陷, 两侧的齿呈对称分布, 从图1中可以看出, 当 TBT 的浓度为25 $\mu\text{g/L}$ 时, 出现致畸作用, 但不明显, TBT 浓度为50 $\mu\text{g/L}$ 和100 $\mu\text{g/L}$ 时, 口器的畸变现象比较明显. 当 TBT 的浓度为150 $\mu\text{g/L}$ 时, 致畸作用十分显著, 中央凹陷两侧的齿形变得十分不对称. 4d 中, TBT 浓度为0. 5 $\mu\text{g/L}$ 时, 羽摇蚊幼虫的下唇板出现了畸变, 中央齿出现变形, 在2. 5 $\mu\text{g/L}$ 时, 中央齿出现裂隙.

3 讨论

从以上的实验数据可以看出, 在不同的生命周期中, 摇蚊幼虫对 TBT 的敏感程度不同, 其中 TBT 对红德永摇蚊幼虫化蛹率的影响非常明显, 而浓度在0. 5 $\mu\text{g/L}$ 时, 羽摇蚊幼虫的口器即有可观察的致畸作用出现. 而 TBT 对红德永摇蚊幼虫的48h LC_{50} 值相对偏高.

从实验中可以看出, 羽摇蚊幼虫对毒物的敏感性高于红德永摇蚊幼虫, 这可能是由于羽摇蚊幼虫体外有鳃, 对毒物吸收较快, 而红德永摇蚊幼虫, 体外无鳃且体表的几丁质较厚, 从而增强了对毒物的抗性. (下转第91页)

(2) 2, 4-DNT 对酶学指标的影响 实验进行到8d、16d、32d 时, 测定了鲤鱼肝脏的 ATPase 活力, 结果如表3. 肝组织 ATPase 活力都表现出随着2, 4-DNT 浓度提高和时间延长, 逐渐下降的趋势.

根据2, 4-DNT 对鲤鱼生长的抑制程度, 最

表3 2, 4-DNT 对肝脏 ATPase 活力影响(均值)¹⁾/μmol Pi·(h·mg Pr)⁻¹

时间/d	浓度/mg·L ⁻¹				
	对照	3. 280	4. 919	6. 559	9. 109
8	2. 094	1. 472(70. 3)	0. 967(46. 2)	0. 540(25. 8)	0. 222(10. 6)
16	1. 986	1. 307(65. 8)	0. 910(45. 8)	0. 477(24. 0)	0. 191(9. 6)
32	2. 012	1. 292(64. 2)	0. 889(44. 2)	0. 463(23. 0)	0. 181(9. 0)

1) $n=6$ 括号里为相对活力百分数

组的试验鱼生长与对照组并无显著性差异, 但肝脏 ATPase 活性均出现明显抑制现象(表3). ATPase 是镶嵌在膜上的蛋白, 酶的活性中心有天冬氨酸, 其侧链对 ATP 进行亲核进攻, 使其磷酸化. 文献^[2]指出, 硝基芳烃化合物中的硝基在体内可能有2种生物化学作用, 可能由它的 π 电子将其苯环上的电子云密度降低, 也可能被另一个硝基激活, 作为离去基团. 笔者认为由于—NO₂ 和—CH₂—NO₂ 同时存在时, —NO₂ 可能吸引苯环上的 π 电子云, 使苯环本身呈现部分正电性, 与酶活性中心的羧基吸引, 发生加合反应, 影响亲核催化作用. 并随着2, 4-DNT 浓度增大, 抑制更加明显, 表明剂量效应关系. 因此可认为鲤鱼体内组织 ATPase 活性的抑制是2, 4-DNT 中毒的一个较敏感的指标.

(上接第88页)

TBT 对羊头鲷 *Cyprinodon variegatus* 7d LC₅₀为5μg/L, 14d LC₅₀为3μg/L, TBT 对大型蚤 *Daphnia magna* 的48h LC₅₀为2μg/L^[1], 以死亡率来比较, 摇蚊幼虫对 TBT 的抗性远远大于鱼类和枝角类, 但以化蛹率作为指标与鱼类和枝角类的死亡率相比较时, 则相差不大, 这说明, 摇蚊幼虫在化蛹过程中, 对毒物比较敏感. 化蛹率是一个比较好的毒性效应指标. 通过实验还观察到了 TBT 对摇蚊幼虫口器的致畸作用. TBT 在0. 5μg/L 浓度时可以引起蟹(*Uca pupillator*) 蜕皮及再生受阻, 再生附肢显示各种

高无影响的浓度是3. 280mg·L⁻¹, 最低有影响的浓度是4. 919mg·L⁻¹, 但从鲤鱼肝脏 ATPase 活力的测定结果看, 3. 280mg·L⁻¹浓度组2, 4-DNT 仍对 ATPase 有抑制现象. 因此, 本实验求得最大允许浓度为1. 640—3. 280mg·L⁻¹.

亚急性实验表明, 尽管3. 280mg·L⁻¹浓度

致谢: 本工作得到本系学生付尧、陈建民同学的帮助.

参 考 文 献

- 1 Robert D W. QSAR in Environ. Toxico. ——H. D. Reidel Publishing Co. 1987: 295
- 2 Hall L H et al. . SAR studies on the toxicity of benzene derivatives: II. Toxico. Chem. , 1987, **5**: 333
- 3 Deneer J W et al. . QSAR for the toxicity and bioconcentration factor of nitrobenzene derivatives towards the guppy. Aquatic toxico. , 1987, **10**: 115
- 4 Hall L H et al. . QSAR investigation of benzene toxicity to fathead minnow using molecular connectivity. Environ. Toxico. Chem. , 1989, **8**: 783
- 5 中科院数学研究所统计组. 常用数理统计方法. 北京: 科学出版社, 1979: 19
- 6 丁树荣等. 环境生物学实验技术与方法. 南京: 南京大学出版社, 1989: 80

变形^[2], 这表明, TBT 对幼虫的毒性作用可能是干扰体内脱皮激素的正常代谢而导致幼虫蜕皮过程受到影响, 从而也影响了化蛹过程.

参 考 文 献

- 1 Mamie May-ming Lau (Wong). Tributyltin Antifoulings: A threat to the Hong Kong Environment. Arch. Environ. Contam. Toxicol. , 1991, **20**: 299—304
- 2 Roy B Laughlin et al. . Comparative Study of the Acute Toxicity of a Homologous Series of Trialkyltins to Larval Shore Crabs *Emergrapsus Nudus*, and Lobster. *Homarus Americanus*. Bull. Environ. contam. Toxicol. , 1983, **25**: 802—809