

# 几种化学物质对黑眶蟾蜍蝌蚪生存及生长发育的影响

1

何米雪, 陈沃洪, 刘木养, 江彬强, 李东风

(华南师范大学生命科学学院, 广东广州 510631)

**摘要:** 在室内条件下, 采用单因子急性和慢性毒性实验法, 分别研究了水环境中的pH、洗涤剂、除草剂、重金属离子 ( $Pb^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Hg^{+}$ ) 对黑眶蟾蜍蝌蚪的毒性效应. 结果表明, 这些水体污染物不但对蝌蚪的生存造成危害, 还对蝌蚪的红细胞有致畸作用; 而其慢性毒害表现为蝌蚪身体畸形, 肤色变浅, 生长发育迟缓等. 据此, 可以利用黑眶蟾蜍蝌蚪对水体污染进行监测.

**关键词:** 化学物质; 生长发育; 蝌蚪; 黑眶蟾蜍

随着工业的发展, 环境污染问题日益严重, 特别是水体污染, 对水生生物造成极大的危害. 酸雨的产生, 农药的施用, 家用洗涤剂的大量使用, 工业“三废”的大量排放, 给水资源造成严重的污染, 致使水中的 pH 值发生较大的变化, 重金属离子等有害的致畸物质浓度大大增加. 不仅水中的生物受到危害, 还会危及到农业生产环境和畜牧生产的安全性, 甚至造成对人类的危害. 在生态环境日益受到人们重视的今天, 水污染也引起越来越多的关注. 消除或减轻污染, 关键问题在于对环境进行有效的监测.

两栖动物具有水陆两栖独特的生活周期, 依赖水环境而生存, 所以水体的质量将会对蝌蚪的生长发育产生巨大的影响, 通过观察蝌蚪的形态行为特征, 可以对水体进行质量评价. 两栖类动物的皮肤具有较高的渗透性, 对污染物的累积作用很明显, 对水质的反应极敏感. 蝌蚪是两栖类动物变态前的幼体阶段, 因其细胞分裂旺盛, 对环境的变化更为敏感<sup>[1,2]</sup>, 因此是监测环境的适宜指示物种.

国外科学工作者早已开始用蛙类及蝌蚪作为监测农药污染的指示生物的研究. 美国在 1989 年就明确提出将两栖动物作为环境质量监测的指示生物<sup>[3]</sup>. 国内此类研究起步较晚, 直到上世纪 90 年代初才见报道, 并且已有的研究主要是对水体中的某一重金属<sup>[4]</sup>及除草剂<sup>[5]</sup>等有害物质的监测, 贺维顺<sup>[6]</sup>等用国产洗衣粉进行了对蝌蚪红细胞微核率影响的致突变研究, 发现其有一定的剂量效应关系, 且能诱发染色体损伤, 而对水体的酸碱度的监测报道则很少.

本文报道了黑眶蟾蜍蝌蚪在不同 pH 的水体中、不同浓度的除草剂溶液、洗涤剂溶液以及重金属溶液中的存活与生长发育的情况以及对红细胞微核产生的影响, 从宏观和微观不同层次上综合分析污染危害程度, 为环境评价, 污染预报和污染物危险性提供依据, 也为保护两栖类和其它水生动物以及探寻更为有效的环境生物学监测方法提供科学依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

春季在华南师范大学生物试验场捕捉成熟的雌雄黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus Schneider*), 将其放于孵化池中产卵, 以蝌蚪作为实验材料.

### 1.2 试剂仪器

0.1mol/L  $H_2SO_4$ , 0.1mol/L NaOH, 市售高效无磷洗衣粉, 洗洁精, 稻草隆, 乙酸铅, 硫酸铜,

<sup>1</sup>基金项目: 广东省科技计划项目 (粤科计字 2003.174)、华南师范大学生课外科研活动资金(04A002) 资助。

硝酸汞,甲醇,Alsver液,Giemsa染液,磷酸缓冲液(pH=6.8), 50  $\mu$  mol/L MgSO<sub>4</sub>和Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>溶液.

3L 玻璃缸若干个,烧杯,量筒,试剂瓶,圆规,培养皿,移液管,金鱼网,笔式 pH 酸度计,双目解剖镜,双目显微镜,测微尺,数码相机,载玻片,秒表,电子天平,眼科剪,眼科镊,白瓷盘.

### 1.3 方法

观察各水体化学物质对蝌蚪的作用,记录各实验组中蝌蚪开始死亡和全部死亡的时间,得出蝌蚪可存活的水体的 pH 值及洗衣粉、洗洁精、稻草隆、乙酸铅、硫酸铜、硝酸汞的浓度范围.每组放入出膜 7d、大小相当的蝌蚪 30-50 尾,每 24h 换液 1 次,各组设对照 1 个.

#### 1.3.1 蝌蚪急性染毒实验

##### 1.3.1.1 pH 染毒实验

用 0.1mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和 0.1mol/L NaOH来调节含有 50  $\mu$  mol/L MgSO<sub>4</sub>和Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>母液水体(自来水作为溶剂)的酸碱度,设置各组pH值分别为 3.0、3.5、3.8、4.0、5.0、10.0、10.5、11.0.

##### 1.3.1.2 洗涤剂染毒实验

把洗衣粉,洗洁精的母液(1g/L)用自来水来进行稀释,得到洗衣粉浓度分别为 55mg/L,50mg/L,45mg/L,40mg/L;洗洁精浓度分别为 70mg/L,65mg/L,55mg/L,50mg/L.

##### 1.3.1.3 除草剂染毒实验

设置浓度为 10mg/L,14mg/L,18mg/L 和 20mg/L 的稻草隆溶液.

##### 1.3.1.4 重金属离子染毒实验

将乙酸铅、硫酸铜、硝酸汞溶解配成 1000 mg/L 的母液,取母液稀释成不同的浓度.

#### 1.3.2 蝌蚪慢性染毒实验

根据急性染毒实验得出蝌蚪可存活的水体 pH 值、洗涤剂、除草剂以及重金属离子浓度范围,按浓度梯度设置不同 pH 值、不同洗涤剂、除草剂以及重金属离子浓度组别的水体,同时各设对照组 1 个,每实验组放入出膜 15d、大小相当的正常蝌蚪 30-50 尾进行为期 2 个月的慢性染毒实验.观察记录各样本中蝌蚪的存活及生长情况,并进行数码摄像,每 7d 测量蝌蚪的体长、体重.

#### 1.3.3 蝌蚪红细胞检测

将待测的蝌蚪从各实验组中捞出(每实验组中取 3 尾),转入自来水中修复.6 h 后剪断蝌蚪尾巴,将尾部血直接均匀地涂在滴有 Alsver 液洁净的载玻片上,自然晾干后用甲醇固定 15min,干燥后用 10% 的 Giemsa 染液染色 12~15min,后用自来水冲洗,干燥后镜检.观察红细胞的形态与细胞核的异常,并用数码相机进行拍照、记录细胞异常的类型及数目,观察结果以千分率(‰)表示.

## 2 结果与分析

### 2.1 各环境污染因子对蝌蚪存活的影响

#### 2.1.1 pH 的毒害作用

在急性实验中,蝌蚪在不同 pH 实验组的存活情况表现为双向剂量反应.在实验中可观察到,蝌蚪的死亡先随 pH 升高而下降,而后又随着 pH 的升高而增加.pH3.8-10.5 时,各组蝌蚪 96h 存活率均为 100%,说明在此范围内,pH 对蝌蚪 96h 存活率没有明显的影响.而 pH 低于 3.8 和高于 10.5 的各组蝌蚪至 96h 时仅少量存活,其中 pH 3.0 实验组中的蝌蚪至 24h 均全部死亡.根据酸性和碱性范围 96h 的零致死浓度可知,蝌蚪生存的适应范围是 pH3.8-10.5.而蝌蚪对于 pH 的最低耐受限是 pH3.0.

#### 2.1.2 洗涤剂的毒害作用

随着洗衣粉、洗洁精溶液浓度的增加,蝌蚪的死亡率亦随之增加.在洗衣粉溶液中蝌蚪的死亡率增加得较平缓,55mg/L 组 72h 死亡率可达 70%.而在洗洁精溶液中蝌蚪的死亡率在浓度超过 50mg/L 时急速上升,55mg/L 组 16h 死亡率达 80%,32h 即达 100%..

#### 2.1.3 除草剂的毒害作用

24h 后,除了稻草隆溶液浓度为 20 mg/L 的实验组以外,其余各实验组的蝌蚪均没有死亡;48h 后高浓度的实验组中蝌蚪的死亡率开始增加,随着时间的推移,各组的死亡率逐渐上升.168h 后蝌蚪死亡率从小到大的顺序为: 13.3%>23.3%>46.7%>66.7%,其相对应的稻草隆溶液浓度分别为: 10 mg/L,14 mg/L,18 mg/L,20 mg/L.

#### 2.1.4 重金属离子的毒害作用

$Pb^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Hg^{+}$ 三种重金属离子对黑眶蟾蜍蝌蚪的毒害作用明显.实验结果表明随着  $Pb^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Hg^{+}$ 三种重金属离子浓度的增加,黑眶蟾蜍蝌蚪的存活率也随之下降.存活下来的蝌蚪的体长、尾长和体重并没有明显规律性变化,在同组蝌蚪个体则出现较大的分化.与对照组相比,三种重金属离子各个浓度中的蝌蚪的体长、尾长和体重都要略小一点.

#### 2.2 各环境污染因子对蝌蚪形态的影响

据观察,慢性染毒实验组中有形态畸变的蝌蚪,例如脊柱弯曲,身体萎缩变形,鼻孔大张,腹部膨大(图 1),这些蝌蚪游泳时身体失衡,不能游直线,并且很快死亡.还发现蝌蚪的皮肤色素减少,致使皮肤透明,其内脏器官清晰可见,这种情况在 pH 值实验组中最为严重(图 2).

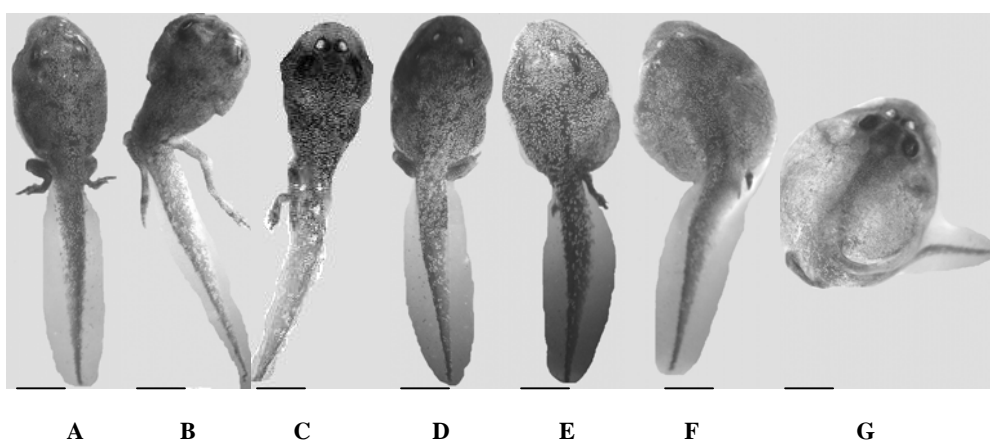


图 1 形态畸变的黑眶蟾蜍蝌蚪

A.正常蝌蚪 B.脊柱弯曲的蝌蚪 C.鼻孔大张,腹部萎缩的蝌蚪 D.腹部微微膨大的蝌蚪  
E.右腹膨大的蝌蚪 F.头部和腹部膨大的蝌蚪 G.头部和腹部膨大呈球形的蝌蚪

(说明:图中的标尺为 2.5mm)

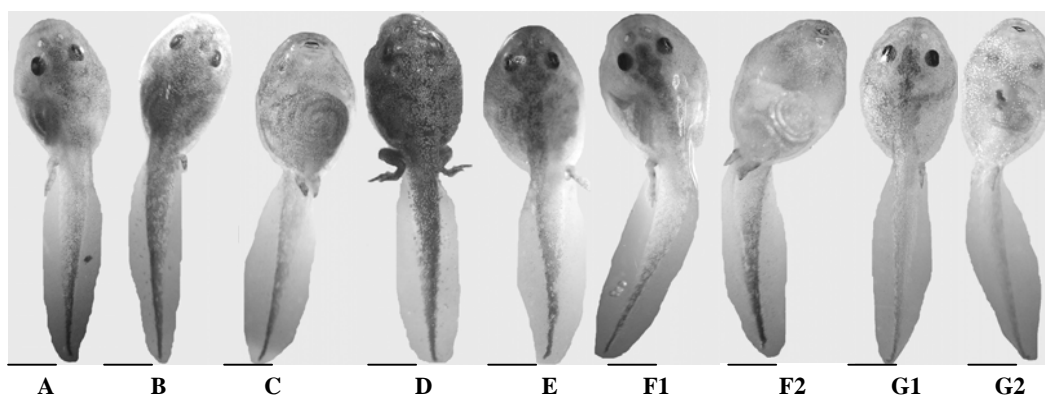


图 2 不同 pH 对黑眶蟾蜍蝌蚪皮肤的影响

A. pH3.8 皮肤透明的蝌蚪 B. pH4.0 皮肤透明的蝌蚪 C. pH5.0 皮肤透明的蝌蚪  
D. 对照组的体色正常的蝌蚪 E. pH10.0 皮肤透明的蝌蚪 F1. pH10.5 皮肤透明的蝌蚪背面观  
F2. pH10.5 皮肤透明的蝌蚪腹面观 G1. pH11.0 皮肤极度透明的蝌蚪背面观  
G2. pH11.0 皮肤极度透明的蝌蚪腹面观 (说明:图中的标尺为 2.5mm)

#### 2.3 各环境污染因子对蝌蚪生长发育的影响

经过慢性的染毒,蝌蚪的生长发育出现了滞后的现象,特别是其变态的周期相对于对照

组明显延长.而在个体的生长方面,各染毒实验组的蝌蚪体型几乎都比相应对照组的蝌蚪要小,表现为体长和体重都较小.重金属离子实验中,同组内的蝌蚪的体长和体重出现了较大的分化,如图3所示.

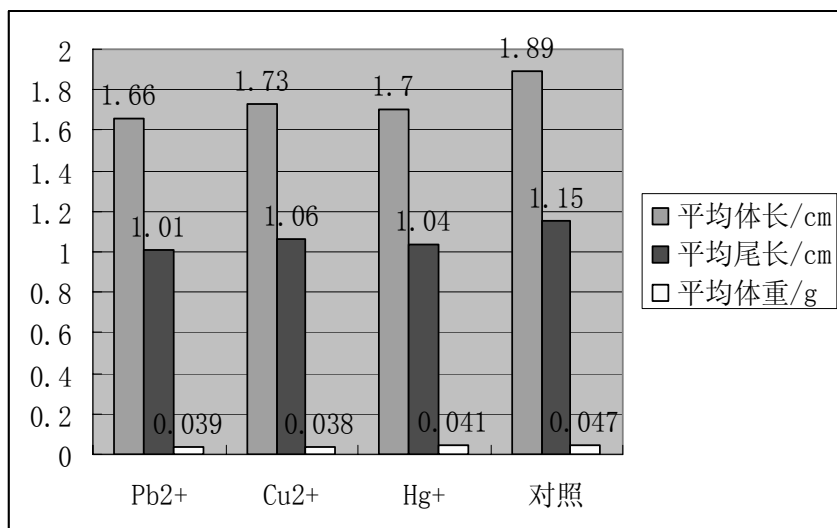


图3 重金属离子对黑眶蟾蜍蝌蚪体长、尾长和体重的影响比较

#### 2.4 各环境污染因子对蝌蚪红细胞形态的影响

pH、洗涤剂、除草剂和重金属离子均可使细胞产生畸变.由于蝌蚪处于幼体阶段,生长旺盛,细胞分裂快,而致畸因子通过皮肤进入蝌蚪体内,并通过内循环系统产生毒害作用.常见的细胞变形有长条形,细胞膜外凸和内陷.常见的核异常有微核,双核,8字形核,核内凹,核碎裂,无丝分裂时核分裂不均等(图4).

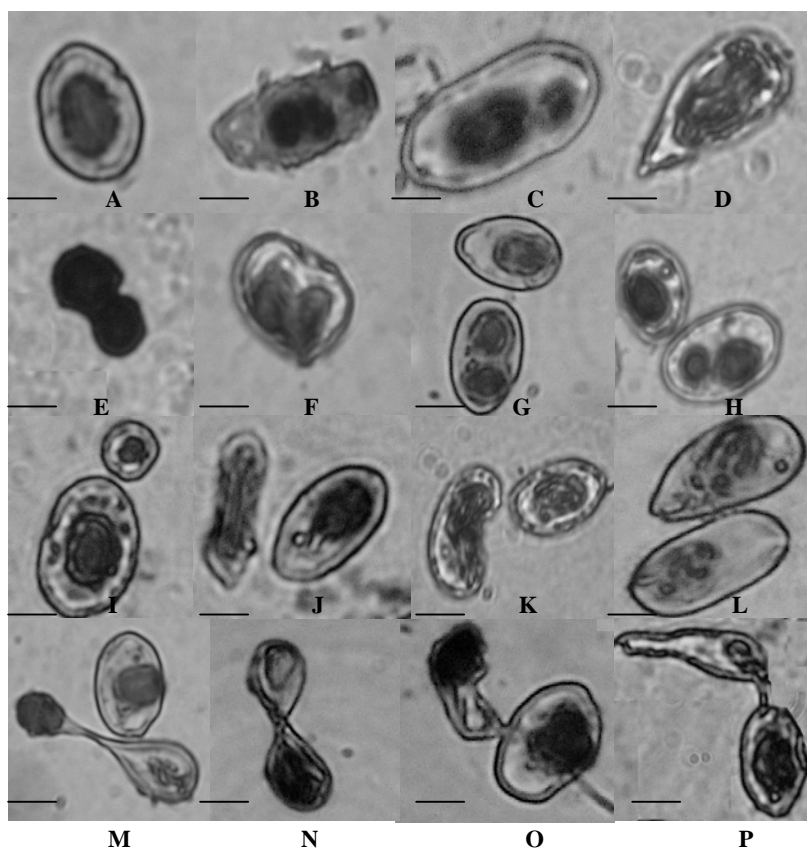


图4 黑眶蟾蜍蝌蚪异常红细胞

A. 正常红细胞 B-C. 胞内微核 D. 细胞膜外凸 E. 8字核 F. 核内凹 G-H. 双核细胞

## I. 胞外微核 J. 长条形细胞 K. 细胞膜内陷 L. 核碎裂 M-P. 不均等分裂

(说明:A-F 的标尺为  $4.5\ \mu\text{m}$ , G-P 的标尺为  $7.5\ \mu\text{m}$ )

需要指出的是,不同 pH 对蝌蚪红细胞变异率不存在明显的规律变化.洗涤剂 and 除草剂对蝌蚪红细胞异常率的影响表现为随浓度的线性关系.但亦有个例,如  $4\ \text{mg/L}$  稻草隆组的异常率比其它组高出 2~3 倍.重金属离子对蝌蚪红细胞核异常的影响以微核和双核为主,其中微核所占核异常细胞比例达到 54.6%,双核的比例是 30.6%.

### 3 讨论

#### 3.1 蝌蚪的存活

pH 对蝌蚪的存活呈双向剂量反应.随着 pH 的升高,蝌蚪的死亡率先降后升,与中国林蛙急性中毒实验结果一致<sup>[7]</sup>.但黑眶蟾蜍蝌蚪对酸的耐受能力比中国林蛙强,其对 pH 最低的耐受值是 3.0,比中国林蛙蝌蚪低 0.6. pH 对蝌蚪造成的毒害作用主要是水体的腐蚀性.酸碱性溶液不仅对蝌蚪的皮肤具有腐蚀作用,而且能进一步腐蚀蝌蚪的内脏器官和骨骼,使蝌蚪急性中毒死亡.

当各种化学物质浓度达到一定值时死亡率有突然升高的趋势,可见其有一个最高适应浓度范围,超过此浓度后,蝌蚪开始大量死亡.在同一浓度下,随着实验时间的推移,蝌蚪的存活率下降,这可能与蝌蚪生长发育有关.个体越大,新陈代谢活动就越强,体内积累化学物质的量亦大大增加,从而引起死亡率增加.在相同时间和相同浓度条件下,日龄越大,则死亡率越高.

#### 3.2 蝌蚪的形态变化

在不同的 pH 值、不同浓度的洗涤剂、除草剂和重金属离子的慢性毒害作用下,蝌蚪的形态发生了一些明显的变化,表现为尾部弯曲,鼻孔大张,头部和腹部膨大,皮肤透明等.这与分析研究得出的水体污染对两栖动物形态的危害的主要特征相似<sup>[8,9]</sup>.

在  $\text{Pb}^{2+}$  处理组中蝌蚪畸形现象严重,其症状大多为尾部弯折.这一实验现象与尤静等人研究相似<sup>[10]</sup>.畸形现象可能是由于蝌蚪尾部神经最早发育,而铅对神经系统有很大毒害作用有关.此外,重金属离子主要通过呼吸道、消化道和皮肤三种途径进入动物的体内,对各种组织造成毒性.其中对神经系统和造血系统的毒害作用比较显著,并且能影响生殖和发育.

由此提示,不同的 pH 值、不同浓度洗涤剂、除草剂以及重金属离子不仅对蝌蚪,还可能对其它水生动物造成一定的危害.

#### 3.3 蝌蚪生长发育的变化

由蝌蚪的体长与体重变化可知,随着 pH 的升高,小型个体的比例逐渐减小,中型和大型个体的比例则不断增加.造成这种现象的原因可能与蝌蚪的分泌排泄物呈酸性的性质有关.经测定,碱性水体经过 1d 后,pH 下降的幅度较大,而酸性水体的 pH 则变化不大.激素作用的强弱,会影响到蝌蚪变态发育所需的时间.水体 pH 的变化对激素的作用存在一定减弱效应,使得蝌蚪变态发育的时间延长,而酸性溶液对激素的减弱作用则较为明显.

关于除草剂对蝌蚪形态发育影响的研究报道较少.本实验结果表明,经除草剂处理后,各组体长差异不大,但体重增加.在除草剂浓度较高时,蝌蚪反应敏感,活动相对频繁,有可能增强摄食活动,蝌蚪进食多,发育就较快.因此认为除草剂可能通过进食活动间接影响生长发育.

实验显示,随着  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{+}$  三种重金属离子浓度的增加,重金属离子对蝌蚪生长的抑制作用差异性不显著.有报道镉对花背蟾蜍蝌蚪生长发育时提出蟾蜍蝌蚪体内可能存在镉—镉拮抗作用,使镉的毒性作用减弱<sup>[11]</sup>.  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{+}$  在黑眶蟾蜍蝌蚪体内亦可能存在类似的拮抗作用.故随染毒时间不断延长,重金属离子在蝌蚪体内的累积量不断增加至出现拮抗作用,从而影响各种离子的毒性.

#### 3.4 蝌蚪红细胞异常

##### 3.4.1 致畸因素

不同的水体污染因子,对蝌蚪红细胞的致畸机理不尽相同.引起蝌蚪红细胞产生微核的

物质主要是一些能抑制纺锤体活性的物质,例如游离原子团,过氧化物,氢氧化物, $=S$ ,  $-SH$ ,  $-SCN$  等.

高pH的水体中,含有较多的 $OH^-$ 离子,再加上自来水中的过氧化物,细胞分裂旺盛的蝌蚪红细胞的遗传物质容易引起变异.

洗涤剂的主要成分都是一些表面活性剂,如烷基苯磺酸钠、碱性蛋白质、荧光增白剂等.蝌蚪通过皮肤、鳃和消化器官吸收后就会大量积累.而表面活性剂可结合在细胞膜上,促使其有毒有害化合物进入细胞,抑制纺锤体活性,导致细胞核异常,产生微核.对大鼠多次口服洗涤剂的研究发现,洗涤剂可使红细胞微核率显著上升.但微核率的高低,不仅取决于诱变剂或纺锤体抑制剂活性的强弱,还取决于细胞分裂的速度.蝌蚪的微核率比鱼类高,是与其红细胞的高速分裂有关.除草剂对红细胞致畸作用机理与洗涤剂的作用机理相似.

$Pb^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Hg^{+}$ 三种重金属离子随着浓度增加,蝌蚪红细胞的核异常率也有一定程度的上升,说明其毒性也有所增加.这与前人研究报道结果一致<sup>[12,13]</sup>.但这其中也存在离子间的拮抗作用,而拮抗作用与红细胞微核的关系则有待进一步研究.

### 3.4.2 检测时间

利用蝌蚪检测水体污染的实验,一般是将蝌蚪染毒 6 至 7d 后,进行 6 h 的清水修复,再检测其红细胞微核.而陈建军等提出蝌蚪的红细胞微核产生数量随着染毒时间的延伸而增加,在染毒的第 8d,红细胞微核数最多,所以其认为利用蝌蚪作染毒急性实验时,将蝌蚪处理 8 到 12d 比较合适<sup>[14]</sup>.也有人认为不同除草剂诱发红细胞微核分别在一定浓度时有一个峰值,在高峰前后均处于低水平,而浓度与微核率之间无显著相关,并认为这可能是剂量过高会抑制或终止细胞分裂,从而导致微核率下降<sup>[15]</sup>.本实验在各种污染因子的染毒中也观察到同样的现象,红细胞产生异常的几率随着染毒因子浓度的增加而先上升,而后又下降.

### 3.5 生物监测

目前环境监测主要以理化监测为主.而生物监测具有理化监测无可比拟的综合性、真实性和灵敏性.通过生物对环境因子所做出的反应,显示出环境污染对生物的影响,特别是对于低浓度的甚至痕量的污染物,指示生物亦可迅速做出反应,显示其症状,从而使人们能掌握环境污染物是否有害及危害程度,为环境管理和保持物种的多样性提供有效的信息.

两栖动物蝌蚪的皮肤具有高渗透性,所以对水体污染特别敏感,即使在极低的浓度下,也能很快表现出受害症状.根据蝌蚪表现出来的受害症状,可以对污染进行定性和初步定量的分析.本实验不仅对黑眶蟾蜍蝌蚪进行了急性染毒实验,观察其存活情况,还对其进行了为期 2 个月的慢性染毒观察.从结果来看,酸或硷、洗涤剂、除草剂、重金属离子对蝌蚪的毒害作用,除了致死和使红细胞产生微核外,还可以使其形态、体色发生改变,扰乱其生长发育.由此可见,黑眶蟾蜍蝌蚪对于水体污染因子具有高度敏感性.

蟾蜍在中国分布很广,利用蟾蜍蝌蚪作为指示动物监测水环境有广阔的实用前景.通过微核试验,应用蟾蜍蝌蚪可快速检测出环境的变化,对建立环境标准的生物监测指标,实现环境的生物监测有重要意义,并为环境水体污染的防治提供正确的指导.

## 参考文献:

- [1] 王蕊芳,贺维顺,吴世芳等.昆明水源水和自来水水质致突变性及化学背景值 II.蝌蚪红细胞微核和 CHO 细胞染色体畸变及 SCE 试验[J].动物学研究,1996,17(4):469-475.
- [2] 刘清华,袁志刚,胡文庆.南宁朝阳溪、邕江和南湖水对沼蛙蝌蚪红细胞微核率影响的研究[J].广西预防医学,1995,1(6):340-341.
- [3] 徐士霞,李旭东,王跃招.两栖动物在水体污染生物监测中作为指示生物的研究概况[J].动物学杂志,2003,38(6):110-114.
- [4] 汪学英,卢祥云,李春梅等.重金属离子对黑斑蛙胚胎及蝌蚪的毒性影响[J].四川动物,2001,20(2):59-61.
- [5] 狄德贵,张大生,程伟等.四种除草剂对中华大蟾蜍蝌蚪红细胞微核及核异常德影响[J].动物学杂志,2000,35(1):12-16.
- [6] 贺维顺等.国产十种合成洗衣粉诱发华西大蟾蜍蝌蚪红细胞微核的研究[J].环境科学报,1991,11(3):351-357.
- [7] 杨富亿,邵庆春,李景林,陈国双.中国林蛙蝌蚪对盐度的适应性[J].水利渔业,2004,24(2):36-38.
- [8] Josh Van Buskirk, S Andy Mccollum. Influence of tail shape on tadpole swimming performance [J]. The Journal of Experimental Biology, 2000,203:2149-2185.
- [9] Osano O, Oladimeji A A, Kraak M H S, et al. Teratogenic effect of amitraz, 2,4- Dimethylaniline, and paraquat on developing frog (*Xenopus*) embryos [J]. Environmental Contamination and Toxicology, 2002,43:42-49.
- [10] 尤静,张迎梅,赵东芹等.铅对花背蟾蜍受精卵出膜及蝌蚪生长的影响[J].甘肃科学学报,2004,16(2):47-49.
- [11] 黄德军,张迎梅,赵东芹等.重金属镉对花背蟾蜍蝌蚪生长发育的影响[J].兰州大学学报(自然科学版),2004,40(2):81-83.
- [12] 王爱民.四种重金属对绿蟾蜍蝌蚪的急性毒性研究[J].新疆大学学报,1990,7(1):60-64.
- [13] 杨再福.铜(Cu<sup>2+</sup>)对中华大蟾蜍蝌蚪的毒性试验[J].环境保护科学,2000,26:37-38.
- [14] 陈建军,夏宜琤.城镇污水诱发青蛙蝌蚪红细胞微核及其在环境监测中的应用[J].水生生物学报,1992,16(4):305-313.
- [15] 耿德贵,张大生,程伟等.四种除草剂对中华大蟾蜍蝌蚪红细胞微核及核异常的影响[J].动物学杂志,2000,35(1):12-16.

# Effect of Several Chemicals on Survival and Growth of Tadpole (*Bufo melamostictus Schneider*)

HE Mi-xue, Chen Wo-hong, Liu Mu-yang, Jiang Bin-qiang, LI Dong-feng  
(College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631 China)

## Abstract

Under indoor condition, single-factor acute and chronic toxicity test was carried to study the toxicity effect of water pH, detergent, herbicide and heavy metal ions ( $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{+}$ ) on tadpole (*Bufo melamostictus Schneider*). The results showed that water pollution factors can affect survival of tadpole, induce the red blood cell abnormal. The chronic poison to tadpole can be concluded as malformation of the body, making the complexion shallow and delaying the growth. The tadpole can be used for direction species to analyze the change of the water pollution.

**Keywords:** Chemicals; Growth; Tadpole; *Bufo melamostictus Schneider*

**作者简介:** 何米雪(1983-), 女, 广东清远人, 本科生, 从事动物生理学研究,  
E-mail:dfliwx@eyou.com.。

**通讯作者:** 李东风(1958-), 男, 吉林长春人, 教授, 从事动物生理学研究。