

洗衣粉对水生动物的毒性研究

刘占峰, 王茜*, 王兰, 李延伸, 翟东, 宋智刚 (山西大学生命科学与技术学院, 山西太原 030006)

摘要 研究了4种洗衣粉(奇强无磷新皂粉、奇强亮白加酶洗衣粉、汰渍360度全能洗衣粉和汰渍净白去渍无磷洗衣粉)对水生动物多刺裸腹蚤的毒性作用。通过统计水蚤24和48h的死亡个数,计算其半致死浓度 LC_{50} 值,确定1个浓度组,计数心率的变化。结果显示:一定浓度的洗衣粉能够抑制裸腹蚤的运动,使心率加快,并且造成大量死亡。随着时间的延长,洗衣粉对水蚤的毒性作用随之增强。24h测得的 LC_{50} 值分别为33.03、36.63、31.39和21.79 mg/L;48h测得的 LC_{50} 值分别为15.28、16.31、13.82和7.44 mg/L。

关键词 水蚤;多刺裸腹蚤;洗衣粉;半致死剂量;心率

中图分类号 Q958.11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)11-03324-02

Study on the Toxicity of Detergents to Aquatic Animals

LIU Zhan-feng et al (College of Life Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006)

Abstract Toxicity of four kinds of detergents to *Moina macrocopa* was studied in this paper. According to the deaths of *M. macrocopa* after 24 and 48h, the sublethal concentration was calculated. Then a concentration group was determined and the changes of heart rate were observed. Results showed that the detergents could inhibit the movement of *M. macrocopa* and cause more flea deaths and quicken the heart rates. The toxicity of detergents to *M. macrocopa* was stronger with the time going. LC_{50} values measured after 24 h were 33.03, 36.63, 31.39 and 21.79 mg/L respectively. And the LC_{50} values after 48 h were 15.28, 16.31, 13.82 and 7.44 mg/L respectively.

Key words *Daphnia*; *Moina macrocopa*; Detergents; Semilethal dose; Heart rate

合成洗涤剂是一类代表性的环境污染物,洗衣粉又是洗涤剂中所占比例最大、使用量最多、接触人群最广的一种,是生活污水量增大的直接原因。因此,研究洗衣粉对人体健康、生态环境,尤其是对水生生态系统的影响具有十分重要的现实意义^[1]。

水蚤(*Daphnia*)又称红虫或鱼虫,是枝角类的俗称,属节肢动物门甲壳纲^[2]。研究水生生物食物链对保护人类健康有着非常重要的意义。水蚤是水生生物食物链中重要的一环,富含脂肪、蛋白质和多种维生素,作为鱼类的天然饵料,可减少鱼类疾病的发生并加快鱼类的生长。

多刺裸腹蚤(*Moina macrocopa*)大小适宜,瓣壳透明,在低倍光学显微镜下内部结构清晰可见,生命周期短,繁殖率高,能通过孤雌生殖获得纯系,对水体中的无机盐和有害物质非常敏感,能综合反映被测样品的毒性,是理想的水质环境污染监测动物,具有重要的科研价值^[3]。近年来,有关合成洗涤剂的毒性作用如致畸、致突变性的研究报道逐渐增多,如丁恬等对几种品牌洗衣粉进行了Ames实验^[4],但对心率等方面的研究很少。鉴于此,笔者选择多刺裸腹蚤为试验材料,研究了市场上常见的4种洗衣粉对其的毒性作用,旨在为保护水环境和人体健康提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料 多刺裸腹蚤由山西大学生命科学与技术学院实验室培养。奇强(无磷)新皂粉(南风化工);奇强亮白加酶洗衣粉(南风化工);汰渍360度全能(怡人清香型)洗衣粉(宝洁公司);汰渍净白去渍无磷洗衣粉(宝洁公司)。

1.2 仪器 电子天平、计数器、显微镜、恒温水浴锅等。

1.3 方法

1.3.1 接种。选取龄期相同且成熟怀卵蚤5~7只放入盛有营养液的烧杯中,在25℃恒温水浴中培养,24h后取幼蚤

进行试验。

1.3.2 预试验。将洗衣粉在一个较大的浓度范围之内,以连续稀释的方法设定6个浓度组,每组随机选取10只1日龄的健康幼蚤。试验同时设对照组。

1.3.2.1 溶液配制。称取一定量的洗衣粉,放入烧杯中加蒸馏水并放入25℃恒温水浴中搅拌溶解,定容后配制成母液,然后稀释成所需的浓度溶液。

1.3.2.2 选蚤和加蚤。在光学显微镜下镜检,挑出健康的1日龄幼蚤,每个烧杯中加入10只。

1.3.2.3 观察。分别在试验后24和48h,记录6个浓度组烧杯中水蚤的死亡个数。

1.3.3 毒性试验。

1.3.3.1 半致死剂量的计算。用预试验中确定的洗衣粉浓度进行正式试验。为了获得24、48h的 LC_{50} 值,在24和48h各观察1次,镜检并记录中毒症状,分别以24、48h的死亡个数计算半致死剂量。中毒症状主要表现为运动异常,失去自由活动能力,停滞在器皿底部等。以在体视显微镜下观察心脏是否跳动作为死亡标志,计算死亡百分率。

首先用SPSS软件计算 LC_{50} 值,然后以 LC_{50} 浓度为上限向下设置6个浓度,24和48h后在显微镜下测定心率变化并做记录。

1.3.3.2 心率测定。以半致死率浓度为最高浓度,分别设置不同浓度的洗衣粉溶液共6组,并于24和48h后,在显微镜下观察并用计数器以20s为单位进行记录。

2 结果与分析

2.1 4种洗衣粉对水蚤半致死剂量的比较 洗衣粉的成分共有5大类:活性成分、助洗成分、缓冲成分、增效成分和辅助成分。其中活性成分是烷基苯磺酸钠,具有很好的去污作用。有磷、无磷洗涤剂主要是指助洗剂是磷系还是非磷系物质。由表1可见,无磷洗衣粉对水蚤的半致死剂量,无论是24h还是48h,都低于未标明有磷或无磷的洗衣粉,说明洗衣粉的毒性主要体现在活性成分烷基苯磺酸钠的含量上,少量的磷对水蚤的生长有促进作用,这与梁红文提到的0.5

基金项目 山西省青年科技基金资助项目(20051035)。

作者简介 刘占峰(1983-),男,山西忻州人,硕士研究生,研究方向:动物发育的细胞分子生物学与环境生物学。*通讯作者,在读博士,讲师。

收稿日期 2007-01-11

mg/kg 的磷盐可以提高水蚤繁殖率的结果一致^[9]。试验中发现,汰渍系列洗衣粉的毒性比奇强系列的大。陈钦耀等测定了汰渍、碧浪、奥妙、芳草、白猫 5 种洗衣粉对裸腹蚤的毒性,也认为汰渍洗衣粉的毒性大于其他 4 种,这与笔者的研究结果一致^[10]。周永欣研究表明,十二烷基苯磺酸钠(LAS)对大型蚤半致死浓度为 7.0 mg/g,而其他洗衣粉的半致死浓度为 35~70 mg/L^[6]。

表 1 4 种洗衣粉对水蚤的半致死剂量 LC₅₀) mg/L

	mg/L	
	24 h	48 h
奇强无磷新皂粉	33.03	15.28
奇强亮白加酶洗衣粉	36.63	16.31
汰渍 360 度全能洗衣粉	31.39	13.82
汰渍“净白去渍”无磷洗衣粉	21.79	7.44

2.2 4 种洗衣粉对水蚤 24 和 48 h 心率的影响 由表 2、3 可以看出,奇强无磷新皂粉在 24 和 48 h 内可以加快水蚤心率,并随着浓度的增大,心率越来越快;但奇强亮白加酶洗衣粉对水蚤心率的影响在 24 h 基本低于正常值,48 h 则随浓度的增加,心率逐渐加快。表明在短时间内水蚤可以通过心率减慢来抵御外来物质的侵害,是自身防御机能的体现,但是超过一定时间或一定浓度,其心率出现衰退,影响了水蚤的代谢。

表 2 不同浓度奇强无磷新皂粉对水蚤 24 和 48 h 心率的影响

浓度 mg/L	心率//次/min		浓度 mg/L	心率//次/min	
	24 h	48 h		24 h	48 h
0	247	244	5.2	308	296
1.3	289	278	10.4	337	296
2.6	283	298	20.8	340	312

表 3 不同浓度奇强亮白加酶洗衣粉对水蚤 24 和 48 h 心率的影响

浓度 mg/L	心率//次/min		浓度 mg/L	心率//次/min	
	24 h	48 h		24 h	48 h
0	247	244	17.4	228	306
5.4	227	266	23.4	182	295
11.4	233	276	29.4	263	249

由表 4、5 可以看出,汰渍 360 度全能洗衣粉对水蚤心率的影响在 24 h 随处理浓度的增加,心率不断加快,48 h 随处理浓度的增加,心率不断降低;汰渍“净白去渍”无磷洗衣粉对水蚤心率的影响和汰渍 360 度全能洗衣粉 24 h 的结果类似,但 48 h 随处理浓度的增加,心率不断加快。

表 4 不同浓度汰渍 360 度全能洗衣粉对水蚤 24 和 48 h 心率的影响

浓度 mg/L	心率//次/min		浓度 mg/L	心率//次/min	
	24 h	48 h		24 h	48 h
0	247	244	14.6	309	128
4.6	290	154	19.6	335	198
9.6	300	208	24.6	346	180

表 5 不同浓度汰渍“净白去渍”无磷洗衣粉对水蚤 24 和 48 h 心率的影响

浓度 mg/L	心率//次/min		浓度 mg/L	心率//次/min	
	24 h	48 h		24 h	48 h
0	244	247	8.7	306	279
3.1	234	268	11.5	332	285
5.9	276	293	14.3	338	302

3 讨论

水蚤的心脏每跳动 1 次,包括 1 次舒张和 1 次收缩 2 个动作。水蚤的心率范围很广,1 min 心跳次数从 100~350

次不等。影响因素包括 4 个方面:一是水蚤的大小。同种个体幼年的心跳次数比成熟的要快,衰老的个体更慢。二是温度。水温高时的心跳次数比水温低时要快。三是水体。水中富含氧时的心跳次数比缺氧时要慢。四是营养状况。饱食的比饥饿的心率慢。为了避免以上问题的出现,该试验采用 1 日龄水蚤,温度统一控制在 25 ℃。在正式试验之前,用分析纯的重铬酸钾测定了水蚤的敏感度,以达到试验要求,且 LC₅₀ 在 2 mg/L 以下。

由表 2~5 可以看出,无磷洗衣粉对水蚤心率的影响不能简单地说是高于或低于有磷洗衣粉,因为它的影响主要取决于洗衣粉中的主要成分烷基苯磺酸钠,洗衣粉是由多种化学成分组成的混合物,起主要作用的是表面活性剂,例如烷基苯磺酸钠、脂肪醇硫酸钠、脂肪醇聚氧乙烯醚、环乙烷等,这些表面活性剂可直接用来作为洗涤剂使用,但去污效果不是十分理想,而且成本高。因此,配制洗衣粉时还要加入一些助剂和辅助剂,使洗衣粉的性能更加完善,贮存和使用更加方便。助剂分为无机盐和有机盐两大类,按洗衣粉是否含磷,分为含磷洗衣粉和无磷洗衣粉。含磷洗衣粉中的磷能提高洗衣粉的洗净作用,同时也是藻类的助长剂,使藻类和水草大量滋生,造成水体缺氧,鱼类死亡。而洗衣粉中的主要成分烷基苯磺酸钠则对水生生物直接有害^[11],这与笔者的试验结果一致:洗衣粉对水蚤的半致死剂量与烷基苯磺酸钠的含量有关。

水蚤分布广泛且对毒物十分敏感,是污水毒性试验的代表动物,可作为水体污染的监测生物,对水体污染所造成的危害起到预报、预测和预警作用。水蚤可进行单性生殖(孤雌生殖),能够单克隆化得到纯品系,在实验室条件下能用冬卵孵化,为提供同龄水蚤创造条件,从而有利于试验。水蚤的生长周期短,性成熟快,试验周期也短,可以在实验室中繁殖培养,不需要复杂昂贵的仪器设备及特殊试剂。另外,水蚤个体小,所需样品少,成本低,能综合反映被测样品的毒性,即不管多少污染物混合在一起,不管对其中化学成分是否有测定方法,不管是否了解待测物质的含量,都可用水蚤进行毒性测试,研究毒性大小。目前,国内外水蚤测试技术主要应用在化学毒品的测定,混合废水、工业废渣、农药的毒性评价上^[3,7-8]。

参考文献

- [1] 陈钦耀,魏晓飞,廖洪梅.LAS 和 5 种洗衣粉对水蚤的毒性试验[J].安徽大学学报:自然科学版,1997,21(2):107-109.
- [2] 堵南山.甲壳动物学[M].北京:科学出版社,1993.
- [3] 修瑞琴.大型水蚤生物测试技术研究进展[J].国外医学卫生学分册,1990(6):335-338.
- [4] 丁恬,王福琳,刘曙光.合成洗涤剂潜在危害的研究[J].山东医学院学报,1982(2):7-12.
- [5] 梁红文.漫谈水蚤[J].中学生物学,2003(3):12-13.
- [6] 周永欣.水生生物毒性试验方法[M].北京:农业出版社,1989.
- [7] FRANCISCO SANCHEZ-BAYO. Influence of light in acute toxicity bioassays of imidacloprid and zinc pyriithione to zooplankton crustaceans[J]. Aquatic Toxicology, 2006, 78: 262-271.
- [8] FRANCISCO SANCHEZ-BAYO. Comparative acute toxicity of organic pollutants and reference values for crustaceans. I. Branchiopoda, Copepoda and Ostracoda[J]. Environmental Pollution, 2006, 139: 385-420.