

5 种酚类化合物对 3 种水生生物的毒性作用^{*}

许文武¹ 孟 菁² 胡 威¹ 章 典¹ 张庭廷^{1**}

(1. 安徽师范大学生命科学学院, 生物环境与生态安全安徽省高校重点实验室, 芜湖, 241000;

2. 安徽师范大学环境科学学院, 芜湖, 241000)

摘 要 通过测定藻细胞密度和蚤数量的变化, 研究了 5 种酚类化合物对蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*)、斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*) 和多刺裸腹蚤 (*Moina macrocopa*) 3 种水生生物的影响. 结果表明, 在实验第 6 天, 随酚类化合物浓度增加, 藻细胞密度与对照组相比明显下降, 多刺裸腹蚤 48 h 死亡率增高, 呈现剂量-效应关系. 对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚 5 种酚类化合物在第 6 天对蛋白核小球藻的半抑制效应浓度 (E_0C_{50}) 值依次为: 7.73、25.21、33.19、38.51 和 25.08 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; 对斜生栅藻依次为: 9.13、30.28、40.77、48.09 和 16.09 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; 在 48 h, 对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚对多次裸腹蚤的半致死效应浓度 (LC_{50}) 值分别为: 1.92、10.75、15.53、15.68 和 9.87 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. 5 种酚类化合物对 3 种水生生物的毒性研究表明, 对苯二酚的毒性最强, 2,4-二硝基酚的毒性最弱.

关键词 水生生物, 酚类化合物, 急性毒性.

酚类有机污染物是一种中等强度的化学毒物, 能够引起蛋白质变性, 使细胞中毒或死亡^[1]. 许多工厂如煤气、焦化、炼油、冶金、石油化工、造纸、医药、农药等排放的废水中均含有酚类化合物. 这些废水若不经处理直接排放, 或者虽经处理但未能达到排放标准, 就会造成水、土壤和大气环境污染, 危害生态环境和人体健康.

在探讨酚类化合物的毒性以及预测该类化合物的毒性大小的试验中, 常采用绿藻或大型水蚤作为指示生物. 绿藻类是水生生态系统中的初级生产者, 也是水生食物链的基础环节, 其种类多样并直接影响水生生态系统的结构和功能^[2-3], 是较为理想的化学物质测试生物^[4]. 同样, 蚤类是水体中初级生产者 (藻类) 和消费者 (如鱼类) 间的中间环节, 其繁殖速度快, 生活周期短, 培养简便, 对许多毒物敏感, 世界各国广泛使用蚤类进行水生生态毒理学研究^[5-6]. 由于酚类化合物导致的水体污染必然危及水生生物, 因此通过酚类化合物对绿藻、蚤毒性的研究, 探讨酚类化合物对水生生态系统的影响^[7-8]有着重要的意义.

本文选取毒性试验中常用的斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*), 蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*) 和多刺裸腹蚤 (*Moina macrocopa*) 作为受试对象, 研究了酚类化合物对 3 种水生生物的毒性效应, 为制定酚类化合物相关的环境标准提供科学依据.

1 材料和方法

1.1 实验材料

对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚、2,4,6-三硝基酚, 购自国药集团化学有限公司.

蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa* Chick) 和斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*) 购自中国科学院水生生物研究所. 两种藻均用 HB-4 培养基培养.

多刺裸腹蚤 (*Moina macrocopa*) 由日本长崎大学提供.

2010 年 11 月 19 日收稿.

^{*} 国家自然科学基金资助项目 (30870429); 安徽省高校省级自然科学基金重点项目 (KJ2008A084) 资助.

^{**} 通讯联系人, E-mail: cyhzt@ mail. ahnu. edu. cn

1.2 实验用液的制备

HB-4 培养基主要成分: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; K_2HPO_4 , $0.015 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; CaCl_2 , $0.015 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $0.08 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; NaHCO_3 , $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; KCl , $0.025 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; FeCl_3 , $0.15 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$; 土壤浸提液, $2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

土壤浸提液的制备: 采取未施肥土 500 g, 加蒸馏水 1000 mL 后搅匀, 浸泡 1 d, 100°C 水浴锅加热 2 h. 上清液过滤, 灭菌, 冷藏, 保存.

1.3 培养方法

实验前一周, 蛋白核小球藻和斜生栅藻于培养箱中进行扩大培养, 培养条件为: 温度 $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$, 光照强度 4000 lx, 光暗比 12 h:12 h, 每天摇动培养瓶 3—5 次, 使藻类生长进入对数生长期.

多刺裸腹蚤在培养箱内 $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$, 光暗比为 12 h:12 h, 光强为 4000 lx 条件下进行培养. 所用培养液为曝气自来水, 每 2—3 d 更换 1 次, 每天喂养 1 次斜生栅藻浓缩悬浮藻液, 斜生栅藻的投喂密度为 $1.0 \times 10^6 \text{ cells} \cdot \text{mL}^{-1}$ [9], 藻液的颜色为淡苹果绿色. 实验前把怀卵量多的雌蚤用玻璃吸管吸出, 用 100 mL 小烧杯分开单个喂养, 实验材料为 1 日龄幼蚤.

1.4 酚类化合物对蛋白核小球藻和斜生栅藻的毒性作用

HB-4 培养基配制 5 种酚类化合物母液, 再根据预实验结果, 确定 5 种酚类化合物对蛋白核小球藻的急性毒性试验的浓度范围, 一定量的培养基稀释, 现用现配. 取对数生长期的蛋白核小球藻和斜生栅藻分别加入 100 mL 的锥形瓶中, 再加入稀释的毒物到所需浓度, 使各藻类的起始密度为 $6 \times 10^5 \text{ cells} \cdot \text{mL}^{-1}$ 左右, 每组 3 个平行, 另各设一个空白对照即只含对应的培养基和相同浓度的藻液, 将藻液放入 1.2 所述条件下进行培养, 实验周期为 6 d, 每隔 48 h 取藻液采用血球计数板计数.

1.5 酚类化合物对多刺裸腹蚤的毒性作用

多刺裸腹蚤以 10 个为一组, 根据预实验的结果分别设定毒物的浓度, 同时设 1 个空白对照组, 每组 3 个平行, 培养 48 h, 期间不投喂食物, 每隔 24 h 观察记录每个烧杯中多刺裸腹蚤的死亡数目 (多刺裸腹蚤死亡标准为旋转烧杯观察沉到杯底部的多刺裸腹蚤在 1—2 min 内不能游动视为死亡 [10-11]).

1.6 数据处理

实验数据采用 SPSS V17.0 软件包进行独立样本检验统计分析, $P < 0.05$ 为显著性差异.

酚类化合物对两种藻类的平均比生长速率 (μ) 计算公式为: $\mu = \ln N_n - \ln N_1 / (t_n - t_1)$; 式中: N_1 为 t_1 时的藻细胞数, N_n 为 t_n 时的藻细胞数. 抑制率 (%) = $(\mu_{\text{对照组}} - \mu_{\text{处理组}}) / \mu_{\text{对照组}} \times 100\%$. 根据抑制率 (y) 与相应的浓度对数 (x), 用直线回归法得到浓度效应方程: $y = b \times x + a$. 当抑制率为 50% 时, 得到的浓度对数取反对数即为所求半抑制效应浓度 (EC_{50}) [12-13].

酚类化合物对多刺裸腹蚤抑制率 (IR) 的计算公式为: $\text{IR} (\%) = (1 - N/N_0) \times 100\%$; 其中, N 为多刺裸腹蚤个数; N_0 为空白对照组多刺裸腹蚤个数. 将死亡率换算成概率单位. 根据酚类化合物质量浓度对数与抑制率的概率单位作一元线性回归方程: $y = b \times x + a$, 抑制率的概率单位为 5 时, 得到的浓度对数取反对数即为所求半致死效应浓度 LC_{50} , 再计算出 LC_{50} 的 95% 置信限.

2 结果与讨论

2.1 5 种不同浓度的酚类化合物对蛋白核小球藻生长的影响

5 种酚类化合物对蛋白核小球藻的急性毒性结果如图 1, 由图 1 可见, 蛋白核小球藻对照组在实验期内藻细胞个数持续上升, 而实验组中除间苯二酚处理后的第 2 天藻液密度大于对照组密度外, 其余各组均随着酚类化合物浓度的增加, 藻的生长抑制作用增强.

蛋白核小球藻的生长抑制率 (y) 按实验第 6 天的结果计算, 将抑制率与浓度 (x) 进行线性相关分析, 结果列于表 1, 由表 1 可知, 5 种酚类化合物对蛋白核小球藻急性毒性结果的各方程相关系数大于 0.9, $P < 0.05$, 具有良好相关性, 表明本实验结果准确可信. 根据各相关方程求得对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚对蛋白核小球藻的 EC_{50} 分别为 7.73、25.21、33.19、38.51 和 25.08 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 根据国家环境保护总局《新化学物质危害评估导则》(HJ/T 154—2004) 中的分级标准 [14], 对苯二酚对蛋白核小球藻属高毒, 其余 4 种酚类化合物均属中毒, 毒性大小依次为: 对苯二

酚>2,4,6-三硝基酚>间苯二酚>2,4-二氯苯酚>2,4-二硝基酚。

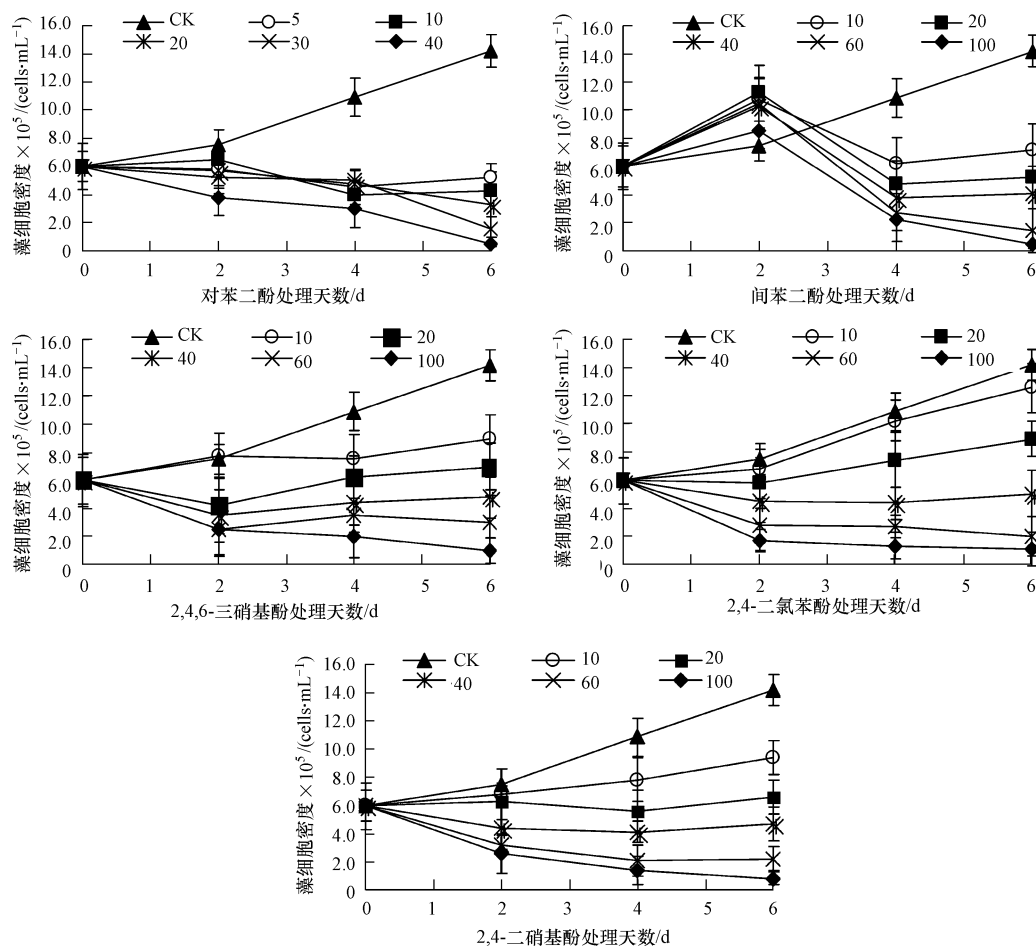


图 1 5 种酚类化合物 (mg·L⁻¹) 对蛋白核小球藻细胞密度的影响
Fig. 1 The effect of five phenol compounds (mg·L⁻¹) on *Chlorella pyrenoidosa* Chick

表 1 5 种酚类化合物作用于蛋白核小球藻的 E_rC₅₀ 以及回归方程 (第 6 天)

Table 1 E _r C ₅₀ and regression equations for five phenol compounds on <i>Chlorella pyrenoidosa</i> Chick (the sixth day)				
酚类化合物	回归方程	R ²	E _r C ₅₀ (mg·L ⁻¹)	P
对苯二酚	y = 4.8629x + 12.2	0.9071	7.73	0.028
间苯二酚	y = 1.5276x + 11.483	0.9513	25.21	0.021
2,4-二氯苯酚	y = 1.5017x + 0.1552	0.9282	33.19	0.011
2,4-二硝基酚	y = 0.9426x + 13.7	0.9382	38.51	0.021
2,4,6-三硝基酚	y = 1.5293x + 11.638	0.9376	25.08	0.023

2.2 5 种不同浓度的酚类化合物对斜生栅藻生长的影响

5 种酚类化合物对斜生栅藻的急性毒性试验见图 2,由图 2 可见,5 种酚类化合物对斜生栅藻的毒性实验结果和对蛋白核小球藻一致,即低浓度时抑制不明显,随着处理浓度的增大,抑制作用明显加剧。斜生栅藻的生长抑制率同样按第 6 天的实验结果进行计算,将抑制率与浓度(x)进行线性相关分析,方程如表 2,由表 2 可知,各方程相关系数大于 0.9,P<0.05,实验数据可靠。对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚对斜生栅藻的 E_rC₅₀ 分别为 9.13、30.28、40.77、48.09 和 16.09 mg·L⁻¹。根据国家环境保护总局《新化学物质危害评估导则》(HJ/T 154—2004) 中的分级标准^[14],对苯二酚对斜生栅藻表现出的毒性属高毒,其余 4 种酚类化合物均属中毒,且毒性大小依次为:对苯二酚>2,4,6-三硝基酚>间苯二酚>2,4-二氯苯酚>2,4-二硝基酚。

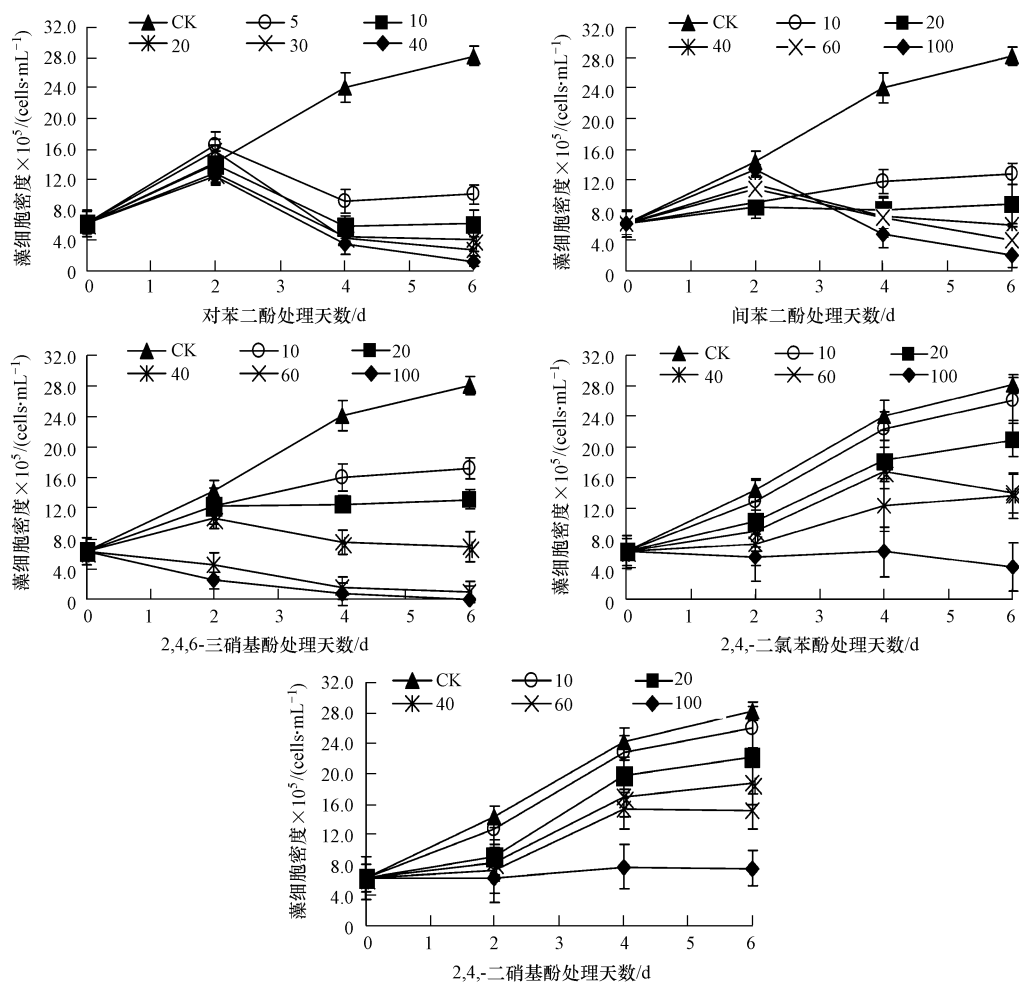


图 2 5 种酚类化合物($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)对斜生栅藻细胞密度的影响
Fig. 2 The effect of five phenol compounds($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) on *Scenedesmus obliquus*

表 2 5 种酚类化合物作用于斜生栅藻的 E_rC_{50} 以及回归方程 (第 6 天)

Table 2 E_rC_{50} and regression equations for five phenol compounds on *Scenedesmus obliquus* (the sixth day)

酚类化合物	回归方程	R^2	E_rC_{50} ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	P
对苯二酚	$y = 4.6457x + 7.6$	0.9411	9.13	0.037
间苯二酚	$y = 1.5057x + 4.4$	0.9381	30.28	0.021
2,4-二氯苯酚	$y = 0.842x + 15.668$	0.9044	40.77	0.016
2,4-二硝基酚	$y = 0.9233x + 5.5948$	0.9670	48.09	0.013
2,4,6-三硝基酚	$y = 2.3114x + 12.8$	0.9161	16.09	0.023

2.3 5 种不同浓度的酚类化合物对多刺裸腹蚤的影响

5 种酚类化合物对多刺裸腹蚤的毒性作用见表 3. 由表 3 中实验数据求出各时间内浓度与概率单位的回归方程以及 LC_{50} 的 95% 置信限 (表 4). 由表 4 可以看出, 根据国家环境保护总局《新化学物质危害评估导则》(HJ/T 154—2004) 中的分级标准^[14], 5 种酚类化合物对多刺裸腹蚤有不同的毒性作用, 其中 (在 24 h 或 48 h) 对苯二酚对水蚤表现为高毒, 其余的 4 种酚类化合物表现为中毒. 在 48 h 时, 5 种酚类化合物对多刺裸腹蚤的毒性大小依次为: 对苯二酚 > 2,4,6-三硝基酚 > 间苯二酚 > 2,4-二氯苯酚 > 2,4-二硝基酚.

表 3 5 种酚类化合物对多刺裸腹蚤的毒性实验结果

Table 3 The toxicity experiment results of the five phenol compounds

酚类化合物	浓度/(mg·L ⁻¹)	死亡率/%		概率单位(y)	
		24 h	48 h	24 h	48 h
对苯二酚	0.5	4	11	3.12	3.77
	1	14	26	3.92	4.36
	1.5	21	33	4.19	4.56
	2	35	52	4.61	5.05
	3	62	82	5.31	5.92
	4	83	100	5.95	—
间苯二酚	5	7	36	3.52	4.64
	10	11	52	3.77	5.05
	15	19	60	4.12	5.25
	20	43	64	4.82	5.36
	25	67	82	5.44	5.92
	30	83	100	5.95	—
2,4-二氯苯酚	5	7	12	3.52	3.82
	10	27	26	4.39	4.36
	15	40	46	4.75	4.90
	20	53	63	5.08	5.33
	25	77	90	5.74	6.28
	30	87	100	6.13	—
2,4-二硝基酚	5	4	19	3.25	4.03
	10	12	25	3.82	4.33
	15	20	34	4.16	4.87
	20	51	63	5.03	5.13
	25	86	93	6.08	6.28
	30	100	100	—	—
2,4,6-三硝基酚	5	21	37	4.19	4.67
	10	36	51	4.64	5.03
	15	50	67	5.00	5.44
	20	60	67	5.25	5.44
	25	75	89	5.67	6.23
	30	86	100	6.08	—

表 4 毒性试验的回归方程、LC₅₀值 (mg·L⁻¹) 和 95% 置信限

Table 4 Regression equation, LC₅₀ values (mg·L⁻¹) and 95% confidence limits of toxicity

酚类化合物	时间/h	回归方程	R ²	LC ₅₀	95% 置信限
对苯二酚	24	y = 0.7665x + 2.9837	0.9780	2.63	3.35—1.91
	48	y = 0.8349x + 3.3962	0.9896	1.92	2.55—1.59
间苯二酚	24	y = 0.1021x + 2.8137	0.9774	21.38	24.72—18.04
	48	y = 0.0574x + 4.383	0.9436	10.75	13.04—8.46
2,4-二氯苯酚	24	y = 0.0996x + 3.192	0.9796	18.15	22.02—14.28
	48	y = 0.1178x + 3.171	0.9800	15.53	18.24—12.82
2,4-二硝基酚	24	y = 0.1374x + 2.407	0.9607	18.87	21.36—16.38
	48	y = 0.106x + 3.338	0.9252	15.68	17.15—14.21
2,4,6-三硝基酚	24	y = 0.0731x + 3.8593	0.9950	15.60	17.91—13.29
	48	y = 0.0706x + 4.303	0.9198	9.87	11.18—8.56

上述实验结果表明 5 种酚类化合物对水生生物具有一定的毒性. 已有研究表明,中毒时间越长,产

生半数致毒效应所需的浓度越低,即 LC_{50} 或 E_rC_{50} 值越低^[15], 本实验发现 5 种酚类化合物对多刺裸腹蚤的研究也符合此种情况。

有研究认为酚类化合物透过生物膜进入生物体内与生物体内的作用位点发生反应^[12]. Baziramakenga 等指出多酚类物质能够降低矿物质和水分的吸收而抑制植物的生长^[16]. 根据本次试验结果,2,4,6-三硝基酚对生物的毒性大于 2,4-二硝基酚,即随着硝基取代基的增加,硝基苯类物质毒性越大,这与王宏等^[17] 研究结果一致. 若将 E_rC_{50} 或 LC_{50} 值的十分之一作为安全浓度^[15], 则对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚对蛋白核小球藻安全浓度分别为 0.773、2.521、3.319、3.851 和 2.508 $mg \cdot L^{-1}$; 对斜生栅藻安全浓度分别为 0.913、3.028、4.077、4.809 和 1.609 $mg \cdot L^{-1}$; 对多刺裸腹蚤安全浓度分别为 0.192、1.075、1.553、1.568 和 0.987 $mg \cdot L^{-1}$, 可取其中的最低值(对苯二酚为 0.192 $mg \cdot L^{-1}$ 、间苯二酚为 1.075 $mg \cdot L^{-1}$ 、2,4-二氯苯酚为 1.553 $mg \cdot L^{-1}$ 、2,4-二硝基酚为 1.568 $mg \cdot L^{-1}$ 和 2,4,6-三硝基酚为 0.987 $mg \cdot L^{-1}$) 作为 5 种酚类化合物对水中浮游生物的安全阈值。

因此,在评价某种化学物质的毒性等级并探讨其对水生生态系统的毒性影响时,必须综合考虑包括浮游植物、浮游动物等多种形态水生生物的毒理学研究结果,才能得出较为准确的评价. 另酚类化合物具有显著的生物积累性,可沿食物链传递并最终危害人体健康. 因此,即使水中酚类化合物含量不高,也会对人类健康存在潜在危险,应引起各级部门的高度重视。

3 结 论

不同浓度的 5 种酚类化合物处理后,3 种水生生物的生长存在不同程度的减慢,表现为浓度越高,生长抑制效应越强. 其中对苯二酚的毒性最强,2,4-二硝基酚的毒性最弱。

5 种酚类化合物对 3 种水生生物的毒性试验结果均具有较好的剂量-效应线性关系. 对苯二酚、间苯二酚、2,4-二氯苯酚、2,4-二硝基酚和 2,4,6-三硝基酚对水中浮游生物的安全阈值分别为 0.192、1.075、1.553、1.568 和 0.987 $mg \cdot L^{-1}$. 因此严格控制酚类化合物的排放标准对生产、生态环境和人类健康尤为重要。

参 考 文 献

- [1] 吴永民,李甫,黄咸雨,等. 含酚废水处理新技术及其发展前景[J]. 环境科学与管理,2007,3(3):150-154
- [2] 吴颖慧,蔡磊明,王捷,等. 除草剂莠去津对 7 种藻类的生长抑制[J]. 农药,2007,46(1):48-51
- [3] 张育红,于红霞,韩明葵,等. 部分取代芳烃对绿藻毒性的研究和 QSAR 分析[J]. 环境化学,1995,14(2):140-144
- [4] 沈宏,周培疆. 环境有机污染物对藻类生长作用的研究进展[J]. 水生生物学报,2002,26,529-535
- [5] Petrussek A. Moira(Crustacea; Anomopoda, Moinidae) in the czech republic; a review[J]. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae,2002,66: 213-220
- [6] Kikuchi M, Sasaki Y, Wakabayashi M. Screening of organophosphate insecticide pollution in water by using *Daphnia magna*[J]. Ecotoxicol Environ Safety,2000,47:239-245
- [7] Sun X B, Wu G J, Chen J P, et al. Toxic effect of detergents on *Daphnia magna*[J]. Acta Hydrobiol Sin,2000,24(3):296-297
- [8] 武海明,李斌,吴琼,等. 二硝基甲苯的毒性研究[J]. 卫生毒理学杂志,2000,14(3):178-179
- [9] 杨冬青,席貽龙,姚胜,等. β -六六六对多刺裸腹蚤生命表统计学参数的影响[J]. 动物学杂志,2007,42(5):157-160
- [10] 周永欣,章宗涉. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京:农业出版社,1989,164-165
- [11] 孙红文,黄国兰,李书霞,等. 三苯基锡和三丁基锡对大型溞的毒性作用研究[J]. 环境化学,2000,19(5):235-239
- [12] 赵玉艳,蔡磊明. 几种藻类毒性试验统计方法的差异[J]. 农药,2004,43(7):298-299
- [13] 张庭廷,吴安平,何梅,等. 酚酸类物质对水华藻类的化感作用及其机理[J]. 中国环境科学,2007,27(4):472-476
- [14] 国家环境保护总局. 新化学物质危害评估导则(HJ/T 154—2004) [M]. 北京:中国环境科学出版社,2004,11-12
- [15] 江敏,彭自然,安世杰,等. 4-壬基酚对三种水生生物的毒性影响[J]. 水生生物学报,2006,30(4):489-492
- [16] McFarland J W. On the parabolic relationship between drug potency and hydrophobicity[J]. J Med Chem,1973,13:1092-1096
- [17] 王宏,沈英娃,卢玲,等. 几种典型有害化学品对水生生物的急性毒性[J]. 应用与环境生物学报,2003,9(1):49-52

THE TOXIC EFFECTS OF FIVE PHENOL COMPOUNDS TO
THREE DIFFERENT AQUATIC ORGANISMS

XU Wenwu¹ MENG Jing² HU Wei¹ ZHANG Dian¹ ZHANG Tingting¹

(1. College of Life Sciences, Anhui Normal University, The Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety in Anhui Province, Wuhu, 241000, China; 2. College of Environmental Science, Anhui Normal University, Wuhu, 241000, China)

ABSTRACT

Based on the measurement of algae cell density and daphnia quantity, the inhibitory activities of five phenol compounds against three different aquatic organisms, i. e. *Chlorella pyrenoidosa* Chick, *Scenedesmus obliquus* and *Moina macrocopa* were tested. The results showed that the algal cell density was reduced significantly on the sixth day and the quantity of *Moina macrocopa* decreased sharply in 24 h with increasing phenol concentration, exhibiting a good concentration-effect relationship. On the sixth day, E_rC_{50} of hydroquinone, resorcinol, 2,4-dichlorophenol, 2,4-dinitrophenol and 2,4,6-nitro-phenol on *Chlorella pyrenoidosa* were 7.73, 25.21, 33.19, 38.51 and 25.08 $mg \cdot L^{-1}$ respectively, and those on *Scenedesmus obliquus* were 9.13, 30.28, 40.77, 48.09 and 16.09 $mg \cdot L^{-1}$ respectively. The 48 h LC_{50} of hydroquinone, resorcinol, 2,4-dichlorophenol, 2,4-dinitrophenol, and 2,4,6-nitro-phenol on *Moina macrocopa* were 1.92, 10.75, 15.53, 15.68 and 9.87 $mg \cdot L^{-1}$ respectively. The results showed that hydroquinone had the strongest toxicity while 2,4-dinitrophenol had the weakest toxicity in the five phenol compounds.

Keywords: aquatic organisms, phenol compounds, acute toxicity.



安捷伦科技亮相第十四届北京分析测试学术报告会暨展览会

安捷伦科技宣布参加 10 月 12 日至 10 月 15 日在北京举办的第十四届北京分析测试学术报告会暨展览会 (BCEIA), 这也是安捷伦连续第十四次参加该行业盛会. 2010 年 5 月, 安捷伦科技宣布成功收购世界顶级科学仪器制造商瓦里安公司. 融合之后的安捷伦, 不断探究并推陈出新, 从有机分析到无机分析, 从小分子到大分子, 从实验室、临床检测到现场检测, 安捷伦科技处处彰显出强大的产品、技术实力和市场适应能力.

2010 年底, 安捷伦推出了业内首个商业化的提供具有实验室分析品质的低热容气相色谱/质谱检测仪 5975T GC/MSD, 2011 年推出的 7200 Q-TOF GC/MS 是市场上唯一的气相色谱-四极杆-飞行时间高分辨质谱, 整合拓展后的气相产品线新品还包括 Agilent 240-MS 离子阱、Agilent 490 微型气相色谱仪、Agilent 7696A 样品制备工作台, 以及全新 Agilent 7697A 顶空进样器.

安捷伦创新技术的色谱柱和消耗品一直以来都备受业界好评. 安捷伦 Bond Elut 固相萃取产品, 拥有近 40 年的样品前处理经验和生产技术, 使实验室效率更高, 方法更可靠; 全新的表面多孔层填料 Poroshell 120 液相色谱柱, 柱效可与全多孔亚二微米颗粒相媲美, 但反压相对较低, 因而可以与常规液相色谱仪器配合实现快速高效的分离结果. 安捷伦最新推出的 J&W Ultra Inert 气相色谱柱采用超高惰性去活技术, 有益于改善活性化合物的峰形与响应, 帮助用户获得更优异的分析结果; 最新的 CrossLab 消耗品, 可以用于其它品牌的气相色谱仪, 使用户在非安捷伦仪器上也可以享受到安捷伦的服务和品质. 全新的安捷伦平台, 给用户提供更多选择, 从容应对日益增加样品数量和负责分析的挑战.

在生命科学领域, 安捷伦不断推出的高端质谱带领安捷伦进军大分子检测. 今年 6 月相继推出的 Agilent 6550 iFunnel 四极杆飞行时间液相色谱/质谱 (LC/Q-TOF) 系统可用于分析目标化合物和未知物; 6420 三重串联四极杆 LC/QQQ, 可通过升级满足客户不断改变的需求. 1200 Infinity 系列是继以往成功的 1200 系列液相色谱系统和 1120 一体式液相色谱仪之后新一代的液相色谱系列. 此外, 安捷伦在基因组学领域也努力创新, 推出了 Agilent SureScan 基因芯片微阵列扫描仪、Agilent Mx3000P/Mx3005P 实时荧光定量 PCR 仪、Bravo 自动化液体处理平台. 这些突破性的产品和技术被广泛应用于转录组学、转化医学、系统毒理学、结构生物学等领域. 以及研究型产品 NMR、X 光单晶衍射仪, 也将更好地为政府及学术研究提供服务.