



雷志华, 李玉华, 臧晓丹, 等. Pb^{2+} 对尾草履虫的毒性作用[J]. 黑龙江农业科学, 2019(8):53-55, 56

Pb^{2+} 对尾草履虫的毒性作用

雷志华, 李玉华, 臧晓丹, 史秋霞

(郑州师范学院 生命科学学院, 河南 郑州 450044)

摘要:为研究 Pb^{2+} 对草履虫的毒性作用, 配制梯度浓度的 Pb^{2+} 溶液对 25 °C 培养条件下的尾草履虫进行急性 and 慢性毒性试验。结果表明: Pb^{2+} 对草履虫 2 h 急性毒性半致死浓度 (LC_{50}) 为 $2.43\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 48 和 96 h 慢性毒性试验显示 Pb^{2+} 对草履虫种群生长率有显著的影响, 浓度越大, 草履虫种群增长速率越低。试验还发现, 48 h 处理结果显示一定浓度 ($0.2, 0.4, 0.8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 的 Pb^{2+} 相较于对照组能显著促进草履虫种群增长。

关键词: Pb^{2+} ; 尾草履虫; 毒性作用

近年来, 随着工业的进步和社会的发展, 水污染日益严重, 工业废水作为重要污染源之一, 在排放过程中, 有相当程度的重金属元素沉积在天然水体中, 严重威胁水生生物和人体安全, 铅作为重要的重金属污染物之一, 对人体健康的毒害很大^[1]。

草履虫 (*Paramecium*) 是一种原生动物, 通常生活在有机质较丰富的池塘、缓流的小沟、小河以及居民区附近的水沟中, 以细菌和单细胞藻类为食, 其繁殖速度快, 便于观察并且容易采集培养。作为生活在水中的原生动物, 草履虫具有反应灵敏的应激系统, 对重金属离子等污染物造成的水体污染能够做出快速的应激反应, 因此可以用来作为判定水污染程度的指示动物^[2]。目前用草履虫来评价重金属毒性的研究主要集中在利用草履虫的行为、运动、形态、繁殖等评价环境质量, 本研究以尾草履虫 (*Paramecium caudatum*) 为材料, 分别从急性和慢性两方面研究不同浓度的 Pb^{2+} 溶液对草履虫的毒性作用, 为进一步监测水环境中重金属离子提供一定参考。

1 材料与方法

1.1 草履虫的采集、培养与纯化

1.1.1 稻草培养液的配置 称取 10 g 的干稻草, 剪成 2~4 cm 长度, 置于 1 000 mL 烧杯中, 加入 800~900 mL 蒸馏水, 煮沸 15 min, 冷却后过滤弃杂质, 用凉开水定容至 1 000 mL, 放置 24 h 后, 用于草履虫培养。

1.1.2 草履虫的采集与纯化 野外环境中采集

的水样静置 2 h, 吸取上层水样滤纸漏斗过滤, 将滤纸置于新鲜的稻草培养液中培养 5~7 d, 待达到一定数量后, 在解剖镜下用微吸管吸取草履虫, 并置于分装有 100 mL 新鲜培养液的三角瓶中进行 25 °C 培养 5 d 左右, 连续 2~3 次纯培养后于显微镜低倍镜下随机 10 次镜检, 若无其他原生生物的检出即可留种备用, 否则需重复上述纯化操作。

1.2 毒性试验

1.2.1 急性毒性试验 用 $Pb(NO_3)_2$ 配置不同质量浓度的 Pb^{2+} 溶液 (下同), 通过预试验设置急性毒性试验 Pb^{2+} 的质量浓度为 0.75, 1.50, 3.00, 6.00, 12.00, 24.00 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 试验使用过滤的稻草液来配制 Pb^{2+} 溶液 (下同), 以稻草培养液为空白对照, 每个浓度梯度设置 3 组重复, 分装于 4 mL EP 管中。每个 EP 管内装 2 mL 试验液, 接种草履虫 20~25 个, 25 °C 下培养 2 h 后进行计数, 记录草履虫的死亡个数, 计算草履虫的死亡率, 草履虫的数量大于或等于接种数量则视为死亡率为 0, 查死亡率与概率单位换算表得对应死亡率的概率单位^[3-5]。

1.2.2 慢性毒性试验 通过预试验设置急性毒性试验 Pb^{2+} 稻草液的质量浓度为 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, 12.8 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 以稻草培养液为空白对照, 每个浓度梯度设置 3 组重复, 分装于 100 mL 锥形瓶中, 每瓶锥形瓶内装 50 mL 试验液, 接种草履虫 20~25 个, 25 °C 下培养 48 和 96 h 后分别计数。

计数采取每瓶随机取样 5 次, 每次 0.1 mL 于凹玻片上, 滴入碘液杀死草履虫并染色, 解剖镜下计数, 每组重复样品取平均值, 记录数据。

收稿日期: 2019-03-26

第一作者简介: 雷志华 (1976-), 男, 硕士, 讲师, 从事动物生态研究。E-mail: screen19762003@126.com。

1.2.3 数据分析 急性毒性的试验数据采用 Bliss 法统计软件进行统计分析,利用 SPSS 14.0 软件概率单位回归分析法对试验浓度的对数(logC)与死亡概率进行回归分析。

慢性毒性试验通过测得数据计算草履虫的种群增长速率^[6]。计算公式为 $Y = (\ln N_t - \ln N_0)/t$, 其中 N_0 为培养液中草履虫的起始种群密度(ind·mL⁻¹), N_t 为 t (h)培养液中草履虫的种群密度, t 为培养持续时间(h)。通过利用 SPSS 14.0 软件对各培养时间内草履虫的增长速率与浓度对数进行回归分析。

表 1 Pb²⁺对尾草履虫 2 h 急性毒性作用结果
Table 1 The 2 h acute toxicity results of Pb²⁺ to *Paramecium caudatum*

浓度 Concentration/ (mg·L ⁻¹)	接种个数 Inoculation number			死亡个数 Death number			死亡率 Mortality rate/%	概率单位 Probit	浓度对数 Concentration logarithm
	1	2	3	1	2	3			
0.75	24	25	23	0	1	0	1.4	2.8027	-0.288
1.50	20	21	24	5	7	6	27.7	4.4082	0.405
3.00	21	24	23	11	10	12	48.5	4.9624	1.099
6.00	23	21	25	17	15	17	71.0	5.5534	1.792
12.00	22	25	25	20	20	23	88.7	6.2107	2.485
24.00	25	24	21	25	23	21	98.6	7.1973	3.178
CK	23	22	20	0	0	0	0	0	-

2.2 Pb²⁺对尾草履虫的 48 h 慢性毒性反应

由表 2 可知,草履虫种群增长速率(Y_2)与 Pb²⁺ 浓度对数(X_2)之间呈线性关系,SPSS 14.0 软件回归分析得回归方程为 $Y_2 = -0.010\ 4\ X_2 + 0.083\ 7$ ($R^2 = 0.903\ 7, P < 0.05$),即当 Pb²⁺ 浓度

2 结果与分析
2.1 Pb²⁺对尾草履虫的 2 h 急性毒性反应
由表 1 可知,对 2 h 草履虫的死亡机率单位(Y_1)与浓度对数(X_1)之间呈线性关系,通过 SPSS 14.0 软件进行线性回归分析,得到回归方程 $Y_1 = 1.153\ X_1 + 3.522\ 8$ ($R^2 = 0.966\ 4, P < 0.01$),显示草履虫的死亡率随着 Pb²⁺ 质量浓度的增高而增高,Pb²⁺ 对草履虫的毒性与 Pb²⁺ 溶液的质量浓度呈正比,即 Pb²⁺ 的质量浓度越高,对草履虫的毒性也越大,其 LC₅₀ 为 2.43 mg·L⁻¹。

越高,对草履虫种群增长的抑制作用越强。但相较于对照组,48 h 内一定范围的低浓度的 Pb²⁺ 对草履虫种群增长速率要高于对照组,暗示低浓度的 Pb²⁺ 实际上对草履虫增长有促进作用,但随着 Pb²⁺ 浓度的增大,草履虫的增长速率明显受到抑制。

表 2 Pb²⁺对尾草履虫 48 h 慢性毒性作用结果
Table 2 The 48 h chronic toxicity results of Pb²⁺ to *Paramecium caudatum*

浓度 Concentration/ (mg·L ⁻¹)	50 mL 初始接种个数 Initial inoculation number			0.1 mL 存活个数 Survival number			每小时种群增长速率 Population growth rate per hour	浓度对数 Concentration logarithm
	1	2	3	1	2	3		
0.2	25	23	25	4	4	6	0.0951	-1.609
0.4	20	23	25	2	6	4	0.0933	-0.916
0.8	22	22	24	4	5	3	0.0933	-0.223
1.6	24	24	22	3	2	3	0.0843	0.470
3.2	20	22	24	1	0	2	0.0651	1.163
6.4	22	23	23	2	1	0	0.0645	1.856
12.8	21	22	24	0	0	2	0.0563	2.549
CK	25	25	24	3	3	4	0.0878	-

2.3 Pb²⁺对尾草履虫的 96 h 慢性毒性反应

由表 3 可知,草履虫种群增长速率(Y_3)与 Pb²⁺ 浓度对数(X_3)之间呈线性关系,SPSS14.0 软件回归分析得回归方程为 $Y_3 = -0.011\ 9\ X_3 + 0.067\ 6$ ($R^2 = 0.7611$, $P < 0.05$),即随着 Pb²⁺ 浓

度的增草履虫种群增长速率逐渐下降,与对照组相比,加入 Pb²⁺ 处理的培养液,草履虫的增长速率均要小于对照组,暗示随着培养时间的延长,Pb²⁺ 对草履虫的生长具有明显的拮抗作用。

表 3 Pb²⁺对尾草履虫 96 h 慢性毒性作用结果

Table 3 The 96 h chronic toxicity results of Pb²⁺ to *Paramecium caudatum*

浓度 Concentration/ (mg·L ⁻¹)	50 mL 初始接种个数 Initial inoculation number			0.1 mL 存活个数 Survival number			每小时种群增长速率 Population growth rate per hour	浓度对数 Concentration logarithm
	1	2	3	1	2	3		
0.2	23	23	22	61	75	68	0.0762	-1.609
0.4	24	22	22	63	73	64	0.0760	-0.916
0.8	23	24	22	56	67	69	0.0754	-0.223
1.6	25	23	24	69	67	60	0.0752	0.470
3.2	24	22	24	27	21	26	0.0653	1.163
6.4	23	24	23	2	2	1	0.0372	1.856
12.8	20	21	23	1	1	0	0.0286	2.549
CK	24	25	25	81	90	93	0.0780	-

3 结论与讨论

有研究表明 Pb²⁺ 对草履虫的毒性作用与其浓度及处理时间有关。本试验急性毒性结果显示:Pb²⁺ 的浓度与草履虫的急性毒性作用存在明显的线性关系,利用 SPSS 14.0 软件进行概率分析(probit analysis 分析)也得到 Pb²⁺ 的浓度对数与死亡概率单位的回归曲线拟合度极高($R^2 = 0.966\ 4$, $P < 0.01$),表明随着 Pb²⁺ 浓度增高草履虫的死亡率提高,对草履虫的毒性趋强,证实草履虫能快速直观的反映 Pb²⁺ 毒性,可以作为一种评价水环境污染的指示生物。

Pb²⁺ 对草履虫的慢性毒性研究鲜有报道,本试验两组慢性毒性结果显示:48 与 96 h 的试验结果存在差异,一方面两组处理均显示草履虫种群增长速率与 Pb²⁺ 浓度对数之间呈明显的线性关系,回归曲线拟合度极高($R^2 = 0.903\ 7$, $R^2 = 0.761\ 1$),表明 Pb²⁺ 对草履虫种群增长的影响具有反应-剂量效应,这与急性毒性试验结果相似;另一方面,与对照组相比较,96 h 处理显示任何浓度的 Pb²⁺ 均对草履虫种群增长具有拮抗作用,而 48 h 处理则显示一定浓度(0.2, 0.4, 0.8 mg·L⁻¹)的 Pb²⁺ 能显著促进草履虫种群增长,而随着 Pb²⁺ 浓度的增大,对草履虫种群增长

起到抑制作用,其毒害作用非常显著,表明 Pb²⁺ 对草履虫种群增长的影响还具有反应-时间效应。这种促进作用的机理仍未有相关报道,但有研究表明,金属镉(Cd)有环境激素的作用,一定浓度的 Cd²⁺ 对草履虫的生长有促进作用,但随着 Cd²⁺ 浓度及培养时间的延长,其毒性作用表现越明显^[7]。这与本试验 Pb²⁺ 对尾草履虫慢性毒性试验结果具有很高的相似性,因此 Pb²⁺ 对尾草履虫生长的促进作用是否有相同的机制尚需进一步研究。

参考文献:

[1] 张英,周长民. 重金属铅污染对人体的危害[J]. 辽宁化工, 2007,36(6):395-396.

[2] 林茹,马现成,孙显达,等. 草履虫用于水体监测的研究进展[J],农业与技术,2015,35(9):28-30.

[3] 林茹,马现成,甄爽,等. 三种重金属离子对大草履虫的毒性作用研究[J]. 黑龙江农业科学,2016(2):54-56.

[4] 潘志崇,刘云,孙平跃. 铜、锌离子对为草履虫的急性毒性试验[J]. 水产科学,2015,24(10):19-21.

[5] 冯丽瑛,杜怡菁,卢祥云. Cu²⁺ 和 Cd²⁺ 对草履虫的毒性试验[J]. 安徽农业科学. 2008,36(8):3246-3247.

[6] 李霖,姚云珍,刘俊,等. 三氟氯氰菊酯对草履虫的毒性作用研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2009,30(4): 48-51.

[7] 胡好远,郝家胜,靳璐. Cd²⁺ 对草履虫种群的毒性作用[J]. 生物学杂志,2006 ,23(1):19-21.



陈斌,柴美清,杨蛟峰,等.不同栽培基质对红掌小苗生长的影响[J].黑龙江农业科学,2019(8):56-59.

不同栽培基质对红掌小苗生长的影响

陈斌,柴美清,杨蛟峰,王伟仁,李青,李云霞

(山西省农业科学院 试验研究中心,山西 太原 030031)

摘要:为促进红掌的资源化利用,以香菇菌糠和泥炭土的不同比例作为红掌的栽培基质,测定并分析红掌小苗的叶面积、株高、冠幅、成活率、生长状况等指标,筛选出适合红掌生长的复合基质。结果表明:不同的基质配方对红掌小苗的株高、冠幅、叶面积、成活率、生长状况均有一定的影响。其中以泥炭土为栽培基质的处理(处理A),小苗生长最好,植株高大,生长健壮,叶片大且厚,叶色为浓绿色且有光泽。在泥炭土中加入1/4或1/3的香菇菌糠,其小苗生长指标与处理A并无显著差异。因此,在红掌栽培过程中,可以添加1/4或1/3的香菇菌糠来替代泥炭土,降低生产成本。

关键词:红掌;香菇菌糠;生长情况;栽培基质

红掌(*Anthurium andraeanum*)又名花烛、安祖花,是天南星科花烛多年生草本花卉,原生长于南美洲热带雨林^[1-2],因其色泽鲜艳造型奇特,应用范围广,经济价值高,目前已成为全球发展快、需求量大的热带切花和盆栽花卉^[3-4]。随着消费时尚的转变和国民购买力的增强,我国红掌生产规模进一步扩大,但红掌栽培要求保水保肥能力好,排水透气性好的机制,栽培种主要选用进口泥炭土,但其价格较高,一定程度上制约了红掌的规模化生产^[5-6]。因此,寻求和发掘易得价廉、可替代泥炭土的优良新型栽培基质是当今各国无土栽培科研工作者的研究热点之一^[7-8]。

菌糠是食用菌行业产生的主要废物,来源非常普遍,废弃菌糠的基数巨大且持续增加,如何处置废弃菌糠是食用菌行业面对的重要课题,合理开发利用食用菌菌糠使其资源化高效利用不仅可以解决环境污染问题,还可以由废变宝生产其他有用的物质从而进一步促进食用菌产业的可持续发展^[9-10]。

本文拟在连栋温室中选择香菇菌糠与泥炭土按照不同比例混合作为红掌栽培基质,研究不同比例菌糠对红掌小苗生长的影响,筛选适宜的食用菌菌糠及其配比,以期菌糠在红掌种植过程中的资源化利用以及红掌的连栋温室栽培提供科学依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用的红掌品种为火焰,来源于昆明安祖公司,泥炭土为进口泥炭土,菌糠为香菇菌糠。

收稿日期:2019-03-22

基金项目:山西省农业科学院特色农业技术攻关项目(YGG17072)。

第一作者简介:陈斌(1975-),男,硕士,副研究员,从事设施农业及农业技术推广工作。E-mail: 356872795@qq.com。

Toxicity of Pb^{2+} to *Paramecium caudatum*

LEI Zhi-hua, LI Yu-hua, ZANG Xiao-dan, SHI Qiu-xia

(School of Life Sciences, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China)

Abstract: In order to study the toxic effects of Pb^{2+} on *paramecium caudatum*, the concentration of gradient preparation solution for *Paramecium caudatum* under culture conditions of 25 °C for acute and chronic toxicity experiments. The results showed that lethal concentration (LC_{50}) of Pb^{2+} on *Paramecium caudatum* 2 h acute toxicity was 2.43 $mg \cdot L^{-1}$, Pb^{2+} concentration significantly affected the population growth rate of *Paramecium caudatum* of 48 h and 96 h chronic toxicity experiments, the higher the Pb^{2+} concentration, the lower the population growth rate of *Paramecium caudatum*. We also found the results of 48 h treatment, compared with the control group, the population growth of paramecium was significantly increased in a certain scope of concentration of Pb^{2+} (0, 2, 0.4 and 0.8 $mg \cdot L^{-1}$).

Keywords: Pb^{2+} ; *Paramecium caudatum*; toxicity