

Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 对铜绿微囊藻生长的影响以及铜绿微囊藻对这两种重金属离子的吸附作用*

姜闻新 贾永 王从彦 王倩 田兴军**
(南京大学生命科学院, 南京, 210093)

本文研究了 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 对铜绿微囊藻生长的影响, 以及铜绿微囊藻对这两种金属离子的吸收和吸附作用。结果表明, Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 的 3 种浓度: 0.1, 1, 10 mg · l⁻¹, 对铜绿微囊藻均有抑制作用。浓度越大, 抑藻效果越明显。相同浓度下, Ni²⁺ 比 Pb²⁺ 的抑制作用更大。同时, 铜绿微囊藻对 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 都有吸附作用, 且对 Pb²⁺ 的吸附效果远大于 Ni²⁺。

1 重金属离子浓度的设定和测定方法

选购地中国科学院水生生物研究所的铜绿微囊藻 FACHB-912。藻种培养采用 BG-11 培养基。无菌条件下, 向 3 个 300ml 锥形瓶中各加入 100ml 培养基。接入藻种, 摇匀, 培养。培养条件: 光照度 4000 lx, 光暗周期 12h 12h, 温度 (30 ± 2) °C, pH 值为 7.0。振荡频率 4 次 · d⁻¹, 使铜绿微囊藻处于对数生长期, 作为原始藻液。

分别取 0.8, 8, 80mg 的 Pb(NO₃)₂ 溶于 100ml 蒸馏水中, 分别取 2.2, 22, 220mg 的 NiSO₄ · 6H₂O 溶于 100ml 蒸馏水中。灭菌后备用。

将处于对数生长期的原始铜绿微囊藻藻液混匀, 然后用 BG-11 培养基稀释至 OD (650nm) 为 0.11—0.12 之间, 再各取 100ml 藻液于 250ml 锥形瓶内, 分别添加 2ml 的 3 个浓度梯度的 Pb²⁺ 和 Ni²⁺, Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 的终浓度即为: 0.1, 1, 10 mg · l⁻¹。空白对照不加入任何重金属离子。每组 3 个重复, 置培养箱培养, 每天摇动 4—6 次, 且定时取样测生物量 (OD 650nm), 叶绿素 a 含量和藻蓝蛋白含量。实验周期为 5d。实验结束时, 将藻液用抽滤法除去藻碎片, 剩下的澄清液体用于测定重金属离子浓度。使用火焰原子吸收光谱仪标准型 AA9000 测定该浓度。

采用 SPSS13.0 软件和 DPS (7.05 版本) 分析这 2 种重金属离子与空白对照之间对蓝藻生长影响的差异显著性。

2 重金属离子对藻生长的影响

每天测量铜绿微囊藻的生物量 (OD 650nm), 结果表明, 这 2 种重金属离子的每个浓度梯度对铜绿微囊藻生长均有不同程度的抑制作用, 且存在一定的剂量依赖关系。浓度越大, 重金属离子对铜绿微囊藻生长的抑制越显著; 相同浓度下, Ni²⁺ 对铜绿微囊藻生长的抑制效果比 Pb²⁺ 更显著。差异显著性分析结果 (表 1) 表明, 随天数增加, 这两种重金属离子对铜绿微囊藻生长的抑制逐渐增强。在第 4 天和第 5 天, 所有浓度的 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 与空白对照均出现极显著差异 (P < 0.01)。

直观观察藻液, 从第 2 天开始, 加入重金属离子的藻液逐渐变透明, 绿色逐渐消失, 出现浑浊现象, 显微镜下观察, 发现大量藻细胞出现裂解现象, 形成藻碎片。叶绿素 a 含量随 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 浓度的增加而表现出下降的趋势。浓度越大, 抑制效果越明显。相同浓度下, Ni²⁺ 对铜绿微囊藻叶绿素 a 的抑制效果比 Pb²⁺ 显著。差异显著性分析结果 (表 1) 表明, 随实验天数的增加, 这两种重金属离子对叶绿素 a 含量的抑制逐渐增强。在第 4 天和第 5 天, 所有浓度的 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 与空白对照均出现极显著差异 (P < 0.01)。

表 1 三个浓度梯度的 Pb²⁺ 和 Ni²⁺ 对铜绿微囊藻的生物量 (OD 650nm)、叶绿素 a 含量、藻蓝蛋白含量的影响 (培养时间 5d, n = 3)

处理	生物量 (OD 650nm)	叶绿素 a / mg · l ⁻¹	藻蓝蛋白 / mg · ml ⁻¹
对照	0.534 ± 0.051 ^a	1.428 ± 0.071 ^a	0.056 ± 0.006 ^a
Pb ²⁺ 0.1 mg · l ⁻¹	0.317 ± 0.038 ^b	0.515 ± 0.036 ^b	0.034 ± 0.004 ^b
Pb ²⁺ 1 mg · l ⁻¹	0.077 ± 0.011 ^d	0.234 ± 0.028 ^c	0.008 ± 0.001 ^c
Pb ²⁺ 10 mg · l ⁻¹	0.053 ± 0.008 ^d	0.096 ± 0.040 ^d	0.009 ± 0.001 ^{cd}
Ni ²⁺ 0.1 mg · l ⁻¹	0.150 ± 0.002 ^c	0.235 ± 0.032 ^c	0.015 ± 0.001 ^c
Ni ²⁺ 1 mg · l ⁻¹	0.075 ± 0.005 ^d	0.123 ± 0.037 ^{cd}	0.008 ± 0.001 ^{cd}
Ni ²⁺ 10 mg · l ⁻¹	0.032 ± 0.004 ^d	0.102 ± 0.037 ^d	0.001 ± 0.000 ^d

*注: 数据右上方不同的字母显示显著差异 (P < 0.05)。

2009 年 11 月 2 日收稿。

*国家重点基础研究发展计划 (2008CB418004), 国家自然科学基金 (30870419, 40971151)。

**通讯联系人, Tel: 025-83686787. E-mail: tianxj@nju.edu.cn

铜绿微囊藻的藻蓝蛋白受这两种重金属离子的抑制作用也很明显, 浓度越大, 抑制效果越明显. 相同浓度下, Ni^{2+} 对藻蓝蛋白的抑制效果比 Pb^{2+} 显著. 差异显著性分析结果(表 1)表明, 随着实验天数的增加, 这两种重金属离子对藻蓝蛋白的抑制效果逐渐增加. 在第 4天和第 5天, 所有浓度的 Pb^{2+} 和 Ni^{2+} 与空白对照均出现极显著差异($P < 0.01$).

从表 2可以看出, 实验结束时, 铜绿微囊藻对这 2种重金属离子都有吸附作用, 且对 Pb^{2+} 的吸附效果明显高于 Ni^{2+} .

表 2 实验开始和结束时藻溶液中的重金属离子含量 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)

	Pb^{2+}	Pb^{2+}	Pb^{2+}	Ni^{2+}	Ni^{2+}	Ni^{2+}
第 1天	0.100	1.000	10.000	0.100	1.000	10.000
第 5天	0.000	0.000	0.055	0.000	0.000	9.085
去除率 / %	100	100	99.45	100	100	9.15

本实验研究了 Pb^{2+} 和 Ni^{2+} 对铜绿微囊藻生长的影响作用及铜绿微囊藻对 Pb^{2+} 和 Ni^{2+} 的吸附作用, 结果显示 Pb^{2+} 和 Ni^{2+} 的 3种浓度: 0.1, 1, $10\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 对铜绿微囊藻均有抑制作用, 浓度越大, 抑藻效果越明显. 相同浓度下, Ni^{2+} 比 Pb^{2+} 对铜绿微囊藻有更大的抑制作用. 同时, 铜绿微囊藻对 Pb^{2+} 和 Ni^{2+} 都有吸附作用, 且对 Pb^{2+} 的吸附效果远大于对 Ni^{2+} 的吸附.

沃特世推出具有在线固相萃取 (On-line SPE) 功能的 UPLC-MS/MS系统

2010年 4月 22日, 沃特世公司充分了解世界范围内环境分析市场不断变化的各种需求和潮流, 推出具有在线固相萃取 (On-line SPE)功能的 UPLC[®]-MS/MS系统, 特别适用于优先控制有机污染物以及新增有机污染物的环境分析, 能满足各项相关法规 (如 GB3838和 GB5749等)的要求.

在线固相萃取功能与 UPLC-MS/MS系统完美结合的自动化固相萃取分析系统不仅降低费用、提高效率, 而且还能提高分析的准确性和精确性. 使得样品前处理完全自动化, 20ml水样即可获得 10ppb的灵敏度. 解决了法规执行的瓶颈问题.

该系统的解决方案包括从自动样品制备、在线超高效液相色谱/串联四极杆质谱分析和科学数据管理 (SDMS), 到最后的检测质量保证控制的 ERA 标准样品和水平测试 (PT)服务与技术支持, 可以充分解决和帮助用户轻松满足环境监测的苛刻要求.

本刊讯