

4 种重金属离子对海洋三角褐指藻 生长影响的研究*

张首临 刘明星 李国基 包万友 顾宏堪

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提 要 于 1993 年 4 月—1993 年 5 月以 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 不同浓度的海水对三角褐指藻进行生长影响的研究。实验表明, Cu^{2+} 对三角褐指藻生长的毒性最大, 其 96h EC_{50} 为 0.017mg/L。 Pb^{2+} 的毒性最小, 其 96h EC_{50} 为 0.468mg/L。 4 种重金属离子的毒性顺序是 $Cu^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+}$, 除 Cd^{2+} 外, 其他 3 种金属离子对该单细胞藻的生长安全浓度均低于国家海水水质标准。其结果对今后国家修订海水水质标准将提供参考作用。

关键词 重金属离子 三角褐指藻 生物毒性

海洋单细胞藻种类繁多, 是海洋食物链的重要组成部分, 是鱼、虾、贝幼体的基础饵料。随着水产养殖事业的发展, 许多的海珍品育苗工厂都喜欢使用海洋单细胞藻为饵料。三角褐指藻具有个体小, 培养周期短, 生长速度快, 产量高, 容易在人工控制条件下生长繁殖等特点, 更是海产经济动物人工育苗的主要活饵料。但随着工业的发展又使沿岸海水中重金属离子的含量增加, 不同程度地影响单细胞藻类的生长发育。海水中微量金属的毒性主要是由离子来显示, 金属离子对藻类生长的影响是明显的(袁有宪等, 1993; Hollibaugh, 1980)。在天然海水的环境下, 进行 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 4 种不同浓度的金属离子对三角褐指藻的生物毒性实验, 以研究其对单胞藻生长的影响, 同时为国家制订水质标准将提供参考作用。

1 材料与方 法

实验于 1993 年 4 月—1993 年 5 月进行。所选用海洋单胞藻三角褐指藻 (*Phaeodactylum tricornerutum*) 为本所生物培育实验楼人工培养。其形态为梭型, 培养的藻种透明度好, 色调正常, 浓度在 280×10^4 cell/cm³ 以上。接种所用的器皿等经过严格消毒, 按常规方法加入营养盐对藻种进行培养和繁殖。配制培养液用的海水, 是经过煮沸处理的青岛太平角高潮水, 盐度为 32.3, 温度为 19.5℃, pH 为 8.12, 采用自然光照射(光强约 4 000—6 000lx)。各种金属离子标准溶液均用纯金属(光谱纯)配制, 按分析化学统一标准方法配制。浓度分别为 Zn^{2+} (mg/L): 0, 0.025, 0.050, 0.10, 0.25, 0.50, 1.00, 3.00; Cd^{2+} (mg/L): 0, 0.001, 0.005, 0.010, 0.025, 0.050, 0.100, 0.250, 0.50, 1.00; Pb^{2+} (mg/L): 0, 0.010, 0.025, 0.050, 0.10, 0.50, 1.00, 3.00; Cu^{2+} (mg/L): 0, 0.0010, 0.0020, 0.0050, 0.010,

* 国家自然科学基金资助项目, 491762727 号。张首临, 女, 出生于 1953 年 7 月, 高级工程师。

实验过程得到田凤琴工程师的热情帮助, 谨致谢忱。

收稿日期: 1993 年 12 月 23 日, 接受日期: 1994 年 5 月 25 日。

0.025,0.050,0.10,0.25,0.50,1.00。

在一系列 250ml 三角烧瓶中,分别加入预先培养的同一批藻液 100ml,除作空白对照实验的三角烧瓶不加外,其他各瓶均按实验需要分别加入 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 的不同浓度系列。三角褐指藻的生长、伤害情况,用显微镜观察和计数,密度单位为 $\times 10^4 cell/cm^3$ 。计数测定时间分别是 24h,48h,72h 及 96h。上述各组实验均为双样平行实验。

2 结果与讨论

空白对照实验结果,单细胞藻接种的数量为 $293 \times 10^4 cell/cm^3$, 24h 观测为 305×10^4 , 48h 为 311×10^4 , 72h 为 313×10^4 , 96h 为 317×10^4 。单细胞藻 24h 生长率为 4.1%, 48h 的为 6.1%, 72h 的为 6.8%, 96h 的为 8.2%。

4 种金属离子对三角褐指藻的不同浓度系列实验结果取双样测定平均值,以藻类生长半抑制浓度 (EC_{50}) 来表示,即根据实验数据,应用单胞藻伤害(色素体解体收缩死亡)百分率的概率单位与相应金属离子浓度对数,绘出生长效应曲线,算出 EC_{50} (国家海洋局,1991;周永欣等,1983)。4 种金属离子对三角褐指藻的生长效应曲线见图 1。

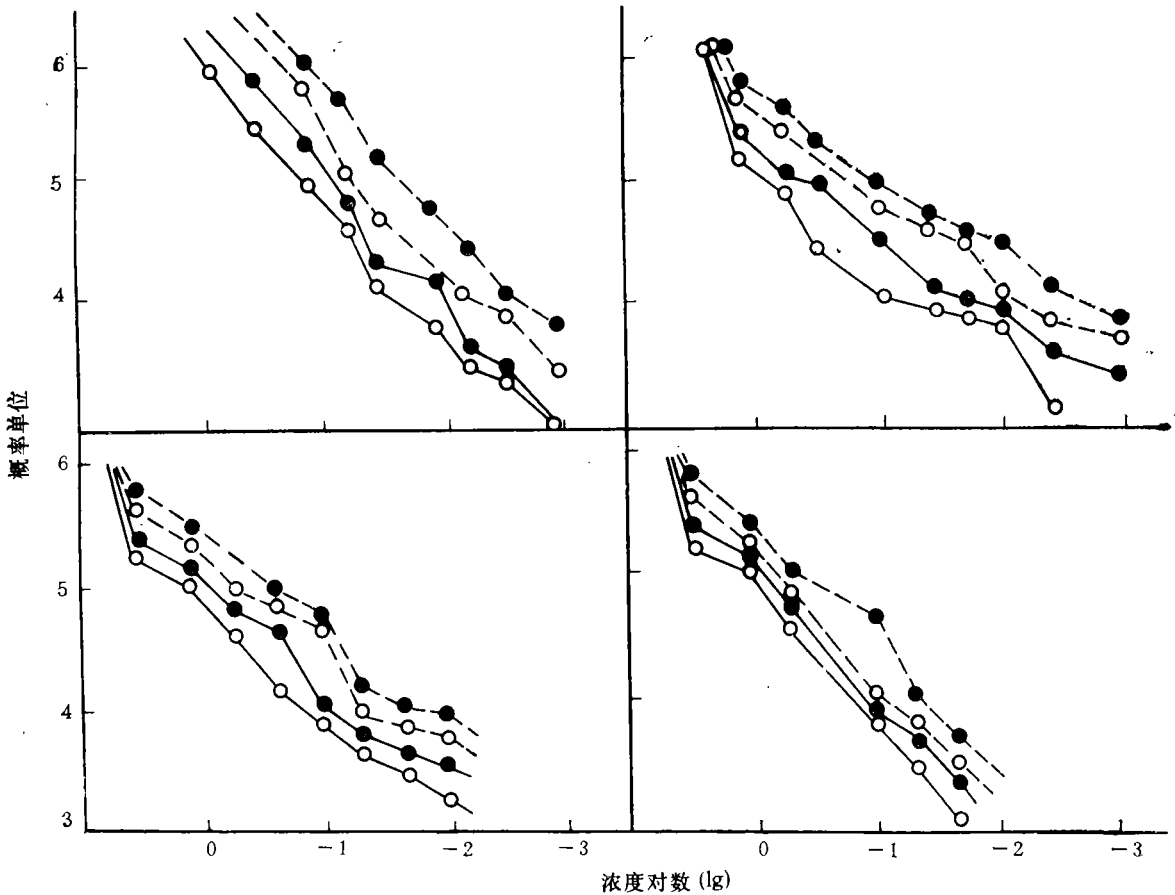


图 1 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 对三角褐指藻生长效应曲线

Fig. 1 Growth curves of *Phaeodactylum tricorneratum* under different contents of Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+}

从图 1 中可以看出,各金属离子随浓度的加大对细胞生长抑制作用也加大,金属离子的毒性也就明显表现出来。4 种金属离子对三角褐指藻的 EC_{50} 见表 1。表 1 中的计算结果,是按毒性实验开始时加入金属离子标准浓度计算的。实验 96h 后,在各组实验系列样品中取样,应用 Davis A1660 示波示差极谱仪(英国),用防吸附物理涂汞电极单池示差反向极谱分析(顾宏堪等,1974),进行藻液中金属离子浓度实测。发现 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} 和 Cu^{2+} 的加入标准浓度分别降低 8%—10%, 4%—6%, 8%—13% 和 7%—11%。上述各金属离子浓度的降低,可能与三角褐指藻及器皿壁对金属离子的吸附有关,有的研究已证实海洋微藻本身有络合重金属离子的能力(袁有宪等,1993)。从图 1 和表 1 中可看出,在实验的 4 种金属离子中, Cu^{2+} 对三角褐指藻的生长毒性最大,而 Pb^{2+} 的毒性最小,4 种金属离子的毒性大小顺序是: $Cu^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+}$ 。目前普遍采用的安全浓

表 1 金属离子不同浓度(mg/L)对三角褐指藻的生长影响

Tab. 1 EC_{50} of *Phaeodactylum tricornutum* to various concentrations (mg/L) of the four metal ions

实验时间	Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}
24h EC_{50}	0.933	0.690	1.25	0.112
95%可置信限	0.831—1.050	0.610—0.776	0.701—1.112	0.097—0.129
48h EC_{50}	0.741	0.410	0.890	0.075
95%可置信限	0.645—0.851	0.39—0.49	0.79—1.01	0.066—0.087
72h EC_{50}	0.602	0.158	0.780	0.047
95%可置信限	0.512—0.707	0.135—0.186	0.676—0.891	0.042—0.053
96h EC_{60}	0.363	0.120	0.468	0.017
95%可置信限	0.301—0.436	0.100—0.151	0.398—0.550	0.015—0.019

度计算公式为 $96h EC_{50} \times 0.1$ 。水质标准见表 2。

表 2 4 种金属离子对三角褐指藻的安全浓度及国家海水水质标准

Tab. 2 Safety concentrations of *Phaeodactylum tricornutum* to metal ions and the marine water quality standard

金属名称	安全浓度 (mg/L)	国家海水水质标准 ¹⁾ (mg/L)
Cu^{2+}	0.0017	0.010
Cd^{2+}	0.0120	0.005
Zn^{2+}	0.0360	0.100
Pb^{2+}	0.0470	0.050

1) 中华人民共和国国家海水水质标准, BG3097-82。

3 结语

3.1 4 种金属离子对三角褐指藻生长的毒性影响不一, Cu^{2+} 的毒性最大, Pb^{2+} 的毒性最小, 4 种金属离子的毒性顺序是 $Cu^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+}$ 。它们的 96h EC_{50} 值分别是 0.017, 0.120, 0.363 及 0.468mg/L。

3.2 实验开始时, 在各个实验系列中所加入的金属离子标准浓度由于单细胞藻及瓶壁的络合与吸附, 使加入的标准浓度有不同程度的降低。96h 后实测, 4 种金属离子均有不同的下降, 浓度降低约在 4%—13%。

3.3 从 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 对三角褐指藻的生物毒性实验结果来看, 除 Cd^{2+} 外, 其他 3 种金属离子对该单细胞藻的生长安全浓度均都低于国家海水水质标准(一类海区), Cu^{2+} 低于国标约 6 倍, Pb^{2+} 略低于水质标准, Zn^{2+} 低于国标约 3 倍, 对今后国家修订海水水质标准将起重要参考作用。

参 考 文 献

- 国家海洋局, 1991, 海洋监测规范, 海洋出版社(北京), 766。
 周永欣等, 1983, 水生生物与环境保护, 科学出版社(北京), 144。
 顾宏堪、刘明星, 1974, 物理涂汞电极单池示差反向极谱在海水分析中的应用, 分析化学, 2(3): 175—182。
 袁有完等, 1993, 重金属离子对中国对虾幼体的影响及其消除方法比较, 海洋学报, 15(3): 80—87。
 Hollibaugh, J. T., 1980, A comparison of the acute toxicities of ten heavy metals to phytoplankton for Saunich Inlet, B. C. Canada, *Estua. Coast. Mar. Sci.*, 10(1): 93—105.

INFLUENCE OF TOXICITY OF HEAVY METAL IONS TO GROWTH OF *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM*

Zhang Shoulin, Liu Mingxing, Li Guoji, Bao Wanyou, Gu Hongkan
 (Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

ABSTRACT

The present study on the toxic effect of Zn, Cd, Pb, Cu ions at different concentrations on growth of *Phaeodactylum tricornerutum* shows that the toxicity is in the order $Cu > Cd > Zn > Pb$. The EC_{50} 96h of the four metal ions for the *Phaeodactylum tricornerutum* tested were 0.017 mg/L for Cu, 0.120 mg/L for Cd, 0.363 mg/L for Zn and 0.468 mg/L for Pb. The safe concentration of Cu, Zn, Pb, for growth of *Phaeodactylum tricornerutum* is lower than that of the marine water quality standard. This result is important for revising the water quality standard.

Key words Heavy metal ions *Phaeodactylum tricornerutum* Biological toxicity