

3 种赤潮微藻对 UV-B 辐射处理的敏感性

蔡恒江¹, 唐学玺¹, 张培玉^{1,2}

(1.中国海洋大学 海洋生态学研究室, 山东 青岛 266003; 2.曲阜师范大学 生命科学学院, 山东 曲阜 273165)

摘要: 通过实验生态学的方法, 研究了赤潮异弯藻 (*Heterosigma akashiwo*)、亚历山大藻 (*Alexandrium tamarense*) 和中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 的生长对 UV-B 辐射增强的响应。结果表明, UV-B 辐射处理对赤潮异弯藻的生长始终表现出抑制效应, 而低剂量的 UV-B 辐射处理对亚历山大藻和中肋骨条藻的生长有刺激作用, 高剂量的 UV-B 辐射处理对亚历山大藻和中肋骨条藻的生长仍然显示出抑制作用。UV-B 辐射对赤潮异弯藻、亚历山大藻和中肋骨条藻的 96h 半抑制剂量分别为 1.63、2.34 和 2.58J/m²。

关键词: UV-B 辐射; 敏感性; 赤潮异弯藻 (*Heterosigma akashiwo*); 亚历山大藻 (*Alexandrium tamarense*); 中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2005)03-0030-03

臭氧层的侵蚀是当今全球性的重大环境问题之一, 由于臭氧层侵蚀和破坏的日趋加重, 使得到达地面的紫外线, 尤其是对生物 DNA 具损伤作用的紫外线 B 波段 (UV-B) 的辐射增强。UV-B 的增强已影响到整个地面生态系统的变化, 这是最引人注目的全球变化现象之一。海洋生物 (尤其是海洋浮游生物) 受紫外线辐射影响和伤害的潜在危险性不断增加。海洋浮游植物是海洋的主要初级生产者, 是海洋食物链的基础, 海洋浮游植物的变化将导致整个海洋生态系统的结构和功能发生响应的改变。UV-B 辐射的增强将在分子、细胞、生理、生化、种群、群落甚至生态系统水平上对浮游植物产生影响^[1-3]。作者选择 3 种赤潮藻种, 探讨 UV-B 辐射对其生长的影响, 因此阐明 UV-B 辐射增强对海洋生态系统的影响和赤潮发生的机制有重要意义。

1 材料和方法

1.1 藻种来源

实验所用的赤潮异弯藻 (*Heterosigma akashiwo*)、亚历山大藻 (*Alexandrium tamarense*) 和中肋骨 (*Skeletonema costatum*) 取自中国海洋大学微藻培养中心, 三者均属赤潮藻种。

1.2 培养方法和条件

培养液采用 f/2 营养盐配方, 在指数生长期接种。接种密度均为 0.2×10^4 cell/mL, 培养温度

19℃±1℃, 光照强度 3 000 lx, 光暗周期 12h: 12h。每组实验同时设 4 个平行样。用于微藻培养的三角瓶预先用 1mol/L 的盐酸浸泡 24h, 消毒海水冲洗干净后待用。

1.3 UV-B 辐射体系

采用北京曙光电源厂生产的紫外 B 灯, 北京师范大学生产的 UV-B 型紫外辐射强度仪测定辐射强度。紫外 B 灯外用乙酸钠纤维素薄膜 (上海生化试剂公司, 厚度为 0.12mm) 包被, 以除去 280nm 的短波辐射。整个体系在正式实验前需连续照射 72h, 以减小薄膜滤过作用的不稳定性。所用薄膜每隔 1 周更换 1 次, 防止薄膜的老化作用。

1.4 UV-B 辐射处理

辐射强度 (1.25 iW/cm²) 恒定并通过调整辐射时间控制辐射剂量。在预备实验的前提下, 设计 0、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8、2.1、2.4、2.7 和 3.0J/m² 的辐射剂量, 每天以紫外 B 灯取代日光灯管照射处理。

收稿日期: 2004-03-25; 修回日期: 2004-06-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30270258); 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金资助项目 (03BS120)

作者简介: 蔡恒江 (1978-), 男, 辽宁鞍山人, 博士研究生, 主要从事生态毒理学研究, E-mail: river1107@163.com

1.5 细胞密度的计算

培养过程中定时摇动培养物，每天至少摇动6次，在96h时取1mL藻液，用Lugol碘液固定，血球计数板计数并计算细胞密度。每个样品计数3次，取其平均值。相对增长率(K)和半抑制剂量的计算参见文献[4]。

2 结果

2.1 UV-B辐射处理对赤潮异弯藻生长的影响

UV-B辐射处理对赤潮异弯藻的生长有较强的抑制作用(图1)。随着UV-B辐射剂量的加大，赤潮异弯藻的相对增长率不断降低。当辐射剂量升高到3.0J/m²时，其相对增长率下降到26.1 × 10⁴。由K值的变化求得UV-B辐射处理对赤潮异弯藻的96h半抑制剂量(EC_{50, 96h})为1.63J/m²。

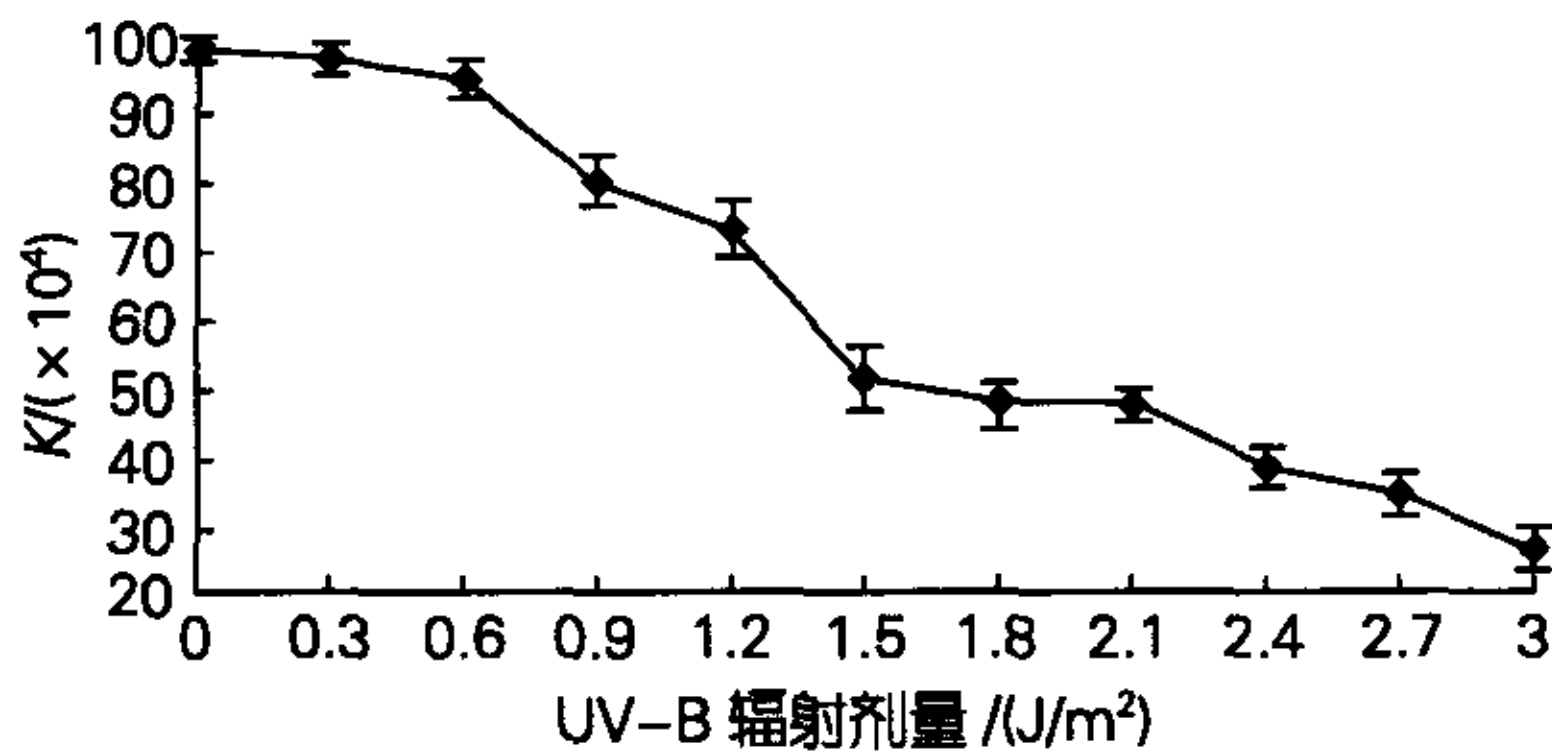


图1 UV-B辐射处理对赤潮异弯藻生长的影响

Fig.1 Effects of UV-B radiation treatment on growth of *Heterosigma akashiwo*

2.2 UV-B辐射处理对亚历山大藻生长的影响

UV-B辐射处理对亚历山大藻生长的影响不同于赤潮异弯藻(图2)。首先，低剂量(<0.9J/m²)的UV-B辐射处理不但对亚历山大藻的生长没有抑制作用，反而显示出一定的刺激生长的作用。在低剂量的UV-B辐射处理下，亚历山大藻的相对增长率比对照组有所提高。其次，随着辐射剂量的继续加大，UV-B的辐射处理对亚历山大藻的生长又表现出一定的抑制作用，其相对增长率持续下降。由K值的变化求得EC_{50, 96h}为2.34J/m²。

表1 3种赤潮藻的96h半抑制剂量

Fig.1 EC_{50, 96h} value of three species of red tide microalgae

实验项目	藻种		
	赤潮异弯藻	亚历山大藻	中肋骨条藻
EC _{50, 96h} (J/m ²)	1.63	2.34	2.58

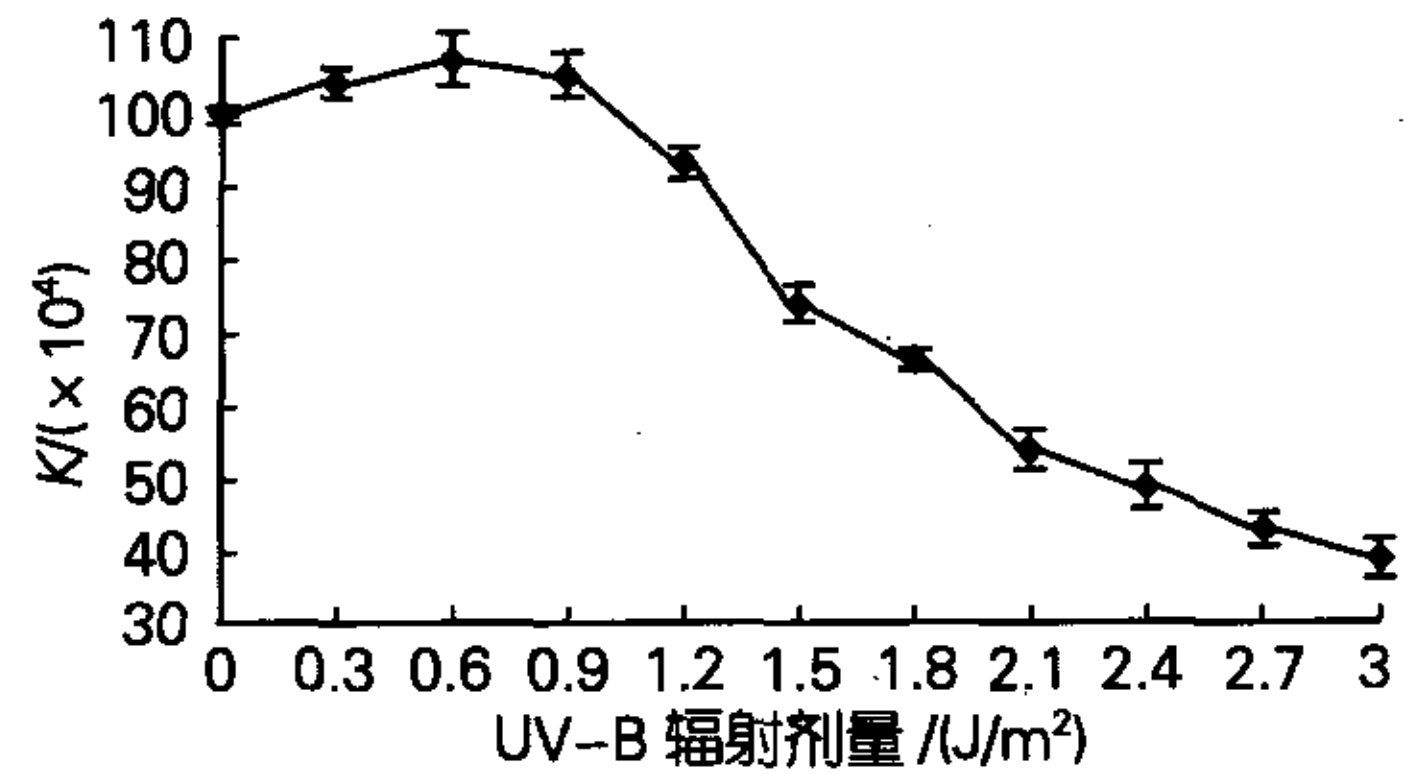


图2 UV-B辐射处理对亚历山大藻生长的影响

Fig.2 Effects of UV-B radiation treatment on growth of *Alexandrium tamarensis*

2.3 UV-B辐射处理对中肋骨条藻生长的影响

UV-B辐射处理对中肋骨条藻生长的影响类似于亚历山大藻(图3)。低剂量(<1.2 J/m²)的UV-B辐射处理则刺激中肋骨条藻生长，而高剂量(>1.2 J/m²)的UV-B辐射处理抑制中肋骨条藻的生长。但是与亚历山大藻(0~0.9 J/m²)相比，其刺激生长的UV-B辐射剂量范围(0~1.2 J/m²)有所延长。由K值的变化求得EC_{50, 96h}为2.58 J/m²。

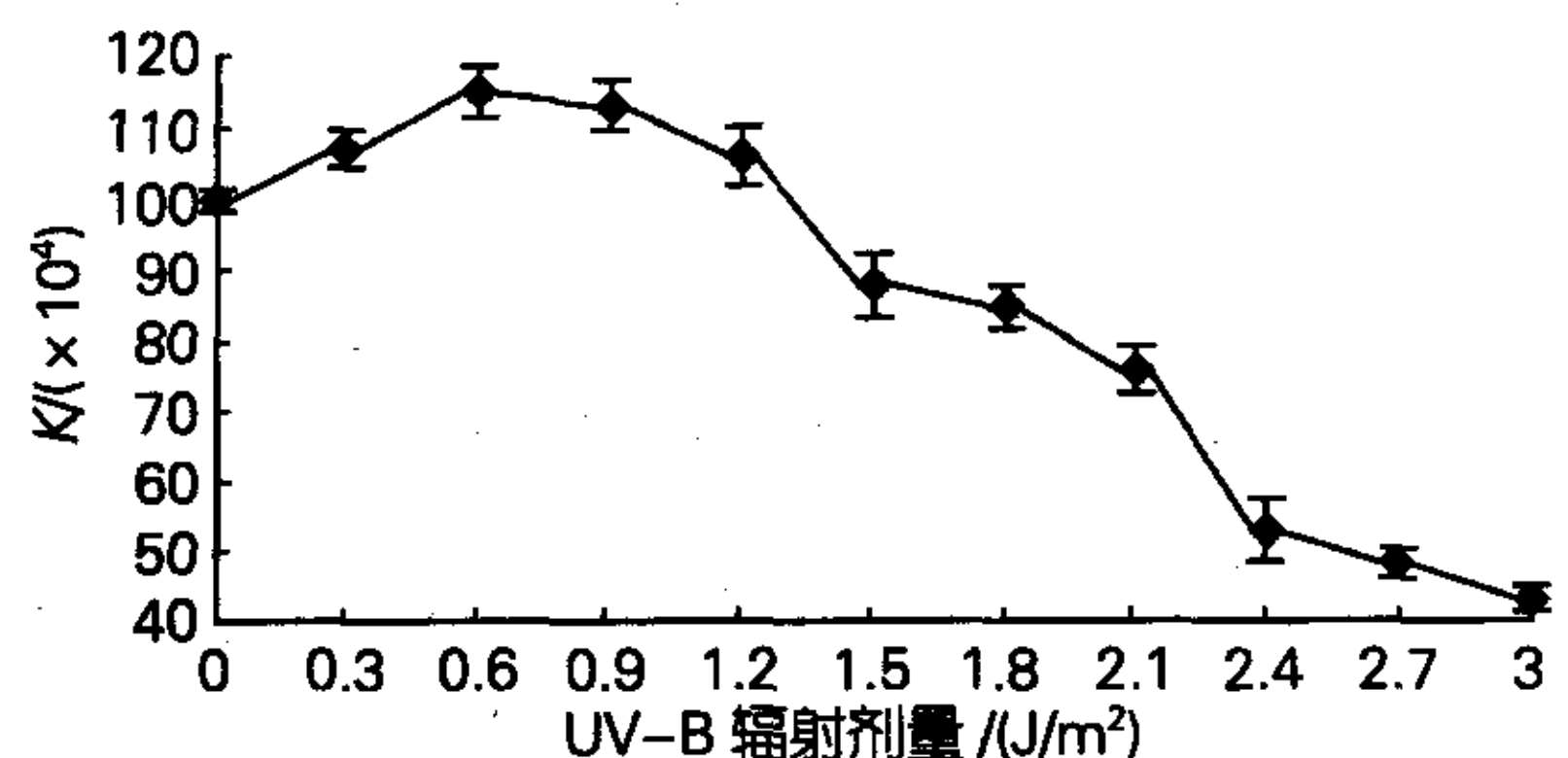


图3 UV-B辐射处理对中肋骨条藻生长的影响

Fig.3 Effects of UV-B radiation treatment on growth of *Skeletonema costatum*

3 讨论

3.1 3种赤潮藻对UV-B辐射处理敏感性的差异分析

不同种类海洋微藻对UV-B辐射处理的敏感性是有差异的^[5]。本实验选用的3种赤潮藻对UV-B辐射处理的反应是不同的。在实验所采用的辐射剂量范围内，赤潮异弯藻的生长始终受到了抑制，而亚历山大藻和中肋骨条藻在低剂量的UV-B辐射处理下表现出刺激生长的作用，在高剂量的UV-B辐射处理下才显示出了抑制作用。从表1中UV-B辐射处

理对3种赤潮藻生长的半抑制剂量可以看出,3种赤潮藻对UV-B辐射处理的敏感性存有明显的差异性,赤潮异弯藻最敏感,亚历山大藻次之,中肋骨条藻最不敏感。

3.2 UV-B辐射处理对亚历山大藻和中肋骨条藻生长的刺激效应

低于 $0.9\text{J}/\text{m}^2$ UV-B辐射处理的亚历山大藻和低于 $1.2\text{J}/\text{m}^2$ UV-B辐射处理的中肋骨条藻并未表现出生长的抑制效应,其相对增长率反而高于对照组,这种现象与前人在研究有机锡对海洋微藻毒性效应时得出的结果相类似^[6-8]。Stebbing^[7]指出,毒物在低浓度下出现的这种增益现象是其在无毒情况下的刺激反应,他把这一作用称为“毒物的兴奋效应”。王悠等^[5]和于娟等^[9]的工作选用海水养殖中常用的几种海洋微藻同样出现了类似的刺激生长的现象。说明在低剂量的UV-B辐射处理下海洋微藻的兴奋效应具有一定的普遍性。

参考文献:

- [1] Chaturvedi R. Degradation and de novo synthesis of D1 protein and psbA transcript levels in green algae during UV-B inactivation of photosynthesis and its reactivation [J]. *J Biosci*, 2000,25(1): 65-71.
- [2] Lesser M P. Elevated temperature and ultraviolet radiation cause oxidative stress and inhibit photosynthesis in symbiotic dinoflagellates [J]. *Limnology and Oceanography*, 1996,41(2):271-283.
- [3] 唐学玺,黄健,王艳玲,等. UV-B辐射和萘对三角褐指藻DNA伤害的相互作用[J].生态学报,2002,22(3):375-378.
- [4] 唐学玺,李永祺.对硫磷对三角褐指藻核酸和蛋白质合成动态的影响[J].生态学报,2000,20(4):598-600.
- [5] 王悠,杨震,唐学玺,等.7种海洋微藻对UV-B辐射的敏感性差异分析[J].环境科学学报,2002,22(2):225-230.
- [6] Beaumont A R, Newman P B. Low levels of tributyltin reduce growth of marine microalgae [J]. *Mar Pollut Bull*, 1986,17(10):457-461.
- [7] Stebbing A R D. Hormesis-the stimulation of growth by low levels of inhibitors [J]. *Sci Tot Environ*, 1982,22: 213-234.
- [8] 高尚德,吴以平,赵心玉.有机锡对海洋微藻的生理效应[J].海洋与湖沼,1994,25(3):259-65.
- [9] 于娟,唐学玺,田继远.萘与UV-B辐射共同作用对2种海洋微藻的毒性效应[J].中国水产科学,2002,9(2):157-160.

The sensitivity differences between three species of red tide microalgae to UV-B radiation treatment

Cai Heng-jiang¹, Tang Xue-xi¹, Zhang Pei-yu^{1,2}

(1. Marine Ecology Laboratory, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. College of Life Science, Qufu Normal University, Qufu 273165, China)

Received: Mar., 25, 2004

Key words: UV-B radiation; sensitivity; *Heterosigma akashiwo*; *Alexandrium tamarense*; *Skeletonema costatum*

Abstract: The growth response of *Heterosigma akashiwo*, *Alexandrium tamarense* and *Skeletonema costatum* to UV-B radiation enhancement was studied in experiment by ecology methods. The results showed that the growth of *Heterosigma akashiwo* was inhibited by UV-B radiation, while lower dose of UV-B radiation stimulated the growth of *Alexandrium tamarense* and *Skeletonema costatum*. The 96h. EC₅₀ values of UV-B radiation treatment to *Heterosigma akashiwo*, *Alexandrium tamarense* and *Skeletonema costatum* were $1.63\text{J}/\text{m}^2$, $2.34\text{J}/\text{m}^2$ and $2.58\text{J}/\text{m}^2$ respectively.

(本文编辑: 张培新)