

紫外线 - B 辐射对海洋微藻的生长效应

EFFECT OF UV-B RADIATION ON MARINE MICROALGAE

于 娟 唐学玺 李永祺

(青岛海洋大学生命学院 266003)

关键词 UVB, 海洋微藻, 生长效应

20 世纪以来, 由于氯氟烃等的大量使用和航空航天飞行器数量的急剧增加, 导致了平流层臭氧层的减薄, 使到达地球表面 UV- 辐射呈增强趋势。由于臭氧层侵蚀和破坏的日渐加重, 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 (波长范围为 280 ~ 320 nm) 的辐射增强。紫外线 B 的增强已影响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。杨志敏等 1994 年指出, 紫外线 B 的增强影响到植物的许多生理生化过程。大量的模拟试验结果表明: 在增强的 UVB 辐射下, 许多植物 (在检测的近 300 种植物中有 2/3 的植物) 的生长和生物量有明显的降低, 有关 UVB 辐射对海洋微藻的生长影响研究的报道很少。本文选用两种海洋微藻——小新月菱形藻和亚心形扁藻, 研究 UVB 辐射对其生长的影响, 以期研究 UVB 辐射的伤害机理提供基础依据。

1 材料和方法

1.1 实验藻种与培养条件

实验藻种选用青岛海洋大学水产学院微藻中心提供的硅藻门的小新月菱形藻 (*Nitzschia closterium*) 和绿藻门的亚心形扁藻 (*Platyonas subcondiformis*) 为实验藻种。

培养条件参照唐学玺等 1997 年^[1]的方法进行, 其中明暗周期为 H: D=12 h: 12 h。

1.2 UVB 处理

采用北京曙光电源厂生产的紫外 B 灯处理实验材料, 北京师范大学生产的 UVB 型紫外辐射强度仪测定辐射强度。紫外 B 灯外用乙酸纤维素薄膜包被, 以除去小于 280 nm 的短波照射, 整个装置在实验前需连续照射 72 h, 以减少薄膜的滤过作用的不稳定性。

保持辐射强度为 $1.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 不变, 通过控制不同的辐射时间来调节辐射剂量。实验中, 小新月菱形

藻的辐射剂量分别为 0, 0.54, 1.08, 1.62, 2.16, 2.6 J/m^2 ; 亚心形扁藻的辐射剂量分别为 0, 1.26, 2.52, 3.78, 5.04, 6.3 J/m^2 。

由于 UVB 穿透力很弱, 实验中, 量取 30 ml 藻液倒于直径为 15 cm 表面皿中, 置于紫外灯中央。照射一定时间后, 转移至 100 ml 三角瓶中, 完全黑暗条件下培养 24 h, 然后转移至光强为 2 500 ~ 3 000 lx 温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 的光照培养箱中培养 24 h, 每一实验剂量设一平行组。

1.3 细胞密度 (N) 和相对增长率 (K) 的测定

细胞密度的测定用 Lugol 碘液固定样品, 血球记数板记数。

相对增长率的测定按照公式 $K = \ln(N_t/N_0)/T$ 计算。

1.4 叶绿素 a (Chl-a)、类胡萝卜素 (CAR) 含量的测定方法

叶绿素 a、类胡萝卜素含量测定参照 Jensen^[3] 方法进行, 90% 丙酮提取, 721 型分光光度计测定。

2 结果

2.1 UVB 辐射对两种微藻相对增长率的影响

图 1 为经不同剂量 UVB 处理后培养 48 h 时的两种微藻的生长情况。随着 UVB 辐射剂量的增大, 两种藻的相对增长率明显下降, 并且随着辐射剂量的不断增长而不断降低, 说明 UVB 辐射对海洋微藻的生长具有抑制作用。经 t 检验, 当辐射剂量为 $0.54 \text{ J}/\text{m}^2$ 时, 小新月菱形藻的降低已达显著水平 ($P < 0.05$), 降

* 国家自然科学基金资助项目 39870146 号。

第一作者: 于娟, 出生于 1973 年, 博士。主要研究方向: 生态毒理学。E-mail: yu820@263.net

收稿日期: 2000-09-10; 修回日期: 2000-12-10

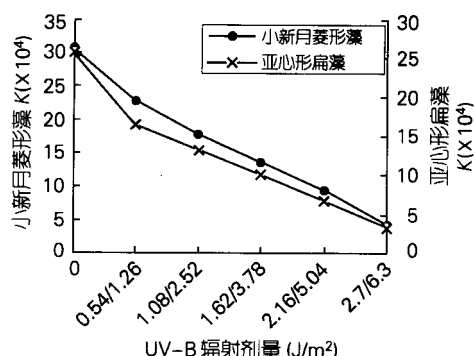


图1 UVB辐射对两种海洋微藻相对增长率的影响

低率为25.6%。当辐射剂量为1.26 J/m²时,亚心形扁藻的降低已达显著水平 ($P < 0.05$),降低率为36.2%。小新月菱形藻在0~0.54 J/m²的辐射剂量范围内,下降比较迅速,此后下降稍有所平缓。亚心形扁藻在0~1.26 J/m²的辐射剂量范围内,下降速度比较快,此后下降稍有所平缓。UVB辐射对小新月菱形藻生长的48 h 半数有效抑制剂量 ($48h \cdot EC_{50}$) 为1.35

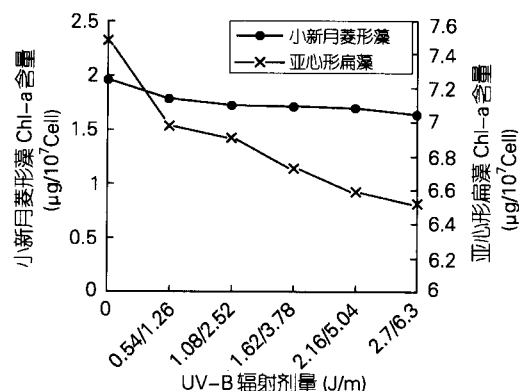


图2 UVB辐射对两种海洋微藻 Chl-a 含量的影响

J/m², UVB辐射对亚心形扁藻生长的48 h 半数有效抑制剂量 ($48h \cdot EC_{50}$) 为2.77 J/m²,所以前者比后者对紫外线敏感。

2.2 UVB对光合色素含量的影响

由图2、图3可以看出,随着UVB辐射剂量的增加,两种藻的光合色素(Chl-a和CAR)含量都有所降低,但变化过程存在种的差异。首先,亚心形扁藻的Chl-a和CAR含量明显高于小新月菱形藻;其次,亚心形扁藻的Chl-a和CAR含量在小于1.26 J/m²的剂量范围内,下降速度比较快,此后有所减缓。图2中,亚

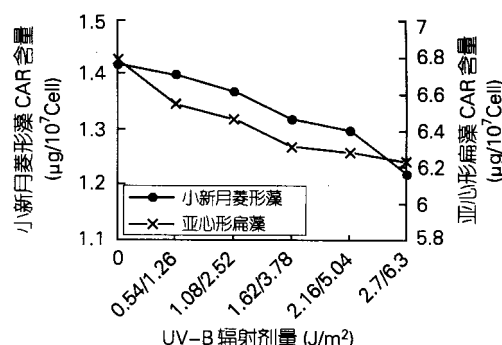


图3 UVB辐射对两种海洋微藻 CAR 含量的影响

心形扁藻在最大剂量6.3 J/m²处,其Chl-a含量比对照组降低了13.0%,经t检验降低显著 ($P < 0.05$);小新月菱形藻在最大剂量2.7 J/m²处,其Chl-a含量比对照组降低了13.3%,经t检验降低显著 ($P < 0.05$)。图3中,亚心形扁藻在最大剂量6.3 J/m²处,CAR含量比对照组降低了8.10%,经t检验降低显著 ($P < 0.05$);小新月菱形藻在最大剂量2.7 J/m²处,CAR含量比对照组降低了14.1%,经t检验降低显著 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 UVB辐射对海洋微藻生长的影响

本研究表明,增强的紫外线辐射对海洋微藻的生长具有抑制作用。在较小的辐射剂量(小新月菱形藻为0.54 J/m²,亚心形扁藻为1.26 J/m²),微藻的相对增长率即达到显著水平 ($P < 0.05$)。齐雨藻等^[2]研究表明,在经受紫外线辐射后塔玛亚历山大藻会产生几种不同的反应:(1)无明显肉眼可见的伤害;(2)细胞活动能力大为减弱,只能在水底缓慢游动;(3)丧失游动能力,沉于水底。小新月菱形藻和亚心形扁藻经UVB辐射可能会产生与塔玛亚历山大藻类似的反应,从而在48 h时,不同剂量的UVB处理组与对照组相比,相对增长率均有所降低。小新月菱形藻比亚心形扁藻对UVB辐射敏感,这可能与藻的形态构造不同有关。

3.2 UVB辐射对海洋微藻光合色素的影响

亚心形扁藻的光合色素含量明显高于小新月菱形藻,这是由藻本身的特点所决定的。亚心形扁藻细胞内有一个大型、杯状、绿色的色素体,而小新月菱形藻只具有两片黄褐色的色素体。

UVB辐射使光合色素含量降低,这是因为UVB能破坏叶绿体质膜和叶绿素分子,抑制RUBP羧化酶

活性,从而抑制希尔反应,破坏光合系统 II。另外,CAR作为生物体内一种重要的抗氧化剂,对于植物来说,它一方面吸收光能并传递给叶绿素分子,防止激发能从反应中心向外传递;另一方面又保护叶绿素免遭光氧化。CAR还是有效的活性氧促灭剂,它可以有效地中断活性氧链式反应,从而防止活性氧对有机体的进一步伤害。本实验中,随着 UVB 辐射剂量的增大,CAR 含量逐渐降低,可能使活性氧增多,进而对海洋微藻的生长产生不利的影响。🌿

参考文献

- 1 唐学玺等。有机磷农药对海洋微藻致毒性的生物学研究 II。久效磷胁迫下扁藻和三角褐指藻脂质过氧化伤害的研究。海洋学报,1997,**19**(1):139~143
- 2 齐雨藻等。紫外光对有毒甲藻塔玛亚历山大藻的生态学研究。海洋与湖沼,1997,**28**(2):113~119
- 3 Jensen A. . Handbook of Physiological Methods . New York : Cambridge University Press , 1978 . 59 ~ 70

(本文编辑:张培新)