

UV-B 辐射对叉鞭金藻和三角褐指藻光合色素的影响^{*}刘成圣 王 悠 于 娟 唐学玺^{**}

(青岛海洋大学海洋生命学院 266003)

摘要 以叉鞭金藻和三角褐指藻为材料,采用室内一次性培养的方法研究了 UVB 辐射对光合色素(叶绿素 a 和类胡萝卜素)含量的影响。结果显示,低剂量的 UVB 辐射处理对叉鞭金藻的光合色素含量影响不明显,甚至可使光合色素的含量升高;而高剂量的 UVB 辐射处理引起叉鞭金藻光合色素含量降低。三角褐指藻的叶绿素 a 和类胡萝卜素含量随着 UVB 辐射的增强表现出逐渐降低的趋势。说明 UVB 辐射增强对海洋微藻光合色素有严重的破坏作用。

关键词 UVB 辐射,光合色素,叉鞭金藻,三角褐指藻

海洋浮游植物是海洋的初级生产者,是海洋食物链的基础。它肩负着将光能转化成化学能,将无机物转变成有机物的重任。许多研究表明,海洋微藻一旦受污染损害,将会直接危及整个海洋系统的平衡。另外,UVB 辐射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气候变化现象之一。因此,整个海洋生态系统和海洋生物(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,已引起生物学家和水产养殖学家的重视。近年来,有关 UVB 辐射增强对海洋生物伤害的研究已陆续报道^[5,6],本文在前期工作^[1-3]的基础上,从光合色素的变化情况继续探讨 UVB 辐射增强对两种海洋微藻的效应。

1 材料与方法

1.1 实验藻种

本工作所选用的藻种为叉鞭金藻(*Dicenterella inornata*)和三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*),取自青岛海洋大学海洋生命学院微藻培养室。

1.2 UVB 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 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(上海生化试剂公司,厚度为 0.12 mm)包被,以除去 280 nm 的短波辐射。整个体系在正式实验前需连续照射 72 h,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,防止薄膜老化。

1.3 UVB 辐射处理

辐射强度一定($1.25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)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(对

照组,正常日光灯管照射)和 0.4、0.8、1.2、1.6、2.0 J/m^2 UVB 辐射剂量的处理组。

1.4 培养条件

取青岛近岸鲁迅公园的天然海水,用孔径为 $0.45 \mu\text{m}$ 的滤膜抽滤,煮沸消毒,冷却后配制营养液。采用 f/2 营养盐配方。

2 种海洋微藻的培养条件是:光强 $2500 \sim 3500 \text{ lx}$,光暗周期 L:D=14:10, pH=8.0±0.1,盐度 31 左右,叉鞭金藻的培养温度为 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,三角褐指藻的培养温度为 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 。整个培养时间为 96 h。

1.5 光合色素的测定

取藻液 10 ml,用 $0.45 \mu\text{m}$ 的玻璃纤维滤膜抽滤,再以 90% 的丙酮提取。叶绿素 a 和类胡萝卜素的具体测定过程参照 Jensen 1978 年^[7]的方法。计算单位水体中的含量并求出其相对于对照组测定值的相对含量。公式如下:

$$\text{相对含量}(\%) = \frac{\text{样品测得值}}{\text{对照组测得值}} \times 100\%$$

2 实验结果

2.1 UVB 辐射增强对叉鞭金藻光合色素的影响

结果如图 1 所示,UVB 辐射剂量为 0.4 和 0.8 J/m^2 时,叉鞭金藻的叶绿素 a 和类胡萝卜素的含

^{*} 国家自然科学基金资助项目 39870146 号

^{**} 通讯联系人

第一作者:刘成圣,出生于 1967 年,工程师,从事海洋生物活性物质研究。E-mail:liucs@haiyuan.com

收稿日期:2002-02-05;修回日期:2002-04-28

量均高于对照组,指示低剂量的 UVB 辐射处理引起叉鞭金藻光合色素的上升;随着 UVB 辐射剂量的加大,叶绿素 a 和类胡萝卜素的含量逐渐降低,表现出 UVB 辐射增强对光合色素的破坏作用。另外,比较叶绿素 a 和类胡萝卜素的变化,不难发现,类胡萝卜素的下降幅度明显小于叶绿素 a。经计算知:UVB 辐射处理对叉鞭金藻叶绿素 a 的 96 h 半抑制剂量是 1.79 J/m^2 ,而在处理范围内没有测出对类胡萝卜素的半抑制剂量。因此,与叶绿素 a 相比,叉鞭金藻类胡萝卜素 a 对 UVB 辐射处理表现得相对稳定。

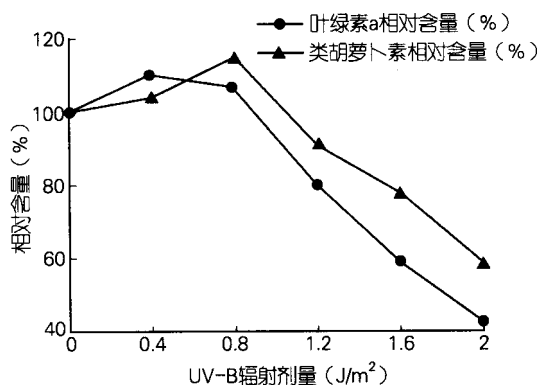


图 1 UVB 辐射对叉鞭金藻光合色素的影响
Fig.1 Effects of UVB radiation enhancement on photosynthetic pigments of *Dictyota inornata*

2.2 UVB 辐射增强对三角褐指藻光合色素含量的影响

UVB 辐射处理下,三角褐指藻光合色素的变化与叉鞭金藻有所不同(图 2)。随着 UVB 辐射剂量的提高,无论是叶绿素 a 还是类胡萝卜素都表现出下降的趋势。UVB 辐射对三角褐指藻叶绿素 a 和类胡萝卜素的 96 h 半抑制剂量分别为 0.98 J/m^2 和 1.89 J/m^2 ,说明对于三角褐指藻,类胡萝卜素对 UVB 辐射处理的稳定性仍然高于叶绿素 a。

3 讨论

3.1 2 种微藻对 UVB 辐射增强的敏感性比较

从表 1 可以看出,UVB 辐射处理对三角褐指藻和叉鞭金藻叶绿素 a 的 96 h EC_{50} 均低于对类胡萝卜素的 96 h EC_{50} 值。表明微藻细胞的叶绿素 a 与其类胡萝卜素相比,对 UVB 辐射的增强作用更敏感,是海洋微藻反应 UVB 辐射增强的优选生物学指标。叉鞭金藻与三角褐指藻相比,无论是叶绿素 a 的 96 h EC_{50} ,还是类胡萝卜素的 96 h EC_{50} ,都高于三角褐指藻。因此,作者认为叉鞭金藻对 UVB 辐射处理要比三角褐

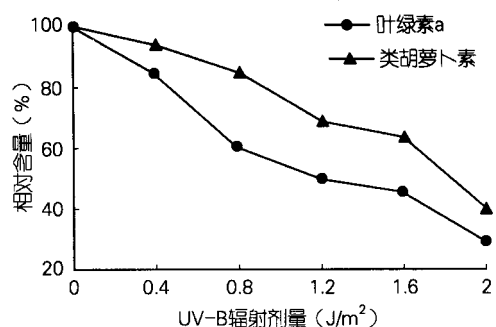


图 2 UVB 辐射对三角褐指藻光合色素的影响
Fig.1 Effects of UVB radiation enhancement on photosynthetic pigments of *Phaeodactylum tricornutum*

指藻表现得稳定。

3.2 久效磷对 2 种微藻光合色素的影响

生长在小于 0.8 J/m^2 UVB 辐射剂量处理下的叉鞭金藻在 96 h 内未出现中毒迹象,其叶绿素 a 和类胡萝卜素的含量均高于对照组。这种现象与前人在研究有机锡对海洋微藻毒性效应时出现的结果^[4,8,9]相

表 1 2 种海洋微藻的 96 h EC_{50} 比较

Tab.1 Compare of two species marine microalgae in 96 h EC_{50}

藻名	96 h EC_{50} (J/m^2)	
	叶绿素 a	类胡萝卜素
叉鞭金藻 (<i>Dictyota inornata</i>)	1.79	> 2.00
三角褐指藻 (<i>Phaeodactylum tricornutum</i>)	0.98	1.89

似。Stebbing^[9]1982 年指出: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”。随着 UVB 辐射剂量的不断加大,2 种海洋微藻的叶绿素 a 和类胡萝卜素含量均依次减少,而且这种变化表现得越来越明显。这说明 UVB 辐射增强对 2 种微藻具有一定的伤害效应。2 种海洋微藻光合色素含量的降低势必影响到它们的光合作用,进而影响到其生长繁殖。

总之,UVB 辐射增强对 2 种海洋微藻的光合色素有破坏作用,与类胡萝卜素相比,叶绿素 a 对 UVB 辐射增强表现得更为敏感。

参考文献

- 杨震,唐学玺.九种海洋单细胞藻对紫外吸收的比较研究,海洋通报,1999,18(5):93~96
- 刘泳,王悠,唐学玺等. UVB 辐射对二种海洋微藻 (下转 71 页)

(上接 6 页)

- 生长的影响,海洋水产研究,2000,21(2):22~26
- 3 唐学玺 杨 震 王 悠等.紫外辐射诱发三角褐指藻自由基伤害的研究,海洋通报,1999,18(4):93~96
- 4 高尚德等.有机锡对海洋微藻的生理效应 I. 三苯基锡和三丁基锡对光合色素含量的影响,海洋与湖沼,1994,25(3):259~265
- 5 Lowe D.N.. Lysosomal membrane responses in mussels to experimental contaminant exposure, *Aquatic Toxicol.*, 1995, 33:105~112
- 6 Adamo D.R.. Bioaccumulation and biomagnification of polycyclic aromatic hydrocarbons in aquatic organisms, *Mar. Chem.*, 1997, 56(1-2):45~49
- 7 Jensen A.. Chlorophyll and carotenoids handbook of physiological methods. In: Hellebust J. A. and Craigie T. S. ed.. Physiological and biochemical methods. New York: Cambridge University Press, 1978. 59~70
- 8 Beaumont A.R. and Newman P. B.. Low levels of tributyltin reduce growth of marine microalgae, *Mar. Pollut. Bull.*, 1986, 17(10):457~461
- 9 Stebbing A. R. D.. Hormesis: the stimulation of growth by low levels of inhibitors, *Sci. Tot. Envi.*, 1982, 22:213~234

EFFECTS OF UV-B RADIATION ENHANCEMENT ON PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF *Dicrateria inornata* AND *Phaeodactylum tricornutum*

LIU Chengsheng WANG You YU Juan TANG Xue-xi
(Marine Life Science College, Ocean University of Qingdao, 266003)

Received: Feb., 5, 2002

Key Words: UVB radiation, Photosynthetic pigments, *Dicrateria inornata*, *Phaeodactylum tricornutum*

Abstract

The effects of UVB radiation enhancement on photosynthetic pigments (chlorophyll a and carotenoid) are studied in *Dicrateria inornata* and *Phaeodactylum tricornutum* by means of batch culture method. Results show that lower dosage of UVB radiation has slight effects on the content of photosynthetic pigments; and higher dosage causes their decrease in *Dicrateria inornata*. The content of photosynthetic pigments in *Phaeodactylum tricornutum* decreases gradually with increasing dosage of UVB radiation. This indicated that UVB radiation enhancement could damage photosynthetic pigments of marine microalgae.

(本文编辑:张培新)