

紫外线-B胁迫下芦荟蒽醌类物质对水稻生长发育的影响

刘慧¹, 徐玲², 闫芝琪², 白方坤², 王太霞^{2*}

(1. 安阳工学院 生物与食品工程学院, 河南 安阳 455000; 2. 河南师范大学 生命科学学院, 河南 新乡 453000)

摘要: 以水稻为材料, 通过对叶绿素含量、过氧化物酶(POD)活性、丙二醛(MDA)、相对电导率(REC)和光合速率的测定, 研究了 UV-B 胁迫下芦荟蒽醌类物质对水稻生长发育的影响。结果表明, 用质量浓度为 1 mg/L 和 10 mg/L 的芦荟蒽醌类物质喷施水稻, 水稻叶绿素含量分别提高了 24.5% 和 17.8%, POD 活性分别上升 12.4% 和 29.4%, MDA 含量分别降低了 50.5% 和 21.9%, 水稻叶片 REC 有所下降, 而净光合速率均有所提高。说明喷施芦荟蒽醌类物质能有效减轻 UV-B 辐射对水稻的损伤。

关键词: 紫外线-B; 芦荟蒽醌类物质; 水稻; 生长发育

中图分类号: S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)07-0026-04

Effects of Aloe's Anthraquinones on Rice Growth under Enhanced UV-B Radiation Stress

LIU Hui¹, XU Ling², YAN Zhi-qi², BAI Fang-kun², WANG Tai-xia^{2*}

(1. Department of Biotechnology and Food Engineering, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China;

2. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453000, China)

Abstract: The physiological indexes of rice (*Oryza sativa* L.) under enhanced UV-B radiation stress were measured, to study the effects of aloe's anthraquinones on its growth. The results showed that UV-B radiation affected the growth of plants significantly. The chlorophyll contents of the rice sprayed with anthraquinones of 1 mg/L and 10 mg/L were increased by 24.5% and 17.8%, the POD activities were increased by 12.4% and 29.4%, and the contents of MDA were decreased by 50.5% and 21.9%, respectively, compared with that sprayed only with water. The REC of the anthraquinones-treated rice was reduced, and net photosynthesis rate was increased. Therefore the harm of UV-B radiation to plants could be reduced effectively by spraying aloe's anthraquinones on plant surface.

Key words: UV-B; Aloe's anthraquinones; *Oryza sativa* L.; Growth

随着现代工业的迅速发展, 环境污染加剧, 大量的氟氯烃类化合物以及氮氧化合物等有害气体排放到大气中, 严重破坏了大气平流层中的臭氧层, 臭氧层变薄及臭氧空洞的出现, 导致到达地球表面的太阳紫外线辐射增强^[1]。紫外线-B(UV-B)对地球表面的植物会产生明显的生物学效应, UV-B 强度的变化影响植物的生长发育^[2]。芦荟属植物系百合

科(Liliaceae)多年生常绿肉质草本植物, 原产非洲, 具有抗强光辐射和抗干旱的能力, 芦荟蒽醌类物质在紫外光的激发下其电子由基态跃迁到激发态, 当电子再由激发态回到基态时, 将其吸收的紫外线能量释放出来, 发出橙黄色荧光^[3]而产生明显的生物学效应。鉴此, 本试验以水稻为材料, 研究了芦荟蒽醌类物质对 UV-B 胁迫下水稻生长发育的影

收稿日期: 2010-12-26

作者简介: 刘慧(1972-), 女, 河南内黄人, 实验师, 本科, 主要从事农业生物技术研究。E-mail: aygxy1h1972@126.com

*通讯作者: 王太霞(1964-), 女, 河南新乡人, 教授, 博士, 主要从事药用植物学研究。E-mail: wtaixia@sina.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

响,以探索预防或减少UV-B对植物伤害的新途径。

1 材料和方法

1.1 材料及处理

4月份取库拉索芦荟(*Aloe vera* L.)鲜叶伤流液,在80℃烘箱内烘干,研磨成细粉,用BS110S型分析天平精确称取50g芦荟干粉,加入125mL甲醇,浸提24h后经层析分离得到芦荟蒽醌类物质^[4]。

选取籽粒饱满,无病害的水稻种子,经消毒、浸种24h后播种于花盆中。土壤肥力中等,常规管理。待第1片真叶出现后,根据株高、叶片大小、茎的粗细等生长指标,每盆保留12株生长一致的幼苗。

试验设4个处理:CK(自然光+蒸馏水);B(自然光+紫外光+蒸馏水);BT1(自然光+紫外光+1mg/L蒽醌);BT2(自然光+紫外光+10mg/L蒽醌)。花盆随机放置。紫外灯管为上海顾村仪器厂生产,40W,发光区域为280~320nm,用UV-B辐射测定仪测定其辐射剂量为18kJ/(m²·d),近似太阳UV成分。在幼苗四叶期时开始处理,每周喷施1次,喷施量为50mL/m²。具体处理方法:紫外灯管架于植株上方80cm处,并根据植株生长情况适时调整灯管与植株顶端的距离,保持各处理组的辐射强度不变,连续处理35d。UV-B辐射处理时间为每天10h(8:00—18:00)。采样取长势一致、健壮的植株进行测定。重复3次。

1.2 测定方法

1.2.1 叶绿素含量的测定 用改良的Arnon法测定^[5]:称取不同处理的水稻同一叶位的叶片0.1g,用纱布擦洗干净,剪碎后装入盛有10mL丙酮+无水乙醇混合提取液(体积比为1:1)的小刻度试管中,置于38~40℃的恒温箱中浸提24h至叶片呈白色为止,冷却到室温用提取液定容到10mL刻度处,取上清液,分别在470nm、645nm、663nm波长下,用752型分光光度计测定并记录光密度值,通过OD值并根据公式计算叶绿素的含量。

1.2.2 过氧化物酶(POD)活力的测定 从喷施后第5天开始测定水稻叶片中POD活性,测定方法采用愈创木酚比色法^[6]。

1.2.3 丙二醛(MDA)含量的测定 用硫代巴比妥酸(TBA)法^[6]测定水稻叶片中MDA的含量,从喷施后第5天开始测量水稻叶片中MDA的含量。

1.2.4 相对电导率(REC)的测定 取不同处理的水稻同一叶位的叶片,用纱布擦拭干净,精确称取0.2g,每个样品设3个重复,用去离子水冲洗3

遍,吸水纸吸干水分,剪碎放入盛有20mL无离子水的三角瓶中,及时塞口。抽真空至不再冒泡为止,30℃静置4h。用DDS-IIA型电导率仪测电导率值(S₁)。再将样品沸水浴15min,冷却后定容至20mL,25℃静置30min,外渗后测总电导率(S₂)^[6]。并计算伤害率。

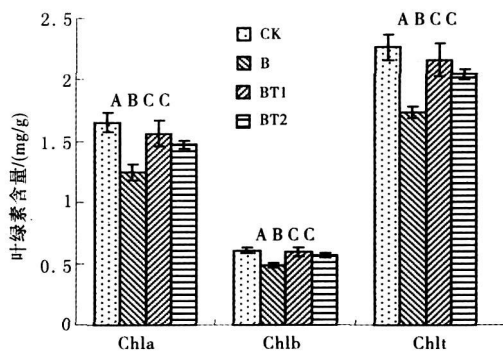
$$\text{伤害率} = S_1 / S_2 \times 100\%$$

1.2.5 光合速率测定^[7] 植物叶面喷施1mg/L、10mg/L的芦荟蒽醌类物质3d后,用CI-340便携式光合作用测定系统测其叶片的光合速率。

2 结果与分析

2.1 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片叶绿素含量的影响

从图1可以看出,在UV-B辐射下,B、BT1、BT2组的水稻叶片中叶绿素a(Chla)、叶绿素b(Chlb)、总叶绿素(Chlt)的含量均呈下降趋势,与CK相比,B处理Chlt、Chla、Chlb含量分别降低了23.3%、24.4%、20.4%,达到了极显著水平;与B处理相比,喷施蒽醌类物质的BT1组的Chlt、Chla、Chlb含量分别上升24.5%、25.1%、22.9%,BT2组的Chlt、Chla、Chlb含量分别上升17.8%、18.1%、17.2%,均达到极显著水平($P < 0.01$)。叶绿素含量总趋势表现为CK组>BT1组>BT2组>B组。叶绿素含量被认为是衡量植物受UV伤害的重要指标^[8]。李景原等报道,UV辐射增强,会导致菠菜叶片叶绿素含量明显降低^[9]。本研究结果与其一致。说明增强UV辐射,破坏了叶片的叶绿体被膜和类囊体结构,喷施芦荟蒽醌类物质可以有效减轻紫外线对植物叶绿体的伤害。



A、B、C表示0.01显著水平

图1 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片叶绿素含量的影响

2.2 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片POD活性的影响

由图2可看出,POD活性在蒽醌及UV-B辐射

处理下表现出明显的效应。与 CK 相比, B 组和 BT1 组水稻叶片的 POD 活性分别降低 19.8%、9.8%;与 B 处理相比, 喷施蒽醌类物质的 BT1、BT2 组 POD 活性均有上升, 分别上升 12.4%、29.4%。这表明在增强 UV-B 辐射条件下, 喷施芦荟蒽醌类物质能够减轻水稻所受的紫外辐射伤害, 使其细胞内自由基代谢维持在相对平衡的状态, 有利于提高水稻抗氧化的能力。

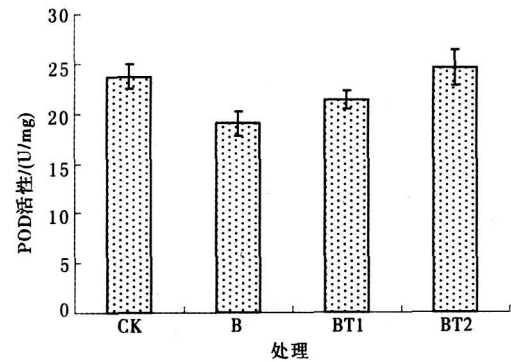


图 2 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片 POD 活性的影响

2.3 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片 MDA 含量的影响

由图 3 可以看出, 与 CK 组相比, B 组 MDA 含量提高了 19.1%, 达到显著水平 ($P<0.05$), 说明 UV 胁迫加剧细胞膜脂过氧化作用。而在增强 UV-B 辐射条件下喷施蒽醌类物质的 BT1、BT2 组, 其 MDA 含量明显降低, 与 B 处理组比, 分别降低了 50.5%、21.9%, BT1 组达极显著水平 ($P<0.01$)。由此可以看出, 增强 UV-B 辐射, 植物膜脂过氧化作用明显增强, 细胞膜系统的损伤加剧, 而蒽醌类物质能明显降低这种伤害, 防护植物免受 UV-B 辐射损伤。蒽醌类物质喷施质量浓度为 1mg/L 时较 10mg/L 效果好。

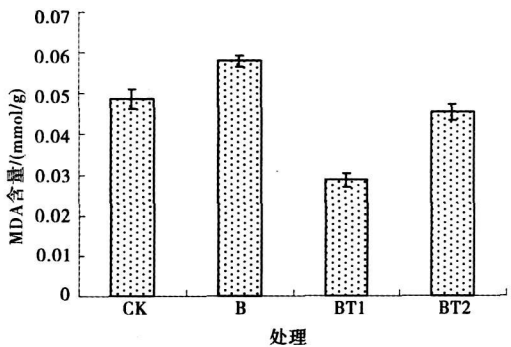


图 3 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片 MDA 含量的影响

2.4 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片 REC 的影响

由图 4 可知, 经 UV-B 辐射胁迫后, 水稻幼苗叶片的 REC 均高于 CK, 分别较 CK 增加 51.1%、

18.1%、39.2%;在 UV-B 辐射处理组中, 喷施蒽醌类物质的 BT1、BT2 组比没有喷施蒽醌的 B 组 REC 有所下降, 其中 BT1 下降 21.9%, 达极显著水平 ($P<0.01$)。由此说明, UV-B 辐射胁迫破坏了细胞膜, 细胞膜透性增大, 喷施蒽醌类物质可以有效保护植物细胞膜的正常功能, 从而有助于维持细胞正常的代谢活动。

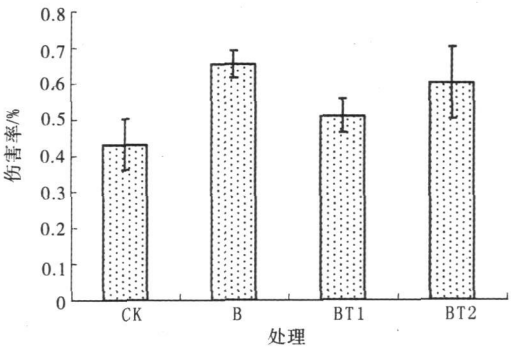


图 4 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片 REC 的影响

2.5 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片净光合速率的影响

由图 5 可见, UV-B 处理组的水稻叶片净光合速率比 CK 组均有所下降, 其中 B 组下降 53.7%, 达极显著水平 ($P<0.01$), 在 UV-B 处理组, 喷施蒽醌类物质的 BT1、BT2 组净光合速率比未喷施的 B 组均有所上升, 其中 BT1 组升高 93.7%, 达到极显著水平 ($P<0.01$), 净光合速率总变化趋势为 CK > BT > BT2 > B, 说明芦荟蒽醌类物质在 UV-B 辐射处理中对辐射损伤有缓解作用。

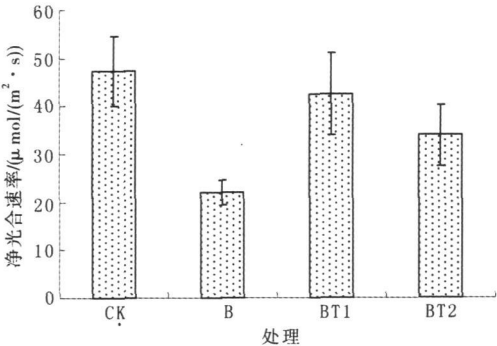


图 5 喷施芦荟蒽醌类物质对水稻叶片净光合速率的影响

3 结论

本研究结果表明: 增强 UV-B 辐射, 水稻叶片的叶绿素含量、POD 活性、MDA 含量、REC 以及净光合速率都受到不同程度的影响, 其中叶绿素含量、净光合速率、POD 活性降低, 而反映细胞膜受损伤程度的 REC 和 MDA 含量升高, 说明增强紫外线辐射对水稻的生长产生了伤害。本研究结果与前人报道

一致^[10-11]。而在增强 UV-B 辐射条件下, 喷施芦荟蒽醌类物质的 BT1 组和 BT2 组与未喷施芦荟蒽醌类物质的 B 组相比, 叶绿素含量、净光合速率、POD 活性的降低, 以及 REC、MDA 含量的升高都明显降低, 说明喷施芦荟蒽醌类物质能有效减轻 UV-B 辐射对植物的损伤。研究结果为探索预防 UV 辐射对植物的伤害提供了新的途径。

参考文献:

[1] 郑有飞, 颜景义, 万长健, 等. 紫外辐射增加对农作物的影响及其对策[J] . 中国农业气象, 1998, 17(4): 50-54.

[2] Caldwell M, Teramura A H, Tevini M, *et al.* Effects of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial plant [J] . *Am-bio*, 1995, 24(3): 166-173.

[3] 王太霞, 李景原, 沈宗根, 等. 芦荟叶内芦荟素细胞的发育和蒽醌类物质的积累[J] . 实验生物学报, 2003, 36(5): 361-365.

[4] Reynolds T. Observations on the phytochemistry of the Aloe leaf-exudate compounds[J] . *Bot J Linnean*

Soc, 1985, 90: 179-199.

[5] Li HSH. *Plant physiology and biochemistry experiment theory and technology*[M] . Beijing: Higher Education Press, 2000: 134-165.

[6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M] . 北京: 高等教育出版社, 2000: 261-263.

[7] 龚富生, 张家宝. 植物生理学实验[M] . 北京: 气象出版社, 1995.

[8] 李元, 岳明. 紫外辐射生态学[M] . 北京: 中国环境科学出版社, 2000.

[9] 李景原, 丁位华, 王太霞, 等. 外源芦荟蒽醌类物质对增强 UV 胁迫下菠菜生长发育的影响[J] . 西北植物学报, 2008, 28(7): 1404-1409.

[10] 安黎哲, 冯虎元, 王勋陵. 增强的紫外线 B 辐射对几种作物和品种生长的影响[J] . 生态学报, 2001, 21(2): 249-253.

[11] 王太霞, 丁位华, 李景原, 等. 芦荟蒽醌类物质对灌浆期冬小麦光合作用及产量的影响[J] . 生态学杂志, 2008, 27(10): 1818-1821.

更 正

本刊 2011 年第 5 期目次页中,“烟草分子农业——烟草行业发展的新增长点”一文, 第一作者“韩锦锋”应为“韩锦峰”, 特此更正, 并致歉意。

《河南农业科学》编辑部