

UV-B 辐射增强对油桃光合特性和抗氧化酶活性的影响

张良英, 刘林, 牛歆雨

(西藏农牧学院 植物科学技术学院, 西藏 林芝 860000)

摘要:以油桃品种“中油桃 8 号”为试材, 设置 0 (CK)、15 (T1)、30 (T2) $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 3 个辐射强度, 在露地和盆栽条件下研究了 UV-B 增强下油桃叶片光合特性和抗氧化酶活性的变化。结果表明: 2 个处理叶片的净光合速率显著降低, 但低辐射处理 T1 的叶绿素含量显著提高。各处理的 SOD 活性较对照显著提高, 分别增加 22.71%、23.80%; CAT 活性随 UV-B 辐射强度的增强, 表现出先上升后降低的趋势; T2 处理的 POD 活性显著高于对照。2 个处理的 MDA 含量均显著增加。

关键词:UV-B 辐射; 油桃; 光合作用; 抗氧化酶

中图分类号:S 662.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0027-03

光环境是影响植物生长发育的重要外界条件。由于近地面紫外线辐射不断增强, 光环境中 UV-B 辐射

(波长 280~320 nm) 对植物生理生态的影响已被广泛关注^[1-2]。UV-B 辐射可影响植物发育的各个方面, 涉及到从种子萌发到开花结实的整个生命过程^[3]。

第一作者简介:张良英(1981-), 女, 硕士, 讲师, 现主要从事园艺植物生理生态研究工作。E-mail: zhangliangying_123@163.com。

责任作者:刘林(1980-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事果树生理研究工作。E-mail: Liuxlin54@sina.com。

收稿日期:2012-03-07

光合作用是作物产量的决定因素。大量研究认为, UV-B 辐射增强会破坏作物的光合作用, 从而导致生产力下降^[4]。西藏是我国紫外辐射的高值区^[5], 因此, 研究当地自然光环境中 UV-B 辐射增强对果树生产的影响

[25] 王吉庆, 孙治强. 低温胁迫对嫁接黄瓜生理生化特性的影响[J]. 农业工程学报, 1997(12): 69-73.

[26] 姜卫兵, 王业遵. 渗透保护物质在无花果抗寒性发育中的作用[J]. 园

艺学报, 1992, 19(4): 71-72.

[27] 孙德岭, 方文惠. 温度变化对番茄幼苗抗寒性的影响[J]. 华北农业学报, 1999, 14(3): 75-78.

Effects of Artificial Low Temperature Stress on Physiological and Biochemical Indexes of Cold Resistance in Cashew Blade

XIA Qing-zhu¹, LIU Hui-min¹, HE Cheng-zhong¹, WANG Lian-chun¹, WAN Hong², ZHANG Xiao-min¹

(1. Key Laboratory for Forest Resources Conservation and Use in the Southwest Mountains of China, Ministry of Education, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. Simao Teachers' College, Simao, Yunnan 655000)

Abstract: Cashew clone of FL30 blade was used as material in this experiment, physiological and biochemical indexes of cold resistance of the relative conductivity rate, the content of MDA, soluble sugar, proline and the activity of SOD were tested during different artificial cryogenic stress, to explore the change rule of cashew cold physiological and biochemical response mechanism in low temperature conditions. The results showed that the relative electrical conductivity rate, MDA, soluble sugar, proline and SOD with the stress from 20°C temperature reduced to 4°C continue to rise in the same time processing; With the extension of time in the same low temperature stress treatment, the relative conductivity rate increased firstly, then decreased and increased again, the content of MDA, soluble sugar, proline and SOD activity increased firstly and then decreased.

Key words: cashew blade; artificially low temperature; physiological and biochemical indices; cold resistance

具有重要意义。试验以油桃品种“中油桃 8 号”为试材,探讨 UV-B 辐射对当地果树光合参数和抗氧化酶的影响,为揭示在西藏特殊光环境下 UV-B 对果树光合特性的影响提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2011 年 5~8 月在西藏农牧学院实习农场进行。试验材料为生长势基本一致的 3 a 生“中油桃 8 号”盆栽苗 (*Prunus persica nectarina* ‘Zhongyoutao No. 8’),肥水管理正常。

1.2 试验方法

试验在自然光照条件下进行,根据 UV-B 辐射强度不同设 CK、T1 (15 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)、T2 (30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) 3 个处理。UV-B 光源由紫外-B 灯提供(40 W、主峰值为 313 nm),UV-B 补充时间为 10:00~16:00。为保证试验期间增加的辐射强度恒定不变,根据植株的生长情况不断地调整灯管的高度。

1.3 项目测定

1.3.1 光合特性的测定 处理 2 周后,用 LI-6400 便携式光合仪,选取外围新梢中部的成熟叶片,测定净光合速率(Pn);将功能叶片去叶脉后,用 80% 丙酮提取,测定叶绿素和类胡萝卜素含量^[6];类黄酮采用酸化甲醇法(HCl: 甲醇=1: 99)提取、测定^[1],稍作改动。

1.3.2 抗氧化酶活性的测定 丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法^[6];超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用氮蓝四唑法;过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法;过氧化氢酶(CAT)活性的测定采用紫外吸收法^[7]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS 软件分析、处理。

2 结果与分析

2.1 不同 UV-B 辐射强度对油桃光合作用的影响

由表 1 可知,UV-B 辐射增强对“中油桃 8 号”的光合作用有显著影响。与对照相比,T1 和 T2 处理的净光合速率均呈现下降的趋势,其中以 T2 最低,为 7.802 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。不同 UV-B 辐射强度下,油桃光合色素含量的变化趋势不同。T1 处理下,油桃叶片

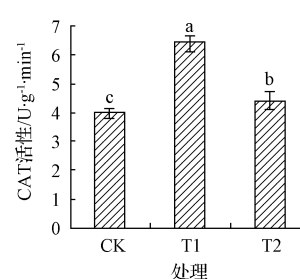
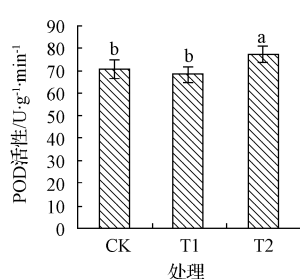
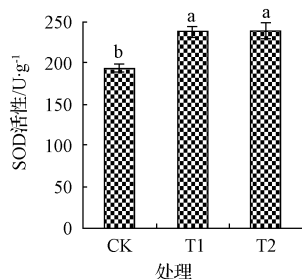


图2 油桃叶片 SOD、POD 和 CAT 活性对 UV-B 胁迫的响应

表 1 不同 UV-B 辐射强度对油桃光合色素含量的影响

处理	净光合速率 / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	叶绿素 a / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 b / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 a+b / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 a/b
CK	10.227a	1.350b	0.490ab	1.840b	2.755b
T1	9.205b	1.680a	0.524a	2.203a	3.206a
T2	7.802c	1.201c	0.476b	1.677c	2.523c

注:表中小写字母表示方差分析中 0.05 水平的差异显著。

的叶绿素 a、叶绿素 b 和 a/b 比值显著提高,而随着 UV-B 辐射强度的进一步增加,T2 处理的叶绿素 a、叶绿素总含量和 a/b 比值明显下降,叶绿素 b 比 CK 略有下降,但差异不显著。

2.2 UV-B 辐射对油桃叶片类黄酮和丙二醛含量的影响

类黄酮的积累是植物对 UV-B 辐射的适应和保护措施,能屏蔽大部分紫外线,减弱其对叶肉组织的伤害^[8]。由图 1 可知,在 UV-B 辐射强度较低的 T1 处理中,叶片类黄酮含量显著增加,比对照提高 22.73%;但在辐射强度较高的 T2 下,与对照相比,类黄酮的含量略微下降,但差异不显著,为 10.17 $\text{OD}_{325}/\text{g FW}$ 。表明适度的 UV-B 辐射强度可促进植物叶片内类黄酮的积累,有助于抗性的提高。

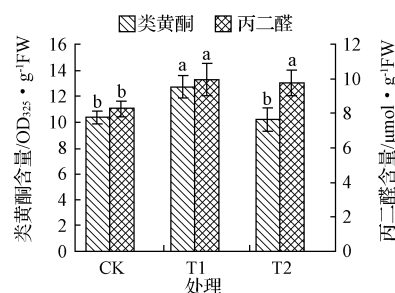


图1 UV-B 辐射增强对油桃类黄酮和丙二醛含量的影响

丙二醛是生物膜系统膜脂过氧化产物之一,其含量与植物的抗逆性呈负相关,会造成叶片光合能力的下降^[9]。在不同 UV-B 辐射强度处理后,油桃叶片的 MDA 含量明显上升。T1 与 T2 处理的叶片 MDA 含量分别比对照增加 20.19%、18.14%,但 2 个处理之间差异不显著。

2.3 UV-B 辐射增强对油桃抗氧化酶活性的影响

SOD、POD、CAT 是植物体内清除自由基的重要保护酶,植物对逆境的适应能力和抗性与保护酶的活性密切相关^[10]。由图 2 可知,在 UV-B 辐射处理后,T1 与 T2

处理的叶片 SOD 活性较对照显著提高,分别增加 22.71%、23.80%,但二者间差异不显著。POD 活性在整体上表现为 $T2 > CK > T1$,其中 T2 与 T1、CK 比较差异显著,但 T1 与 CK 差异不显著。CAT 活性随着 UV-B 辐射强度的逐渐增大,表现出先上升后降低的趋势,但总体上都高于对照。

3 讨论

UV-B 胁迫可抑制大多数植物的光合作用,导致叶绿素含量降低^[11]。但也有研究表明,在低剂量 UV-B 辐射下,植物的叶绿素含量^[12]和光合速率^[13]反而有所提高。在该研究中,低剂量的 UV-B 辐射显著提高了油桃叶片的叶绿素总含量;然后随着 UV-B 辐射强度的增加,表现出下降的趋势,说明适当剂量的 UV-B 辐射可促进油桃叶片叶绿素的积累。但低辐射强度的 T1 处理与高辐射强度的 T2 处理光合速率均显著降低,表明 Pn 的降低不受叶绿素含量的直接影响。

UV-B 胁迫下,植物叶片的 O_2^- 净产生速率、 H_2O_2 和 MDA 含量及膜透性均显著增加^[8]。其中,MDA 浓度代表过氧化程度和膜系统受伤害程度,是重要的逆境生理指标^[12]。UV-B 辐射处理后,T1 和 T2 处理的 MDA 含量显著上升,表明“中油桃 8 号”在低剂量和高剂量 UV-B 辐射强度下均不同程度感受到胁迫。随着 UV-B 辐射强度的逐渐增强,类黄酮含量表现出先上升后降低的趋势。因此,可以认为适度的 UV-B 辐射可促进类黄酮的积累,有助于减少 UV-B 胁迫的伤害。

作为植物体内清除自由基的重要保护酶^[10],SOD 能将植物体内 O_2^- 清除并氧化成 H_2O_2 和 O_2 ,POD、CAT 能将 H_2O_2 转化为 H_2O 和 O_2 ^[14]。该试验中,2 个处理的 SOD 活性均显著提高;CAT 活性随着 UV-B 辐射强度的

增强,表现出先上升后降低的趋势,但都高于对照;T2 处理 POD 活性显著大于对照。在 UV-B 胁迫下,抗氧化酶系统总体水平的增高,有利于降低活性氧对植物的伤害。

参考文献

- [1] 钟楚,王毅,陈宗瑜. 烟草形态和光合生理对减弱 UV-B 辐射的响应[J]. 应用生态学报,2010,21(9):2358-2366.
- [2] Casati P, Stapleton A E. Genome-wide analysis of high-altitude maize and gene knockdown stocks implicates chromatin remodeling proteins in response to UV-B [J]. The Plant Journal, 2006, 46: 613-627.
- [3] 袁绍杰,陈宗瑜,罗丽琼. 植物对 UV-B 辐射响应机理研究方法评述[J]. 云南农业大学学报,2006,21(1):15-19.
- [4] 贵英,赵新全,赵桂英,等. 增强 UV-B 辐射对高原植物麻花苜蓿净光合速率的影响[J]. 植物生态学报,2001,25(5):520-524.
- [5] 刘煜,李维亮. 我国青藏高原臭氧低谷的加深及其可能的影响[J]. 气象学报,2001(9):97-106.
- [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,2000:134-161.
- [7] 孙群,胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社,2006:165-172.
- [8] 李元,何永美,祖艳群. 增强 UV-B 辐射对作物生理代谢、DNA 和蛋白质的影响研究进展[J]. 应用生态学报,2006,17(1):123-126.
- [9] 单守明,刘国杰,李绍华. 秋季叶面喷施 IAA、6-BA 或 GA_3 对草莓植株的影响[J]. 果树学报,2007,24(4):545-548.
- [10] 郭其强,罗大庆,王贞红. 光核桃幼苗光合特性和保护酶对干旱胁迫的响应[J]. 西北农林科技大学学报,2010,38(6):138-144.
- [11] Fedina I, Nedeva D, Georgieva K, et al. Methyl jasmonate counteract UV-B stress in barley seedlings [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2009, 195(3): 204-212.
- [12] 郭玉才. 不同棚膜及人工补充紫外线 B 对设施桃树形态建造和叶片生理的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [13] 周新明,惠竹梅,焦旭亮. UV-B 辐射增强下葡萄叶片光合特性与叶龄关系的研究[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(4):216-220.
- [14] 付士磊,周永斌,何兴元,等. 干旱胁迫对杨树光合生理指标的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(11):2016-2019.

Effects of Enhanced UV-B Radiation on Photosynthesis and Antioxidase Activity of Nectarine

ZHANG Liang-ying, LIU Lin, NIU Xin-yu

(College of Plant Sci-Tech, Tibet Agricultural and Animal Husbandry University, Linzhi, Tibet 860000)

Abstract: With *Prunus persica nectarina* ‘Zhongyoutao No. 8’ as test material, by using 3 treatment (CK, T1: supplemental UV-B $15 \mu W \cdot cm^{-2}$, T2: supplemental UV-B $30 \mu W \cdot cm^{-2}$), the effects of enhanced UV-B radiation on photosynthesis and antioxidant activity of nectarine were investigated under the field condition of pot cultivation. The results showed that Pn of different treatments decreased significantly, but chlorophyll content of T1 increased. Compared to CK, SOD activities of T1 and T2 were higher by 22.71% and 23.80%. With UV-B intensity enhanced, CAT activities increased first and decreased then. However, POD activities of T2 were higher. MDA content of the treatments was significantly raised.

Key words: UV-B radiation; nectarine; photosynthesis; antioxidant