

苗期紫外线 B 照射对丝瓜叶片生长和生理活性的影响

杨天慧, 李美芹, 吕金浮, 林桂玉, 裴华丽, 刘永光

(山东省潍坊科技学院 蔬菜花卉研究所, 山东 寿光 262700)

摘要:以‘维科 1 号’丝瓜为试材,研究了不同紫外线 B(UV-B)处理对苗期丝瓜生长和生理活性的影响。结果表明:适量的 UV-B 照射可以起到促进丝瓜植株生长,提高水分利用效率的作用;持续的 UV-B 照射会抑制丝瓜植株生长,降低丝瓜叶片的净光合速率、气孔导度,加重 PSII 光抑制,同时可以提高叶片水分利用效率和叶片抗氧化酶活性;而只在苗期进行 10 d 的 UV-B 照射,可以明显促进植株生长,提高成苗的叶片净光合速率,但同时降低气孔导度,从而大幅提高叶片的光合水分利用效率,同时苗期 UV-B 处理明显增加了成苗叶片抗氧化酶活性,从而提高成苗叶片的光抑制抗性;试验表明苗期适量的 UV-B 照射是促进丝瓜植株生长,同时减少水分消耗的经济、有效的方法。

关键词:丝瓜;紫外线 B;光合参数;酶活性

中图分类号:S 642.4;S 124⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)20-0036-04

紫外线是指波长在 200~400 nm 的光,紫外线是太阳光的一部分,其辐射能占太阳总辐射的 3%~5%^[1]。

第一作者简介:杨天慧(1983-),女,硕士,讲师,现主要从事蔬菜遗传育种与生理栽培的教学与科研工作。E-mail:yangth1230@163.com.

责任作者:李美芹(1968-),女,博士,副教授,现主要从事生物学与蔬菜遗传育种等研究工作。E-mail:mqli901@126.com.

基金项目:山东省高等学校科技计划资助项目(J12LE56);潍坊市科技计划发展资助项目(201301157);潍坊科技学院科技计划资助项目(W13K001)。

收稿日期:2014-05-24

其中紫外线 B(UV-B,波长 280~320 nm)大部分被臭氧层吸收,只有小部分到达地球表面。但是由于其对植物具有明显的生物效应,UV-B 受到研究者的广泛关注^[2-3]。目前关于 UV-B 对植物的影响,大都针对 UV-B 的负面作用,比如抑制植物生长^[4],伤害生物大分子等^[5]。而 UV-B 是植物正常生长所必须的环境因素,适量的 UV-B 照射可以提高植物对于其它逆境,比如干旱等的抗性^[6]。

在大棚蔬菜种植中,棚膜会阻隔阳光中的大部分 UV-B,使大棚蔬菜处于低 UV-B 环境中。丝瓜营养丰富,口感优良,是重要的经济蔬菜,被广泛用于保护地栽培。

[3] 陈杰,檀满枝,陈晶中,等. 严重威胁可持续发展的土壤退化问题[J]. 地球科学进展,2002,17(5):720-727.

[4] Kyuma K. Soil resources and land use in tropical Asia [J]. Pedosphere,

2003,13(1):49-57.

[5] 孙海国, Larney F J. 保护性耕作和植物残体对土壤养分状况的影响[J]. 生态农业研究,1997,5(1):47-51.

Effect of Half No-tillage Cultivation on Disease-resistance and Quality in Tomato

YU Fen-di¹, GAN Gui-yun², WANG Xian-yu^{2,3}

(1. Economic Crops Extension Station, Guilin Agricultural Bureau, Guilin, Guangxi 541002; 2. Agricultural College, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004; 3. Guilin Comprehensive Experimental Station of National Staple Vegetable Industrial Technology Systems, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract: Taking ‘Fugui No. 6’ as the test material, expressions for resistance to disease of bacterial wilt and viral disease and the 4 quality characters of fruit hardness, soluble solids, acidity and pH value of tomato in half no-tillage cultivation and traditional cultivation were studied. The results showed that the death rate of traditional cultivation tomato was significantly higher than that of half no-tillage tomato; and there was no significantly difference in the quality characters of tomato with the different cultivations, that to say, different cultivation methods had less impact on the quality character.

Keywords: tomato; disease-resistance; fruit hardness; soluble solids; quality

培。该研究探讨的是在大棚中适量增加 UV-B 对丝瓜生长和生理活性的影响。通过研究紫外线对于丝瓜生长的影响,以期改进丝瓜栽培方式,提高丝瓜产量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为潍坊科技学院蔬菜花卉研究所选育的‘维科 1 号’丝瓜。试验于 2014 年 2 月中旬在潍坊科技学院蔬菜育种基地进行。取饱满种子经催芽后种植于玻璃温室中,玻璃可隔绝太阳光中 99% 以上的 UV-B。栽培采用育苗基质,保证养分充足。试验过程中日间最高温度为 34℃,夜间最低温度为 22℃。正常田间管理,充足肥水供应。

1.2 试验方法

植株 2 片真叶完全展开,第 3 片真叶露出后开始进行试验处理。将材料分为 3 份,第 1 份正常生长作为对照(CK),第 2 份在自然光下增加人工 UV-B 照射,10 d 后除去 UV-B 照射,在自然光下继续生长 30 d,第 3 份始终置在自然光下增加 UV-B 照射,生长 40 d。UV-B 照射由 UV-B-313 荧光灯(北京光电源研究所)提供,照射强度为 $60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$,接近自然阳光中的 UV-B 强度。

1.3 项目测定

1.3.1 叶片气体交换参数的测定 叶片净光合速率(P_n)和气孔导度(G_s)等用 CIRAS-2 便携式光合系统测定(PP-Systems,美国)。仪器自动控制测定条件为室温($25 \sim 30^\circ\text{C}$),饱和光强($1\,600 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),空气相对含水量 50%~65%,大气 CO_2 浓度($400 \mu\text{mol}/\text{mol}$)。在 9:00—11:00 进行测定。叶片光合水分利用效率(WUE): $\text{WUE} = P_n/G_s$ 。 P_n -光强响应曲线由 CIRAS-2 光合系统的可调式光源在室温($25 \sim 30^\circ\text{C}$)和 $400 \mu\text{mol}/\text{mol} \text{CO}_2$ 条件下按 $1\,600, 1\,200, 800, 400, 200, 100, 0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的顺序测定。每个光强下稳定至少 2 min。

1.3.2 叶绿素荧光的测定 采用 FMS-2 型便携脉冲调制式荧光仪(Hansatech,英国)测定。叶片经 30 min 暗适应后,用极其弱的测量光测定初始荧光 F_0 ,然后打开强的饱和脉冲光($8\,000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),作用时间为 0.7 s,测得暗适应下的最大荧光 F_m 。PSII 最大光化学效率(F_v/F_m): $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ 。

1.3.3 抗氧化酶测定 取 0.5 g 叶片,在预冷的 5 mL 提取液中冰浴研磨,提取液为含 1 mM EDTA- Na_2 , 1% (w/v)PVP 的 50 mM 磷酸缓冲液(pH 7.8)。然后在 4°C 下 $8\,000 \times g$ 离心 15 min,取上清液用于酶活测定。

1.3.4 抗氧化酶活性测定 超氧化物歧化酶(SOD)活性测定参照 Giannopolitis 等^[7]的方法。取酶提取液 0.1 mL 与 3 mL 反应液在 30°C , $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 光下

反应 30 min,反应液成分为 0.05 mM 磷酸缓冲液, 13 mM 的 Met, 75 μM NBT, 10 μM EDTA- Na_2 , 20 μM 核黄素。用磷酸缓冲液代替酶提取液作为对照。用 UV-2250 型分光光度计(Shimadzu,日本)测定 560 nm OD 值。1 个酶活单位为抑制 NBT 光还原的 50%。

1.3.5 抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性的测定 参照 Nakano 等^[8]的方法略作改进。 25°C 下检测 290 nm 由于 AsA 氧化而引起的吸光度的下降速度。反应液含 0.05 M 磷酸缓冲液(pH 7.0), 0.2 mM H_2O_2 , 0.5 mM AsA, 0.1 mM EDTA- Na_2 和 20 μL 酶液。

2 结果与分析

2.1 不同方式 UV-B 处理对丝瓜植株生长的影响

如图 1 所示,持续处于外加 UV-B 照射的丝瓜植株的地上部鲜重明显低于隔绝 UV-B 照射的对照植株,表明虽然试验中使用的 UV-B 照射的强度与自然阳光中得 UV-B 强度类似,持续的 UV-B 照射对于植物的生长仍然是有明显的抑制作用的。然而,仅在幼苗期(二叶一心期)对丝瓜植株进行 10 d 的 UV-B 照射,然后除去 UV-B 照射,可以明显促进植株的生长,说明幼苗期的 UV-B 照射可以作为刺激因素促进成苗的生长。

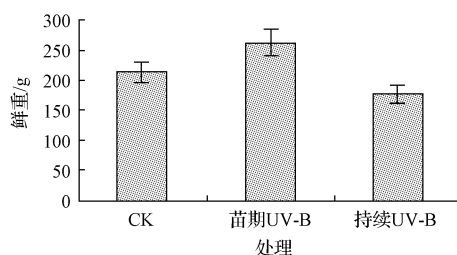


图 1 处理 40 d 后植株地上部鲜重变化

光合作用是植物物质积累的主要途径,植物的生长取决于光合作用积累的有机物的多少。2 种 UV-B 处理方式对丝瓜叶片光合作用的影响如图 2-A 所示,苗期 10 d 的 UV-B 处理对丝瓜叶片的净光合速率没有明显影响。随着植株的生长,叶片净光合速率逐渐提高,而始终进行 UV-B 照射的植株叶片净光合速率的增加明显慢于对照植株,而苗期经历 UV-B 照射的植株在除去 UV-B 照射后,其叶片净光合速率的增加明显快于对照植株。从图 3 光合-光强响应曲线中可以看出,处理 40 d 后,当光强在 $800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上时,始终进行 UV-B 处理的叶片净光合速率明显低于对照植株,而幼苗期经历 UV-B 照射的植株的叶片净光合速率在光强大于 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时会明显高于对照植株,而在较弱光强下,三者的叶片净光合速率没有明显差异。

丝瓜是喜水怕旱的植物,水分的高效利用对于丝瓜的生长和生产意义重大。由图 2-B 可以看出,UV-B 处

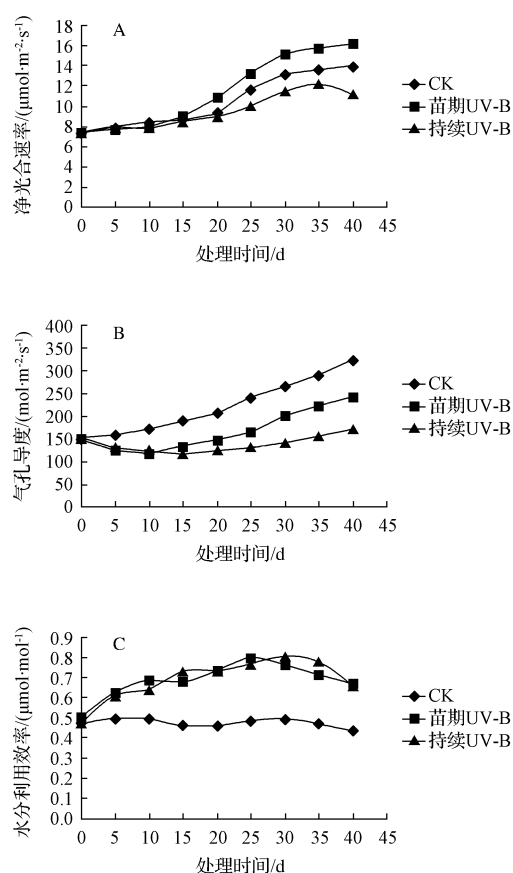


图2 不同处理时间叶片的净光合速率(P_n), 气孔导度(G_s)和光合水分利用效率(WUE)变化

理大幅减少了叶片气孔导度,在处理不同时间后,经历过UV-B处理的叶片气孔导度均明显小于对照植株,其中始终进行UV-B照射植株的气孔导度的下降更明显。通过叶片净光合速率和气孔导度计算了光合水分利用效率(WUE,图2-C),发现UV-B照射明显提高了植物的光合水分利用效率,而且只需在幼苗期进行UV-B处理即可获得与始终进行UV-B照射相同的节水效果。

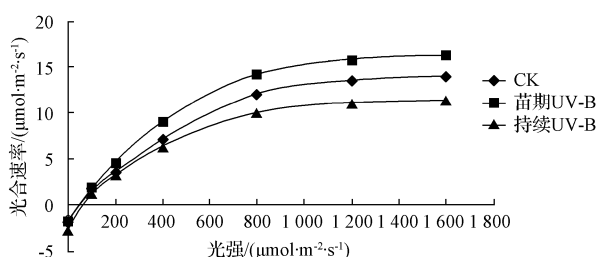


图3 处理40 d后叶片光合-光强响应曲线变化

2.2 不同方式UV-B处理对丝瓜叶片光抑制的影响

当叶片吸收的光能超过其光合作用所能利用的范围就会产生过刺激能从而导致光合机构的光能利用率下降,称为光抑制,表现为PSII最大光化学效率(F_v/F_m)的下降。正午光照强烈温度高,是光抑制最严

重的时间。由图4可以看出,当丝瓜幼苗期,UV-B照射明显降低了正午叶片 F_v/F_m ,但是当除去UV-B照射15 d后,苗期经历过UV-B照射的植株的正午光抑制反而弱于对照植物。表明持续的UV-B照射会加重叶片光抑制,而苗期短时间UV-B照射可以作为信号提高成苗叶片的抗光抑制的能力。

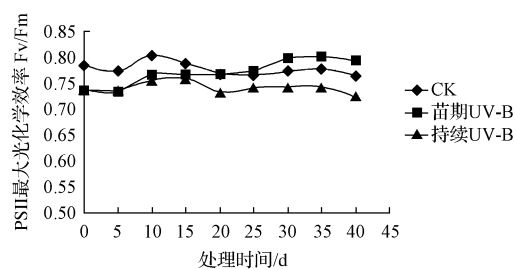


图4 处理不同时间叶片正午PSII最大光化学效率(F_v/F_m)的影响

2.3 不同方式UV-B处理对丝瓜叶片抗氧化酶活性的影响

有研究表明,活性氧的过度积累是导致叶片光抑制加剧的重要原因之一,因此,检测了叶片中2个主要的活性氧清除酶,超氧化物歧化酶(SOD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)的活性。如图5所示,UV-B照射明显提高了叶片SOD和APX的活性,且始终进行UV-B照射的植株比只在幼苗期经历UV-B照射的植株酶活性提高更明显。

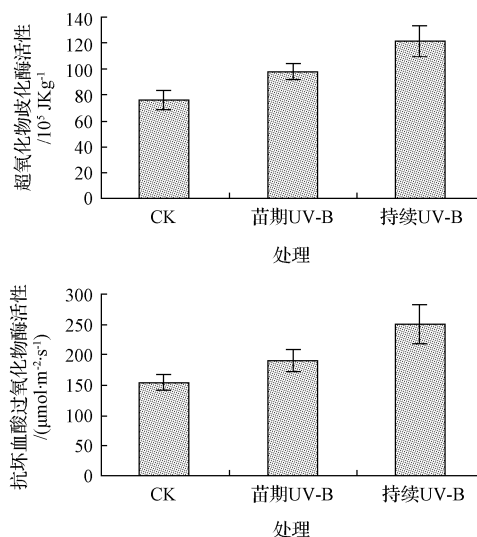


图5 处理40 d后叶片超氧化物歧化酶(SOD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性的变化

3 结论与讨论

前人关于UV-B照射的研究大都集中在UV-B对于植物生长的抑制上^[9-10]。很多研究认为,随着臭氧层的破坏加剧,达到地面的UV-B将增加,从而影响植物的

生长,甚至生态的破坏^[11-12]。该研究也表明,UV-B 照射会明显抑制植物的生长,这可能与 UV-B 抑制叶片光合作用,加剧光抑制有关。

虽然 UV-B 对植物有明显的副作用,但该研究发现,UV-B 照射对叶片气孔导度的影响明显大于对净光合速率的影响,这导致 UV-B 照射明显提高了叶片的光合水分利用效率(WUE),这对于减少丝瓜这种耗水量较大的植物种植过程中的耗水量很有帮助。

该研究发现,在丝瓜苗期进行 UV-B 照射处理,不仅不会抑制光合速率,反而可以明显提高成苗叶片的净光合速率,同时大幅降低叶片的气孔导度,从而使仅在幼苗期进行 UV-B 照射的植株与始终进行 UV-B 照射的植株具有相同的光合水分利用效率。另外,苗期进行 UV-B 照射处理可以明显提高成苗叶片的抗氧化酶活性,从而减少活性氧的积累,减缓光抑制的发生。表明通过苗期的短期 UV-B 处理可以既提高成苗的光合速率,又提高成苗的光合水分利用效率,还提高了植物的逆境抗性,因此苗期短期 UV-B 处理是丝瓜种植中一项简便易行,成本低廉的增产措施。

参考文献

- [1] 周党卫,韩发,滕中华,等. UV-B 辐射增强对植物光合作用的影响及植物的相关适应性研究[J]. 西北植物学报,2002,22(4):1004-1010.
- [2] 侯扶江,贾桂英,韩发,等. 浅析植物对太阳紫外线-B 辐射的适应[J]. 生态学杂志,2009,16(2):31-35.
- [3] 吴兵,袁明璐,李胜,等. 高寒草甸植物抗氧化系统对产期增强 UV-B 辐射的响应[J]. 草业科学,2008,25(5):68-73.
- [4] 王传海,郑有飞,王鑫,等. UV-B 辐射增加对黑麦草生长及产量影响的初步研究[J]. 草业学报,2005,14(1):78-81.
- [5] Du H M, Liang Y, Pei K Q, et al. UV radiation-responsive proteins in rice leaves: a proteomic analysis[J]. Plant Cell Physiol, 2011, 52(2): 306-316.
- [6] Jason J W, Jordan B R. From ozone depletion to agriculture: understanding the role of UV radiation in sustainable crop production[J]. New Phytologist, 2013, 197(4): 1058-1076.
- [7] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases I. Occurrence in higher plants[J]. Plant Physiology, 1977, 59(2): 309-314.
- [8] Nakano Y, Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts[J]. Plant and Cell Physiology, 1981, 22(5): 867-880.
- [9] 刘芸,钟章成,龙云,等. α -NAA 及 UV-B 辐射对栝楼幼苗生长及蒸腾作用的影响[J]. 植物生态学报, 2003, 27(4): 454-458.
- [10] 岳向国,韩发,师生波,等. 不同强度的 UV-B 辐射对高山植物麻花光光合作用及暗呼吸的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 231-235.
- [11] 侯扶江,贾桂英,颜景义,等. 长期增加紫外线(UV)辐射对大豆幼苗生长和光合的影响[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 256-261.
- [12] 师生波,李和平,王学英,等. 高山植物唐古特山蓼蓉和唐古特大黄对强太阳辐射光能的利用和耗散特性[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 129-137.

Effect of Ultraviolet B Irradiation in Seedling Stage on Growth and Physiological Activity of Luffa Leaf

YANG Tian-hui, LI Mei-qin, LYU Jin-fu, LIN Gui-yu, PEI Hua-li, LIU Yong-guang

(Institute of Vegetables and Flowers, Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700)

Abstract: Taking 'Weike No. 1' luffa as materials, effect of ultraviolet B(UV-B) irradiation in seedling stage on growth and photosynthetic activity of luffa leaf were studied. The results showed that, properly UV-B irradiation could induce the loofah plant growth, and increase the water use efficiency; UV-B irradiation could inhibit sustained loofah plant growth, reduce the net photosynthetic rate and stomatal conductance of the luffa leaf, and aggravated photo inhibition of PSII, at the same time it could improve the water use efficiency and antioxidant enzyme activities of leaves. And 10 days of UV-B exposure only in the seedling stage, could significantly promote plant growth, improve the net photosynthetic rate of seedling leaf, but also reduce stomatal conductance, thereby significantly improve leaf photosynthetic water use efficiency at seedling stage, while UV-B treatment significantly increased the seedling leaf antioxidant enzyme activity, thereby improving seedling leaves photo inhibition resistant. It showed that, moderate UV-B exposure was a economic effective method that could promote the luffa plant growth, and reduce water consumption.

Keywords: luffa; ultraviolet B; photosynthetic parameter; enzymatic activity