

不同浓度光合菌对早春茬西瓜幼苗光合功能和抗氧化系统的影响

苗锦山, 刘 杰, 李云玲, 吴金峰

(潍坊科技学院 园艺科学与技术研究所, 山东 寿光 262700)

摘 要:以‘潍科3号’西瓜品种为试材,在日光温室环境下采用叶面喷施法,研究了不同浓度光合菌对低温逆境下西瓜幼苗叶片光合功能及抗氧化系统的影响。结果表明:西瓜苗期叶面喷施光合菌 $1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL,明显减轻了低温胁迫下叶绿素的分解,有效缓解了低温对光合系统及抗氧化系统的伤害,保护了幼苗的膜系统,增强了西瓜幼苗对低温逆境的适应能力,其最适宜的浓度为 4×10^9 CFU/mL。但叶面喷施 8.0×10^9 CFU/mL 光合菌却对西瓜幼苗有一定毒害作用。

关键词:西瓜;光合菌;低温逆境

中图分类号:S 652 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)21-0042-03

西瓜(*Citrullus* L.)属葫芦科(Cucurbitaceae)西瓜属,原产非洲热带地区,喜温耐热,是世界五大水果之一。随着我国种植业结构的不断调整,北方早春茬西瓜种植面积日益增加,显著提高了农民的经济效益。但是,生产上早春茬前期低温弱光环境易导致西瓜低温沤根、植株徒长以及营养及生殖生长失衡等生育障碍,引发西瓜产量和品质的下降。光合菌(PSB)是一种非常重要的微生物资源,其细胞内含有未知的生长刺激物和抗病毒物质,能刺激植物生长,提高作物抗逆性与抗病性,

在农业领域发挥着越来越重要的作用^[1]。该试验以‘潍科3号’西瓜为试验材料,以不同浓度 PSB 叶面喷施西瓜幼苗,探讨 PSB 对早春茬西瓜抗低温的影响,以期为进一步完善光合菌应用技术过程及早春茬西瓜的高产优质栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“潍科3号”西瓜品种由潍坊科技学院园艺科学与技术研究所选育并提供。

供试光合菌(PSB)由黑龙江省哈尔滨市鑫泉生物(中国)制品有限公司出品,参照 Han^[2]的方法培养 PSB。PSB 的浓度采用最大计数法(MPN)^[3]估算。

1.2 试验方法

试验于 2013 年 1—3 月在潍坊科技学院园艺科学

第一作者简介:苗锦山(1972-),男,博士,副教授,现主要从事蔬菜育种与栽培技术等研究工作。E-mail:lnmj@s163.com.

基金项目:国家星火计划资助项目(2011GA740071);潍坊科技学院自然科学重大专项资助项目(w13k002)。

收稿日期:2014-05-22

Study on Introduction of Corm *Cichorium intybus* L. in Jilin Area

ZHAO Wen-ruo, LI Xin-jiang, HU Jun-jie, LU Zhan-qi

(Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin, Jilin 132101)

Abstract: Five varieties of corm *Cichorium intybus* L. were introduced and the comparison test was done in order to select the suitable variety for cultivation in the Jilin area. The results showed that the growth period and morphological characteristics of different varieties had significant differences, the yield of per unit area had very significant differences, and the resistance to disease, stress and insect of varieties were all strong. In which ‘red leaf *Cichorium intybus*’ was the best, the second were ‘corm red *Cichorium intybus*’, ‘red *Cichorium intybus*’ and ‘1044’, could be cultivated in Jilin area, but the yield of ‘Queen’ variety was low and not suitable for cultivation in Jilin area.

Keywords: corm *Cichorium intybus* L.; variety; comparison test

与技术研究所温室内进行。试验地土壤为砂浆潮土, 0~20 cm 土层有机质含量 0.87%, 速效氮 50.2 mg/kg, 速效磷 65.3 mg/kg, 速效钾 83.8 mg/kg, 土壤田间持水量 23.8%, 容重 1.3 g/cm³。西瓜于 2013 年 1 月 15 日定植, 定植后 10 d 进行光合菌处理。根据叶面喷施光合菌浓度不同设置 4 个处理: T1 叶面喷施 PSB 浓度为 1×10^9 CFU/mL; T2 叶面喷施 PSB 浓度为 2×10^9 CFU/mL; T3 叶面喷施 PSB 浓度为 4×10^9 CFU/mL; T4 叶面喷施 PSB 浓度为 8×10^9 CFU/mL; 以叶面喷施等量清水为对照(CK)。各处理均于 16:00—17:00 叶面喷施, 叶面正反面均匀喷雾至叶面溶液形成细雾状液滴为止。喷施光合菌处理 20 d 对主茎倒三叶进行相关生理指标测定。

1.3 项目测定

用 Li-6400 (LICOR Biosciences, Lincoln, USA) 便携式光合测定系统测定同一功能叶片(主茎倒三叶)的光合指标及叶绿素荧光参数指标, 测定方法参照刘杰^[4]的方法。各荧光参数的计算依据 Schreiber 等^[5]的方法。

超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑光化还原法^[6]; 过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度

法^[7]测定; 过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定; 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法^[8]测定。

1.4 数据分析

数据处理及方差统计学分析均用统计学程序 SPSS 14.0 完成。所有数据均以 3 次重复的平均值表示, 检验水平为 5%。各处理平均值用多重比较(LSD)检测统计学差异。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施光合菌对早春茬西瓜光合性能的影响

从表 1 可以看出, 当喷施的光合菌浓度在 $1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL 时, 西瓜叶片叶绿素含量及各光合指标较对照明显升高, 且随着喷施浓度的增加而增加($P < 0.05$); 但是, 当较高浓度的 PSB 处理(8×10^9 CFU/mL)时, 西瓜叶片叶绿素含量及各光合指标较前 3 个处理组明显降低, 基本与对照组持平, 这说明高浓度的 PSB 对西瓜叶片可能有一定的毒害作用。

表 1

光合菌对早春茬西瓜光合性能的影响

Table 1 Effect of photosynthetic bacterial on photosynthesis of watermelon seedlings in early spring

处理 Treatment	叶绿素含量 Chlorophyll content/(mg · g ⁻¹)	光合速率 Pn /(μmol · m ⁻² · s ⁻¹)	蒸腾速率 Tr /(mmol · m ⁻² · s ⁻¹)	气孔导度 Gs /(mol · m ⁻² · s ⁻¹)	胞间 CO ₂ 浓度 Ci /(μmol · mol ⁻¹)
CK	2.95d	14.08d	3.57c	5.12c	238.5d
T1	3.03c	14.75c	3.65b	5.15c	274.2c
T2	3.08b	14.96b	3.85a	5.45b	285.8b
T3	3.95a	15.23a	3.89a	5.98a	298.7a
T4	2.79d	13.67e	3.56c	5.13c	245.3d

注: 表中大小写字母不同表示在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著, 下同。

2.2 叶面喷施光合菌对早春茬西瓜叶绿素荧光性能的影响

Fv/Fm 和 Φ_{PSII} 分别表示 PSII 对光能潜在和实际的利用能力。从表 2 可以看出, 当喷施的光合菌浓度在 $1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL 时, 西瓜叶片 Fv/Fm 和 Φ_{PSII} 较对照明显升高, 且随着喷施浓度的增加而增加($P < 0.05$); 但当喷施光合菌浓度为 8×10^9 CFU/mL 时, 西瓜叶片最大光化学效率及 PSII 量子效率较前 3 个处理组明显降低, 基本与对照组持平。这说明一定浓度($1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL)的 PSB 对 PSII 反应中心具有一定的保

表 2 光合菌对早春茬西瓜叶片荧光参数的影响

Table 2 Effect of photosynthetic bacterial on chlorophyll fluorescence of watermelon seedlings in early spring

处理 Treatment	最大光化学效率 Fv/Fm	PSII 量子效率 Φ_{PSII}
CK	0.598d	0.291d
T1	0.622c	0.301c
T2	0.634b	0.308b
T3	0.657a	0.321a
T4	0.613d	0.287d

护作用, 使西瓜叶片在低温环境下保持较高的光化学效率。

2.3 叶面喷施光合菌对早春茬西瓜叶片保护酶活性的影响

SOD、CAT 和 POD 是植物体内的抗氧化酶或保护酶, 可以有效清除活性氧的危害, 降低细胞过氧化作用的发生^[8]。从表 3 可以看出, 当喷施的光合菌浓度在 $1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL 时, 西瓜叶片 SOD、CAT、POD 活性较对照明显升高, 且随着喷施浓度的增加而增加($P < 0.05$); 但当喷施光合菌浓度为 8×10^9 CFU/mL 时, 3 种酶活性较前 3 个处理组明显降低, 基本与对照组持平。MDA 含量的多少在一定程度上代表了细胞膜的损伤程度^[10]。该试验中 T1~T3 处理组丙二醛(MDA)含量明显低于 CK 和 T4 处理组, 且各组之间差异显著, 这说明一定浓度的 PSB 可以显著降低低温逆境对西瓜细胞膜的破坏, 抑制细胞膜膜质的进一步过氧化, 从而维持细胞膜的稳定性。但当浓度达到 8×10^9 CFU/mL 时, PSB 对西瓜叶片细胞膜不再有保护作用。

表 3

光合菌对早春茬西瓜叶片保护酶活性的影响

Table 3 Effect of photosynthetic bacterial on protective enzyme activity of watermelon seedlings in early spring

处理 Treatment	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /(U · g ⁻¹ FW · min ⁻¹)	过氧化氢酶活性 CAT activity /(U · g ⁻¹ FW · min ⁻¹)	过氧化物酶活性 POD activity /(△OD ₄₇₀ · g ⁻¹ FW · min ⁻¹)	丙二醛含量 MDA content /(μmol · g ⁻¹ FW)
CK	39.58d	18.35c	13.34d	4.23b
T1	41.25c	20.08b	15.54c	3.06c
T2	45.43b	20.21b	17.87b	2.88d
T3	48.23a	21.13a	18.23a	2.23e
T4	38.35d	15.99d	13.60d	5.72a

3 讨论

设施蔬菜早春茬栽培经常会受低温弱光的限制,而影响其产量品质。前人研究表明,适宜浓度的 PSB 可以促进植物光合作用效率,并通过增加抗氧化酶活性来提高植物抗氧化能力,进而提高植物对环境胁迫的抵抗力^[3,11]。

该试验中,对早春茬西瓜叶片喷施 $1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL PSB 可显著增加 SOD、CAT 和 POD 等保护性酶活性,有效保护低温下西瓜叶片膜质的稳定性;并且叶绿素含量、光合指标及叶绿素荧光参数值均明显高于对照,这说明一定浓度的 PSB($1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL)可以有效降低低温对西瓜叶片光合系统的伤害,提高对所吸收光能的利用效率,从而增强西瓜对低温胁迫的抵抗力。并且以 PSB 浓度为 4×10^9 CFU/mL 为最佳。但当施加的 PSB 浓度为 8×10^9 CFU/mL 时,测定的西瓜叶片各项指标又基本上与对照相当,这说明只有当光合菌群数量适当时,才能有效保护早春茬西瓜叶片光合系统和抗氧化系统;但当菌群过量时,反而损伤了西瓜叶片的光合系统及保护酶活性,减弱了其对抗低温的抗逆性。

综上所述,一定浓度的 PSB($1 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ CFU/mL)可以有效缓解低温逆境对早春茬西瓜的伤害,且以 PSB 浓度为 4×10^9 CFU/mL 为最佳。该试验光合菌对低温弱光下早春茬苗期生长发育的促进效果研究结果可为其在生产上的推广应用提供依据。

参考文献

- [1] 王志莉,范振毅. 光合细菌在生态农业领域的应用及研究态势[J]. 科技经济市场,2013(6):38-41.
- [2] Han J R. The influence of photosynthetic bacteria treatments on the crop yield, dry matter content, and protein content of the mushroom[J]. Scientia Horticulturae,1999,82:171-178.
- [3] Porter W M. The most probable number method for enumerating infective propagules of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in soil[J]. Australian Journal of Soil Research,1979,17(3):515-519.
- [4] 刘杰. 向日葵对碱胁迫和盐胁迫适应机制比较[D]. 长春:东北师范大学,2011.
- [5] Schreiber U, Schliwa U, Bilger W. Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer[J]. Photosynth Res,1986,10(1-2):51-62.
- [6] 王爱国,罗广华,邵从本,等. 大豆种子超氧化物氧化酶的研究[J]. 植物生理学报,1983,9(1):77-83.
- [7] 郝再斌,苍晶,徐仲. 植物生理实验技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨出版社,2002.
- [8] 林植芳,李双顺,林桂珠,等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J]. 植物学报,1984,26(6):605-615.
- [9] 苗锦山,孙虎,李云玲,等. “增抗 1 号”对不同基因型甜瓜低温逆境的调控效果[J]. 北方园艺,2013(21):42-44.
- [10] 冯炳,于贤昌,郭恒俊,等. 低温胁迫对黄瓜嫁接苗和自根苗保护酶活性的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2002(3):302-304.
- [11] 尹敏鹏,孙孟超,商志伟,等. 光合菌对干旱胁迫下欧李幼苗膜质和叶绿素荧光特性的影响[J]. 经济林研究,2011,29(4):41-45.

Effect of Photosynthetic Bacterial on Photosynthesis and Antioxidant Enzyme System of Watermelon Seedlings in Early Spring

MIAO Jin-shan, LIU Jie, LI Yun-ling, WU Jin-feng

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

Abstract: Taking ‘Weike No. 3’ yellow-skin watermelon as materials, the effects of photosynthetic bacteria on photosynthesis and antioxidant enzyme activities in leaves were studied by foliage spraying method. The results showed that, spraying $1 \times 10^9 - 4 \times 10^9$ CFU/mL PSB on leaves of watermelon decreased the decomposition of chlorophyll to alleviate the damage of photosystem and antioxidant enzyme system, effectively protect the membrane system under low temperature stress, greatly improve the resistance of watermelon. The optimal concentration to spray on leaves of watermelon was 4×10^9 CFU/mL PSB, but 8.0×10^9 CFU/mL PSB would be toxic to watermelon seedlings.

Keywords: watermelon; photosynthetic bacteria; low temperature stress