

光合细菌对苗期水稻抗氧化作用的影响

王秋菊

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 光合细菌施用于水稻, 经紫外线照射后对水稻色素及抗氧化酶系统的影响进行了研究。结果表明, 经紫外线照射后的水稻过氧化氢酶、超氧化物歧化酶、叶绿素含量发生变化, 紫外线辐射对水稻的过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)活性及叶绿素含量均有诱导作用, 而光合细菌对水稻接受紫外线照射具有保护作用。

关键词: 光合细菌; 水稻; 色素; 过氧化氢酶; 超氧化物歧化酶

中图分类号: S511 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)06-0033-03

Effect of Photosynthetic Bacteria on Rice Seedling Antioxidant Function

WANG Qiu-ju

(Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The effect of photosynthetic bacteria on rice pigment and antioxidant enzyme systems was studied which irradiated by ultraviolet. The results showed that catalase(CAT), superoxide dismutase(SOD), the chlorophyll content had change after ultraviolet radiation, the ultraviolet radiation had the induce function on rice catalase, superoxide dismutase activity and chlorophyll content, while photosynthetic bacteria played protective role on rice in the ultraviolet radiation.

Key words: photosynthetic bacteria; rice; pigment; catalase; superoxide dismutase

近年来, 随着工业的发展, 氯氟烃和石化燃料在工业中的应用越来越广泛, 其排放对大气平流层中的臭氧有很大的破坏, 致使臭氧层变薄及臭氧空洞的出现, 导致到达地面的太阳紫外线辐射增强, 主要是 UV-B (ultraviolet-B, 其波长范围在 280 ~ 320 nm) 辐射的增强。增强的 UV-B 辐射会危害陆地植物, 影响植物代谢过程、抑制植物生长和发育, 导致敏感植物从形态学到生理学和生物化学方面的多种损伤和变化, 甚至引起 DNA 损伤, 影响 DNA 的复制^[1-3], 破坏植物的光合作用, 导致作物减产^[3]。同时, 增强 UV-B 辐射也会刺激植物产生防御性反应, 如增强清除自由基的酶系统活性和增加叶表面 UV-B 吸收色素含量, 植物对于 UV-B 辐射的增强也有一定的保护性适应机制^[4-8]。

光合细菌 (Photosynthetic Bacteria, 简称 PSB) 是原始具有光能合成体系的原核生物, 广泛分布于湖泊、水田、污泥、水稻以及其它作物根际土壤中, 是细菌中特殊的生理类群, 具有固氮、固碳及氧化分解硫化物和胺

类等有毒物质的生理生态特性。其菌体富含多种生理活性物质及促生长因子, 一些活性菌株还含有抗病毒物质^[9-11]。近年来, 国内外学者对光合细菌的基础性研究和应用性研究已取得很大的进展。诸多研究结果表明, 光合细菌在农业、环保、医药等方面均有较高的应用价值^[12]。光合细菌作为一种菌肥在农业生产中引起广泛重视, 能够增加植物抗逆性, 提高作物产量和品质^[13-20]。该试验主要研究光合细菌对水稻苗期抗氧化作用的影响, 为光合细菌在水稻上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

光合细菌菌株是从黑龙江八一农垦大学鱼池中分离的 NDYCl, 初步鉴定为沼泽红假单胞菌。水稻供试品种为绥粳 7 号。

1.2 培养基及培养条件

1.2.1 光合细菌液体培养基 采用改良 71[#]培养基。乙酸钠 1 g, 丙酸钠 2 g, 酵母膏 0.5 g, (NH₄)₂HPO₄ 1.2 g, 无机盐溶液 10 mL。

1.2.2 无机盐溶液 ZnSO₄·7H₂O 50.0 mg, MnSO₄·H₂O 4.0 mg, MgSO₄·7H₂O 1 350.0 mg, FeCl₃·6H₂O 100.0 mg, EDTA 150.0 mg。

收稿日期: 2009-02-11
基金项目: 黑龙江省普通高等学校骨干教师创新能力资助项目 (10539048)
作者简介: 王秋菊 (1978-), 女, 黑龙江省依兰县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事作物耕作栽培研究。E-mail: bqjwang@126.com。

1.2.3 光合细菌培养 30℃光照条件微好氧培养,光照强度 2 000 lx, 培养时间 48 h。

1.3 试验设计

试验设 4 个处理, 分别为 I: 喷施光合细菌后紫外线照射, II: 不喷光合细菌紫外线照射, III: 喷施光合细菌后不进行紫外线照射, IV: 不喷光合细菌且不进行照射。

水稻盆栽育苗, 待水稻长到 2 叶 1 心时喷施光合细菌, 连续喷施 2 次, 每次间隔 2 d。光合细菌发酵液每盆喷施 5 mL, 光合细菌菌数为 3×10^9 个 mL^{-1} , 再置于紫外灯(秦牌 220 V, 30 W, 波长峰值 305 nm, 宝鸡光源研究所生产)下分别照射 3、5、8、15 min, 灯管距叶片约 20 cm。照射后 48 h 取下水稻叶片, 称重、研磨, 测过氧化物酶活性、超氧化物歧化酶活性及叶绿素的含量。

1.4 测定方法

过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法^[21]。超氧化物歧化酶(SOD)活性测定参照 Giannopolitis 等的方法^[22], 测定 SOD 对氮蓝四唑(NBT)的光化还原抑制作用, 以抑制 NBT 光化还原的 50% 为一个酶活单位。叶绿素测定方法采用分光光度法^[23]。试验重复 3 次, 取平均值。

2 结果与分析

2.1 水稻色素含量变化

如图 1 所示, 水稻喷施光合细菌后经紫外线照射, 叶绿素 a 的浓度在短时间照射后升高, 延长照射时间浓度降低, 而不喷光合细菌经紫外线照射的水稻叶绿素 a 的浓度随照射时间的延长而下降, 并随时间延长叶绿素 a 含量降低缓慢, 但两者总体高于喷施光合细菌不经紫外线照射及不喷施光合细菌不进行照射的植株。叶绿素 b(见图 2)含量变化趋势与叶绿素 a 相同。结果表明, 紫外线短时间照射可促进水稻叶绿素 a、b 的形成, 长时间照射抑制叶绿素 a、b 的形成, 而喷施光合细菌有抗抑制的作用。对类胡萝卜素含量(见图 3)的影响则是喷施光合细菌经紫外线照射 3 min 的水稻类胡萝卜素含量明显高于其它处理, 不喷光合细菌进行紫外线照射的水稻类胡萝卜素含量高于不进行紫外线照射的处理。由此可见, 紫外线在本试验剂量范围内, 可诱导水稻叶绿素 a、b、类胡萝卜素的合成; 喷施光合细菌的处理, 其水稻色素含量高于相应不喷光合细菌的水稻, 光合细菌对水稻叶绿素 a、b、类胡萝卜素合成有促进作用。试验说明较低剂量的紫外线照射可提高水稻的叶绿素 a、b 含量。而喷施光合细菌无论经紫外线照射还是不经照射均可提高叶绿素 a、b 含量, 在紫外线照射 8 min 时含量最高。

2.2 水稻抗氧化酶系统活性变化

由图 4 看出, 在紫外灯照射初期喷施光合细菌经紫外线照射的水稻过氧化氢酶活性低于不喷光合细菌

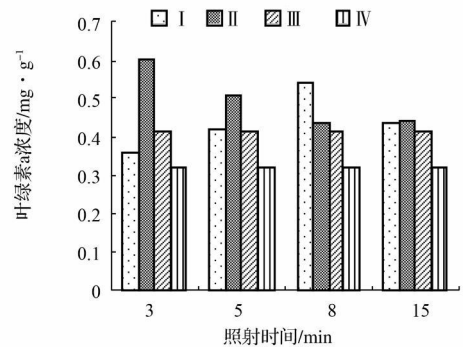


图 1 紫外线照射对水稻叶绿素 a 的影响

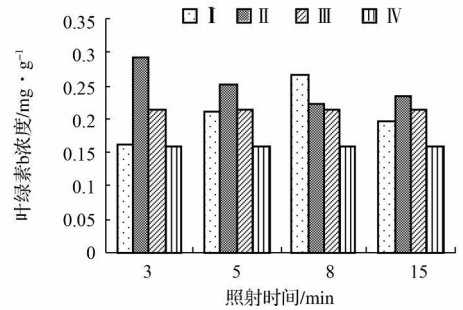


图 2 紫外线照射对水稻叶绿素 b 的影响

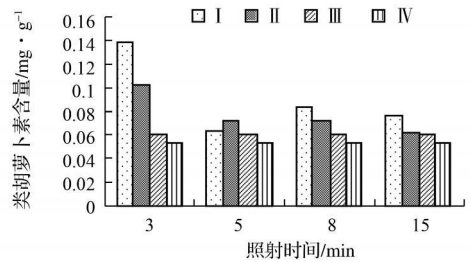


图 3 紫外线照射对水稻类胡萝卜素的影响

进行紫外线照射的水稻, 但随照射时间延长, 其活性逐渐升高并超过其它处理, 而经紫外线照射不喷菌的处理在照射 3 min 时酶活性最高之后下降, 最后低于不喷菌不照射的处理。据报道过氧化氢酶在紫外线长期照射下活性下降^[20], 本试验结果与之基本一致。不喷光合细菌而经紫外线照射的水稻过氧化氢酶含量在照射初期急剧升高, 可能是植物体对环境胁迫等逆境的一种应激反应, 水稻突然暴露于紫外灯下会产生大量的活性氧, 如超氧阴离子自由基、过氧化氢和羟基自由基, 如不及时清除则会对植物体细胞产生危害, 导致细胞膜破坏或损伤。过氧化氢酶的提高有效地清除了活性氧。喷施光合细菌暴露于紫外灯下的水稻过氧化氢酶缓慢的提高, 说明光合细菌对水稻体内活性氧的提高有个缓冲作用, 防止因水稻体内活性氧的急剧升高而损坏植物细胞膜。

SOD 活性变化趋势如图 5, 喷施光合细菌经紫外线照射的水稻活性随照射时间延长而逐渐升高, 而不喷光合细菌进行紫外线照射的水稻 SOD 活性较低并

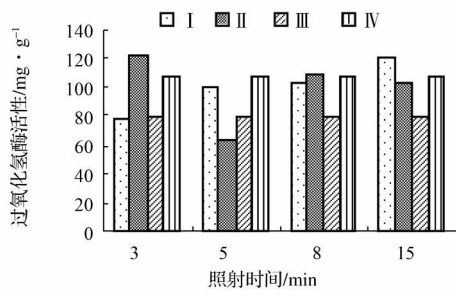


图 4 紫外线照射对水稻过氧化氢酶活性的影响

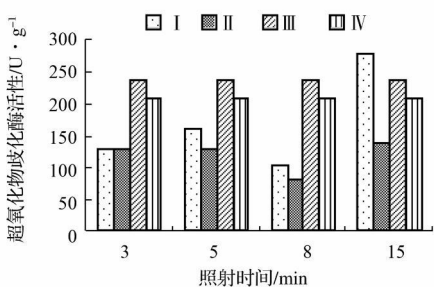


图 5 紫外线照射对水稻超氧化物歧化酶的影响

无明显变化趋势。喷施光合细菌不经紫外线照射与不喷光合细菌不经紫外线照射相比, SOD 活性升高。以此可以说明, 光合细菌对水稻有保护作用, 可以使水稻的活性氧清除系统超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)的水平提高, 有效防御了因紫外线辐射而使植物体产生超氧阴离子自由基 $O^{\cdot-}$ 对植物体的破坏^[21]。光合细菌对水稻抗氧化酶系统的影响与俞吉安的光合细菌在动物上的研究结果一致^[22]。

3 结论

- 3.1 紫外线照射可诱发植物体叶绿素 a、b 及类胡萝卜素含量的提高, 而喷施光合细菌对水稻有保护作用, 照射初期, 叶绿素 a、b 低于未喷施光合细菌的植株, 说明此时光合细菌起到了抗氧化作用。在其作用降低后, 水稻自身的色素系统逐渐发挥作用。紫外线可诱使类胡萝卜素含量提高, 无论喷施还是未喷施光合细菌的水稻, 其类胡萝卜素含量均较未经紫外线照射的水稻有所提高, 而未经紫外线照射喷施光合细菌的水稻类胡萝卜素含量也高于未喷施光合细菌的处理。
- 3.2 过氧化氢酶和超氧化物歧化酶变化趋势基本相同, 紫外线照射使其总体酶活性高于对照, 说明紫外线可提高植物的抗氧化酶系统, 有效清除因光照在植物体内产生的活性氧, 防止植物细胞受到损伤。喷施光合细菌的水稻抗氧化酶系统随照射时间延长而逐渐升高, 与未喷施光合细菌经照射的相反, 说明光合细菌在防紫外线照射方面起到了一定作用。

参考文献:

[1] Bames P W, Maggard S, Holman S R, et al. Intraspecific variation in sensitivity to UV-B radiation in rice[J]. Crop Science, 1993, 33: 1041-1046.

[2] Teramura A H, Ziska L H, Szten A E. Change in growth and photosynthetic capacity of rice with increased UV-B radiation[J]. Physiol Plant, 1991, 83: 373-380.

[3] Correia C M, Areale W, Torres-pereira M, et al. Intraspecific variation in sensitivity to ultraviolet-B radiation in maize grown under field conditions. I. growth and morphological aspects[J]. Field Crops Research, 1998, 59: 81-89.

[4] Jos Aguilera Angelika, Dummernuth Ulf, Karsten. Enzymatic defenses against photooxidative stress induced by ultraviolet radiation in Arctic marine macroalgae[J]. Polar Biology, 2002, 25(6): 432-441.

[5] Prasad S M, Dwivedi R, Zeshan M. Growth, photosynthetic electron transport and antioxidant responses of young soybean seedlings to simultaneous exposure of nickel and UV-B stress[J]. Photosynthetica, 2005, 7, 43(2): 177-185.

[6] Akihiro Kubo, Mitsuko Aono, Nobuyoshi Nakajima, et al. Differential responses in activity of antioxidant enzymes to different environmental stresses in Arabidopsis thaliana[J]. Journal of Plant Research, 1999, 112(3): 279-290.

[7] Soheila H A, Mackerness. Plant responses to ultraviolet-B(UV-B: 280-320 nm)[J]. Plant Growth Regulation 2000, 32(1): 27-39.

[8] Liu L, Gitz D G, McClure J W. Effects of UV-B on flavonoids, ferulic acid growth and photosynthesis in lady primary leaves[J]. Physiol Plantarum, 1995, 93: 725-733.

[9] 刘如林. 光合细菌及其应用[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 25-32.

[10] 谷军, 杨旭. 光合细菌菌肥在蔬菜种植上的应用[J]. 黑龙江农业科学, 2002(6): 4-6.

[11] 周茂洪, 邹邻邻, 陈再廖. 水稻根系血色红假单胞菌的分离及生理生态特性研究[J]. 浙江农业学报, 2002, 14(1): 28-33.

[12] 韩静淑. 光合细菌的开发和应用[J]. 应用微生物, 1983(6): 1-5.

[13] 史清亮, 贺跃武. 光合细菌在农业上的应用研究[J]. 山西农业科学, 2000, 28(2): 3-6.

[14] 谷军, 杨旭. 光合细菌菌肥在番茄、黄瓜上的应用[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(4): 592-593.

[15] 张德咏, 刘勇. 光合细菌 PSB-1 对几种蔬菜种子发芽及成苗的作用[J]. 湖南农业科学, 2001(1): 31-32.

[16] 刘勇, 张德咏, 王小平. 光合细菌 PSB-1 对辣椒苗期生长和产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2000(5): 19-20.

[17] 吴小平, 阮妙春, 胡七金. 光合细菌在萝卜上的应用研究[J]. 福建农业科技, 2000(2): 11-12.

[18] 魏新田, 徐志恩. 农用光合细菌液在芝麻生产上的应用[J]. 河南农业科学, 2000(9): 7-9.

[19] 夏宏, 夏青. 光合细菌在早熟甘蓝、油菜上的应用研究[J]. 山西农业大学学报, 2000(2): 116-118.

[20] 王晖. 光合细菌肥料对植物的影响[J]. 山西教育学院学报, 2000, 3(3): 36-38.

[21] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 76-77.

[22] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide Dismutases Occurrence in Higher plants[J]. Physiol Plant, 1977, 59: 309-314.

[23] 刘秀丽, 宋平. 植物叶绿素测定方法的再探讨[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(3): 46-67.