

## 不同通气条件下硫代硫酸银对马铃薯试管苗生长和抗氧化酶活性的影响

袁华玲\*, 金黎平, 黄三文, 谢开云, 李颖, 屈冬玉

中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081

**摘要:** 以二倍体马铃薯试管苗为试材, 研究不同通气条件下乙烯生理拮抗剂硫代硫酸银(STS)对试管苗生长和抗氧化酶活性影响的结果表明: 通气条件下培养的试管苗茎高降低, 叶面积和叶绿素含量增加, 培养基中附加STS的效果更为明显, 无论在通气还是不通气条件下, 培养基中加STS的试管苗茎高降低, 叶面积和叶绿素含量增加, 均达极显著水平。通气和培养基中加STS的试管苗中丙二醛(MDA)含量下降。通气条件下超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性提高; 培养基中加STS的试管苗中SOD活性提高, POD和CAT活性下降。

**关键词:** 马铃薯; 通气条件; 硫代硫酸银; 试管苗生长; 抗氧化酶活性

## Effects of Silver Thiosulfate on the Growth and Antioxidative Enzymes Activities in Tube Seedling of Potato under Aeration and Airtight Conditions

YUAN Hua-Ling\*, JIN Li-Ping, HUANG San-Wen, XIE Kai-Yun, LI Ying, QU Dong-Yu

Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

**Abstract:** In this paper, the effect of silver thiosulfate (STS) as ethylene activity inhibitor on tube seedlings of diploid potato (*Solanum tuberosum*) genotype under aeration and airtight conditions were studied. The results showed that shoot height decreased and chlorophyll content and leaf area increased under aeration. The addition of STS in medium had significant effects on the decrease of shoot height and the increase of chlorophyll content and leaf area. Aeration and addition of STS in medium both decreased malondialdehyde (MDA) content. The superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) and catalase (CAT) activities increased under aeration. The SOD activity increased while the POD and CAT activities decreased in the medium of addition with STS.

**Key words:** potato (*Solanum tuberosum*); aeration and airtight condition; silver thiosulfate; plantlets growth; antioxidant enzyme activity

在植物离体培养过程中, 由于生长环境狭小并相对封闭, 植物细胞产生的乙烯逐渐累积, 微环境中的乙烯浓度增高(Perl 等 1988; Sarkar 等 1999; Zobayed 等 2001)。马铃薯是对乙烯特别敏感的作物, 其试管苗在相对浓度较高的乙烯环境中, 生长常呈畸形, 如顶端膨大、叶片狭小、生成大量的气生根(Perl 等 1988; Sarkar 等 1999)。硫代硫酸银(STS)为乙烯生理作用拮抗剂, 其有效成分是  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ag}^+$  通过竞争性结合细胞膜上的乙烯受体而抑制乙烯的活性(应振土和陈昆松 1990; Sarkar 等 2002), 常用于马铃薯试管苗长期保存以及原生质体供体材料的培养, 以促进试管苗形态的正常发育(Möllers 等 1992; Sarkar 等 1999, 2002)。但这些工作多集中于STS对试管苗形态发育的研究, 而STS对试管苗生理效应的报道未见。本文以马铃薯二倍体试管苗为材料, 在不通

气和通气条件下, 研究硫代硫酸银对马铃薯试管苗形态发育的影响以及试管苗丙二醛含量和抗氧化酶活性的变化, 从生理角度探讨STS促进马铃薯试管苗生长发育的机制。

### 材料与方法

试验材料为马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)二倍体材料 HS66。

试管苗单芽节茎段在MS附加  $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  蔗糖的固体培养基上培养, 封口有不通气(用聚乙烯膜和胶带密封)和通气(用聚乙烯膜和橡皮筋封口)两种形式。按 Perl 等(1988)方法将硫代硫酸银以 1

收稿 2007-09-21 修定 2007-10-25  
资助 国家十五“863”计划(2004AA241130)。  
\* E-mail: yuanhual65@yahoo.com.cn; Tel: 010-68919543

mg·L<sup>-1</sup> 加到 MS 固体培养基中, 以不加 STS 为对照, 每处理 6 瓶, 每瓶接种 10 个单芽节茎段。试管苗培养在(25±1) 的培养室中, 光照强度 80 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 每天光照 16 h, 黑暗 8 h。

试管苗生长到 3 周时取样, 测定生长和各种生理指标。叶绿素含量测定用比色法(李合生等 2003)。丙二醛含量测定用硫代巴比妥酸法(李合生等 2003)。超氧化物歧化酶(SOD)测定用氮蓝四唑法(李合生等 2003)。过氧化氢酶(CAT)测定用比色法(曾永三和王振中 2004)。过氧化物酶(POD)用愈创木酚法测定(张龙翔等 1997)。

## 结果与讨论

### 1 不同通气条件下硫代硫酸银对试管苗生长的影响

由表 1 可以看出, 通气条件下的试管苗茎高比不通气的低, 通气条件下加 STS 的试管苗茎高比不加 STS 的低; 生长在不加 STS 培养基中的试管苗叶面积较小, 通气和不通气条件下加 STS 的试管苗叶面积显著增加, 通气条件下试管苗的叶面积虽然也提高, 但提高的幅度较小; 试管苗鲜重随通气状态的改善而下降, 加 STS 的试管苗鲜重比不加 STS 的显著增加; 在不通气条件下, 不加 STS 的试管苗叶绿素含量较低, 通气状态下虽有提高, 但提高的幅度不大, 无论是通气或不通气条件下, 培养基中加 STS 试管苗的叶绿素含量显著增加。

这些与前人报道在通气性良好的条件下, 试管苗的叶绿素含量提高和植株高度降低(Zobayed等 2001; Chanemougasoundharam 等 2004); 外源乙烯导致叶绿素降解, 乙烯生理作用拮抗剂 1-MCP 可钝化乙烯的作用, 延缓叶绿素的降解(刘尊英等 2003; 汪俏梅等 2004; Gong 和 Mattheis

2003; Alexieva 等 2004)的结果大体上是一致的。

### 2 不同通气条件下硫代硫酸银对抗氧化酶活性和丙二醛含量的影响

(1)通气和不通气条件下, 培养基中加 STS 的试管苗中 SOD 活性均提高; 通气条件下加 STS 的试管苗中 SOD 活性提高幅度的小一些(图 1-a)。(2)通气和不通气条件下, 培养基中加 STS 的试管苗中 POD 活性均降低; 通气条件下加 STS 的试管苗中 POD 活性下降的幅度大(图 1-b)。(3)通气和不通

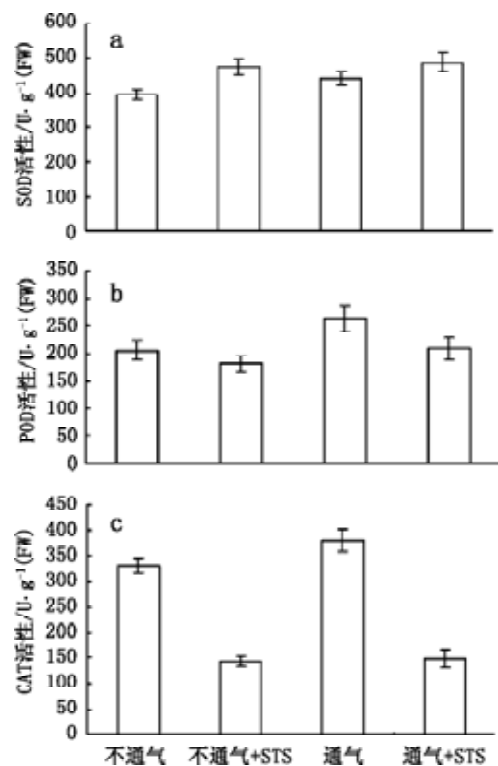


图 1 不同通气条件下 STS 对试管苗 SOD、POD 和 CAT 活性的影响

Fig.1 Effects of STS on SOD, POD and CAT activities of tube seedlings under aeration and airtight conditions

表 1 不同通气条件下硫代硫酸银对试管苗生长和叶绿素含量的影响

Table 1 Effects of STS on growth and chlorophyll content of tube seedlings under aeration and airtight conditions

处理	茎高/cm	叶面积/mm <sup>2</sup>	单株鲜重/mg	叶绿素含量/mg·g <sup>-1</sup> (FW)	有无气生根
不透气	6.48 <sup>Aa</sup>	0.28 <sup>Aa</sup>	35A <sup>Ba</sup>	0.58 <sup>Aa</sup>	有
不透气+STS	5.35 <sup>BCb</sup>	1.32 <sup>Bb</sup>	38A <sup>b</sup>	1.14 <sup>Bc</sup>	无
通气	5.93 <sup>ACc</sup>	0.33 <sup>Aa</sup>	31B <sup>c</sup>	0.65 <sup>Ab</sup>	有
通气+STS	4.88 <sup>Bd</sup>	1.38 <sup>Bb</sup>	35 <sup>ABa</sup>	1.22 <sup>Bc</sup>	无

新复极差法分析, 不同小写字母表示 5% 显著性差异, 不同大写字母表示 1% 显著性差异。

气条件下, 培养基中加 STS 的试管苗中 CAT 活性大幅度下降, 均达极显著水平 ( $P < 0.01$ ); 通气条件下加 STS 的试管苗中 CAT 活性降低幅度大(图 1-c)。(4) 不通气条件下试管苗的丙二醛含量较高, 通气和不通气条件下加 STS 的试管苗中丙二醛含量均降低, 通气条件下加 STS 的试管苗中丙二醛含量下降的幅度大(图 2)。

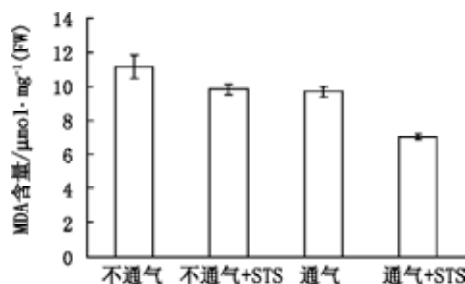


图2 不同通气条件下 STS 对试管苗 MDA 含量的影响

Fig.2 Effects of STS on MDA content of tube seedlings under aeration and airtight conditions

### 参考文献

- 李合生, 孙群, 赵世杰, 张文华(2003). 植物生理生化试验原理和技术, 北京: 高等教育出版社
- 刘尊英, 吕艳春, 姜微波(2003). 1-甲基环丙烯及乙烯对绿芦笋采后品质的影响. 中国农业大学学报, 8 (6): 26~28
- 汪俏梅, 郭得平, Kyiky Win, 袁晶(2004). 1-甲基环丙烯延缓青花菜衰老的效应及机理. 园艺学报, 31 (2): 205~209
- 应振士, 陈昆松(1990). 乙烯拮抗剂——硫代硫酸银的生理作用. 植物生理学通讯, (1): 63~64
- 张龙翔, 张庭芳, 李令媛(1997). 生化试验方法和技术. 北京: 高等

教育出版社

- 曾永三, 王振中(2004). 豇豆与锈病互作中的活性氧代谢研究. 植物病理学报, 34 (2): 146~153
- Alexieva VS, Sergiev IG, Todorova DA, Karanov EN, Smith AR, Hall MA (2004). Effect of ethylene and its antagonist 1-MCP on the senescence of detached leaves of *Arabidopsis thaliana*. Biol Plant, 48 (4): 593~595
- Chanemougasoundharam A, Sarkar D, Pandey SK, Biski FAL, Helali O, Minhas JS (2004). Culture tube closure-type affects potato plantlets growth and chlorophyll contents. Biol Plant, 48 (1): 7~11
- Gong Y, Mattheis JP (2003). Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene on chlorophyll catabolism of broccoli florets. Plant Growth Regul, 40: 33~38
- Möllers C, Zhang S, Wenzel G (1992). The influence silver thiosulfate on potato protoplast cultures. Plant Breed, 108: 12~18
- Perl A, Aviv D, Galun E (1988). Ethylene and *in vitro* culture of potato: suppression of ethylene generation vastly improved protoplast yield, plating efficiency and transient expression of an alien gene. Plant Cell Rep, 7: 403~406
- Sarkar D, Kaushik SK, Naik PS (1999). Minimal growth conservation of potato microplants: silver thiosulfate reduces ethylene-induced growth abnormalities during prolonged storage *in vitro*. Plant Cell Rep, 18: 897~903
- Sarkar D, Sud KC, Chzkrabarti SK, Naik PS (2002). Growing of potato microplants in the presence of alginate-silverthiosulfate capsules reduces ethylene-induced culture abnormalities during minimal growth conservation *in vitro*. Plant Cell Tiss Org Cult, 68: 79~89
- Zobayed SMA, Armstrong J, Armstrong W (2001). Micropropagation of potato: evaluation of closed, diffusive and forced ventilation on growth and tuberization. Ann Bot, 87: 53~59