

外援抗氧化剂对高温胁迫下红地球葡萄果实日灼的影响

王文举, 张亚红, 平吉成, 卢 亮

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘 要:以红地球葡萄为试材,通过施用抗坏血酸(AsA)、苯甲酸钠(SBN)和氯化钙(CaCl_2),研究不同种类外源抗氧化剂对高温胁迫下果皮组织对丙二醛(MAD)含量、相对电导度(REC)、过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸-过氧化物酶(APX)活性的影响,比较几种抗氧化剂对提高果实抗氧化能力的效果。结果表明:在高温胁迫下,以施用 0.03 mol/L 抗坏血酸、0.02 mol/L 苯甲酸钠和 0.10%氯化钙后,能显著和极显著地降低膜脂过氧化产物 MDA 的含量,保持膜结构及功能相对稳定性,提高果实 CAT 和 APX 酶活性,从而提高了果实抗日灼的能力。

关键词:葡萄;日灼;高温胁迫;酶活性;抗氧化剂

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)01-0004-03

红地球(又名晚红、大红球,果实商品名为红提)葡萄原产美国加州。我国自 1987 年引入该品种以来,在华北及西北大部分地区栽培表现极好,果实品质优、晚熟、耐贮藏、丰产,是当前发展鲜食葡萄的首选优质高效品种^[1]。但红地球葡萄在北方温室或露地栽培,果实膨大至熟前,在高温强光照下果实日灼率达 60%左右。产生日灼的主要原因是强光照、干旱或连续数日高温干热的天气或数日阴雨低温后急剧升温的天气。葡萄果实日灼的发生,给生产带来严重经济损失,已引起诸多科技工作者的关注。目前普遍采用果实套袋技术预防葡萄的日灼^[2]。但果实套袋后袋内光照差,其着色度比不套

袋的要低 20%~30%,可溶性固形物较不套袋低 2%~3%。由于套袋限制了袋内的空气流动,热量散发慢,温度一般比袋外高 2~4℃,会加重日灼,且套袋增加了生产成本。目前应用药剂预防葡萄日灼的发生尚未见报道。现通过对果实喷施多种外源抗氧化剂,从中筛选出预防效果最佳药剂及浓度,以减轻葡萄果实日灼的发生,为生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验园基本情况

试验园位于永宁县小任果业设施果树基地,东经 106°15'32",北纬 38°20'18",海拔 1 118 m。土壤为多年灌溉耕种形成的肥沃的灌淤土。土层深厚,栽培葡萄前土壤理化性质均一,肥力程度较高。pH 值 8.3。有灌溉条件,排水良好。地下水位 1.5 m 以下。2007 年春建园,面积 20 hm²。当地年平均气温 9.2℃,极端最低气温-27.4℃(2008),极端最高气温 37.0℃,年平均降水量

第一作者简介:王文举(1953-),男,宁夏青铜峡人,教授,现主要从事果树栽培学研究工作。E-mail: wwj5318@tom.com。

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2007BAD57B05)。

收稿日期:2009-10-10

Effect of Nutrient Distribution and Shoot Types in Hanfu Apple Seedling under Root Restriction of Brick Slot

QIN Si-jun¹, LV De-guo¹, ZHANG Yu-long², LV Zhi-ming¹

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang Liaoning 110161; 2. College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang Liaoning 110161)

Abstract: The effect of different root-zone space on nutrient distribution and constitute of shoot types was conducted on Hanfu apple. The results indicated that total dry matter content reduced with the decreasing of root-zone space. The soluble sugar and other nutrient matter mainly located in leaf in early growing phase and then transferred to coarse root in defoliation phase. With the decreasing of root-zone space the ratio of dry matter and other nutrient matters distribution to xylem increased and decreased to phloem. At the same time the grow vigor become slowly, the spur ratio increased and the apple tree transferred from vegetative to reproductive growth.

Key words: root restriction; apple; nutrient distribution; constitute of shoot types

202.2 mm, 年均蒸发量 1 787.3 mm, 年平均日照时数 2 897.5 h, 年无霜期 165~170 d。

1.2 试验方法

抗氧化药剂有抗坏血酸(AsA), 浓度(mol/L)为 A₀ 0.03、A₁ 0.02、A₂ 0.01; 苯甲酸钠(SBN), 浓度(mol/L)为 B₀ 0.02、B₁ 0.015、B₂ 0.01; 氯化钙(CaCl₂), 浓度为 C₀ 0.10%、C₁ 0.20%、C₂ 0.30%; CK(清水对照)。供试品种为红地球, 温室篱架栽培。树龄 3 a 生 3 株为一小区, 随机机组, 3 次重复。药液喷施以布匀葡萄果实略有下滴为宜。试剂处理完毕后, 立即将供试温室进行高温处理 昼温 40℃(上午 11 时至下午 3 时), 夜温 18~22℃, 处理过程中保证正常水分供应。高温处理后第 3 天取样, 用保温桶将果实带回实验室置于超低温冰箱(-72℃)中保存, 按照 1.3 的测定项目与方法进行相关测定。

1.3 测定项目

丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸法^[3], 相对电导率(REC)用 DDS-11A 型电导仪测定。过氧化氢酶(CAT)活性测定参照蒋传英等^[4]的方法, 每 1 min 减少 0.1 OD 为 1 个酶活性单位。抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性的测定参照沈文彪^[5]的方法, 取果皮约 0.5 g, 加 5 mL 酶提取液(pH 7.8 磷酸缓冲液+50 mmol/L PBS+2 mmol/L AsA+5 mmol/L EDTA), 冰浴研磨, 10 000 rpm 离心 20 min 后, 在 3 mL pH 7.0 的反应液中(含 50 mmol/L PBS+0.15 mmol/L AsA+0.1 mmol/L EDTA+0.1 mmol/L H₂O₂)加入 0.3 mL 酶液启动发硬, 室温下测定 290 nm 波长下 1 min 内的吸收值, 以不加 H₂O₂为对照。由于在测定时间内 H₂O₂本身对 AsA 氧化作用甚微, 在此忽略不计。APX 酶活性的单位以 $\Delta OD_{290}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 表示(以鲜重计)。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对丙二醛(MAD)含量的影响

丙二醛(MDA)是膜脂氧化的最终分解产物, 其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。从膜上产生的位置释放出后, 可以与蛋白质、核酸反应, 从而丧失功能, 还可使纤维素分子间的桥键松弛, 或抑制蛋白质的合成^[6]。因此, 丙二醛产生数量多少能代表膜脂氧化的程度, 也可间接反映植物组织的抗氧化能力强弱。

由图 1 可看出, 0.02 mol/L 苯甲酸钠、0.10%氯化钙和 0.03 mol/L 抗坏血酸处理, 较对照 MDA 的积累分别降低 66.52%、65.23%和 56.51%, 在受到高温胁迫时, 有利于果实的抗逆性增强, 可预防或减轻日灼的发生。

2.2 不同药剂对相对电导率(REC)的影响

植物组织受到逆境伤害时, 由于膜的功能受损或结构破坏, 而使其透性增大, 细胞内各种水溶性物质包括电解质将有不同程度的外渗, 将处理后的果实组织浸入无离子水中, 水的电导度将因电解质的外渗而加大, 伤

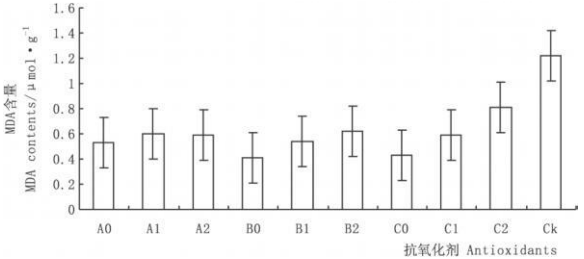


图 1 外援抗氧化剂对葡萄果实组织 MDA 含量的影响

Fig. 1 Effect of exogenous antioxidants on MDA contents ingrape fruit tissue

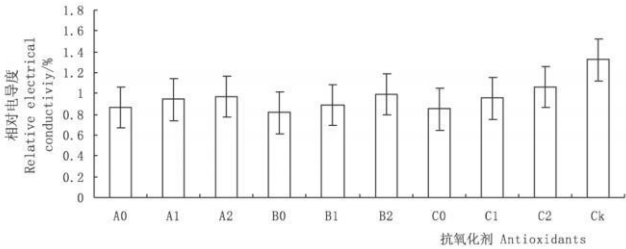


图 2 外援抗氧化剂对葡萄果实电解质渗出率的影响

Fig. 2 Effect of exogenous antioxidants on REC in grape fruit tissue

害愈重, 外渗愈多, 电导度的增加也愈大。

由图 2 可知, 不同外援抗氧化剂均可显著降低因高温对葡萄果实表皮细胞所造成的伤害。其中 A₀ (0.03 mol/L 抗坏血酸)、B₀ (0.02 mol/L 苯甲酸钠)和 C₀ (0.10%氯化钙)的相对电导率最小, 分别较对照降低 35.76%、38.35%和 34.64%。

2.3 不同药剂对过氧化氢酶(CAT)活性的影响

植物在逆境下或衰老时, 由于体内活性氧代谢加强而使 H₂O₂发生积累。H₂O₂可以直接或间接地氧化细胞内核酸、蛋白质等生物大分子, 并使细胞膜遭受损害, 从而加速细胞的衰老和解体。过氧化氢酶可以清除植物体内 O₂⁻ 自由基, 是植物体内重要的酶促防御系统之一^[6]。因此, 植物组织中 H₂O₂量和过氧化氢酶活性与植物的抗逆性密切相关。

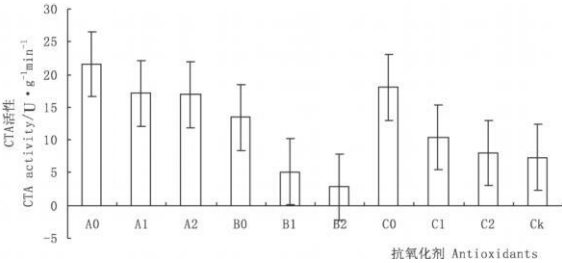


图 3 外援抗氧化剂对葡萄果实组织过氧化氢酶(CAT)活性的影响

Fig. 3 Effect of exogenous antioxidants on CAT activity ingrape fruit tissue

由图 3 看出,在高温胁迫下,所有外援抗氧化剂处理均可显著或极显著提高 CTA 活性,但以 A₀ (0.03 mol/L Vc)、C₀ (0.10% 氯化钙) B₀ (0.02 mol/L 苯丙酸钠) 的过氧化氢酶活性最大,较对照分别提高 192.57%、144.67% 和 80.31%。同时结果也显示,随 Ca²⁺ 浓度增加过氧化氢酶活性下降,当 Ca²⁺ 浓度过大 (> 0.30% 氯化钙) 时,可增大高温对果实的伤害程度。

2.4 不同药剂对抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性影响

抗坏血酸过氧化物酶 (Ascorbate peroxidase, APX) 是利用抗坏血酸 (Ascorbic acid, AsA) 为电子供体 H₂O₂ 的清除剂。在相同处理温度下,不同外源抗氧化剂处理与对照相比,抗坏血酸-过氧化物酶活性均有提高的趋势 (图 4)。在 40℃ 处理时,所有抗氧化剂处理的果实酶活性比对照均有极显著提高,但以 B₀ (0.02 mol/L 苯甲酸钠)、C₀ (0.1% 氯化钙) 和 A₀ (0.03 mol/L Vc) 处理增加幅度最大,APX 活性较对照提高 6~10 倍。说明高温胁迫时药剂可以提高葡萄果实的 APX 酶活性,加快了 H₂O₂ 的消耗,降低膜脂过氧化作用,增强膜的稳定性,减缓了果实日灼的发生。

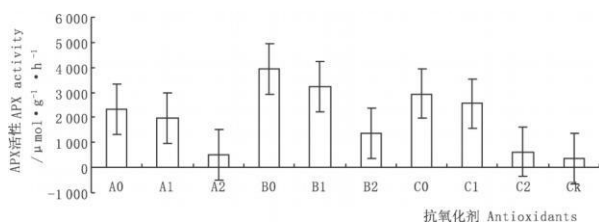


图 4 外援抗氧化剂对葡萄果实组织 APX 活性的影响

Fig. 4 Effect of exogenous antioxidants on APX activity in grape fruit tissue

3 结论与讨论

前人试验表明,施用外源抗氧化剂后,在一定程度上提高了苹果果实抗坏血酸-过氧化物酶的活性,降低脂氧合酶活性,从而能够减缓高温胁迫下膜质过氧化过程,提高细胞膜的稳定性^[6]。该试验采用的几种外源抗氧化剂,其功能各异。抗坏血酸 (AsA) 是超氧阴离子 (O₂⁻) 和过氧化氢 (H₂O₂) 的有效清除剂;苯甲酸钠是人工合成的自由基清除剂,专门清除羟自由基 (OH·)。施用外源抗氧化剂后,在高温胁迫条件下,各种抗氧化剂均有显著和极显著抗氧化作用,其中以施用 0.02 mol/L 苯丙酸钠、0.10% 氯化钙、0.03 mol/L 抗坏血酸后,葡萄果实抗坏血酸过氧化物酶活性是对照的 6~10 倍;过氧化氢酶活性较对照分别提高 80.31%、144.67% 和 192.57%;MDA 积累较对照减少 66.52%、65.23% 和 56.51%;电解质渗出率分别较对照降低 38.35%、34.64% 和 35.76%。另外发现 Ca²⁺ 适量浓度的外源钙 (0.10% 氯化钙) 能明显提高 CAT 和 APX 酶活性,降低膜脂过氧化产物 MDA 的含量,保持了膜结构及功能相对稳定性,当外源 Ca²⁺ 浓度过大 (> 0.30% 氯化钙) 时,反而会使细胞膜透性增大、MDA 积累增加、CAT 和 APX 酶活性降低,或使果实产生钙中毒。

参考文献

- [1] 郑芳,许丽.红地球葡萄果实套袋试验[J].北方园艺 2002(3): 56.
- [2] 王福祥,刘安枫.红提葡萄果粒日灼病的发生因素与防治技术[J].植保技术与推广,2002,22(5): 24-25.
- [3] 邹琦.植物生理生化实验指导[M].北京:中国农业出版社,2004: 159-160.
- [4] 沈文彪.抗坏血酸过氧化物酶活性测定的探讨[J].植物生理学通讯,1996,32(3): 2053-2058.
- [5] 郝燕燕,李文来,黄卫东.高温锻炼对苹果果皮适应突发性强光能力的影响[J].园艺学报,2007,34(6): 1347-1352.
- [6] 张健强,张建光,付艾莉,等.外源抗氧化剂对高温胁迫下苹果果皮组织酶活性的影响[J].华北农学报 2005 20(2): 412-414.

Effect of Exogenous Antioxidants on The Red Earth Grape Fruit Sunbur under High-temperature Stress

WANG Wen-ju, ZHANG Ya-hong, PING Ji-cheng, LU Liang
(Agricultural College of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: By immersion of fruits in solutions of ascorbic acid (ASA), sodium benzoate (SBN) and CaCl₂, the effect of different types of exogenous antioxidants on the activities of MDA, REC, CAT and APX in fruit grape tissues under high-temperatures stress was examined with Red Globe so as to ascertain the mechanism of fruit resistance to heat stress and explore possible preventive practices. In a comparison of different exogenous antioxidants, the results indicated that as high-temperatures stresses were accentuated, it could be concluded that treatments with 0.03 mol/L ASA, 0.02 mol/L SBN and 0.10% CaCl₂ resulted in the best improvement in fruit antioxidative capability.

Key words: grape; sunburns; high-temperature stress; enzymatic activity; antioxidant