

苹果品种间钙素及抗氧化性酶活性的比较分析

邹亚丽, 呼丽萍, 谢天柱, 师亚莉

(天水师范学院 生化学院, 甘肃 天水 741001)

摘要:以红富士、黄元帅、红元帅苹果为材料, 研究了不同苹果品种之间钙素、硝酸盐含量及2种抗氧化性酶活性的差异性。结果表明: 红元帅和红富士的含钙量显著高于黄元帅, 是含钙量较高的品种, 高钙能提高果实保护酶活性, POD酶活性较SOD酶活性敏感。3个品种的苹果果实硝酸盐含量与钙含量的趋势相反, 说明钙能促进果实硝酸盐的吸收及转化。

关键词: 苹果; 品种; 钙; 抗氧化性酶

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)23-0039-03

钙是果树生长发育过程中的重要矿质元素之一, 缺钙可引起果实细胞膜功能受损导致代谢失调, 引起多种果实生理失调症如苹果的苦痘病、水心病、木栓斑点病等, 缺钙还可以影响病原物分泌的细胞壁降解酶的活性^[1]。影响果树缺钙的主要因素有土壤的物理和化学性状、人为因素(如修剪过重使树势减弱, 导致蒸腾拉力减弱, 果实套袋后幼果蒸腾被抑制等)、果实自身因素(随果实膨大, 果梗中草酸与钙形成草酸钙沉淀渐增, 堵塞维管组织, 阻止钙进入果实), 除了上述因素外, 不同的苹果品种的钙吸收水平也不相同, 即存在品种间差异^[2]。目前对钙素营养的研究主要集中在对钙生理功能^[3-6]、钙在果实中的存在形式和分布、钙的吸收运输特点^[7-10]及补钙方式^[11-13]等方面, 对不同品种间差异研究较少。甘肃是苹果种植大省, 至2007年底, 天水市干鲜果品基地总面积已发展到12万hm², 总产量达7亿kg, 实现产值11.1亿多元, 全市有667hm²以上面积的果园乡镇33个^[14], 果业产业化水平高, 该研究对天水市秦安县的红富士、黄元帅、红元帅3个品种苹果的进行了钙含

量及抗氧化性酶的比较分析, 以期筛选出适宜当地土壤状况的高钙吸收品种进行种植, 从而提高果品质量, 增加果农经济收入。

1 材料与方法

1.1 实验地概况

实验地位于甘肃省天水市秦安县新联村, 渭河支流葫芦河下游, 海拔1500m, 该区属陇中南部温带半湿润气候, 年平均气温10.4℃, 年均降水量为507.3mm。砧木为山定子(*Malus baccata* Borkh.), 株行距2m×3m, 果园土壤为黄壤土。果园年龄为15a, 施肥时间分别是春季、果树膨大期和秋季, 施有机肥总量均为1000kg, 化肥为50kg(氮、磷、钾总养分≥30%), 样地面积大小均为334m²。

1.2 试验方法

2008年10月在天水市秦安县叶堡镇新联镇某果园选取红富士(*Malus domestica* Borkh. cv. Red Fuji)、黄元帅(*Malus domestica* Borkh. cv. Marshal Huang)、红元帅(*Malus domestica* Borkh. cv. Marshal Hong)3个品种的果实及叶片作为测定样品。按随机取样原则, 于1.5m高处的树冠外围选取大小相近、成熟度一致、无病害和创伤的果实和对应枝条上的叶片。

1.3 测定项目方法

果肉钙含量的测定采用原子分光光度计法; 超氧化

第一作者简介: 邹亚丽(1971-), 女, 四川荣县人, 硕士, 讲师, 现主要从事环境污染及植物生理生态方面的研究工作。E-mail: zoulzu@163.com。

基金项目: 天水师范学院院列资助项目(TSA0819)。

收稿日期: 2010-09-08

after seeding of *H. annuus* L. were dealt with by NaCl concentration at 6 g/L, adding sodium alginate concentration at 0.5 g/L. The *H. annuus* L. seeding survival rate had increased by 69.1%, the seeding weight by 54.7%, the chlorophyll content increased by 47.6%, the number of root had increased by 55.6%, the length of root increased 30.8%, SOD activity increased by 50.2%. In a word, sodium alginate could increase adaptability of *H. annuus* L. seedling to salt stress, in another word, sodium alginate had some functions of mitigation to salt stress.

Key words: *H. annuus* L.; sodium alginate; salt-adaptability

物酶总活性的测定采用氮蓝四唑法; 过氧化物酶活性测定采用愈创木酚比色法; 果肉硝酸盐含量测定采用水杨酸法。

2 结果与分析

2.1 不同品种苹果果实钙含量

不同品种苹果果实钙含量差异极为显著, 红富士和红元帅果实钙素含量无显著差异, 分别为 83.17、86.76 mg/kg, 黄元帅含钙量仅为红元帅的 69.99%。

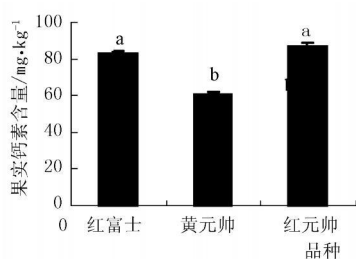


图1 3个品种苹果果实钙含量

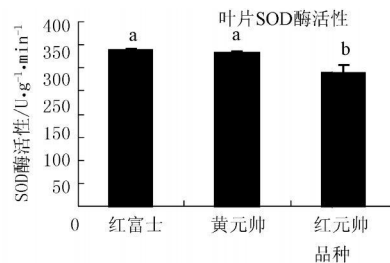
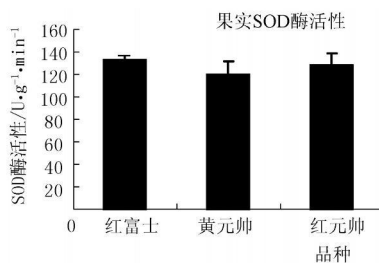


图2 不同品种苹果果实(a)及叶片(b)的 SOD 酶活性

2.2.2 不同品种苹果果实的 POD 酶活性 果实成熟期 3 个品种苹果果实的 POD 酶活性有显著差异, 红元帅和红富士的 POD 酶活性显著高于黄元帅, 约是黄元帅的 1.8 倍。

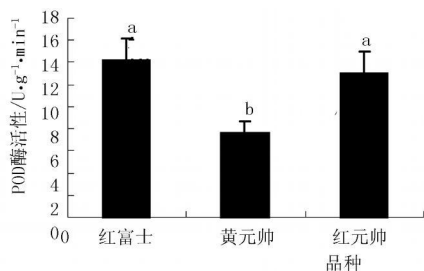


图3 不同品种苹果果实的 POD 酶活性

2.3 不同品种苹果果实硝酸盐含量

由图 4 可知, 果实硝酸盐的含量与 POD 酶活性相反, 红元帅和红富士果实硝酸盐含量显著低于黄元帅, 约为黄元帅的 57.35%和 66.49%。

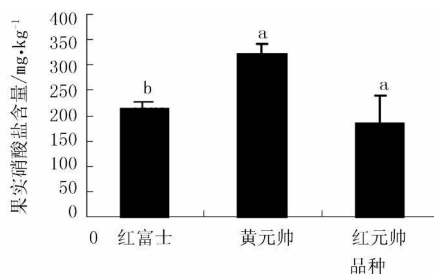


图4 3个品种苹果果实硝酸盐含量

3 讨论

3.1 不同品种苹果钙含量的差异

钙是植物必需的营养元素 在植物细胞中, 钙主要以果胶酸钙、钙调素蛋白和肌醇六磷酸钙镁(植酸钙)等形态存在, 具有稳定细胞壁的结构, 稳定细胞膜的作用, 钙能较好的控制生理病害。研究表明钙含量越低发病越重, 健康果钙含量显著高于发病果 发病率与钙含量呈显著负相关关系^[15]。不同的苹果树品种的钙吸收水平也不相同, 即存在品种间差异, 这是由品种的遗传特

2.2 不同品种苹果果实保护性酶活性比较

2.2.1 不同品种苹果果实和叶片的 SOD 酶活性 由图 2 可知 3 个品种的苹果果实的 SOD 酶活性在 5% 的水平上无显著差异, 但是不同品种的叶片 SOD 酶活性差异显著, 表现为红富士和黄元帅 SOD 酶活性显著高于红元帅, 约比红元帅 SOD 酶活性高 17.68%。叶片 SOD 酶活性较果实 SOD 酶活性平均高出 56% 左右。

性决定。该研究的结果表明 红元帅和红富士的含钙量显著高于黄元帅, 是含钙量较高的品种。

3.2 不同品种苹果抗氧化性酶的比较

过氧化物酶和超氧化物歧化酶同属于保护酶体系。已有的研究发现, 高钙能提高果实保护酶活性, 并且钙含量与酶活性的变化有一致性, 即钙含量升高时酶活性同步变化^[16-18]。因此不同品种间这 2 种酶的活性差异在一定程度上可以反应不同品种间钙含量的差异。该研究的结果表明, 叶片 SOD 酶活力显著高于果实 SOD 酶活性, 这是因为果实中的钙是由果柄韧皮部进入的, 依靠力量主要是蒸腾作用。而果实的蒸腾强度小于叶片, 对钙的竞争也远小于叶片。所以低蒸腾果实常得不到充足的钙素供应, 甚至发生果实钙向茎叶转移。所以叶片中的钙含量一般高于果实^[16]。该研究结果还表明不同品种之间 SOD 酶活性无显著差异, 但 POD 酶活性之间有显著差异性, 且与钙的趋势相一致。过氧化物酶是基因表达产物, 其对外界不良环境十分敏感^[19], 研究

的结果表明, POD 酶活性较 SOD 酶活性敏感, 可作为敏感性指标。

3.3 不同品种苹果果实硝酸盐含量

研究表明, 施钙能提高黄瓜功能叶片中硝酸还原酶活性, 促进黄瓜的氮素代谢, 有利于叶片中的硝酸盐的转化^[20]。该研究的结果表明, 3 个品种的果实硝酸盐含量变化趋势与果实钙含量的趋势相反, 说明钙能促进果实硝酸盐的吸收及转化, 钙含量较高时可以促进硝态氮向蛋白氮的转化。

4 结论

红元帅和红富士的含钙量显著高于黄元帅, 是含钙量较高的品种, 这种品种间的差异, 是由品种的遗传特性所决定的。高钙能提高果实保护酶活性, 并且钙含量与酶活性的变化相一致, 试验结果表明, POD 酶活性较 SOD 酶活性敏感。钙能促进果实硝酸盐的吸收及转化, 可促进硝态氮向蛋白氮的转化。

参考文献

[1] 柯玉清, 张长峰. 钙对果实采后生理作用及其机理研究进展[J]. 保鲜与加工, 2005(5): 8-10.
[2] 郑伟蔚, 翟衡. 几个苹果主栽品种生长季钙含量动态的比较分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(11): 2396-2300.
[3] 关军锋, 李广敏, 李滨, 等. Ca^{2+} 对苹果果实过氧化物酶活性及其分泌的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(1): 79-81.
[4] 陈见晖, 周卫. 钙对苹果果实过氧化物酶、葡萄糖合成酶和葡聚糖分解酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 400-405.
[5] 谢玉明, 易干军, 张秋明. 钙在果树生理代谢中的作用[J]. 果树学报, 2003, 20(5): 369-373.
[6] 周卫, 李书田, 林葆, 等. 喷钙对苹果果实生理特性的影响[J]. 土壤肥料, 2000(6): 25-28.

[7] Bucchini M, Di Vaio C. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits[J]. Journal of Plant Nutrition, 2004, 27(10): 1735-1746.
[8] Cholewa E, Peterson C A. Evidence for symplastic involvement in the radial movement of calcium in onion roots[J]. Plant Physiol, 2004, 134: 1793-1802.
[9] Moore C A, Bowen H G, Scrase Field S, et al. The deposition of suberin lamellae determines the magnitude of cytosolic Ca^{2+} elevations in root endodermal cells subjected to cooling[J]. Plant J, 2002, 30: 457-466.
[10] 樊红柱, 同延安. 幼果期富士苹果树体各器官钙定量分析[J]. 中国土壤与肥料, 2006(5): 54-55.
[11] 温吉华. 红富士苹果缺钙的原因及对策[J]. 山西果树, 2009(4): 31-32.
[12] 迟京钊, 于国英, 孙竹生, 等. 果树钙素营养及其调节技术(上)[J]. 西北园艺, 2006(12): 33-34.
[13] 迟京钊, 于国英, 孙竹生, 等. 果树钙素营养及其调节技术(下)[J]. 西北园艺, 2007(2): 30-31.
[14] 路元才, 孙欣伟. 天水市果品产业发展优势分析[J]. 甘肃林业, 2008(4): 17-18.
[15] 殷杰, 林大洋, 荆淑静, 等. ‘苹果梨’采后果面凹陷斑点与钙素营养含量的关系[J]. 北方果树, 2008(3): 17-18.
[16] 关军锋, 李广敏, 李滨, 等. Ca^{2+} 对苹果果实过氧化物酶活性及其分泌的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(1): 79-81.
[17] 陈见晖, 周卫. 钙对苹果果实过氧化物酶、葡萄糖合成酶和葡聚糖分解酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 400-405.
[18] 关军锋. Ca^{2+} 对苹果果实细胞膜透性、保护酶活性和保护物质含量的影响[J]. 植物学通报, 1999, 16(1): 72-74.
[19] 张清, 李琦明, 崔西辰, 等. 不同温度条件下两组辣椒的同工酶分析[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2004, 10(5): 488-492.
[20] 赵鹏, 李絮花, 王克安, 等. 氮钙互作对日光温室中黄瓜硝酸盐代谢的影响[J]. 山东农业科学, 2008(3): 68-70.

Analysis of the Calcium Content and Anti-oxidative Enzyme Activities of Several Apple Cultivars

ZOU Ya-li, HU Li-ping, XIE Tian-zhu, SHI Ya-li

(School of Life Science and Chemistry, Tianshui Normal University, Tianshui, Gansu 741001)

Abstract: Taking Red Fuji, Marshal Huang and Marshal Hong as materials the difference of the calcium content and nitrate content and two kinds of anti-oxidative enzyme activities were studied. The results showed that the calcium content of Red Fuji and Marshal Hong were significantly higher than Marshal Huang, these two cultivars were higher calcium cultivars, higher calcium content could improve protective enzyme activity, POD enzyme activity was more sensitive than SOD enzyme activity to calcium. The trend of fruit nitrate content of the three cultivars was opposite to the calcium content, this indicated that the calcium could improve nitrate absorption and transformation.

Key words: apple; cultivar; calcium; anti-oxidative enzyme