

叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄品质 and 抗氧化酶活性的影响

史海莉¹, 刘利鸿², 陈攀红², 鲍金平³, 臧运祥¹, 郑伟尉¹

(1. 浙江农林大学 农业与食品科学学院, 浙江 临安 311300; 2. 宁波星耀禾百润农业科技有限公司, 浙江 宁波 315100;
3. 遂昌县农业局 果蔬管理站, 浙江 遂昌 323300)

摘 要:以“巨峰”葡萄为试材,研究了果实生长发育期喷施天然矿物肥对葡萄果实品质和抗氧化酶活性的影响。结果表明:喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实品质有显著改良效果,果实硬度、果实着色、可溶性固形物分别比对照增加 6.1%、30.2%、7.0%,而对单粒重、叶绿素含量影响不显著;喷施天然矿物肥还显著提高了“巨峰”葡萄叶片中愈创木酚过氧化物酶(G-POD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性;因此,生长发育期喷施天然矿物肥对改善“巨峰”葡萄果实品质有良好作用,可在“巨峰”葡萄商品化生产中合理应用。

关键词:“巨峰”葡萄;天然矿物肥;品质;抗氧化酶

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)03-0013-04

葡萄是中国分布范围最广的果树之一,从 20 世纪 90 年代初开始,设施葡萄栽培在浙江逐渐兴起,并呈快速发展之势,到目前为止,全省设施葡萄栽培总面积已超过 3 300 hm² [1]。“夏黑”、“醉金香”、“早甜”、“鄞红”、“巨峰”、“红富士”等在浙江省均有栽培 [2]。其中,“巨峰”葡萄占了较大比重。“巨峰”葡萄原产日本,是大井上康于 1937 年以“石原早生”为母本,以“申田尼”为父本杂交培育得到的四倍体品种 [3],1959 年引进中国后开始在全国大面积推广种植,其果穗大,果皮黑紫色,甜度高,可溶性固形物达 18%,深受消费者喜爱。

浙江省属全国葡萄气候生态的次适宜区。“巨峰”果实发育期间正值高温高湿季节,容易发生日灼病、霜霉病、黑痘病和白粉病等病害,降低其商品品质,尤其是贮藏过程中常造成严重的经济损失 [4-6]。钙不仅是葡萄生长发育所必需的大量元素,还在许多生理过程中起着重要作用,与葡萄抗逆性关系极为密切。果树生产上经

常在花后 4 周和果实生长期进行叶面喷钙来改善果实品质及耐贮性等 [7]。

Ca²⁺ 作为偶联胞外信号与胞内生理反应的第二信使,参与植物对外界的反应与适应,调节植物细胞对逆境胁迫(包括高温、高湿)的信号转导过程 [8]。外源钙处理可以有效维持干旱胁迫下草莓叶片超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、多酚氧化酶(PPO)活性,以减轻活性氧对草莓的伤害 [9]。Ca²⁺ 还可减少低氧胁迫下黄瓜幼苗体内活性氧的产生,提高 SOD、愈创木酚过氧化物酶(G-POD)、CAT、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、谷胱甘肽还原酶(GR)等活性,降低膜脂过氧化水平,减缓低氧胁迫对植株的伤害,增强黄瓜幼苗对低氧逆境的适应性 [10]。钙有利于保护细胞膜结构,减少高温胁迫对葡萄的伤害,因此,采用钙素营养调控技术可以生产出安全、优质的果品。

该试验所用天然矿物肥(HERBAGREEN®)是来自于奥地利矿山的 100% 方解石为原料,采用方解石-钙微粉化技术,制成的颗粒 5~25 μm 的肥料。目前,尚鲜见有关喷施天然矿物肥对葡萄品质方面的研究报道。现以“巨峰”葡萄为试材,研究果实生长发育期喷施天然矿物肥对其果实品质和抗氧化酶活性的影响,以期为天然矿物肥在葡萄园中合理使用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

临安市地处浙江省西北部、中亚热带季风气候区南缘,

第一作者简介:史海莉(1991-),女,河南周口人,硕士研究生,研究方向为设施果树学。E-mail:shirleyshl@sina.cn.

责任作者:郑伟尉(1980-),女,山东烟台人,副教授,硕士生导师,现主要从事果树生物技术及果品采后生理与贮藏保鲜等研究工作。E-mail:zhengww@zafu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31201585);教育部留学归国人员科研启动基金资助项目(教外司留[2013]693);遂昌县科技计划科研资助项目(2015-14-14)。

收稿日期:2015-09-24

光照充足,雨量充沛,四季分明,年均降水量 1 613.9 mm,降水日 158 d,无霜期 237 d。试验地所在的锦城街道横溪村

平均气温为 16℃,绝对最低温-8.1℃,绝对最高温 39.9℃,平均海拔为 50 m,土壤 pH 5.5,各种元素含量见表 1。

表 1

土壤元素全量分析

Table 1

Characteristics of chemical elements in soil

氮	磷	钾	钙	镁	铝	铁	铜	硼	锌
N/(g·kg ⁻¹)	P/(g·kg ⁻¹)	K/(g·kg ⁻¹)	Ca/(g·kg ⁻¹)	Mg/(g·kg ⁻¹)	Al/(mg·kg ⁻¹)	Fe/(g·kg ⁻¹)	Cu/(g·kg ⁻¹)	B/(g·kg ⁻¹)	Zn/(g·kg ⁻¹)
1.86	1.42	8.08	1.28	1.84	17.45	6.48	0.02	0.07	0.05

1.2 试验材料

试验材料为 8 年生“巨峰”葡萄,种植密度为 1.5 m×2.5 m。试验所采用的天然矿物肥为宁波星耀禾百润农业科技有限公司生产的禾百润天然矿物肥,主要成分为 CaCO₃ (65.5%)。

1.3 试验方法

于 2014 年 5—8 月在浙江省临安市横街水果专业合作社葡萄基地里进行叶面喷施试验。设叶面喷施禾百润天然矿物肥(750 倍液)处理,以清水为对照。各处理均重复 5 次,采取区组随机排列,每小区 30 株,每畦单行栽植。2014 年 5—7 月在葡萄果实膨大期(5 月 31 日、6 月 7 日、6 月 27 日、7 月 10 日)喷施叶面。所有植株的生长生态环境、栽培管理、肥料施用、除虫防病等均采用同一标准控制。

1.4 项目测定

每小区选择长势均衡的植株,采用便携式叶绿素仪 SPAD-502P 测定叶片叶绿素含量;8 月份果实成熟期采收所有果实,立即冷链运输到浙江省农产品品质改良技术研究重点实验室,进行单粒重、果皮颜色、果实硬度和可溶性固形物含量的测定。单粒重用百分之一天平测定,果皮颜色采用 CR-10 色差仪测定,果实硬度采用 GY-1 型果实硬度计测定,可溶性固形物含量采用 ATAGO (PAL-1)手持式数显糖度计测定。过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、愈创木酚过氧化物酶(G-POD)等抗氧化酶活性测定参考朱祝军等^[5]的方法。

1.5 数据分析

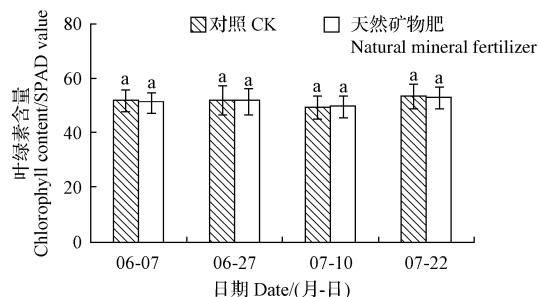
试验统计的数据均为 3 次重复的平均值加标准差。数据采用 SAS 软件系统(package program 9.1, SAS, Inc., USA)进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄叶片叶绿素含量的影响

5 月 31 日开始对“巨峰”葡萄叶面喷施天然矿物肥,6 月 7 日后每半个月进行 1 次叶片叶绿素含量的测定,

由图 1 可以看出,天然矿物肥对“巨峰”葡萄叶绿素含量影响不大。



注:表中数值为 5 次重复测定的均值±标准差。图中不同小写字母表示处理间达到差异显著水平,相同小写字母表示差异不显著($P < 0.05$)。以下同。

Notes: The values are means of five replicates±SD; different lowercase letters show significant difference at 0.05 level. The same below.

图 1 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of foliar spray of natural mineral fertilizer on chlorophyll content of 'Kyoho' grape

2.2 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实品质的影响

由表 2 可以看出,生长发育期叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄单果重量有增加作用,比对照增加了 3.3%,但差异不显著。叶面喷施天然矿物肥对果实硬度有显著增加效果,喷施天然矿物肥的“巨峰”葡萄果实硬度为 0.52 kg/cm²,比对照增加了 6.1%,表明天然矿物肥处理的葡萄果实比对照更硬,更易在贮藏过程中保持良好的品质。

果皮颜色 a 值代表红色,叶面喷施矿物肥的“巨峰”葡萄红色表现显著增强,比对照增加了 30.3%。表明天然矿物肥处理的葡萄果实比对照的果皮颜色更鲜艳、更红。此外,喷施天然矿物肥后,“巨峰”葡萄果实可溶性固形物的含量为 17.93%,显著高于对照,比对照增加了 7.0%。

表 2

叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实品质的影响

Table 2

Effect of foliar spray of natural mineral fertilizer on fruit quality of 'Kyoho' grape

处理	单果重	硬度	果皮颜色	可溶性固形物含量
Treatment	Individual fruit weight/g	Firmness/(kg·cm ⁻²)	Coloration/a	Soluble solid content/%
对照 CK	12.61±0.04a	0.49±0.02b	3.57±0.41b	16.76±0.20b
天然矿物肥 Natural mineral fertilizer	13.03±0.45a	0.52±0.01a	4.65±0.32a	17.93±0.62a

2.3 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实抗氧化酶活性的影响

前人研究表明,活性氧积累是引起植物逆境伤害的重要原因之一,而细胞质中清除活性氧的能力可作为植物抗逆能力的生理指标。CAT 是植物活性氧清除系统中一种膜结构保护酶,能够有效清除细胞内过多的 H_2O_2 ,维持细胞内 H_2O_2 在一个正常水平,从而与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等保持密切的联系。如图 2 所示,叶面喷施天然矿物肥后,“巨峰”葡萄果实 CAT 活性略有增加,说明喷施天然矿物肥后果实更容易保持细胞平衡。

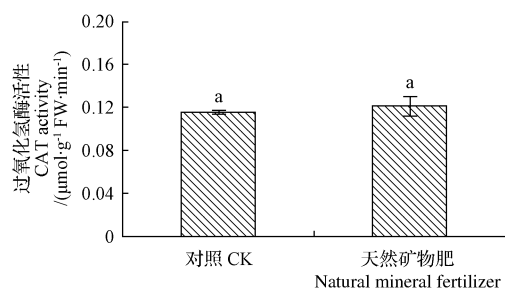


图 2 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实过氧化氢酶活性的影响

Fig. 2 Effect of foliar spray of natural mineral fertilizer on CAT activity of 'Kyoho' grape

APX 是植物活性氧代谢中重要的抗氧化酶之一,也是叶绿体中清除 H_2O_2 的关键酶。生长发育期叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实 APX 活性有显著影响(图 3)。喷施后“巨峰”葡萄果实 APX 活性为 $0.692 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,比对照提高了 58.4%。可见生长发育期叶面喷施天然矿物肥可以防止活性氧在植物体内超过阈值时对细胞膜系统造成的伤害,提高植株的抗逆性。

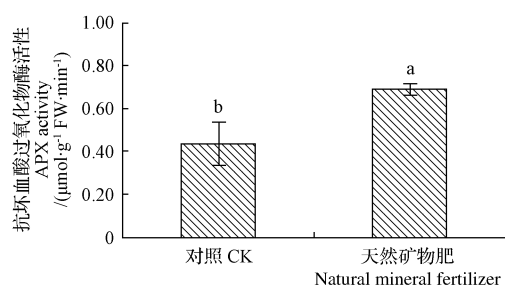


图 3 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实抗坏血酸过氧化物酶活性的影响

Fig. 3 Effect of foliar spray of natural mineral fertilizer on APX activity of 'Kyoho' grape

G-POD 是植物适应和抵抗逆境重要的一种抗性酶,是膜脂过氧化防御系统的重要抗氧化保护酶。G-POD 可催化 H_2O_2 形成 H_2O ,从而有效阻止 $O_2^{\cdot -}$ 和 H_2O_2 的积累,限制这些自由基对膜脂过氧化的启动。生长

发育期叶面喷施天然矿物肥显著提高了“巨峰”葡萄果实 G-POD 活性(图 4)。对照果实 G-POD 活性为 $0.006 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,而天然矿物肥处理后的果实 G-POD 活性为 $0.025 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,提高了 4.15 倍。可见生长发育期叶面喷施天然矿物肥可以有效清除“巨峰”葡萄植株的自由基和活性氧,增强植物的抗氧化能力,提高植株的抗逆性。

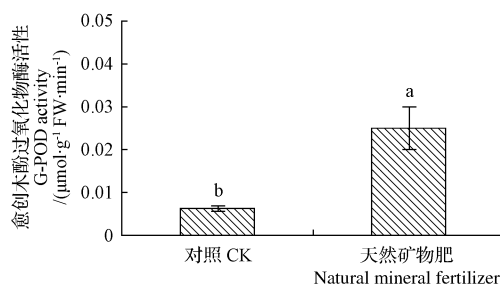


图 4 叶面喷施天然矿物肥对“巨峰”葡萄果实愈创木酚过氧化物酶活性的影响

Fig. 4 Effect of foliar spray of natural mineral fertilizer on G-POD activity of 'Kyoho' grape

3 讨论与结论

众所周知,钙是构成细胞壁的一种大量元素,也是偶联胞外信号与胞内生理反应的第二信使,环境刺激通常经由信号转导影响植物的生长发育。车俊峰等^[11]在多个葡萄品种上进行的叶面肥应用试验表明,喷施螯合氨基酸钙液肥后“红地球”葡萄和“木纳格”葡萄产量可分别增加 8.5% 和 17.15%;徐建国^[12]在“无核白鸡心”葡萄不同生长发育期叶面喷施果蔬钙 1 500 倍液后,发现葡萄口感好、外观鲜艳、光洁、脆甜。该试验所采用的禾百润天然矿物肥料主要成分是钙,在 6—7 月份“巨峰”葡萄生长发育期进行多次叶面喷施,结果发现天然矿物肥料可有效提高“巨峰”葡萄单果重、硬度、可溶性固形物含量,改善果实着色,提高葡萄果实品质。这与李中勇等^[13]在“中油 5 号”油桃,管雪强等^[14]在“红地球”葡萄上喷施钙肥试验的研究结果相似,表明钙素营养对提高多种果树的果实品质均有良好的效果。但在该试验中,喷施天然矿物肥料并未使“巨峰”葡萄叶片叶绿素含量发生显著变化,可能因为叶面喷施天然矿物肥料时,多数叶片已发育为接近成熟的功能叶片,故对叶绿素含量影响较小。

前人研究结果表明,逆境胁迫下外源钙能在一定程度上维持抗氧化酶的活性,以减轻活性氧对植株的伤害,从而在一定程度上增强其抗逆性。干旱胁迫下不同浓度 Ca^{2+} 处理可以显著提高草莓叶片 SOD、CAT、PPO 的活性^[9]。喷施 Ca^{2+} 还可显著提高苹果梨新梢和果台副梢叶片的 G-POD 和 PPO 活性^[15]。该试验发现 5—7 月份“巨峰”葡萄生长发育期多次叶面喷施天然矿物肥

料后,“巨峰”葡萄叶片中 G-POD、APX 活性显著增加,这与焦彦生等^[10]在黄瓜上发现的 Ca^{2+} 可降低黄瓜幼苗体内 MDA、 H_2O_2 含量和 O_2^- 产生速率,提高了 G-POD、APX 等活性的研究结果一致。喷施 Ca^{2+} 有效缓解了高温对“巨峰”葡萄叶片光合作用的抑制及对 PSII 系统的伤害^[16];也可以提高烟草在高温胁迫下的净光合速率和光系统 II(PSII)最大光化学效率,减少对高温胁迫下 PSII 反应中心的破坏^[17]。这些研究结果均表明钙可能在夏季高温环境下提高植物的耐热性过程中作为重要的信号分子。

该研究结果表明,5—7 月份“巨峰”葡萄生长发育期多次叶面喷施天然矿物肥能有效增加“巨峰”葡萄单果重、硬度、可溶性固形物含量,改善果实着色,提高葡萄果实商品品质。此外,禾百润天然矿物肥除了富含钙,还含有镁、硅、铁等多种植物必需的中微量元素,可在“巨峰”葡萄商业化生产中推广应用。

(该文作者还有徐凯,单位同第一作者。)

参考文献

- [1] 陈增灿. 浙江不同栽培模式中主要葡萄真菌病害与防治[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2009(7):47-48.
- [2] 吴江,程建徽,魏灵珠,等. 浙江欧美杂种葡萄优质安全设施栽培模式[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2010(11):38-40.
- [3] 曹冬旭,周海峰,于生成. “巨峰”葡萄热处理茎尖培养技术研究[J]. 北方园艺, 2012(9):116-118.
- [4] 吕秀兰,苟琳,龚荣高,等. 葡萄品种对霜霉病抗性鉴定的生化指标研究[J]. 植物病理学报, 2004, 34(6):512-517.
- [5] 杨华,周步梅,邓晔,等. 葡萄黑痘病研究进展及防治对策[J]. 江西农业学报, 2009, 21(11):61-63.
- [6] 杜飞,朱书生,陈尧,等. 避雨栽培对葡萄白粉病发生的影响及其微气象学原理初探[J]. 经济林研究, 2011, 29(3):52-60.
- [7] 张瑛,周咏梅,黄羽,等. 巨峰一年两收栽培模式下的钙素营养动态分析[J]. 南方农业学报, 2014, 45(6):1025-1028.
- [8] 梁国庆,孙静文,周卫,等. 钙对苹果果实超氧化物歧化酶、过氧化氢酶活性及其基因表达的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2):438-444.
- [9] 彭森,钟晓红,张玲,等. 钙对干旱胁迫下草莓 SOD、CAT、PPO 活性的影响[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2009, 6(1):11-14.
- [10] 焦彦生,郭世荣,李娟,等. 钙对根际低氧胁迫下黄瓜幼苗活性氧代谢的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(10):2056-2062.
- [11] 车俊峰,郭春会,高疆生,等. 不同叶面肥在 3 个葡萄品种上的应用[J]. 西北农业学报, 2010, 19(11):141-144.
- [12] 徐建国. 果蔬钙肥在葡萄上的应用初探[J]. 新疆农垦科技, 2011(6):34-35.
- [13] 李中勇,韩龙慧,史娟,等. 高氮水平下钙对设施油桃果实生长及品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014(4):72-75.
- [14] 管雪强,杨阳,王恒振,等. 喷钙对红地球葡萄果实钙果胶含量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(1):179-185.
- [15] 杨林先,王姐,曲柏宏. 钙处理对苹果梨叶片钙调蛋白含量及过氧化物酶、多酚氧化酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2010(2):74-76.
- [16] 郑秋玲,谭伟,马宁,等. 钙对高温下巨峰葡萄叶片光合作用和叶绿素荧光的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(9):1963-1968.
- [17] TAN W, MENG Q W, BRESTIC M, et al. Photosynthesis is improved by exogenous calcium in heat-stressed tobacco plants[J]. Journal of Plant Physiology, 2011, 168:2063-2071.

Effect of Natural Mineral Fertilizer on Fruit Quality and Activities of Antioxidant Enzymes of ‘Kyoho’ Grape

SHI Haili¹, LIU Lihong², CHEN Panhong², BAO Jinping³, ZANG Yunxiang¹, ZHENG Weiwei¹, XU Kai¹

(1. School of Agricultural and Food Science, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300; 2. Newlstar (Ningbo) Herbagegreen Agritech Co. Ltd., Ningbo, Zhejiang 315100; 3. Fruit and Vegetable Management Station, Agricultural Bureau of Suichang County, Suichang, Zhejiang 323300)

Abstract: ‘Kyoho’ grape was used as material for studying the effect of foliar spray of natural mineral fertilizer at growth stage on fruit quality and activities of antioxidant enzymes. The results showed that foliar spray of natural mineral fertilizer was effective on improving the fruit quality of ‘Kyoho’. Fruit firmness, redness and soluble solid content were higher than those of control fruits, with the increase of 6.1%, 30.2%, 7.0%, respectively. Individual fruit weight and leaf chlorophyll content were not significantly affected by natural mineral fertilizer treatment. The enhanced activities of G-POD and APX in leaves of ‘Kyoho’ were also observed in natural mineral fertilizer treatment. In a word, foliar spray of natural mineral fertilizer at growth stage was helpful for improving ‘Kyoho’ fruit quality, which could be applied for commercial production of table grapes.

Keywords: ‘Kyoho’ grape; natural mineral fertilizer; quality; antioxidant enzyme