

余 阳, 袁 月, 王继源, 等. 套袋及喷钙对魏可葡萄矿质元素和果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(5):1134-1139.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2015.05.030

套袋及喷钙对魏可葡萄矿质元素和果实品质的影响

余 阳¹, 袁 月¹, 王继源¹, 殷 健², 陶建敏¹

(1. 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095; 2. 常熟市吉健果业有限公司, 江苏 常熟 215511)

摘要: 以葡萄晚熟品种魏可为材料, 测定分析套袋及喷钙处理对其矿质元素、果实品质、果皮着色程度及裂果率的影响。魏可葡萄果实套微孔袋和塑料袋后, 膨大期和转色期果皮中 Ca 和 Mg 含量明显下降, 而 K 和 B 含量无明显变化; 果实单果质量和可溶性固形物含量均减少。套袋前分别喷施氨基酸钙和硝酸钾钙, 果实单果质量和 Ca 含量均明显增加, 而套微孔袋效果更好。对不套袋的魏可葡萄分别喷施 2 种钙, 果实单果质量和 Ca 含量增加。魏可葡萄套微孔袋前分别喷 2 种钙, 对防治葡萄裂果的效果较好, 裂果发生率分别降低了 78% 和 88%。与对照相比, 套袋及喷钙使魏可葡萄果皮颜色明显加深, 且喷施硝酸钾钙比氨基酸钙更能降低果实表皮明亮度, 加深果皮颜色。可见, 套袋及喷钙可以增加魏可葡萄果实的单果质量和 Ca 含量, 降低裂果发生率, 并对果实成熟起促进作用。

关键词: 葡萄; 套袋; 喷钙; 果皮矿质元素; 果实品质; 果皮着色; 裂果率

中图分类号: S663.109+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2015)05-1134-06

Effects of bagging treatments and calcium applications on mineral elements and fruit quality of Wink grape

YU Yang¹, YUAN Yue¹, WANG Ji-yuan¹, YIN Jian², TAO Jian-min¹

(1. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Jijian Fruit Co., Ltd., Changshu 215511, China)

Abstract: Grape variety Wink subjected to two bagging treatments (microporous bag and plastic bag) and two kinds of calcium solution spraying (potassium nitrate calcium and amino acid calcium) were determined for mineral elements in peel, fruit quality, peel coloring and fruit-cracking rate to investigate the impact of bagging and calcium application. No bagging and no calcium application was set as control (CK). Compared to CK, the contents of Ca and Mg in the peel of Wink grape were decreased obviously by bagging treatments at fruit swelling period and at veraison, and the fruit weight and soluble solid contents dropped. The contents of K and B were not affected. The single fruit weight and Ca content of Wink grape were increased by two calcium solutions applications and follow-up bagging treatments. Calcium applications raised the single fruit weight and calcium content of Wink grape without bagging as well. Microporous bagging together with two kinds of calcium fertilizers could achieve better control effect on fruit cracking rate which dropped by 78% by amino acid calcium spraying and 88% by potassium nitrate calcium spraying. Bagging treatments drove the grape peel colored darker, and potassium nitrate calcium spraying showed more

obvious effect than amino acid calcium spraying. In conclusion, bagging treatments combining calcium solution spraying improved the fruit weight and the contents of Ca of Wink grape, decreased the fruit-cracking rate, and played a positive role in fruit ripening.

Key words: grape; bagging; calcium spraying; peel mineral element; fruit quality; peel coloring; fruit-cracking rate

收稿日期: 2015-04-11

基金项目: 国家现代农业葡萄产业技术体系项目(CARS-30); 国家科技支撑项目(2013BAD20B05); 江苏省三新工程项目[SXGC(2014)004]; 江苏省科技厅项目(SBE2014030811)

作者简介: 余 阳(1991-), 女, 江苏镇江人, 硕士, 从事果树生理与栽培技术研究。(Tel) 15150580107; (E-mail) 811274193@qq.com

通讯作者: 陶建敏, (Tel) 13905160976; (E-mail) tjm266@sina.com

魏可葡萄果实为紫黑色,果穗大,果粒卵圆形,可溶性固形物含量 20% 左右,味甜,汁多无香气。该品种树势强、丰产、抗病性强,是一种优质极晚熟葡萄品种^[1-2]。但魏可葡萄裂果发生率较为严重,影响了果实的品质与产量。

对葡萄进行套袋,具有改善果实外观品质、减轻病虫害、提高产量等作用,已开始被大量采用^[3-5]。但单纯套袋也存在一些问题,如果实风味下降,套袋果实 Ca 和 K 含量下降等,还会引起果面病害的发生^[6]。要解决这些问题,一方面要提高套袋技术,另一方面应补施含 Ca 素为主的肥料。钙对稳定植物细胞结构、信息传导和果实发育有着重要的作用,是影响果实品质的重要元素之一^[7-8]。相关研究表明,缺钙易引起许多果实采前生理病害,如苹果的水心病、苦痘病和豆斑病^[9]。由于钙很难在植物韧皮部移动^[10],所以运输到果实中的钙相对较少。目前,采用叶面和果面喷钙的方式来增加果实钙含量,已成为补钙措施中有效的方法之一^[11-12]。本研究拟通过对魏可葡萄树体喷钙及果穗进行套袋处理,研究其提高果实钙含量,改善葡萄品质和降低裂果发生率的效果。

1 材料与方法

1.1 材料处理

试验于 2014 年在南京农业大学汤山葡萄试验基地进行,以 4 年生魏可葡萄为材料。采用平棚架避雨栽培,株行距为 3.0 m×6.0 m,H 型树形,肥水及病虫害管理同常规。采用普通塑料袋和微孔袋 2 种套袋类型,钙肥分为氨基酸钙和硝酸钾钙,喷施时间为晴天傍晚,以叶片和果面滴水为度。试验从 6 月初开始,每隔 10 d 叶片和果面喷钙 1 次,共喷 4 次,时间分别为 6 月 2 日、6 月 12 日、7 月 2 日和 7 月 12 日,并于 7 月 13 日统一套袋。设 9 个处理,每处理以 3 株为一小区,重复 3 次,区组内随机排列。处理 1:不喷钙肥,套塑料袋;处理 2:不喷钙肥,套微孔袋;处理 3:分别于上述 4 个日期各喷一次氨基酸钙液,于 7 月 13 日套塑料袋;处理 4:分别于上述 4 个日期各喷一次硝酸钾钙,套塑料袋;处理 5:氨基酸钙喷施日期、次数同处理 3,套微孔袋;处理 6:硝酸钾钙喷施日期、次数同处理 3,套微孔袋;处理 7:氨基酸钙喷施日期、次数同处理 3,不套袋;处理 8:硝酸钾钙喷施日期、次数同处理 3,不套袋;处理 9:

对照(CK),不套袋、不喷任何钙肥。

于葡萄果实膨大期(7 月 20 日)、转色期(8 月 20 日)和成熟期(9 月 30 日)从每个处理果穗的上、中、下部共剪取 30 粒果实,用自来水和去离子水冲洗 3 遍,吸水纸擦干后,将果实置于自封袋内,于当天测定果实品质指标。

1.2 测定指标和方法

1.2.1 果实品质 采用百分之一电子天平称量单果质量,用电子游标卡尺测量果实纵径、横径,用 RA-250 手持式糖度计测定果实可溶性固形物含量。采用酸碱滴定法测含酸量^[13],按公式计算总酸度:总酸度(%) = $V_2 \times N \times \text{折算系数} \times 100 / V_1$ 。式中: V_2 为消耗的氢氧化钠标准液(ml); N 为氢氧化钠标准液浓度(mol/L);折算系数为酒石酸 0.075; V_1 为滴定时样液体积(ml)。

1.2.2 果皮颜色 葡萄果皮颜色采用 CR-400 便携式色差仪测定。具体操作方法为:清洗果实表面,晾干后测定果实赤道部位 L 、 a 、 b 、 h 值。其中 L 值代表果皮亮度, L 值越大,亮度越高; a 值代表果皮红绿色差,正值越大,颜色越红,负值越小,颜色越绿; b 值代表果皮黄蓝色差,正值越大,黄色越深,负值越小,蓝色越深; h 值代表果皮色调,即综合颜色指标, h 值从 0~180 依次为紫红、红、橙、黄、黄绿、绿、蓝绿色($h=0$,紫红色; $h=90$,黄色; $h=180$,蓝绿色)。

1.2.3 果皮矿质元素 分别在葡萄果实膨大期和转色期采用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES)测定果皮中 Ca、K、Mg、B 的含量^[14]。

1.2.4 果实裂果发生率 每次取样统计不同袋型内葡萄裂果数占整个果实总数的百分比。

1.3 数据分析

用 SPSS16.0 统计软件和 EXCEL 2007 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果实品质的影响

由表 1 可见,除套袋的处理 1 和处理 2 外,3 个不同时期套袋及喷钙处理与对照相比均不同程度地提高了魏可葡萄果实单果质量,且与对照有显著性差异;单纯套袋使果实单果质量减小,果实品质下降;单纯套微孔袋与塑料袋相比,套微孔袋果实总体表现较套塑料袋果实好。

与对照相比,除了处理 1(套塑料袋),3 个时期其他套袋及喷钙处理均提高了魏可葡萄果实纵径。处理 1(套塑料袋)降低了魏可葡萄的纵径,但与对照比较差异不显著。如表 1 所示,喷钙各个处理提高了果实纵径,且喷施硝酸钾钙较喷施氨基酸钙效果好。

就魏可葡萄可溶性固形物含量而言,与对照相比,果实膨大期单纯套袋的处理 1 和处理 2 固形物含量分别下降 4%、3%,采取套袋前喷钙的处理 3、

4、5、6,固形物含量分别下降 1%、1%、2%、1%,而不套袋喷施 2 种钙的处理 7 与处理 8 固形物含量均提高 3%。转色期和成熟期葡萄中可溶性固形物含量的变化情况与膨大期一致。可滴定酸含量各处理间差异甚微,且无规律性。综上所述,喷钙能提高魏可葡萄可溶性固形物含量,而套袋前喷钙处理有利于减少因套袋引起的可溶性固形物含量的下降。

表 1 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果实品质的影响

Table 1 Effects of bagging treatments and calcium applications on fruit qualities of Wink grape

发育期(月-日)	处 理	单果质量 (g)	纵径 (cm)	横径 (cm)	果形指数	可溶性固形物 含量(%)	可滴定酸 含量(%)
膨大期(07-20)	1. 套塑料袋	5.05e	1.05e	0.71b	1.48cde	5.63d	3.05
	2. 套微孔袋	5.42d	1.09de	0.75ab	1.43e	5.70cd	3.07
	3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	6.02b	1.14bcd	0.75ab	1.53abcd	5.83bc	3.07
	4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	6.15b	1.16bc	0.75ab	1.55abc	5.83bc	3.07
	5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	6.07b	1.13cd	0.76a	1.50bcde	5.73bcd	3.07
	6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	6.57a	1.19ab	0.75ab	1.59a	5.80bc	3.06
	7. 喷氨基酸钙	5.67c	1.15bc	0.75ab	1.54abc	6.03a	3.06
	8. 喷硝酸钾钙	6.58a	1.21a	0.77a	1.58ab	6.07a	3.07
	9. 不套袋,不喷钙(CK)	5.46d	1.07e	0.75ab	1.45de	5.87b	3.07
转色期(08-20)	1. 套塑料袋	8.08e	2.95e	2.14c	1.38a	13.80e	0.71
	2. 套微孔袋	8.93d	3.10cd	2.25b	1.39a	14.03d	0.71
	3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	10.26c	3.32ab	2.35a	1.42a	14.40c	0.72
	4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	10.75b	3.33ab	2.35a	1.42a	14.63b	0.71
	5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	10.45c	3.22bc	2.24b	1.44a	14.60b	0.71
	6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	11.57a	3.34ab	2.36a	1.42a	14.67b	0.71
	7. 喷氨基酸钙	10.45c	3.20bc	2.24b	1.43a	15.20a	0.70
	8. 喷硝酸钾钙	11.51a	3.38a	2.38a	1.43a	15.30a	0.72
	9. 不套袋,不喷钙(CK)	9.21d	3.01de	2.22bc	1.36a	14.70b	0.70
成熟期(09-30)	1. 套塑料袋	10.16d	3.08d	2.16f	1.43a	19.27d	0.43
	2. 套微孔袋	10.27d	3.25c	2.35cd	1.38a	20.57c	0.42
	3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	11.47c	3.39ab	2.46ab	1.38a	16.87f	0.41
	4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	12.63b	3.37ab	2.39cd	1.41a	22.83b	0.42
	5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	11.66c	3.35abc	2.36cd	1.42a	18.57e	0.43
	6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	13.08a	3.41ab	2.50a	1.37a	22.70b	0.42
	7. 喷氨基酸钙	11.70c	3.30bc	2.32de	1.42a	23.93a	0.43
	8. 喷硝酸钾钙	12.67b	3.43a	2.42bc	1.42a	24.03a	0.41
	9. 不套袋,不喷钙(CK)	10.35d	3.12d	2.25e	1.39a	23.91a	0.43

同一时期同一竖栏中不同字母表示差异达显著水平($P<0.05$)。

2.2 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果实果皮着色程度的影响

如表 2 所示,不同套袋及喷钙处理的魏可葡萄 L 值均显著低于对照。处理 4、6、8 的 L 值低于处理 3、5、7,说明喷硝酸钾钙比喷氨基酸钙更能降低果实表皮明亮度。采取单纯套袋的处理 1 和处理 2 与对照相比 L 值显著下降,说明单纯套袋能降低果实表皮明亮度,使果皮颜色显著加深。

表 2 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果实果皮着色程度影响

Table 2 Effects of bagging treatments and calcium applications on coloring degree of Wink grape

处 理	L	a	b	h
1. 套塑料袋	29.18±3.51bc	7.00±3.27a	4.84±1.98b	28.82±4.57b
2. 套微孔袋	27.35±2.25d	7.19±2.08a	3.14±1.50c	21.41±3.94de
3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	29.77±2.06b	6.74±1.98a	3.84±1.26c	27.71±5.72b
4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	25.10±2.15e	4.72±2.02c	1.84±0.99d	19.14±3.12e
5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	28.74±2.28bc	7.03±1.47a	3.10±1.05c	21.93±3.30d
6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	28.43±1.71cd	5.38±2.42bc	2.34±1.61d	21.60±4.27de
7. 喷氨基酸钙	29.24±2.16bc	6.69±1.41a	3.28±1.40c	22.26±4.02d
8. 喷硝酸钾钙	28.58±2.15bcd	6.83±2.30a	3.57±1.68c	25.32±3.43c
9. 不套袋,不喷钙(CK)	32.01±3.72a	6.14±3.29ab	6.94±2.01a	53.10±9.81a

同一竖栏中不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平 ($P<0.05$)。

2.3 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果皮矿质元素的影响

从表 3 可知,喷钙对不同时期葡萄果皮钙含量影响各异,其中膨大期处理 4(套塑料袋,喷硝酸钾钙)和处理 6(套微孔袋,喷硝酸钾钙)可显著提高果皮钙含量,与对照相比分别提高了 20%、15%;转色期处理 3、5、6、7、8 均显著提高了果皮钙含量,与对照相比分别提高了 30%、54%、22%、31%、30%。喷钙明显降低了膨大期与转色期果皮中 Mg 的含量,膨大期中以喷钙为主的处理 3、4、5、6、7、8,葡萄果皮中 Mg 的含量比对照降低了 24%~37%,转色期葡萄果皮中 Mg 的含量比对照降低 9%~22%。喷钙对魏可葡萄果皮中钾含量影响不明显,仅膨大期处理 4 显著提高了钾含量。喷钙可降低果皮中硼含量,其中膨大期处理 4、处理 6 以及转色期处理 4、6、8 葡萄果皮中硼含量均显著降低。

从表 3 可见,膨大期和转色期单纯套袋的处理 1 和处理 2 与对照相比,套袋对 K 和 B 元素含量无明

显影响,而 Ca 和 Mg 元素含量则有明显的下降趋势,并且套塑料袋比套微孔袋下降多,但两者之间无显著差异。说明套袋能引起葡萄果皮中 Ca、Mg 含量的明显下降。膨大期套袋处理 1、2 葡萄中 Ca 的含量分别下降 17%、13%,Mg 的含量分别下降 21%、15%;转色期套袋处理 1、2 葡萄中 Ca 含量分别下降 35%、29%,Mg 的含量均下降 9%,表明 Ca 在膨大期吸收量较多,而后期则很少吸收,随着果实成熟,Ca 浓度越来越低,套袋则更削弱了对 Ca 的吸收。套袋处理 1、2 葡萄中 Mg 的含量在膨大期和转色期均表现下降趋势,这可能与套袋以及未补施镁肥有关。

从表 2 可见,除了处理 4 和处理 6,其他处理与 CK 相比, a 值与对照差异不显著。与对照相比,各处理的 b 值均显著变小,即各个处理的果实果皮颜色与对照相比黄色更浅。处理 4(套塑料袋,喷硝酸钾钙)的 b 值为 1.84,与对照比较果实果皮颜色显著变浅(表 2)。

不同套袋及喷钙处理的 h 值与对照比较均显著变小,即果实果皮更偏向紫红色(表 2)。

2.4 套袋及喷钙处理对魏可葡萄裂果发生率的影响

不同套袋及喷钙处理均有效降低了魏可葡萄成熟期裂果的发生率(表 4)。其中,以处理 5(套微孔袋,喷氨基酸钙)与处理 6(套微孔袋,喷硝酸钾钙)的效果最好,裂果发生率分别比对照降低了 78% 和 88%。说明套微孔袋前分别喷施 2 种钙均可有效减少裂果的发生。

表 3 套袋及喷钙处理对魏可葡萄果皮矿质元素的影响

Table 3 Effects of bagging treatments and calcium applications on mineral elements in Wink grape peel

发育期(月-日)	处 理	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	B (mg/kg)
膨大期(07-20)	1. 套塑料袋	2 481.66c	10 754.60b	826.34bc	133.69ab
	2. 套微孔袋	2 601.86c	11 204.83b	880.89b	167.85a
	3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	3 034.78b	10 617.62b	742.45cd	124.92ab
	4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	3 576.33a	20 947.87a	795.82cd	61.98b
	5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	3 211.52ab	10 460.84b	721.35de	125.33ab
	6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	3 442.52a	16 012.41ab	788.30cd	81.15b
	7. 喷氨基酸钙	3 024.67b	10 748.38b	652.86e	115.72ab
	8. 喷硝酸钾钙	3 241.77ab	14 479.42b	746.58cd	100.25ab
	9. 不套袋,不喷钙(CK)	2 988.57b	13 999.71b	1 040.88a	171.95a
转色期(08-20)	1. 套塑料袋	1 628.08d	28 219.83abc	1 074.70b	239.48ab
	2. 套微孔袋	1 772.01d	29 057.05abc	1 081.99b	234.39ab
	3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	3 246.21b	24 909.40c	961.47cd	206.06ab
	4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	2 990.23b	35 770.27a	1 054.38bc	186.66b
	5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	3 832.08a	25 852.18bc	988.11bcd	221.37ab
	6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	3 037.29b	33 154.39ab	1 007.78bcd	176.47b
	7. 喷氨基酸钙	3 264.69b	26 707.66bc	925.02d	212.23ab
	8. 喷硝酸钾钙	3 235.89b	35 200.59a	1 024.71bcd	181.01b
	9. 不套袋,不喷钙(CK)	2 496.14c	29 465.52abc	1 187.46a	254.11a

同一时期同一竖栏中不同字母表示差异达显著水平($P < 0.05$)。

表 4 套袋及喷钙处理对魏可葡萄裂果率的影响

Table 4 Effects of bagging treatments and calcium applications on fruit-cracking rate of Wink grape

处 理	裂果率(%)
1. 套塑料袋	27.04
2. 套微孔袋	13.09
3. 套塑料袋,喷氨基酸钙	21.83
4. 套塑料袋,喷硝酸钾钙	16.88
5. 套微孔袋,喷氨基酸钙	10.15
6. 套微孔袋,喷硝酸钾钙	5.62
7. 喷氨基酸钙	36.30
8. 喷硝酸钾钙	33.98
9. 不套袋,不喷钙(CK)	45.94

3 讨 论

本研究结果表明,喷钙能增加魏可葡萄单果质量,这与前人的研究结果一致^[15-16],且喷硝酸钾钙效果更好。与对照相比,套袋使果实的内在品质下

降,而套袋前喷钙则有效提高了果实内在品质。喷钙处理不仅提高魏可葡萄果实纵径,也提高其可溶性固形物含量,这与周卫等^[15]的研究结果一致,但与曹永庆等^[16]关于硝酸钙对中华寿桃采后贮藏品质影响的研究结果不尽一致,这可能与喷钙的种类、喷钙次数、喷钙时期有关。

Ca、K、Mg、B 作为植物生长所必需的矿质元素,参与植物的生长代谢。如 Mg 参与光合作用色素的合成,而 K、B 参与光合产物的转运^[10]。本研究中,不同套袋及喷钙措施均不同程度地增加了魏可葡萄果皮中钙含量,这与何为华等^[17]研究结果相符。同时套袋与喷钙也降低了成熟期裂果率,套微孔袋前分别喷 2 种钙均有效减少了裂果的发生。喷氨基酸钙增加了果皮钙含量,降低了 K 含量;而喷施硝酸钾钙却增加了 K 含量,这应该与硝酸钾钙本身存在钾的含量有关。

本研究中不同套袋及喷钙措施能促进果皮着色,而套袋前喷硝酸钾钙更有利于加深果皮颜色。

参考文献:

- [1] 徐卫东,陶继玉,赵正清,等. 极晚熟葡萄新品种魏可及其栽培技术[J]. 南方农业学报, 2005, 36(1): 31-32.
- [2] 凌学林,孙 权,张效若. 魏可 葡萄的性状表现及栽培技术[J]. 落叶果树, 2012, 44(6): 48-50.
- [3] 徐义流,张金云,伊兴凯,等. 果实套袋对砀山地区砀山酥梨果实品质的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(3): 301-306.
- [4] 赵建波,罗俊霞,肖蓉萍,等. 套袋对葡萄果实品质影响的试验[J]. 落叶果树, 2004, 36(5): 13-15.
- [5] 任晨琛,任俊鹏,陶建敏,等. 不同套袋处理对美人指葡萄果实生长的影响[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(1): 178-183.
- [6] 刘志坚. 苹果套袋经验专论[J]. 西北园艺, 2001, 2(4): 5.
- [7] 肖红梅,王薛修. 钙处理对桃采后生理和贮藏品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(3): 122-124.
- [8] DRIS R, NISKANEN R, FALLAHI E, et al. Relationships between leaf and fruit minerals and fruit quality attributes of apples grown under northern conditions[J]. Journal of Plant Nutrition, 2008, 22(12): 1839-1851.
- [9] 张承林. 果实品质与钙素营养[J]. 果树学报, 1996, 13(2): 119-123.
- [10] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2003: 66.
- [11] 周 卫,李书田,林 葆. 喷钙对苹果果实生理特性的影响[J]. 土壤肥料, 2000(6): 25-27.
- [12] 何为华,王瑞云. 苹果施用硝酸钙的效果[J]. 果树科学, 1998, 15(1): 20-25.
- [13] 王 博. 根域限制促进鲜食葡萄果皮花色苷合成的机制研究[D]. 上海:上海交通大学, 2013.
- [14] 杜慧娟,田娟娟,段长青,等. 同时测定葡萄果实中 56 种矿质元素的电热板消解-ICP/MS 法的建立[J]. 分析试验室, 2009, 28(B05): 294-298.
- [15] 周 卫,汪 洪. 苹果 (*Malus pumila*) 幼果钙素吸收特性与激素调控[J]. 中国农业科学, 1999, 32(3): 52-58.
- [16] 曹永庆,曹艳平,李 壮,等. 采前喷钙对中华寿桃采后贮藏品质及褐变的影响[J]. 果树学报, 2008, 25(6): 811-815.
- [17] 何为华,王 勤,张世英. 套袋、喷钙对酥梨果实矿质营养和品质的影响[J]. 果树学报, 2003, 20(1): 18-21.

(责任编辑:孙 宁)