

陈剑侠. 葡萄叶片和果实对硒的吸收和累积特性[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 154–156.

# 葡萄叶片和果实对硒的吸收和累积特性

陈剑侠

(福建省测试技术研究所, 福建福州市 350003)

**摘要:**为给福建省富硒葡萄的开发种植技术提供科学指导,以福建当地种植的夏黑葡萄为供试作物,富硒叶面肥为试验材料,采用动态化学监测技术对葡萄在生长过程中叶片和果实对硒吸收和累积特性进行了研究。结果表明,不施硒的葡萄叶片和果实硒含量均小于 0.01 mg/kg,叶面施用不同浓度的含硒叶面肥后,在葡萄生长过程中叶片和果实中硒含量均显著提高并且与施硒量呈正相关。在葡萄的萌芽期、新梢生长期、开花期、坐果期、果实发育成熟期等 5 个不同生长阶段叶片对硒持续吸收和运转,果实对硒的转化持续进行。施用叶面硒肥后,硒在植株中分布发生变化,各部位累积顺序为叶 > 主蔓 > 果 > 枝蔓 > 根。

**关键词:**葡萄;硒;吸收;累积;分布

**中图分类号:** S663.101      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0154-03

硒是人体必需微量元素,具有防癌、抗癌、排除毒素、抗氧化、清除胆固醇、增强人体免疫力的功能<sup>[1]</sup>。目前已发现 40 多种疾病如癌症、克山病等都与硒缺乏有关<sup>[2]</sup>,我国有 2/3 地区不同程度缺硒。福建土壤本底硒含量分布不均,据 2007 年全国土壤污染调查数据显示,福建省 107 个茶园土壤总硒含量在 0.02~1.13 mg/kg 之间,总硒活化率低,能被农作物吸收的有效硒含量很低<sup>[3]</sup>。粮食等天然食物硒含量都较低,在作物种植过程中施加含硒肥料,通过植物的积累、转化提高可食用部分的硒含量,是人体补硒最经济、有效且安全的方法<sup>[4]</sup>。通过土壤施硒或叶面施硒的方法可以提高植物可食用部分的硒含量。近年来,小麦、玉米、蔬菜、水果等对硒的吸收分布和转化特性已有相关报道<sup>[5-12]</sup>。葡萄是福建近年来大面积发展种植的水果,通过生物富集技术生产富有机硒的葡萄以提高葡萄的营养和经济价值,已成为葡萄发展的新热点。本研究通过叶面施用含硒叶面肥探讨葡萄在生长过程中叶片和果实对硒吸收和累积特性,以及不同浓度和施硒次数对葡萄果实硒含量的影响,以为富硒葡萄的生产提供实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验的时间、地点

试验于 2012 年 3—8 月在福建省明溪县研农生态农业有限公司葡萄种植基地进行。

### 1.2 材料

葡萄的品种为夏黑,树龄 3 年,采用设施大棚种植,修剪形式为“V”字形,行距 2.5 m,株距 1.5 m,因此,生态环境和葡萄树的长势基本一致。所施用硒肥为康硒牌富硒叶面肥,含氨基酸、硒,硒含量为 3.76 g/L。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 试验设计

在葡萄基地中,随机选取相邻的 4 个大

棚,每个棚内种植 2 畦葡萄,1 畦 15 株,每畦分别标记 0-1、0-2、1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2 等 8 个组,前 2 组为对照组,后 6 组为试验组,每组每次硒喷施量分别为 12.4、48.9、79.0、124.1、161.7、199.3 mg(配入 5 kg 清水中喷施),喷施溶液浓度分别为 2.48、9.78、15.8、24.8、32.3、39.9 mg/L,以下讨论分为低浓度组(2.48、9.78 mg/L)、中浓度组(15.8、24.8 mg/L)、高浓度组(32.3、39.9 mg/L)。在发芽期、长叶期、开花期、坐果期、中果期和成熟前分别喷施,对照组等量喷水。以 2-1 组喷施量和次数为标准,对另外 10 个大棚中同种葡萄大面积喷施试验。

**1.3.2 样品采集与制备** 喷施后 10 d 采集最下端老叶 1 张/株和顶端向下第 3 张新叶 1 张/株。在坐果期、小果期、中果期、大果期、成熟期分别采集葡萄果实。葡萄成熟采摘后,在 2-1 组中随机选取 1 株葡萄,分别采集其根、主蔓、支蔓和叶片,随即采取大面积种植的大棚中成熟葡萄样本 20 份,测定其硒含量。

样品采集后尽快送往实验室,将样品用自来水清洗干净,装入有蒸馏水的超声波清洗器中清洗 60 min,取出后自来水冲洗 3 遍,去离子水冲洗 3 遍,沥干水分,用食品粉碎机绞成浆状,测定硒含量,同时测定水分含量用以折算干基含量。

**1.3.3 测试方法** 样品前处理及测定:处理和测定方法依据 GB 5009.93—2010《食品安全国家标准食品中硒的测定》,采用仪器主机 AFS-2202 型原子荧光仪(北京万拓)。光源为硒的特种空心阴极灯(北京有色金属研究院),该仪器的测量条件:读数时间 10 s,延迟时间 1 s,注入量 0.5 mL,重复 1 次;仪器条件:负高压 300 V,灯电流 80 mA,辅阴极 40 mA,载气流量 400 mL/min,屏蔽气流量 1 000 mL/min;断续流动程序:第 1 次停留时间 6 s,吸样时间 10 s,泵转速 100 r/min,第 2 次停留时间 6 s,吸载流时间 16 s,转速 120 r/min。吸取载流同时仪器读数。

## 2 结果与分析

### 2.1 当地土壤和水中含硒量测定

梅花布点法采集葡萄园土壤,测定硒含量<sup>[13]</sup>,试验基地

收稿日期:2013-03-05

基金项目:福建省科技公益类项目(编号:2011R1007-3)。

作者简介:陈剑侠(1971—),女,福建福州人,高级工程师,主要从事功能性食品分析研究。E-mail: cjhyl@163.com。

土壤硒平均含量 0.190 mg/kg,属于贫硒土壤。灌溉用深井水,其硒含量 <0.001 mg/L。

2.2 硒喷施浓度和叶片中硒含量动态变化关系

2.2.1 施硒量和叶片中硒含量的相关性 由表 1 可见,葡萄在萌芽期施硒后 10 d 采集样本,测定新叶中的硒含量,其检出值随喷施浓度的增加而增加,而对照组硒含量未检出 (<0.01 mg/kg),表明葡萄在萌芽期就可以通过叶面吸收转化硒源。在葡萄生长的每个阶段喷施硒肥,新叶、老叶中的转化量呈极强的线性正相关,试验结果表明在葡萄生长的全过程中植株都可以通过叶面吸收并转化外来的硒源,由此可以实现通过调节喷施浓度来调控叶片中的硒含量。

表 1 在不同生长期与施硒量和叶片中硒含量的相关性

生长期	日期 (月-日)	喷施浓度与新叶浓度 相关系数(r)	喷施浓度与老叶浓度 相关系数(r)
长叶期	04-09	0.923 0	0.901 4
开花期	04-19	0.921 4	0.758 4
坐果期	05-03	0.793 2	0.909 6
中果期	05-29	0.910 6	0.866 7
大果期	06-19	0.923 0	0.977 7

2.2.2 硒喷施的累计浓度与新叶中硒含量的关系 图 1 显示了每个浓度组新叶中硒含量在不同生长阶段的变化,在 6 个生长阶段中分别补充硒源,新叶中的硒含量持续增加,说明葡萄叶面在生长的每个阶段能够不断吸收硒并将吸收的硒运送到植株新生的叶片中。随着喷施浓度的增加,新叶硒含量也在增加。低浓度组新叶中硒含量在每个生长阶段变化不大甚至略有下降,中浓度组新叶片中硒含量在坐果期达到峰值,随后下降,到转色期又上升,高浓度组新叶中硒含量基本持续上升。

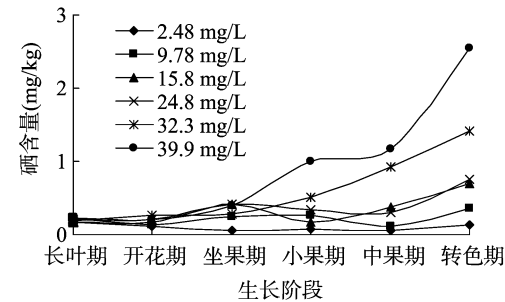


图1 新叶硒含量和生长阶段关系

2.2.3 硒喷施的累计浓度与老叶中硒含量的关系 图 2 显示了每个浓度组新叶中硒含量在不同生长阶段的变化,在 6 个生长阶段中分别补充硒源,老叶中的硒含量持续增加,说明

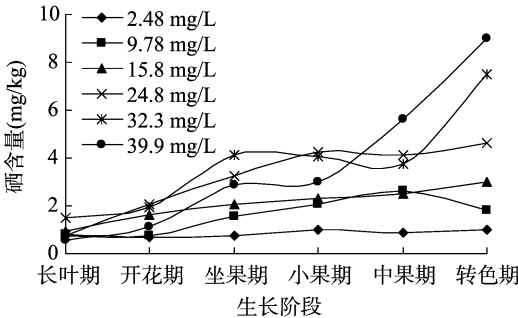


图2 老叶硒含量和生长阶段关系

葡萄老叶在生长的每个阶段能够不断吸收并积累硒。随着硒喷施浓度的增加,老叶吸收积累的硒含量也在增加,对比新老叶在生长阶段硒含量的变化趋势图,二者吻合度较高,低浓度组老叶硒含量在每个生长阶段变化不大甚至略有下降,中浓度组老叶中硒含量在小果期达到峰值随后基本不变,高浓度组老叶中硒含量基本持续上升。

2.2.4 硒肥喷施总量和最终叶片硒含量的关系 图 3 显示了每个浓度组喷施总量和新老叶片最终浓度的关系。随着喷施总量的增加,最终新老叶片中硒含量增加。

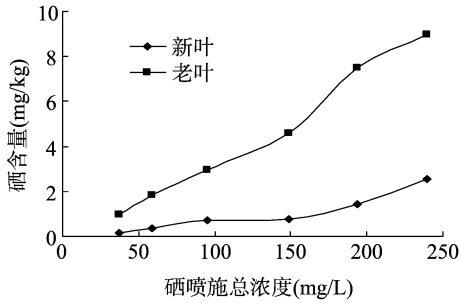


图3 硒喷施总浓度和叶子中硒含量关系

2.3 硒喷施浓度与葡萄果实中硒含量的关系

2.3.1 施硒量和葡萄中硒含量的相关性 由表 2 可见,在葡萄果实成长的每个阶段中,硒喷施浓度和果实中硒的转化量呈极强的线性正相关,表明葡萄果实生长的全过程中可以通过叶面吸收并转化外来的硒源,这样就可以通过调节喷施量实现对葡萄果实中硒含量的调控,生产出富硒产品。

表 2 硒喷施浓度与葡萄果实中硒含量的相关性

生长期	日期 (月-日)	喷施浓度与果浓度 相关系数(r)	斜率 (k)
坐果期	05-03	0.762 2	0.003 5
中果期	05-29	0.837 7	0.000 7
大果期	06-19	0.949 3	0.002 6
成熟期	07-07	0.939 2	0.001 4

2.3.2 硒喷施累计浓度和果中硒含量的变化趋势 由图 4 可见,在低浓度组,随着葡萄生长,果实中的硒含量一直在下降,中浓度组和高浓度组果实含量在坐果期最高,中果期下降到最低至大果期上升到最高点,在成熟期下降;到花后 60 d 即转色期达到最大值,之后,果实成熟期有一定的降低。

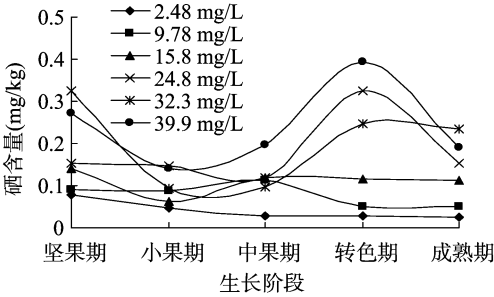


图4 硒喷施总量和成熟果实含量关系

2.3.3 硒喷施总量和成熟果实硒含量关系 表 3 所示,随着喷施总量的增加,成熟果实中硒含量也在增加,最高一个浓度组果实中硒含量急剧下降,可能是喷施量过高对果实造成了一定的伤害,观察记录也显示最高浓度组老叶叶面显现出病

表 3 硒喷施浓度和果实硒含量关系

硒喷施浓度 (mg/L)	次数	果实硒含量 (mg/kg)
2.48	6	0.024
9.78	6	0.051
15.8	6	0.112
24.8	6	0.152
32.3	6	0.233
39.9	6	0.191

害征兆。

2.4 葡萄全株硒分布规律

试验结果证明,经叶面喷施含硒肥料的葡萄成熟采摘后的植株体内硒含量分布(以干基计)从大到小依次为叶>主蔓>果>枝蔓>根。

3 讨论

3.1 不同浓度组外源硒对叶面中硒积累量的影响

试验表明,外源硒通过叶面吸收转化后进入植株其他部位。低浓度组老叶累计吸收的硒用来满足植株的需要,在生长过程中不断运送到植株其他部位,导致持续施硒的老叶中硒含量在生长中变化不大甚至略有下降;中浓度组老叶吸收累积的硒含量在小果期后增长趋势有所变缓,这与葡萄果实快速生长发育过程中能够优先获取叶面吸收的硒有一定的关系;高浓度组满足植株生长发育需要的硒运送到植株其他部分后,过量的硒源在叶片中累积使叶片硒含量增加。而硒在新叶和老叶中的变化趋势非常吻合也进一步说明葡萄叶片吸收的硒优先满足各个组织的生理需求,过量的硒源才在叶片中累积富集。因此,对于生产富硒葡萄选择适合浓度的硒喷施浓度很重要。

3.2 葡萄果实的富硒效应

试验证明,只要施予足量的外源硒,果实中的硒总量在生长发育过程中就会一直升高,即果实一直处于吸收积累过程中。在低浓度组中,随着葡萄生长,果实中的硒含量一直下降;中浓度组和高浓度组果实含量在坐果期最高,中果期下降到最低,至大果期又上升到最高点,在成熟期又下降。这与文献[14]中描述的土壤富硒小麦的硒含量随着成熟度的增加而降低是一致的。朱丽琴等认为,葡萄果实成熟硒含量降低,其可能是硒回流至树体所致<sup>[15]</sup>。

4 结论

4.1 葡萄叶片对硒的吸收和转化时期

葡萄在萌芽期就开始能够吸收转化外源硒,并且这种吸

收转化一直持续在整个生长过程中。

4.2 硒喷施浓度和总量对叶片和果实硒含量的影响

随着硒喷施浓度和总量的增加,葡萄叶片和果实中硒含量也在增加,可以通过调整硒喷施总量和浓度调控葡萄果实最终硒含量。

4.3 葡萄对硒的耐受力

通过研究硒喷施总量和果实中硒含量的关系发现,以硒浓度为 39.9 mg/L 喷施 6 次后,果实中硒含量反而下降,并且在试验过程中观察到植株老叶叶面有病害征兆,初步表明该浓度组的施硒量及施硒次数对葡萄有一定程度的伤害。

参考文献:

[1] 陈彦霖,范艳丽. 硒的生物学功能及富硒食品的研究进展[J]. 河北农业科学,2008,12(9):99-100,139.  
[2] 吴茂江. 硒与人体健康[J]. 微量元素与健康研究,2007,24(1):63-64.  
[3] 林小鸣,杨晓文,杨冬雪,等. 福建茶园土壤硒研究[J]. 化学工程与装备,2009(12):31-33.  
[4] 尚庆茂,李平兰. 硒在高等植物中的生理作用[J]. 植物生理学通讯,1998,34(4):274-288.  
[5] 吕金印,黄亚冰,刘 军,等. 小麦幼苗对硒的吸收分布与转运[J]. 核农学报,1996,10(1):54-56.  
[6] 刘春菊,刘夫国,陈 伟,等. 叶面喷施硒肥对鲜食玉米硒富集的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):713-716.  
[7] 林振宇,史衍玺,王青华. 土壤施硒对萝卜吸收转化硒及品质的影响[J]. 土壤,2004,36(1):56-60.  
[8] 李优琴,吴素玲,王雪峰,等. 吸附剂和硒制剂对金针菇镉富集的控制[J]. 江苏农业学报,2011,27(6):1363-1366.  
[9] 彭耀湘,陈正法. 硒的生理功能及富硒水果的开发利用[J]. 农业现代化研究,2007,28(3):381-384.  
[10] 冯两蕊,杜慧玲,王日鑫. 叶面喷施硒对生菜富硒量及产量与品质的影响[J]. 山西农业大学学报:自然科学版,2007,27(3):291-294.  
[11] 蒋步云,柴振林,朱杰丽,等. 富硒产品的开发利用及研究现状[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):446-448.  
[12] 段晓琴,赵峥嵘. 硒肥对大白菜含硒量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):126-128.  
[13] 陈剑侠. 原子荧光法测定葡萄园土壤中的硒[J]. 福建分析测试,2012,21(4):46-48.  
[14] 李 韬,兰国防. 植物硒代谢机理及其以小麦为载体进行补硒的策略[J]. 麦类作物学报,2012,32(1):173-177.  
[15] 朱丽琴,魏钦平,许雪峰,等. 葡萄对硒的吸收、分布和积累特性的初步研究[J]. 园艺学报,2007,34(2):325-328.