

# 叶面喷施富硒肥对冬枣营养品质的影响及相关性分析

高德凯<sup>1</sup>, 梁银丽<sup>1,2</sup>, 李文平<sup>1</sup>, 包天莉<sup>1</sup>, 孔繁超<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以“沾化冬枣”为试材,在露地栽培条件下,研究了叶面喷施富硒肥对冬枣营养品质的影响。结果表明:叶面喷施富硒肥果实中硒含量显著大于对照;叶面喷施富硒肥可以显著增加冬枣可溶性糖、可溶性蛋白质、可溶性固形物的含量,同时降低了有机酸和维生素 C 的含量,并在一定程度上抑制了贮藏时可溶性蛋白质含量的增加。可溶性糖、可溶性蛋白质、有机酸和维生素 C 含量随着贮藏期延长而逐渐增多,可溶性固形物含量则随时间延长逐渐降低。相关性分析表明,可溶性糖含量与除可溶性蛋白质外的营养品质都有显著关系,维生素 C 和有机酸含量除与可溶性糖含量有显著相关性外,还与可溶性固形物含量呈显著负相关。综上所述,叶面喷施富硒肥能显著提高冬枣的营养品质,且随着冬枣在贮藏时由初红期向全红期转变,果实各项营养品质含量也逐渐提高。

**关键词:**冬枣;硒含量;营养品质;相关性

**中图分类号:**S 665 106<sup>+</sup>. 2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)13-0037-03

冬枣 (*Zizyphus jujuba* cv. Dongzao) 是我国特有的晚熟枣栽培品种,鲜食品质极佳,以其皮薄、多汁、甜度大、口感酥脆而深受国内外消费者的青睐<sup>[1]</sup>。硒是生态环境中一种十分重要的微量元素,它在植物、动物、人体中有重要的生理功能。其具有预防心脑血管疾病、抗衰老、提高人体免疫力等作用,享有“抗癌之王”和“天然解毒剂”的美称<sup>[2-3]</sup>。近年富硒玉米、富硒小麦、富硒大米、富硒茶、富硒天麻等已形成产业化生产格局<sup>[4]</sup>,但是在硒对冬枣营养品质及贮藏时营养品质变化的影响方面研究甚少。该研究通过对冬枣叶面喷施富硒肥,探讨其对冬枣营养品质的影响,以期对富硒冬枣的生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“沾化冬枣”品种,5年生露地栽培。

绿维康牌有机富硒液体肥,由杨凌奥邦科技有限公

司生产。

Jenway6305 型紫外分光光度计(英国 Bibby 公司生产);BS400S-WEI 分析天平(德国 Sartorius 集团制造);电炉。

### 1.2 试验方法

试验于 2014 年 2—10 月在陕西省大荔县埕桥镇白虎村进行。以不施任何肥料为对照(CK)。叶面喷施富硒肥(Se)处理于冬枣幼果期(7月10日)、果实膨大期(8月5日、8月25日)分别叶面喷施 500 倍绿维康牌有机富硒液体肥,处理面积 300 m<sup>2</sup>,3 次重复。2014 年 9 月 23 日采取成熟度一致的果实各 3 kg 的样品,1~2℃冰箱保存。其它田间管理同大田丰产栽培。2014 年 9 月 24 日至 10 月 26 日每隔 15 d 左右随机选取大小颜色一致的果实去籽打成匀浆进行指标测定。

### 1.3 项目测定

钼蓝比色法测定维生素 C 含量,紫外分光光度法测定可溶性蛋白质含量,苯酚-浓硫酸法测定可溶性糖含量<sup>[5]</sup>,PRO-101 型糖度计测定可溶性固形物含量,NaOH 滴定法测定有机酸含量;硒(IV)-碘化钾-结晶紫吸光度法测定硒含量<sup>[6]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 20.0 软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA),Duncan 法进行多重比较。

第一作者简介:高德凯(1990-),男,硕士,研究方向为植物生理生态。E-mail:gdkai1990@163.com.

责任作者:梁银丽(1957-),女,博士,教授,博士生导师,研究方向为植物生理生态。E-mail:liangyl@ms.iswc.ac.cn.

基金项目:陕西省科学院科技计划资助项目(2014k-03);国家科技支撑计划资助项目(2011BAD31B05)。

收稿日期:2015-01-19

## 2 结果与分析

### 2.1 叶面喷施富硒肥对冬枣果实营养品质的影响

#### 2.1.1 叶面喷施富硒肥对冬枣维生素 C 含量的影响

由表 1 可知,果实采收后维生素 C 含量随着时间变化逐渐增加,各喷硒处理均显著降低了冬枣中维生素 C 的含量,这可能是果实内硒含量的增加对维生素 C 代谢造成了一定的阻碍,从而降低了维生素 C 的含量。

#### 2.1.2 叶面喷施富硒肥对冬枣可溶性蛋白质、可溶性糖含量的影响

表 1 显示,随着时间推移,果实内可溶性蛋白质含量呈先增大后减小趋势。在刚采收时,处理与对照的可溶性蛋白质含量差异极显著,而在 10 月 10 日

和 10 月 26 日时二者的差异并不显著,特别是 10 月 26 日时硒处理组的可溶性蛋白质含量还小于对照,说明随着时间推移,果实内硒会降低可溶性蛋白质含量。叶面喷施富硒肥可以显著提高冬枣可溶性糖的含量,随着贮藏时间的推移,可溶性糖的含量增多。

#### 2.1.3 叶面喷施富硒肥对冬枣有机酸和可溶性固形物含量的影响

有机酸含量随时间变化规律与可溶性糖变化相同,都是随贮藏时间推移而增大,但与可溶性糖不同的是冬枣喷硒显著降低有机酸含量。叶面喷硒会显著的增加冬枣可溶性固形物含量,即可以显著提高果实的成熟度,使果实采摘时具有更好的营养价值。

表 1 叶面喷施富硒肥对冬枣果实营养品质的影响  
Table 1 Effect of spraying Se fertilizer on nutritional quality of *Zizyphus jujuba* cv. Dongzao

营养品质指标 Nutritional quality indicator	测定日期 Determination date/月-日					
	09-24		10-10		10-26	
	CK	Se	CK	Se	CK	Se
维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg · kg <sup>-1</sup> )	87.52±2.570*	71.88±2.550	291.13±4.130*	264.87±6.290	298.27±8.280**	241.79±2.340
可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/(mg · g <sup>-1</sup> )	0.64±0.050	1.14±0.020**	1.56±0.110	1.68±0.010	1.36±0.010	1.16±0.060
可溶性糖含量 Soluble sugar content/(mg · g <sup>-1</sup> )	74.94±1.150	109.54±1.000**	91.18±1.400	108.49±1.360*	111.64±1.040	120.45±2.090*
有机酸含量 Organic acids content/%	0.024±0.003*	0.015±0.003	0.033±0.001**	0.022±0.001	0.051±0.001**	0.037±0.002
可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	18.90±0.100	20.33±0.170**	18.50±0.000	19.50±0.000*	17.53±0.030	18.97±0.030**

注:Se 代表喷施富硒肥的处理组,CK 代表未处理的对照组;“\*”代表在 5%水平相关性显著;“\*\*”代表在 1%水平相关性显著。以下同。

### 2.2 叶面喷施富硒肥对冬枣硒含量的影响

由表 2 可知,叶面喷硒可显著提高果实中的硒含量,所以就富硒冬枣的生产来说,叶面喷硒可大大提高冬枣的营养与保健价值。

表 2 叶面喷施富硒肥对冬枣硒含量的影响

Table 2 Effect of spraying Se fertilizer on selenium content of *Zizyphus jujuba* cv. Dongzao

果实硒含量	CK	Se
Fruit selenium content/(μg · kg <sup>-1</sup> )	2.04±0.09	2.54±0.10*

### 2.3 冬枣营养品质相关性研究

由表 3 相关性分析可以得出,果实硒含量与可溶性糖、可溶性蛋白质、可溶性固形物呈正相关关系,即果实中硒含量的增加可以使这 3 种营养物质含量增加。营养品质之间相互影响表现为:可溶性糖含量与其它指标均有显著的相关性(除可溶性蛋白质外),且与可溶性固形物显著正相关;可溶性蛋白质与其它 4 种指标相关性均不显著;维生素 C 和有机酸呈正相关,与可溶性糖和可溶性固形物呈显著负相关。

表 3 冬枣营养品质相关性分析

Table 3 Correlations analysis of *Zizyphus jujuba* cv. Dongzao nutritional quality

	可溶性糖	可溶性蛋白质	维生素 C	有机酸	可溶性固形物
可溶性蛋白质	0.674	—	—	—	—
维生素 C	-0.901*	-0.799	—	—	—
有机酸	-0.882*	-0.698	0.697	—	—
可溶性固形物	0.969**	0.571	-0.843*	-0.819*	—
果实硒含量	0.891*	0.379	-0.729	-0.711	0.972**

## 3 讨论与结论

该研究得出叶面喷施富硒肥可以提高冬枣的营养品质,这也与目前许多研究结果类似。谭周慈等<sup>[7]</sup>在水稻上的研究表明,施用硒肥可以提高大米中绝大多数氨基酸的含量;从胡秋辉等<sup>[8]</sup>和张艳玲等<sup>[9]</sup>在大豆上的研究中可以发现,喷施亚硒酸钠可以提高大豆脂肪和蛋白质含量,这与该结果相同;冬枣中含有大量的维生素 C,该试验结果发现,喷施富硒肥后维生素 C 含量反而降低,这与冯两蕊等<sup>[10]</sup>的试验结果不同,这可能与试验材料的差异性有关;莫海珍等<sup>[11]</sup>和 Dhillon 等<sup>[12]</sup>分别在小白菜和小麦上做了类似的研究,得到的结果都与该研究相同,即提高了作物的营养品质如蛋白质、可溶性固形物可溶性糖等;有些研究<sup>[13-14]</sup>得到施硒肥会使植物体内可溶性糖含量降低,这些研究多出现在小麦、玉米、土豆等淀粉含量较多的作物,可能是硒含量的增多促进了糖向淀粉的转化从而造成可溶性糖含量的降低。

冬枣的成熟度可以分为白熟期、初红期、半红期和全红期。枣果在初红期或半红期采收后,能够继续其成熟过程,果内各营养品质也会继续产生积累<sup>[15]</sup>,到全红期以后,枣果开始发生褐变、腐烂,从而营养物质含量大幅下降<sup>[16]</sup>,该试验采收的冬枣均为初红期和半红期,所以在贮藏期随着果实向全红期转变果实内可溶性糖、可溶性蛋白质、有机酸和维生素 C 含量仍呈现上升趋势。庞会娟等<sup>[17]</sup>就维生素 C 含量变化进行了研究,得出初红期和半红期的冬枣在采摘后维生素 C 含量逐渐上升,而

全红期则出现先上升后下降的趋势,这与该试验的结果也是相同的。

硒在植物上具有许多重要生理功能。然而直到目前,仍然没有充分证据证明硒是植物生长发育必需的微量营养元素。它在植物上的生理功能涉及到生长、发育、营养、代谢、产量、品质和抗性等诸多方面。硒发挥这些功能的作用机制仍然不完全清楚,也需要进一步研究<sup>[18]</sup>。该试验通过叶面喷施富硒肥研究了硒对冬枣营养品质的影响,表明叶面喷硒可以提高冬枣果实硒元素含量、可溶性糖、可溶性蛋白质、可溶性固形物含量,同时降低有机酸含量;可溶性糖、可溶性蛋白质、有机酸和维生素 C 含量随着贮藏期延长而逐渐增多,可溶性固形物含量则随着时间逐渐降低。该研究可对富硒冬枣的生产和采后贮藏提供一定的理论依据。

#### 参考文献

- [1] 马庆华,续九如.不同产地冬枣果实品质差异的研究[J].河北农业大学学报,2007,30(2):57-60.
- [2] 王斐,姜淑苓.不同时期和不同方式施用氨基酸硒肥对梨树的影响[J].中国南方果树,2013,42(6):89-91.
- [3] Riikka K,Paivi E,Markku Y H. Efficiency of different methods in extracting selenium from agricultural soils of Finland[J]. Geoderma, 2009,153:87-93.
- [4] 李丽辉,林亲录.我国富硒食品的研究进展[J].中国食物与营养,2007(2):23-25.
- [5] 张立军,樊金娟.植物生理学实验教程[M].北京:中国农业出版社,2011:57-72.

- [6] 杨昕.硒(IV)-碘化钾-结晶紫吸光度法测定海藻中痕量硒[J].理化检验-化学分册,2006,42(10):857-858.
- [7] 谭周慈,陈平.硒在水稻上的应用[J].湖南师范大学自然科学学报,1997,20(3):62-65.
- [8] 胡秋辉,杨方美.喷施硒对大豆品质和大豆食品硒水平的影响[J].中国油料作物学报,2001,23(3):42-45.
- [9] 张艳玲,潘根兴.叶面喷施硒肥对低硒土壤中大豆不同蛋白组成及其硒分布的影响[J].南京农业大学学报,2003,26(1):37-40.
- [10] 冯两蕊,杜慧玲.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] 莫海珍,张愨.菜心富硒规律及其对营养成分的影响[J].食品与生物技术学报,2006,25(5):49-54.
- [12] Dhillon K S,Dhillon S K. Selenium concentrations of common weeds and agricultural crops grown in the selenium soils of northwestern India[J]. Science of the Total Environment,2009,407:6150-6156.
- [13] 唐巧玉,周毅峰.硒处理对荞麦早期生长发育的影响[J].湖北民族学院学报(自然科学版),2004,22(2):5-7.
- [14] 田应兵,雷明江.沼澤土施硒对黑麦草生长、品质及生理活性的影响[J].土壤通报,2006,37(4):741-743.
- [15] 陈祖祺,折寿椿.鲜枣贮藏的初步研究[J].山西农业大学学报,1983,3(2):48-53.
- [16] 曹志敏,张平.冬枣减压贮藏保鲜及采后生理变化[J].保鲜与加工,2004,23(4):6-7.
- [17] 庞会娟,温陟良.冬枣采后及贮藏过程中维生素 C 含量变化规律的研究[J].河北农业大学学报,2002(25):118-119.
- [18] 王晋民,赵之重.硒对胡萝卜含硒量、产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2006,12(2):240-244.

## Effect of Spraying Se Fertilizer on *Zizyphus jujuba* cv. Dongzao Nutritional Quality and Its Correlation Analysis

GAO Dekai<sup>1</sup>, LIANG Yinli<sup>1,2</sup>, LI Wenping<sup>1</sup>, BAO Tianli<sup>1</sup>, KONG Fanchao<sup>1</sup>

(1. College of Forest, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** To identify the effect of spraying Se fertilizer on '*Zizyphus jujuba* cv. Dongzao' nutritional quality, the Jujube was grew under two levels; spraying Se fertilizer on the leaf and in the control. The results showed that, fruit selenium of treated group was significantly higher than the control group; spraying Se fertilizer could significantly increase soluble sugar, soluble protein and soluble solids content, while reducing the content of organic acids and vitamin C, and to some extent inhibited the increase of soluble protein content in storage. Soluble sugar, soluble proteins, organic acids and vitamin C content gradually increased as the storage period was extended, while soluble solids content gradually decreased. Correlation analysis showed that soluble sugar content had a significant relationship with all nutritional quality but soluble protein, vitamin C content had significant relationship with soluble sugar content and soluble solids content. In conclusion, spraying Se fertilizer could significantly improve the nutritional quality of jujube, and the nutritional qualities were gradually improving from the early-red phase to the all-red phase.

**Keywords:** *Zizyphus jujuba* cv. Dongzao; selenium content; nutritional quality; correlation