

文章编号: 1001-1498(2007)06-0750-05

不同肥料对冬枣果实品质发育的影响

胡新艳^{1,2}, 王贵禧^{1*}, 梁丽松¹, 续九如²

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083)

摘要:在冬枣生长期施用氨基酸肥、矿物质肥和稀土肥等 3 种肥料, 研究了 3 种肥料对果实品质发育的影响。结果表明: 3 种肥料处理都促进了冬枣果实的横向生长及单果质量的增加, 稀土肥和矿物质肥的效果更明显; 3 种肥料处理都提高了冬枣果实的总糖含量, 含糖量上升主要集中在花后 70~90 d, 以双糖积累为主, 其中矿物质肥的效果最明显; 在花后 90~110 d, 冬枣果实的果糖和葡萄糖快速增加, 氨基酸肥和稀土肥明显地提高了这 2 种单糖的含量, 氨基酸肥和矿物质肥都提高了冬枣果实生长后期维生素 C 含量, 而稀土肥使果实维生素 C 下降; 矿物质肥和氨基酸肥处理后的冬枣果皮比对照薄, 稀土肥加厚了冬枣果皮厚度。3 种肥料的肥效为: 矿物质肥 > 氨基酸肥 > 稀土肥。

关键词:冬枣; 氨基酸肥; 矿物质肥; 稀土肥; 果实品质

中图分类号: S759.3

文献标识码: A

Fruit Quality of *Zizyphus jujube* Mill. cv. 'Dongzao' Influenced by Different Kinds of Fertilizer

HU Xin-yan^{1,2}, WANG Gui-xi¹, LIANG Li-song¹, XU Jiu-nu²

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. College of Bio-science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to improve the quality of 'Dongzao' jujube, the trees were fertilized by amino acid fertilizer, mineral fertilizer and rare earth fertilizer during fruit development. The experiment showed that all the fertilizer treatments could improve transverse growth, single fruit weight and total sugar content of fruit, the mineral fertilizer treatment was the best. The fast increasing period of total sugar content was 70~90 days after blossom, and disaccharide was the main composition of the sugar. The quantity of fructose and glucose were fast increased during 90~110 days after blossom, amino acid fertilizer and rare earth fertilizer were effective for improving this two kinds of sugars. Both amino acid fertilizer and rare earth fertilizer could increase Vc content of 'Dongzao' jujube fruit, while rare earth fertilizer treatment decreased it. Pericarp of 'Dongzao' jujube fruit nourished by mineral fertilizer and amino acid fertilizer were thinner than by rare earth fertilizer. The conclusion of this experiment was that the effectiveness of three fertilizers to improve the fruit quality is mineral fertilizer better than amino acid fertilizer better than rare earth fertilizer.

Key words: 'Dongzao' jujube; amino acid fertilizer; mineral fertilizer; rare earth fertilizer; fruit quality

收稿日期: 2006-12-28

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划 (2006BAD01A1701)

作者简介: 胡新艳 (1978—), 女, 河北灵寿县人, 硕士, 主要从事水果采后保鲜的研究与开发工作。

*通讯作者: 王贵禧 (1962—), 男, 研究员, 博士生导师, 研究方向: 果品采后生物学。

冬枣 (*Zizyphus jujuba* Mill 'Dongzao') 是我国枣中极优鲜食品种之一,果皮薄,果肉脆,成熟后果实赭红色,果肉细嫩,多汁适口,营养丰富,尤其是 Vc 含量丰富,高达 $3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上^[1],具有很高的食用和营养保健价值。近 10 年来,冬枣在全国各地得到了快速发展,尤其是环渤海湾中南部的山东滨州和东营、河北黄骅、天津大港等地都将发展冬枣作为农林业的支柱产业。在冬枣产业快速发展的过程中,由于不注重科学管理,许多地区过度施用化肥,过分追求产量,使冬枣风味变淡,品质严重下降。

果实品种本身的遗传特性及树体状况、生态条件、栽培管理措施等都可以对果实的品质产生影响,随着人们对果实品质的要求越来越高,针对如何提高果实品质的研究也陆续开展。氨基酸肥叶面喷施富士苹果树,可以提高果实着色度、单果质量和可溶性固形物的含量^[2];镁、钙等矿物质肥对桃、苹果和锦橙等果实的营养品质改良和外观质量均有一定的效果^[3-5];稀土中含有镧、铈等多种稀有元素,对生物体有特殊功用,可使枣果实着色期提前,减轻落果率,显著提高壶瓶枣的某些抗逆性和含糖量^[6,7]。本文研究了叶面喷施氨基酸肥和稀土微量元素肥、根施矿物质肥对冬枣果实品质的影响,探讨科学施肥提高冬枣果实品质的途径和方法。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况和试验树选择

试验点设在天津市大港区的冬枣示范园。天津市位于华北平原东北部,地处海河流域最下游,位于 $38^{\circ}33'57'' \sim 40^{\circ}14'5'' \text{N}$, $116^{\circ}42'25'' \sim 118^{\circ}3'31'' \text{E}$,海拔 $2.9 \sim 3.1 \text{ m}$,属暖温带大陆性季风气候。天津市大港区土壤为黏壤土,pH 值在 8.0 以上,有机质含量 $10.60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全氮 $0.38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效氮 $28 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效磷 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效钾 $215 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,全盐含量 $2.82 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

在冬枣示范园内,选树龄为 5 a 的冬枣树 60 株,每种肥料处理 15 株,另设 15 株作对照,对供试冬枣树进行常规管理。3 个处理和对照的冬枣树处于同一个种植行,各处理间设 3 株隔离树。

1.2 肥料处理及施用方法

肥料处理 1:氨基酸肥(叶面喷施),北京绿色生物技术开发有限公司生产,商品名为“植物氨基酸液”,分为 1#、2#、3#等不同剂型。主要成分为:十八种单质氨基酸 10%,植物生长所需大量元素

15%,微量元素 2.0%,以及核苷酸、肽类等有机物质。在 6 月 14 日喷 1 次 2#坐果型植物氨基酸液肥 500 倍液,之后在 6 月 30 日,7 月 15 日及 7 月 30 日各喷 1 次 1#营养型植物氨基酸液肥 300 倍液,9 月 15 日喷 1 次 3#增糖、增色型植物氨基酸液肥 300 倍液。

肥料处理 2:矿物质肥(根部穴施),北京绿色生物技术开发有限公司生产。在 6 月 14 日每株施矿物质肥 1.5 kg ,距茎干 80 cm 圆周上均匀的分 6 个点施用,穴深 20 cm ,矿物质肥与土拌匀后覆土。

肥料处理 3:稀土肥(叶面喷施),由稀土农用技术开发中心(山西)提供,主要稀土成分为镧、铈、铈、铈。在 6 月 14、30 日各喷 1 次稀土肥,浓度为 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;在 7 月 15、30 日各再喷 1 次稀土肥,浓度为 $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

对照:不作上述施肥处理,其它与处理一样按常规栽培管理进行。

1.3 样品采集

试验地冬枣的盛花期在 6 月中上旬,本研究从 6 月 20 日计算花后天数。样品采集从 7 月 20 日开始,之后每隔 20 d 定期从试验树的东、南、西、北 4 个方位的中上部随机取 60 个枣果,供试验分析;花后 110 d 时,果实呈半红状态,全部采收。

1.4 测定项目及方法

(1)果形指数:用游标卡尺测量果实的纵、横径,果形指数 = 果实纵径 / 果实横径。

(2)单果质量:取 60 个枣果,用 1% 电子天平称单果质量,计算其平均值。

(3)总糖、果糖、葡萄糖和双糖:高效液相色谱(Waters)测定^[8]。流动相: H_2O ;柱: Sargapak-1 ($0.65 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$)。

(4)维生素 C:参照韩雅珊紫外快速法^[9]。

(5)果皮厚度:徒手切片,用带测微尺的显微镜(奥林巴斯 BX51)测定果皮的厚度。

2 结果与分析

2.1 不同肥料对冬枣果实果形指数和单果质量的影响

由表 1 可以看出:冬枣生长前期纵向伸长大于横向伸长,果形指数大于 1;随着枣果发育,横向伸长大于纵向伸长,果形逐渐由长变圆,果形在花后 90 d 以后逐渐趋于稳定。果形指数,在花后 50 d 时,氨基酸肥处理的显著高于对照及其它 2 个处理

($P < 0.05$),说明氨基酸肥对促进果实纵向发育的效果最为明显;矿物质肥处理的显著低于对照($P < 0.05$),而稀土肥处理的与对照没有显著差异。在花后 90 d 时,氨基酸肥处理的显著低于对照($P < 0.05$),矿物质肥处理的高于对照,但差异不显著,稀土肥处理的低于对照也没有显著差异。在花后 110 d 时,3种肥料处理的果形指数均与对照有显著差异($P < 0.05$),处理的果形指数均小于 1,而对照的大于 1,说明本实验的施肥处理促进了冬枣果实的横向生长,使果实更趋向于圆形或扁圆形。在 3种施肥处理中,以稀土肥促进横向生长的效果最明显,但 3种肥料间差异不显著。

冬枣果实的单果质量,在花后 30~50 d 和 70~90 d 时增加最快,在花后 50~70 d 时增加较慢,在花后 90~110 d 时增加很少,此时主要是成熟前内部物质的变化期。3种肥料对果实单果质量均有影响,且生长前期影响较为明显。与对照相比,在花后 30、50、110 d 时,3种肥料处理的果实单果质量均大于对照;花后 70 d 时,稀土肥处理的果实单果质量显著大于对照,氨基酸肥和矿物质肥处理单果质量却显著小于对照;花后 90 d 时,对照、矿物质肥及稀土肥处理的果实单果质量之间没有差异,而氨基酸肥处理的果实单果质量显著小于对照,也显著小于其它 2种肥料处理。在花后 30、110 d 时,矿物质肥与稀土肥处理之间没有显著差异;花后 50 d 时,3种肥料处理的果实单果质量依次为:稀土肥 > 矿物质肥 > 氨基酸肥。

表 1 不同肥料对冬枣发育期果形指数和单果质量的影响

项目	肥料处理	花后天数 /d				
		30	50	70	90	110
果形指数	CK	1.33a	1.23b	1.22c	1.01bc	1.04b
	氨基酸肥	1.36b	1.32c	1.18b	0.95a	0.99a
	矿物质肥	1.33ab	1.19a	1.15a	1.04c	0.98a
	稀土肥	1.35ab	1.26b	1.17ab	0.97ab	0.95a
单果质量 /g	CK	1.314a	3.223a	5.317c	10.480b	10.986a
	氨基酸肥	1.461b	3.446b	4.695b	10.284a	11.279b
	矿物质肥	1.844c	3.880c	4.494a	10.491b	11.489bc
	稀土肥	1.773c	4.006d	5.506d	10.599b	11.604c

注:表中同列相同字母表示 Duncan 检验差异不显著,不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同肥料对冬枣果实糖含量的影响

由表 2 可以看出:冬枣果实的总糖含量在果实生长初期较低,该时期枣果的汁液含量很少;总糖含量的快速增加期在花后 70~90 d,90~110 d 时对照

与各处理仍略有上升趋势,这一规律与陈贻金^[10]、甘霖等^[11]的研究结果相一致。花后 90 d 以前,氨基酸肥处理的与对照的差异一直不显著,到花后 90 d 时,氨基酸肥处理的果实总糖含量显著高于其它 2 种肥料处理及对照($P < 0.05$);稀土肥处理的果实总糖含量,在花后 50~110 d 时都高于对照,并在花后 50、70、110 d 达显著水平($P < 0.05$);矿物质肥处理的在花后 30、70、90 d 时均低于其它 2 个处理,且达显著水平,而在花后 110 d 时,矿物质肥处理的却显著高于对照及其它 2 个处理($P < 0.05$),氨基酸肥和稀土肥处理间没有显著差异,但都显著高于对照($P < 0.05$)。

冬枣果实的葡萄糖含量在花后 50 d 时各处理与对照差异不显著;在花后 70 d 时,稀土肥处理的显著高于对照,而矿物质肥处理的则显著低于对照,氨基酸肥处理的与对照差异不明显;在花后 90 d 时,氨基酸肥处理的高于其它处理和对照,且显著差异($P < 0.05$);花后 110 d 时,氨基酸肥和稀土肥处理都提高了冬枣果实葡萄糖的含量,并与对照和矿物质肥处理间差异显著,但氨基酸肥与稀土肥处理间没有显著差异,矿物质肥处理则低于对照,但与对照没有显著差异。

冬枣果实果糖的含量变化趋势与葡萄糖的相似,花后 90 d 以前,单果质量快速增加时果糖和葡萄糖含量的变化缓慢,90 d 以后,当单果质量和总糖含量增加变慢时,果糖和葡萄糖的含量迅速上升。在花后 30 d 时,氨基酸肥处理的果糖含量显著高于对照及其它处理($P < 0.05$),在花后 50 d 时,各处理及对照间没有显著差异;稀土肥处理在花后 70~110 d 时显著高于对照,氨基酸肥处理在花后 90 d 时显著高于对照及其它 2 个处理($P < 0.05$);在花后 110 d 时,氨基酸肥和稀土肥处理对冬枣果实果糖含量的提高效果显著($P < 0.05$),但 2 个处理间没有显著差异,此时矿物质肥则显著降低了果实的果糖含量。由上可知,虽然花后 90~110 d 时冬枣果实总含糖量上升变缓,但葡萄糖和果糖含量却剧烈上升,并且氨基酸肥和稀土肥处理对提高葡萄糖和果糖的含量有明显的效果;施用矿物质肥虽然也提高了果实的总糖含量,但降低了果实的葡萄糖和果糖含量。

冬枣果实双糖含量的变化与总糖的相似,前期含量很少,在花后 70~90 d 迅速增加,在花后 90 d 以后除施用矿物质肥处理的双糖含量继续升高外,

其它处理和对照的双糖含量都有所下降;在花后 110 d 时,与对照相比,各处理都显著提高了冬枣果实的双糖含量 ($P < 0.05$),以矿物质肥效果最明显,而稀土肥与氨基酸肥的差异不显著。从表 2 还可看出,在花后 50 d 以前仍能检测到微量的双糖,这与甘霖等^[11]在研究嘉平大枣时发现在硬核期前没有双糖不一致,这有待进一步研究证实。

表 2 不同肥料对冬枣发育期糖含量的影响

花后天数/d	肥料处理	总糖 葡萄糖 果糖 双糖			
		(g · kg ⁻¹)			
30	CK	63.77c	21.44ab	26.52a	0.63a
	氨基酸肥	65.26c	22.74b	30.01b	0.66a
	矿物质肥	58.19a	19.76a	24.31a	1.93c
	稀土肥	60.19b	20.88ab	25.16a	1.29b
50	CK	65.21a	21.78a	28.05a	2.61a
	氨基酸肥	66.08ab	21.11a	27.65a	4.3b
	矿物质肥	67.07b	23.35a	29.86a	4.31b
	稀土肥	73.07c	22.44a	28.69a	3.67b
70	CK	90.86b	24.68b	30.93b	25.23b
	氨基酸肥	88.83b	23.91b	30.37b	24.94b
	矿物质肥	74.07a	20.72a	27.61a	18.83a
	稀土肥	99.99c	27.49c	34.27c	27.18c
90	CK	241.83b	20.87ab	22.65a	187.50b
	氨基酸肥	278.52c	29.76c	32.64c	206.15c
	矿物质肥	224.74a	19.95a	22.19a	172.34a
	稀土肥	245.59b	22.87b	26.03b	186.02b
110	CK	256.87a	39.04a	43.01b	130.12a
	氨基酸肥	280.56b	45.63b	50.14c	157.16b
	矿物质肥	299.06c	36.38a	39.96a	195.21c
	稀土肥	281.56b	46.08b	50.75c	156.72b

注:表中同列相同字母表示 Duncan 检验差异不显著,不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 不同肥料对冬枣果实维生素 C (Vc) 含量的影响

冬枣生长期 Vc 含量变化出现 2 次高峰,第 1 次大致在花后 50~70 d,第 2 次在花后 110 d 采收时。宗亦臣^[12]的研究表明,冬枣在采后贮藏初期,Vc 的含量仍然升高,所以在花后 110 d 采收至贮藏初期,是冬枣果实的第 2 个 Vc 含量高峰。

表 3 表明:矿物质肥处理的冬枣果实 Vc 含量在整个冬枣果实发育过程中一直高于对照,且在花后 30~70 d 时差异显著 ($P < 0.05$),在花后 90~110 d 时差异不显著;氨基酸肥在花后 30、50、90、110 d 均高于对照且差异显著 ($P < 0.05$),但在 30、50、110 d 时与矿物质肥处理间差异不显著;稀土肥处理的果实 Vc 含量在花后 30 d 时显著高于对照,与矿物质肥处理的差异不显著,与氨基酸肥处理的差异显著,

而在花后 50~100 d 时,稀土肥处理的果实 Vc 含量均低于对照,并显著低于其它 2 个处理;氨基酸肥和矿物质肥处理对提高冬枣果实的 Vc 含量有明显的效果。

表 3 不同肥料对冬枣发育期维生素 C (Vc) 含量的影响

项目	肥料处理	花后天数/d				
		30	50	70	90	110
Vc/(g · kg ⁻¹)	CK	2.74a	3.66b	3.63b	3.07ab	3.48ab
	氨基酸肥	2.90b	3.89c	3.63b	3.54c	3.65c
	矿物质肥	2.96bc	3.83c	3.81c	3.23b	3.61bc
	稀土肥	3.07c	3.40a	3.24a	2.99a	3.36a

注:表中同列相同字母表示 Duncan 检验差异不显著,不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4 不同肥料对冬枣果实果皮厚度的影响

果皮厚度是影响枣果实口感的重要因素,在花后 110 d 时,各处理及对照的果皮厚度分别为:氨基酸肥 72.52 μm ,矿物质肥 66.19 μm ,稀土肥 80.14 μm ,对照 77.52 μm 。多重比较结果表明:施矿物质和氨基酸肥的冬枣果皮比对照薄,而施稀土肥的冬枣果实果皮比对照厚,并且都达到了显著水平 ($P < 0.05$)。

3 结论与讨论

冬枣在我国产业化栽培已有 10 年的历史,近年来在生产中由于过分施用化肥和植物生长调节剂,使果实发生果形变化、含糖量降低、果皮变厚等问题,品质下降严重。冬枣的自然果形为近圆形或扁圆形,似小苹果,但近年来生产上的冬枣果形变长,与不适当的管理有直接的关系。本研究结果表明,施用矿物质肥等,不但促进了果实品质的发育、增加单果质量,而且明显减小了冬枣的果形指数,这对提高冬枣的商品质量有积极的意义。

从糖含量的变化规律来看,叶面施肥生效快,持效短,而根部追肥生效慢,肥效持久,该现象在氨基酸肥和矿物质肥表现突出,如 9 月 15 日喷施 1 次 3# 增糖、增色型植物氨基酸液肥,花后 90 d 时(9 月 20 日)氨基酸肥处理的果实总糖、果糖及葡萄糖含量都比其它肥料处理的高;在花后 110 d 时,矿物质肥对冬枣的增糖效果远大于其它 2 种叶面喷施的肥料。从各种糖的组分比例来看,在幼果期(花后 50 d)果糖和葡萄糖所占的比例较高,双糖的比例较低;在果实快速膨大期,双糖含量也快速升高,是冬枣果实糖分的主要组成部分;在果实成熟期(花后 90~110

d),虽然果糖和葡萄糖的含量快速上升,对改进冬枣果实的风味有积极的意义,但含糖量的组成仍然是以双糖为主。

在蔗糖、果糖和葡萄糖 3 种糖中,蔗糖(蔗糖是自然界中最广泛的双糖)最甜,葡萄糖甜味最差。冬枣发育前期,即 70 d 以前,双糖的含量远远低于果糖和葡萄糖,该时期的冬枣口感较差,甜味淡。一方面是因为果实总糖含量较低,另一方面是因为双糖的含量远低于果糖和葡萄糖的含量所致。双糖在总糖中所占比例在 50~90 d 迅速上升,到花后 90 d 以后又下降。双糖在果实发育中期上升,与冬枣口感越来越甜的规律相符。至于到花后 90 d 有所下降,是否与此时期果实的糖分出现转化,形成其它风味物质有待进一步的研究。

总体来讲,氨基酸肥和矿物质肥都提高了冬枣果实采收期(花后 110 d)的 Vc 含量,稀土肥对冬枣果实发育期的 Vc 含量出现了抑制作用,可能是喷施的浓度过高(本研究中初期喷施浓度为 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,后期为 $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。有研究表明,稀土肥有利于冬枣的产量和含糖量的提高,河南新郑枣研究所于红枣上喷施 $300 \sim 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀土肥,增产 13%~18%,喷施 $700 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 由于浓度过高出现抑制作用^[10];季玉杰^[7]于初花期和盛花期喷施稀土 $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,枣树坐果率提高了 28.37%~55.88%,含糖量高。稀土微量元素的作用,可能因树种和品种而异。

3 种肥料在不同的方面都对冬枣果实品质的改

善起到了一定作用,从总体效果看来,矿物质肥 > 氨基酸肥 > 稀土肥。影响果实品质发育的原因很多,本研究只是从肥料方面入手,探索能改善冬枣果实品质的一种途径。

参考文献:

- [1] 于洪长. 沾化冬枣 [M]. 北京:中国林业出版社,2001:1~3
- [2] 武春林,张林森,梁俊,等. 果氨宝喷施和涂干对富士苹果的效果 [J]. 西北园艺,2000(2):8~9
- [3] 刘光栋,杨力,宋国菡. 镁钙营养对肥城桃品质影响及合理用量的研究 [J]. 山东农业科学,1998(6):30~33
- [4] 车玉红,李丙智,王应刚,等. 钙肥对富士苹果品质及 Ca^{2+} -ATPase 活性影响的研究 [J]. 西北植物学报,2005,25(4):803~805
- [5] 秦焯南,吴先礼. 矿质营养与砧木对 447 锦橙裂果的影响 [J]. 西南农业大学学报,1996(1):50~55
- [6] 于继洲,马丽萍,范晓峰,等. 稀土元素对壶瓶枣生理效应的影响 [J]. 山西果树,2002,4(2):3~5
- [7] 季玉杰. 应用稀土提高枣属坐果率和枣果质量的试验 [J]. 河北林业科技,1994(2):20~21
- [8] 中国林业科学研究院分析中心. 现代实用仪器分析方法 [M]. 北京:中国林业出版社,1994:469~470
- [9] 韩雅珊. 食品化学实验指导 [M]. 北京:中国农业大学出版社,1996:79~81
- [10] 陈贻金. 中国枣树学概论 [M]. 北京:中国科学技术出版社,1991:71~79
- [11] 甘霖,谢永红,吴正琴. 嘉平大枣果实发育过程中糖份积累规律研究 [J]. 西南农业大学学报,2000(6):510~512
- [12] 宗亦臣. 枣果气调贮藏技术及采后褐变的研究 [C]. 北京:中国农业大学,2001:31~33