

# 氮、磷、钾肥对红枣产量和品质的影响

陈波浪<sup>1</sup>, 盛建东<sup>1</sup>, 李建贵<sup>2</sup>, 王 泽<sup>1</sup>

(1. 新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**研究了氮磷钾肥对6 a树龄红枣产量和品质的影响。结果表明:新疆南部红枣最高产量施肥量为N 691.5 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 577.5 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 72 kg/hm<sup>2</sup>, 施用比例1:0.84:0.11。采用平衡施肥能增加红枣产量, 降低红枣果实中总酸度, 并能增加红枣果实中水解还原糖和VC含量, 从而提高红枣产品品质, 增加效益。红枣果实中总酸度随氮肥施用量增加而增加; 磷钾肥能降低总酸度。当氮、磷、钾肥分别控制在600、180~450、75 kg/hm<sup>2</sup>时能显著提高红枣果实中水解还原糖和VC含量。

**关键词:**施肥; 模型; 产量; 品质; 红枣

**中图分类号:**S 665.106<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)03-0001-03

枣树是我国特有的经济树种, 具有易于栽培、适应性强、结果早、收益快、市场前景好的特点<sup>[1]</sup>。枣果含有比一般水果高一倍的糖分以及较多的蛋白质、脂肪、铁、磷、钙等多种物质及人体所必需的18种氨基酸, 是滋补佳品<sup>[2-8]</sup>。目前红枣已被加工为各种系列产品, 受到国内外消费者的普遍欢迎。枣树还具有防风、固沙、降低风速、调节气温、防止和减轻干热风的作用<sup>[9]</sup>, 是林粮棉间作发展立体农业的优良树种。据统计, 目前我国的红枣产量占世界总产量的95%以上<sup>[10]</sup>。

新疆南部有独特的气候、光热、水土和环境资源, 是天然的绿色果品生产基地。新疆林果种植面积达到80×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>以上, 红枣种植面积约为20×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 其中阿克苏地区红枣种植面积约为10×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 红枣产业作为一项“红色富民工程”已成为农民增收新的支柱产业<sup>[10]</sup>。然而, 南疆现在的大部分枣园田间管理粗放, 果实小、品质差、产量低、经济效益低。施肥调控是平衡树体营养、提高产量和品质的主要手段。目前, 有关红枣平衡施肥的研究少有报道<sup>[11-15]</sup>, 尤其是针对红枣品质提升的平衡施肥还有待深入研究。为此, 该研究通过红枣的田间施肥试验及其肥料效应函数, 寻找高产优质施肥

量及其配比, 为指导合理施肥、提高肥料利用率、增加农民收益提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验区选在新疆兵团农一师九团二营十三连(40°34'00"N, 81°17'15"E), 海拔1 012.6 m, 地处亚欧大陆腹地的塔里木河畔, 受塔克拉玛干沙漠的影响, 属典型大陆性极端干旱荒漠气候类型, 平均年降水量42.4 mm左右, 年蒸发量2 110.5 mm, 相对空气湿度50%, 年均总辐射9 733 MJ/m<sup>2</sup>, 年均气温10.7℃, ≥10℃活动积温约为4 113.1℃, 极端最低气温-28.4℃, 无霜期约为197 d。土壤类型主要为风沙土, 土壤有机质6.8 g/kg, 碱解氮17.4 mg/kg, 速效磷11.5 mg/kg, 速效钾72.6 mg/kg, 全氮0.27 g/kg, 全磷0.61 g/kg, 全钾3.08 g/kg, pH 8.0。

### 1.2 试验方法

试验于2009年进行。供试红枣品种为6 a树龄的灰枣, 株行距为1.5 m×3.0 m, 以灌水(常规灌)总量(700 m<sup>3</sup>/667 m<sup>2</sup>)为固定值, 氮肥、磷肥、钾肥各设5个水平进行不同水平的梯度设计(表1), 共设14个小区, 每小区9~12株树(小区面积36~50 m<sup>2</sup>), 随机区组排列, 重复3次。氮肥选用尿素(N含量46%), 磷肥选用重过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量46%), 钾肥选用硫酸钾(K<sub>2</sub>O含量56%)。氮肥50%作基肥, 剩余均分2次(新梢、坐果)追施, 磷肥、钾肥60%作基肥, 剩余在红枣坐果阶段追施, 施肥方式为辐射状沟施。

### 1.3 测定方法

在红枣采收期, 每个处理随机抽5株进行单采单收, 根据单株产量和栽植密度计算出1 hm<sup>2</sup>产量。果实VC含量用钼蓝比色法测定, 还原糖用3,5-二硝基水杨酸比色法测定, 总酸用碱滴定法测定。

**第一作者简介:**陈波浪(1979-), 男, 湖南汨罗人, 博士, 讲师, 现从事植物营养与土壤相互作用研究工作。E-mail: chenwang200910@sina.com。

**通讯作者:**盛建东(1970-), 男, 甘肃秦安人, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事土壤质量空间变异和养分资源高效利用研究工作。E-mail: sjd\_2004@126.com。

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2007BAD36B07); 新疆自治区土壤学重点学科资助项目。

**收稿日期:**2010-11-08

土壤有机质用硫酸重铬酸钾外加热法测定;土壤全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、有效钾测定均用常规分析方法;土壤 pH 用水浸提(水土比为 1:1)电位法测定;以上各方法均参照《土壤农业化学常规分析方法》<sup>[16]</sup>进行。

表 1 试验设计

处理 Treatment	氮肥(纯 N) Nitrogen	磷肥(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Phosphorus	钾肥(K <sub>2</sub> O) Potassium
1	0	450	75
2	240	450	75
3	600	450	75
4	960	450	75
5	1 200	450	75
6	600	0	75
7	600	180	75
8	600	720	75
9	600	900	75
10	600	450	0
11	600	450	30
12	600	450	120
13	600	450	150
14(CK)	0	0	0

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对枣树产量的影响及最佳肥料用量

由表 2 可知,增施肥料均能增加红枣的产量,但施肥各处理与对照处理 14 产量差异不一。处理 1、2、6 与对照处理相比均未达显著水平,说明缺氮、低量供氮以及缺磷均不能显著增加产量,其它施肥处理的产量均与对照处理达显著水平,尤以处理 3 的产量最高,其产量比对照处理增加了 70.4%,说明红枣产量的提高不仅与肥料供给有关还与肥料的配比有关。

由表 1、2 可看出,处理 1~5 为不同氮肥梯度处理,红枣产量在一定的氮肥水平下随氮肥用量的增加而增加,但过量施用氮肥并不利于红枣产量的提高,这可能是氮肥供应过量使得枣树的营养生长过旺而影响了红枣果实形成与生长。将不同施氮量与红枣产量进行二次方程模拟,得产量与施氮量的效应方程为: $y = -0.1009x^2 + 9.295x + 437.22 (r = 0.8582)$ ,其中  $y$  为红枣产量,  $x$  为施氮量,由此求得获得最高产量的氮肥用量为 691.5 kg/hm<sup>2</sup>,此时最高红枣产量为 9 769.5 kg/hm<sup>2</sup>;处理 6~9 以及处理 3 为不同磷肥梯度处理,与氮肥处理一样,在一定磷水平下红枣产量随施磷量的增加而增加,过量施磷也不利于红枣产量提高,但各施磷处理之间差异没有施氮处理明显,将不同施磷量与红枣产量进行二次方程模拟,得产量与施磷量的效应方程为: $y = -0.1276x^2 + 9.829x + 454.38 (r = 0.9602)$ ,其中  $y$  为红枣产量,  $x$  为施磷量,求得获得最高产量的磷肥用量为 577.5 kg/hm<sup>2</sup>,此时最高红枣产量为 9 654 kg/hm<sup>2</sup>;处理 10~13 以及处理 3 为不同钾肥梯度处理,各处理红

枣产量的变化趋势与不同氮、磷梯度处理变化一致,即产量随施钾量先升高后降低,将不同施钾量与红枣产量进行二次方程模拟,得产量与施钾量的效应方程为: $y = -8.3788x^2 + 80.787x + 467.13 (r = 0.8117)$ ,其中  $y$  为红枣产量,  $x$  为施钾量,由此求得获得最高产量的钾肥用量为 72 kg/hm<sup>2</sup>,此时最高红枣产量为 9 928.5 kg/hm<sup>2</sup>。

由以上 3 个回归方程可以得到,红枣产量与施氮肥量、磷肥量、钾肥量的关系均符合报酬递减律。根据函数方程的二次项系数可知,3 种肥料效应对红枣产量增加程度的影响:钾肥 > 磷肥 > 氮肥;一次项系数表明:在产量增加起始时,增产顺序为钾肥 > 磷肥 > 氮肥;根据肥料效应函数,运用边际效应理论,运算得到该试验区树龄为 6 a 的红枣获得最高产量时,氮磷钾肥需要量分别为 691.5、577.5、72 kg/hm<sup>2</sup>,其配比为 1:0.84:0.11。

表 2 施肥对红枣产量的影响

处理 Treatment	重复 I Replication I	重复 II Replication II	重复 III Replication III	均值 Average
1	6 120	6 045	6 105	6 090f
2	5 640	8 820	6 180	6 880ef
3	10 140	10 515	9 105	9 920a
4	8 490	8 235	6 720	7 815cde
5	6 615	8 130	7 815	7 520de
6	6 645	7 125	6 795	6 855ef
7	7 785	9 165	7 395	8 115bcd
8	9 360	8 850	8 955	9 055ab
9	8 775	9 000	9 090	8 955abc
10	7 770	7 275	8 160	7 735de
11	7 485	8 235	7 425	7 715de
12	9 975	9 165	9 600	9 580a
13	9 705	9 840	10 110	9 885a
14(CK)	6 660	5 115	5 685	5 820f

### 2.2 施肥对红枣品质的影响

由表 3 可知,各施肥处理总酸度在 4.05%~4.91%,水解还原糖在 58.17%~65.17%,VC 在 4.15~8.20 mg/100g,与对照相比,施肥各处理总酸度、水解还原糖和 VC 均有所增加,尤以水解还原糖和 VC 增加明显,分别增加了 2.7%和 2.08 mg/100g。

2.2.1 氮肥与品质 由表 3 可知,在不同施氮梯度中(处理 1~5),红枣果实总酸度随施氮量的增加而增加,高量施氮的处理 4 和处理 5 红枣果实总酸度显著高于不施氮处理,分别提高了 12.8%和 21.2%,达到差异显著水平;施氮各处理中红枣果实水解还原糖均高于不施氮处理,尤以处理 3 和处理 4 增加明显,分别增加 6.28%和 4.17%;施氮各处理中红枣果实 VC 显著高于不施缺氮处理,平均比对照高了 69.5%,其中以处理 2 和处理 3 显著增幅较大。

2.2.2 磷肥与品质 由表 3 可知,红枣果实总酸度随磷肥施用量增加而降低,可见施用一定量磷肥有提高浆果品质的作用;与不施磷处理(处理 6)相比,适量施用磷肥

(处理 7)能显著提高红枣果实中水解还原糖含量,增幅为 7.1%,这可能是适量施磷促进红枣果实糖分的运输和积累。但是过量施磷并不能增加红枣果实中水解还原糖含量,这可能与大量施磷会强烈的增强植物体的呼吸作用,消耗大量的糖分使果实的含糖量下降。增施磷肥能提高红枣果实中维生素 C 的含量,尤以处理 3 增加明显,增幅达 57.7%,与不施磷处理差异显著。

表 3 施肥对红枣品质的影响

Table 3 Effect of fertilizer application on the quality of *Zizyphus jujube*

处理 Treatment	总酸度 Total acidity/%	水解还原糖 Hydrolyze deoxidize sugar/%	维生素 C Vitamin C /mg · (100g) <sup>-1</sup>
1	4.05c	58.17c	4.15d
2	4.27bc	61.72bc	7.86a
3	4.38bc	64.45a	8.20a
4	4.57ab	62.34ab	6.15bc
5	4.91a	59.13c	5.93bc
6	4.58ab	60.17bc	5.20c
7	4.37bc	64.53a	6.27bc
8	4.20bc	61.07bc	5.89c
9	4.15bc	61.15bc	5.92bc
10	4.27bc	60.17bc	5.17c
11	4.18bc	62.56ab	5.34c
12	4.35bc	63.43ab	6.89b
13	4.21bc	65.17a	6.96b
14	4.10c	59.16c	4.07d

2.2.3 钾肥与品质 在肥料三要素中,钾素冠有“品质元素”之称,从表 3 可知,与缺钾处理相比,增施钾肥能提高红枣果实中水解还原糖含量,尤以处理 13 提高明显,达 65.17%;施钾量大于等于 75 kg/hm<sup>2</sup> (处理 3)时红枣果实中 VC 含量与不施钾处理有显著差异,且在处理 3 达最大值 8.20 mg/100g。钾肥对红枣重要的作用体现在增加含糖量和 VC 上,钾肥用量为 75 kg/hm<sup>2</sup> 时效果较佳。

### 3 结论

增施肥料均能增加红枣的产量,当氮、磷、钾肥分别为 600、450、75 kg/hm<sup>2</sup>,其产量比对照处理增加了 70.4%。

氮磷钾不同配比组合对红枣总酸度、水解还原糖和 VC 等品质指标均有较大的影响。在相同的肥底下,红枣总酸度与施氮量之间呈正相关,与磷、钾施用量之间呈不同程度的负相关;红枣水解还原糖和 VC 含量与氮和磷施用量均呈先增加后下降的变化,与钾施用量呈不同程度的正相关。

### 参考文献

- [1] 高新一,马元忠.枣树高产栽培新技术[M].北京:金盾出版社,2003.
- [2] 杨世平,孙润广,陈国梁,等.陕北红枣中多糖的提取与分离工艺优选[J].食品研究与开发,2005,26(5):109-111.
- [3] 王军,张宝善,陈锦屏.红枣的营养成分及其功能的研究[J].食品研究与开发,2003,24(2):68-72.
- [4] Franz G. Polysaccharides in pharmacology current application and future concepts[J]. Planta Medica, 1998, 55: 493.
- [5] 王向红,崔同,刘孟军,等.不同品种枣的营养成分分析[J].营养学报,2002,24(2):206-208.
- [6] 蔡健.大枣的营养保健作用及贮藏加工技术[J].中国食物与营养,2004(9):16-19.
- [7] 牟德华,朱艳丽,张艳芳,等.大枣环腺苷酸及其生物学功能[J].食品科技,2007(5):273-275.
- [8] Cyong J C. Cyclic Adenosine Monophosphate in fruits of *Zizyphus jujuba* [J]. Phytochemistry, 1980, 19: 2747-2748.
- [9] 陈贻金.中国枣树学概论[M].北京:中国科学出版社,1991:32-35.
- [10] 刘孟军,代丽.二十一世纪中国枣业面临的机遇、挑战和对策[M]//干果研究进展(2).北京:中国林业出版社,2001:11-15.
- [11] 史彦江,宋锋惠.红枣在新疆的发展前景及对策[J].新疆农业科学,2005,42(6):418-422.
- [12] 邹耀湘,梁智,张计峰,等.红枣氮磷钾及微肥配合施用效果研究[J].新疆农业科技,2009,187(4):69-71.
- [13] 邢尚军,杜振宇,马海林,等.枣树专用肥应用效果及最佳施用量研究[J].山东林业科技,1999,124(5):10-11.
- [14] 付明胜,刘立斌,刘红梅.陕北旱地枣园平衡施肥技术的研究[J].土壤肥料,2002(3):3-6.
- [15] 高小军.黄土丘陵区枣树平衡施肥技术[J].山西农业科学 2009, 37(12):86.
- [16] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:25-114.

## Effect of Nitrogen, Phosphorus, Potassium Fertilizer on the Yield and the Quality of *Zizyphus jujube*

CHEN Bo-lang<sup>1</sup>, SHENG Jian-dong<sup>1</sup>, LI Jian-gui<sup>2</sup>, WANG Ze<sup>1</sup>

(1. College of Grassland and Environment Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** Through the practice of nitrogen, phosphorus, potassium fertilizer in this experiment, studied the influence on yield and quality of *Zizyphus jujube* that were cultivated about 6 years. The results showed that it could achieve the high yield under the condition of applying nitrogen (N) 691.5 kg/hm<sup>2</sup>, phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 577.5 kg/hm<sup>2</sup> and potassium (K<sub>2</sub>O) 72 kg/hm<sup>2</sup> with a ratio of 1 : 0.84 : 0.11 (N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O). It was clear that balanced fertilization can raise the yield of *Zizyphus jujube* and decrease the content of total acidity and increase the content of hydrolyze deoxidize sugar and vitamin C and then improve the quality and economic benefit of *Zizyphus jujube*. Total acidity content in *Zizyphus jujube* can be increased by nitrogen application and reduced by application of phosphorus and potassium. The content of hydrolyze deoxidize sugar and vitamin C significantly increased under the condition of applying nitrogen (N) 600 kg/hm<sup>2</sup>, phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 180~450 kg/hm<sup>2</sup> and potassium (K<sub>2</sub>O) 75 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** fertilization; model; yield; quality; *Zizyphus jujube*