

# 施用钾肥对黄土丘陵区山地矮化密植红枣产量与品质的影响

杨 阳<sup>1,2</sup>, 郭 珍<sup>1</sup>, 徐福利<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 研究生院 北京 100049)

**摘 要:** 采用田间试验研究了黄土丘陵区山地微灌条件下矮化密植红枣施用钾肥对红枣生长、产量及品质的影响。结果表明: 施用钾肥明显提高红枣叶绿素含量, 土壤水分充分时叶绿素增加效果更明显; 钾肥能促进红枣叶片伸展增大, 促进新生枝条生长发育和提早达到丰产, 施用钾肥增大果个增加红枣产量, 3 个试验点红枣产量分别提高 18.11%、56.56%、23.68%, 品质得到改善, VC 含量增加 6.56%。施用钾肥可提高黄土丘陵区山地矮化密植红枣产量, 改善品质。

**关键词:** 黄土高原; 钾肥; 山地; 红枣; 产量

**中图分类号:** S 665.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0036-04

陕北黄土高原丘陵区生态环境脆弱, 自然灾害频繁, 水土流失和土地退化严重。栽植红枣不仅可以绿化荒山, 抵抗自然灾害, 保持水土, 又能提高农民的经济效益, 是近年来在陕北黄土丘陵区快速发展起来的一项主导产业, 已有红枣面积约 13.3 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。陕北榆林市有栽植红枣的传统历史, 但红枣栽培管理粗放, 传统上农民不施肥、不修剪、不管理, 通常情况下红枣产量只有 100~200  $\text{kg}/667\text{m}^2$ , 经济效益很低, 严重影响陕北黄土丘陵区红枣产业的发展。为了提高山地红枣的产量和经济效益, 发展榆林红枣产业, “十一五”期间, 在榆林市科技局和西北农林科技大学的支持下, 开展了“陕北山地红枣集雨工程技术研究与示范”研究, 以提高山地红枣的经济效益, 使生态效益与经济效益同步。2009 年对榆林市山地红枣的土壤肥力进行了研究<sup>[2-4]</sup>, 发现黄土丘陵区土壤肥力低, N、P 营养严重不足, 土壤有效钾含量偏低, 难以满足优质高产红枣生长需求, 在此基础上, 在陕西省生产资料公司的支持下开展了施用钾肥对黄土丘陵区山地矮化密植红枣产量、生长及品质的研究。为促进当地红枣高产优质, 以及红枣标准化管理提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

该研究设置在陕北榆林市米脂、子洲和清涧 3 个县, 选择红枣微灌技术试验点进行施钾肥肥效试验。3

个试验点都位于典型的黄土高原丘陵沟壑区, 米脂试验点在榆林市米脂县银州镇孟岔村一矮化密植枣园, 属中温带半干旱性气候, 年平均气温 8.5℃, 年平均降雨量 451.6 mm, 主要集中在 7~9 月。试验区以黄绵土为主, 容重 1.21  $\text{g}/\text{cm}^3$ , 土壤较为贫瘠, 有效氮、磷、钾含量分别为 34.73、2.90、101.9  $\text{mg}/\text{kg}$ , 有机质含量为 2.1  $\text{g}/\text{kg}$ , pH 8.6。试验期微灌水量 60 mm。清涧试验点位于暖温带大陆性季风半干旱气候区, 年均气温 9.6℃, 无霜期 157 d, 年均降雨量 500 mm, 试验期微灌水量 30 mm。子洲试验区也属于暖温带大陆性季风半干旱气候区, 年均温 9.7℃, 无霜期 165 d, 年均降水量 486 mm, 降水主要集中在 7~9 月份, 试验期微灌水量为 160 mm。

### 1.2 试验设计

试验采用多点试验方法, 在米脂选择树势相近的 20 棵 5 a 生枣树做试验, 试验设置 3 个试验点, 每个试验点设置 3 个处理, 处理 1: 每棵树施 1.0 kg 钾肥(钾肥采用硫酸钾, 由陕西农资化肥有限公司提供的罗湖钾肥: 硫酸钾)、0.4 kg 尿素、0.4 kg 磷酸二铵。处理 2: 不施用钾肥, 0.4 kg 尿素、0.4 kg 磷酸二铵为对照。同样处理在子洲选 50 棵树, 清涧选 20 棵树, 各试验点枣树的施肥量相同与灌溉方式相同。

2009 年 4 月 21 日将肥施入, 在 7 月 24 日、8 月 15~25 日, 测定枣树叶片相对叶绿素含量、叶面积、叶宽、叶长、枣果大小、结果数。在枣树成熟期(9 月 26 日)测定单果重及产量。

### 1.3 试验方法

叶片叶绿素含量和叶面积测定: 在每棵树的东、西、南、北 4 个方向各采摘 1 片新枝展叶, 用塑封袋封好, 放入黑色袋中, 用 CCM200 叶绿素仪测定其相对叶绿素含量, 用 AM300-002 叶面积仪测定叶片叶面积, 叶宽和叶长。枣果纵径和横径的测定: 在每棵树的不同方位取大

第一作者简介: 杨阳(1984-), 女, 北京人, 硕士, 研究方向为施肥对生态环境的影响。E-mail: anchen73@yahoo.com.cn。

通讯作者: 徐福利(1958-), 男, 博士, 研究员, 现从事植物营养方面的研究工作。E-mail: xfl-163@163.com。

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2007BAD88B05)。

收稿日期: 2010-03-01

小适中的 8 颗枣果分别作标记, 用游标卡尺在喷施后测枣果纵径和横径。产量的测定: 枣果成熟后, 采用单打单收方法, 每次采摘果实都做记录, 直至小区果实采摘完全结束, 计算单株产量并换算成总产量。红枣品质的测定: VC 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法; 总糖含量采用蒽酮比色法; 总酸含量采用滴定法; 水分含量采用烘干法; 蛋白质含量采用微量凯氏定氮法; 可溶性固形物采用折光计法<sup>[2]</sup>。试验结果以测定的平均值与标准差表示, 试验数据的统计分析采用 Excel 和 SPSS 软件处理。

2 结果与分析

2.1 施钾肥对枣树叶绿素含量的影响

由表 1 可知, 施钾肥后枣树叶绿素含量明显高于对照, 清涧 7 月 24 日到 8 月 15 日, 对照和施钾肥处理叶片叶绿素含量变化均不是太大, 这一期间此试验点无灌溉条件; 8 月 15 ~ 25 日, 施钾肥处理叶片叶绿素含量都有明显的上升趋势, 说明在果实膨大期, 叶片生长处于稳定状态, 植物光合作用产生的养分充足, 叶绿素含量呈现上升趋势; 对于施钾肥的处理, 叶绿素含量明显高于对照。而在子洲试验点, 从 7 月 24 日到 8 月 25 日, 施用钾肥的叶绿素含量都明显高于对照, 也可能是子洲试验点灌水量相对充分, 有利于钾肥的吸收利用。米脂试验点的灌溉条件相对好于清涧, 也有利于钾肥效果的发挥, 施用钾肥有利于叶绿素光合产物的形成。钾是光合作用的活化剂, 植物吸收钾后, 光合作用增强<sup>[1]</sup>, 表现在叶绿素含量上其数值会明显高于对照<sup>[5]</sup>。

表 1 施钾肥对红枣叶绿素含量 (SPAD 值) 的影响

Table 1      The effect of K fertilizer application on chlorophyll SPAD value of red jujube				
试验点 Sites	测定日期 Time	相对叶绿素含量 (SPAD 值) Chlorophyll SPAD value		施钾后叶绿素 含量变化值 Add/ %
		N P K	N P	
清涧 Qingjian	7 月 24 日	14.33±1.32	13.73 ±2. 11	+4.37
	8 月 15 日	15.32±2.14	14.60 ±1.42	+4.93
	8 月 25 日	16.48±1.68	14.84 ±1.64	+11.05
子洲 Zizhou	7 月 24 日	17.79±2.74	14.68 ±1.78	+21.19
	8 月 15 日	18.13±3.15	15.03 ±3. 11	+20.63
	8 月 25 日	21.59±1.81	18.66 ±0.91	+15.70
米脂 Mizhi	7 月 24 日	14.49±1.12	12.50 ±3. 12	+15.92
	8 月 15 日	17.84±3.07	15.80 ±1. 31	+12.91
	8 月 25 日	23.40±4.11	17.30 ±1. 01	+35.26

2.2 施钾肥对枣树叶面积大小的影响

施用钾肥对枣树叶面积大小的影响程度见图 1, 不同试验点枣树施钾肥后叶片叶面积较对照有增加, 其中子洲试验点施钾肥后叶面积较对照增加 2.7%, 清涧施钾肥后叶面积较对照增加 7.7%, 米脂施钾肥后较对照增加 8.4%, 以上 3 个试验点结果说明, 施用钾肥能够增加红枣的叶面积。米脂施钾肥后叶面积增长较大, 这可

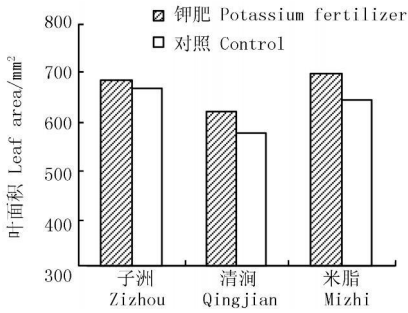


图 1 施用钾肥对枣树叶面积的影响  
Fig. 1 The effect of K fertilizer application on leaf area of jujube

能与米脂试验点土壤钾素水平低, 施钾增加更为明显有关。

2.3 施钾肥对枣树叶宽和叶长的影响

由表 2 可知, 子洲示范点施钾肥后叶宽较对照增加 13.4%, 清涧示范点施肥后叶宽较对照增加 11.2%, 米脂较对照增加 19.6%, 其原因可能在于米脂、子洲试验点灌水均匀, 水对钾肥的溶解和枣树对钾的吸收都具有促进作用<sup>[12]</sup>, 因此, 枣树长势良好, 清涧叶宽较对照增长幅度不太大。分析施钾肥对枣树叶长的影响, 其中子洲示范点施钾肥后叶长较对照增加 1.01%, 清涧较对照增加 6.35%, 米脂较对照增加 8.21%, 3 个县比较, 米脂示范点红枣叶长增长幅度最大。

2.4 施钾肥对枣树新枝生长的影响

由图 2 可知, 子洲示范点施钾肥后新枝长度较对照增加 17.3%, 清涧示范点施钾肥后新枝生长较对照增加 5.9%, 米脂试验点较对照增加 8.7%, 子洲试验点 2009 年施钾肥后枣树长势良好, 原因是在同样施等量钾肥的条件下, 与当地土地条件和枣树管理工作有密切关系, 灌水量充足有较大关系。施用钾肥对红枣的枝条生长有明显的促进作用<sup>[7]</sup>, 试验点结果表明, 施用钾肥能促进红枣提早丰产, 施钾使红枣提早丰产的原因还需要进一步的观察和分析。

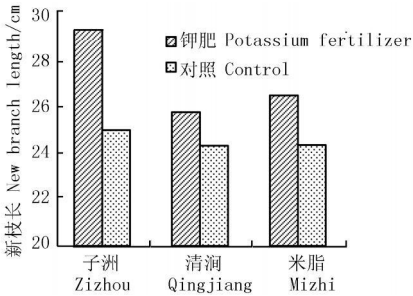


图 2 施钾肥对 3 个试验点枣树新枝生长的影响  
Fig. 2 The effect of K fertilizer application on growth of new branches of jujubetrees in three sites

表 2 施钾肥对红枣叶长叶宽的影响						
Table 2 The effect of K fertilizer application on width and length of jujube leaf						
试验点 Sites	叶宽 Leaf width/mm		施钾后叶宽 变化量 Add/ %	叶长 Leaf length/ mm		施钾叶长变 化量 Add/ %
	N P K	N P		N P K	N P	
子洲 Zizhou	27.42±3.45	24.18±2.34	+13.40	39.82±1.83	39.42±1.56	+1.01
清涧 Qingjian	25.52±1.37	21.52±2.91	+11.20	38.20±1.65	35.92±1.87	+6.35
米脂 Mizhi	24.4±1.86	20.4±2.33	+19.61	40.35±1.29	34.48±1.44	+8.21

注 测试时间为8月15日。  
Note: Test time: 15th of August.

2.5 施钾肥对枣树结果数的影响

由表 3 可知,施用钾肥能够明显提高红枣结果数量。3 个试验点对比分析,子洲试验点施用钾肥单枝结果数量最多,其次是米脂试验点,清涧相对较少。这个可能与 3 个试验点枣树管理、灌水等差异造成枣树个体生长差异有关。清涧、米脂整体结果数比较少,可能与管理、灌水有较大关系。相比较子洲情况较好。

表 3 施钾肥对 3 个试验点每枝果个数的影响			
Table 3 The effect of K fertilizer application on the number of fruit in each branch in the three sites			
试验点 Sites	每枝接果个数 Yield of each branch/ 个·枝 <sup>-1</sup>		施用钾肥对单枝结果数量变化量 Add/ %
	N P K	N P	
子洲 Zizhou	4.9±0.3	2.5±0.1	96.00
清涧 Qingjian	1.4±0.1	1.2±1.2	16.67
米脂 Mizhi	1.6±0.2	0.6±1.2	166.67

注 测试时间为8月15日。  
Note: Test time: 15th of August.

2.6 施钾肥对枣果横纵径的影响

由表 4 可知,3 个试验点施用钾肥对枣果纵径、横径较对照都有明显的增加,尤其是米脂县枣果横径较对照增加幅度较大。子洲、清涧枣果横径虽有所增加,但较对照增加幅度较小。枣果纵径在米脂和清涧较对照增加幅度明显,相比较子洲纵径变化幅度不是太大。

2.7 施钾肥对枣树单果重和产量的影响

施用钾肥对陕北山地微灌红枣单果重和产量的影响见表 5。施用钾肥增加了果个大小,同时也提高了红枣产量。子洲单果重最重,米脂次之,清涧最小。产量米脂最高,子洲次之,清涧最差。

表 6 施用钾肥对红枣品质的影响							
Table 6 The effect of K fertilizer application on quality of red jujube							
处理 Treatment	总 VC Total VC / mg · (100g) <sup>-1</sup> FW	增加量 Add/ %	可滴定酸 Lemon acid / mg · kg <sup>-1</sup>	增加量 Add/ %	可溶性固形物 Soluble solids/ %	增加量 Add/ %	总糖 Total sugar/ %
N P	350.28	—	0.63	—	14.0	—	7.31
N P K	373.25	6.56 *	1.30	106.35 *	14.9	6.43	7.91

注 \* 表示差异显著性 0.05。  
Note: \*Significance of difference is 0.05 percent.

3 结论与讨论

施用钾肥是促进作物吸收营养、促进生长的重要条件<sup>[5-6,8-9]</sup>。黄土丘陵区红枣近年来得到了快速发展,产

表 4 施钾肥对枣果横纵径的影响

Table 4      The effect of K fertilizer application on the width and length of jujube fruit							
试验点	取样时间	横径 Length/ cm		增加量	纵径 Width/ cm		增加量
Sites	Time	N P K	N P	Add/ %	N P K	N P	Add/ %
子洲	7月 24日	25.68	22.99	11.70	28.07	23.50	19.45
Zizhou	8月 15日	37.63	33.76	11.46	38.85	37.19	4.46
	8月 25日	38.97	35.28	10.46	40.36	38.79	4.05
清涧	7月 24日	23.16	21.68	6.83	23.50	19.00	23.68
Qingjian	8月 15日	25.08	24.09	4.11	37.19	24.26	53.30
	8月 25日	25.85	24.71	4.61	38.79	25.10	54.54
米脂	7月 24日	21.60	21.32	1.31	24.32	21.00	15.81
Mizhi	8月 15日	24.80	23.48	5.62	36.53	23.68	54.27
	8月 25日	27.43	24.56	11.66	39.24	25.96	51.16

表 5 施钾肥对枣树单果重和产量的影响

Table 5 The effect of K fertilizer application on the weight of each fruit and yield of jujube tree						
试验点 Sites	单果重 Weight of each fruit/ g		增加量 Add	667 m <sup>2</sup> 产量 667 m <sup>2</sup> yield/ kg		增加量 Add
	N P K	N P	/ %	N P K	N P	/ %
子洲 Zizhou	49.16 ±4.65	40.22 ±4.44	22.23	1100	702.6	56.56
清涧 Qingjian	29.19 ±3.35	26.34 ±4.09	10.82	450	381	18.11
米脂 Mizhi	35.23 ±3.88	28.19 ±2.33	24.97	982	794	23.68

注:测试时间为9月26~28日。  
Note: Test time 26~28th of Sep.

2.8 施用钾肥对红枣品质的影响

由表 6 可知,施用钾肥能够明显提高红枣的 VC 含量、可滴定酸和可溶性固形物含量。VC 含量、可溶物含量是红枣主要品质指标,施用钾肥提高了红枣的品质。

量 and 经济效益有了一定的提高,但是由于管理技术落后,没有科学的施肥管理,严重限制了红枣产量的增加。关于施用钾肥对其它果树蔬菜的研究较多<sup>[8,10,12-14]</sup>,证明

施用钾肥显著提高产量, 改善品质, 明显提高其它肥料的应用效果, 但在红枣上缺乏施用效果研究。该研究进行了山地微灌下施用钾肥对红枣产量和品质的试验, 得出以下结论。

施用钾肥能促进红枣生长。施用钾肥提高了枣树叶绿素含量, 叶绿素分别比对照高 4.43% ~ 35.6%, 在土地水分充足时钾肥增加叶绿素效果更明显。施钾肥能增大红枣叶片面积, 其中子洲试验点施钾肥后叶面积较对照增加 2.7%, 清涧施钾肥后叶面积较对照增加 7.7%, 米脂施钾肥后较对照增加 8.4%。施钾肥促进枣树新枝生长, 子洲示范点施钾肥后新枝长度较对照增加 17.3%, 清涧示范点施肥后新枝生长较对照增加 5.9%, 米脂试验点较对照增加 8.7%。

施用钾肥提高红枣产量, 同时改善品质。施用钾肥能增加红枣果个, 最主要是施用钾肥能提高红枣产量, 红枣产量分别提高 18.11% ~ 56.56%, 施用钾肥红枣产量与土地肥力条件和水分条件密切相关。施用钾肥能够明显提高红枣的 VC 含量、可滴定酸和可溶性固形物含量, 提高了红枣的品质。

各试验点土地肥力条件差异, 施用硫酸钾的肥效反映有差异。子洲试验点施肥后枣树生长最好, 新枝生长最快, 单果重最大, 产量最高。米脂由于前期灌水较少, 单果重相对较小, 结果个数少, 影响施用钾肥的增产效果。清涧树势好, 但坐果数较少, 施用钾肥的效果受到当地土壤肥力条件、红枣管理技术等因素的影响, 在其它果树蔬菜的研究也有此种现象<sup>[8 10 12]</sup>。2009 年只是进行了不同试验地点、不同肥力下红枣施用钾肥的肥效试验, 但对不同钾肥用量的效果和最佳施用量以及与其它

肥料的配合施用还需要进一步研究。

参考文献

[ 1 ] 吴普特 汪有科, 辛小桂 等. 陕北山地红枣集雨微观技术集成与方法[ J ]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4): 1-6.  
[ 2 ] 闫亚丹, 蒋中波, 徐福利 等. 黄土高原坡地密植枣园土壤质地与肥力状况分析[ J ]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(3): 174-178.  
[ 3 ] 西北农业大学植物生理生化教研室. 植物生理学实验指导[ M ]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986, 98-102.  
[ 4 ] 徐福利 汪有科, 杨荣慧 等. 陕北丘陵去山地密植枣树高产优质施肥技术[ J ]. 中国园艺文摘, 2009, 25(6): 124-125.  
[ 5 ] 齐华, 于贵瑞, 程一松 等. 钾肥对灌浆期冬小麦群体内叶片光合特性的影响[ J ]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 690-694.  
[ 6 ] 崔金虎 曹庆军, 高亚男 等. 钾肥不同施用量对耐密型春玉米光合速率和产量的影响[ J ]. 玉米科学, 2009, 17(6): 93-96.  
[ 7 ] Koch K, Mengel K. The influence of the level of potassium supply to young tobacco plants [ J ]. J. Sci Food Agric, 1974, 25: 465-471.  
[ 8 ] 唐旭日. 密植苹果园施钾肥对产量及品质的影响[ J ]. 北方园艺, 2007( 10): 38-39.  
[ 9 ] 王春枝 朱福磊, 刘丽杰. 氮磷钾肥对红富士苹果产量、品质和叶片矿质元素含量的影响[ J ]. 中国果树, 2009(3): 14-17.  
[ 10 ] 田秀英 罗志军, 王正银. 钾肥对黄梨叶片物质代谢及产量与品质的影响[ J ]. 北方园艺, 2007(10): 9-11.  
[ 11 ] 陆景陵. 植物营养学[ M ]. 北京: 中国农业大学出版社, 1994: 45-48.  
[ 12 ] 陈建忠 肖荷霞, 胡铁欢, 等. 灌水和施用钾肥对玉米果穗叶片光合特性及产量的影响[ J ]. 华北农学报, 2007, 22: 184-186.  
[ 13 ] 刘双全. 钾对蔬菜产量和品质影响的研究[ J ]. 黑龙江农业科学, 2000( 4): 25-26.  
[ 14 ] 王凤婷 艾希珍. 钾对日光温室黄瓜糖、维生素 C、硝酸盐及其相关酶活性的影响[ J ]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(5): 682-687.  
[ 15 ] 詹长庚 姜丽娜. 配施钾肥对改善番茄、西瓜、榨菜和红麻产品品质的影响[ J ]. 浙江农业科学, 1990(2): 86-88.

Effects of Potassium Fertilizer Application on Yield and Quality of Hillside Close-planting Jujube Fruit in Yulin

YANG Yang<sup>1, 2</sup>, GUO Zhen<sup>1</sup>, XU Fu-li<sup>1</sup>

(1. Northwest Agricultural and Forestry University, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049)

**Abstract:** A field experiment was conducted to study the effect of potassium fertilizer application on red jujube growth, yield and quality in loess plateau hilly area. The results showed that potassium fertilizer application obviously increased the chlorophyll content of jujube leave, keeping higher soil moisture made the effect more apparent. Potassium fertilizer could not only increased the area of jujube leaves, but also promoted the growth of new branches and the weight of each jujube fruit to increase production. The yield of jujube in three sites increased by 18.11%, 56.56% and 23.68% respectively, the content of vitamin C was increased 6.56%. Potassium fertilizer application was the main way to improve the yield and quality of hillside close-planting jujube in loess plateau hilly area.

**Key words:** loess plateau; potassium fertilizer; hillside field; jujube; yield