

矿物钾肥对阳山水蜜桃产量与品质的影响

吕乐福¹, 盖国胜², 孙海栓¹, 何振全^{2,3,4}, 杨玉芬^{2,3,4}

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 清华大学 材料科学与工程系, 北京 100084;
3. 无锡清大绿丰科技发展有限公司, 江苏 无锡 214000; 4. 滨州清大科技责任有限公司, 山东 滨州 256600)

摘要:以非水溶性含钾矿物为原料, 利用物理方法制备矿物钾肥, 于 2009~2011 年进行田间试验, 研究矿物钾肥对水蜜桃产量和品质的影响。结果表明: 矿物钾肥处理可以显著提高水蜜桃单果重、着色指数、果顶、果胴及果肉的 L、a、b 值, 改善水蜜桃的外观品质; 也可以增加可溶性固形物和干物质的含量, 提高果实的内在品质; 还可以增强果实硬度, 延长果实常温 and 低温条件下的贮藏时间。其中施用增量矿物钾肥处理效果最好, 综合指数高达 0.9834, 产量与产值分别比空白处理、常规施肥处理高了 12.91% 和 39.18%、1.02% 和 1.32%。

关键词:矿物钾肥; 水蜜桃; 产量; 品质

中图分类号:S 143.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)06-0144-04

阳山水蜜桃是我国著名的特产水果之一, 也是无锡市农业的重要支柱。水蜜桃对钾的需求量大, 钾营养不足容易造成水蜜桃果实个小、色差、味淡, 因此每年需要施用大量的水溶性钾肥进行补钾。然而南方地区年降水量大, 普通水溶性钾肥大量施入土壤后容易淋失^[1]并且加剧土壤酸化程度^[2], 造成水蜜桃根系腐烂植株枯萎, 严重制约了水蜜桃产量与品质的提升。

矿物钾肥是以我国丰富的非水溶性含钾矿物为原料, 利用清华大学的专用设备 WJH-1 物理活化处理研制而成。该肥料的钾素形态以矿物态与缓效态为主, 具有偏碱性、不容易淋失的特点, 恰能满足无锡地区水蜜桃生产的需求。现通过田间试验, 研究矿物钾肥对水蜜桃产量与品质的影响, 并进行经济效益分析, 以期为非水溶性含钾矿物肥料在农业生产中的利用提供新的科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2009 年 11 月至 2011 年 8 月在无锡市阳山镇水蜜桃科技园内进行。该园地处亚热带季风气候区,

年平均温度 15.6℃, 年降水量 1 048 mm, 无霜期大约为 220 d, 日照时数 2 019.4 h。试验地土壤类型为砂壤土, 0~15 cm 土层有机质含量为 13.07 g/kg、碱解氮 84.23 mg/kg、速效磷 75.21 mg/kg、速效钾 91.98 mg/kg、pH 5.49(水土比为 5:1)。

1.2 试验材料

试验桃树品种为晚湖景, 属于晚熟品种, 一般在 8 月下旬采收。选择树势中庸健壮, 树姿稍开张, 生长一致的 8 a 生水蜜桃树, 其株行距为 4 m×4 m, 每个处理 5 株。

供试矿物钾肥为富含 K₂O 的含钾矿物, 由山东滨州清大科技责任有限公司提供, 具体养分状况为全钾 106.4 g/kg、有效钾 3 153.78 mg/kg、速效钾 2 072.34 mg/kg、pH 10.16、电导率 220.08 μS/cm。其它肥料: 缓释尿素含氮量 37%、含硫 15%, 矿物磷肥全磷含量 25%, 硫酸钾全钾含量 50%。

1.3 试验处理

试验设 4 个处理: CK: 空白对照处理, 不施钾肥; SK: 常规施肥处理, 施用硫酸钾 0.66 kg/株; RK₁: 矿物钾肥处理, 施钾量等同于 SK 处理, 施用矿物钾肥 3.10 kg/株; RK₂: 矿物钾肥增量处理, 施钾量为 2 倍 SK 处理, 矿物钾肥 6.20 kg/株。4 个处理施用的尿素与矿物磷肥一致, 施用量分别为 0.73、0.60 kg/株。每个处理 3 次重复, 共计 12 次, 各个处理随机区组排列。肥料混匀后 1/2 用量作为基肥于当年 11 月中旬施用, 1/2 用量作为追肥于第 2 年 5 月上旬果实膨大期施用。施肥方式为条状沟施, 沟深 30 cm 左右。5 月中旬幼果长到豆粒大小时开始疏果, 持续到 6 月 14 日, 最终每株套袋定果 135 颗左右。从植株定果到成熟采收, 历经 67 d 时间, 期间水蜜桃植

第一作者简介:吕乐福(1986-), 男, 博士, 研究方向为新型肥料研究与利用。E-mail:lvlefu@163.com。

责任作者:盖国胜(1958-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事矿物资源开发和粉体加工技术等方面研究工作。E-mail:gaigs@mail.tsinghua.edu.cn。

基金项目:农业科技成果转化资金资助项目(2010GB23600657); 无锡 130 科技计划支撑资助项目; 山东省自然科学基金支撑资助项目(ZR2009DM043)。

收稿日期:2011-12-26

株其它管理均保持一致。

1.4 指标测定

水蜜桃成熟后,每株桃树随机采摘 12 颗桃子,并放入 10℃ 恒温箱内贮存备用。用百分之一天平测量单果重;用游标卡尺测量果径(横径与纵径)大小;用 WSC-S 色差计测定果顶、果胴及果肉色泽;用 WZ-103 型折糖仪测量果实的可溶性固形物含量;用 GY-3 型果实硬度计测试果胴部 1 cm² 去皮果肉硬度;干物质用烘干法测定;果实耐贮性分别在 25℃ 与 5℃ 恒温条件下观测,每天上午 8:00 检查桃体,损坏个数超过 1/2 时,记录贮藏天数。

1.5 统计及果实品质评判分析方法

试验参考张邵阳等^[3]、巩雪梅等^[4]和李国英等^[5]对果树品质经济性状的评判方法,首先对不同处理水蜜桃的品质指标单果重(x_1)、果形指数(x_2)、着色指数(x_3)、果顶 L 值(x_4)、果顶 a 值(x_5)、果顶 b 值(x_6)、果胴 L 值(x_7)、果胴 a 值(x_8)、果胴 b 值(x_9)、果肉 L 值(x_{10})、果肉 a 值(x_{11})、果肉 b 值(x_{12})、可溶性固形物含量(x_{13})、干物质(x_{14})、果实硬度(x_{15})、25℃ 贮藏期(x_{16})、5℃ 贮藏期(x_{17})的平均值列成矩阵 $R=(r_{ij})$, ($i=1,2,3,\dots,17$; $j=1,2,3,4$ 即为 CK、SK、RK₁ 及 RK₂) ,按照公式 $r'_{ij}=x_{ij}/\max(x_{ij})$, ($r'_{ij} \in [0,1]$) 进行无量纲化处理^[6],得到标准化评判模糊矩阵 $R'=(r'_{ij})$ 。根据水蜜桃果实的经济性状对综合品质指数的影响大小,结合果树学专家的意见,给水蜜桃各项品质指标赋以权重值,组成集合 $A=\{a_{x1},$

$a_{x2}, a_{x3}, \dots, a_{x17}\} = \{0.14, 0.04, 0.04, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.2, 0.2, 0.06, 0.08, 0.06\}$ 。评判结果为 $B=R' \cdot A$, 根据评判指数的大小判断不同施肥处理对果实综合品质的影响。

有关数据分析均采用 Excel、SPSS 18.0 和 Origin Pro 8.0 进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对水蜜桃品质的影响

2.1.1 水蜜桃外观品质 果实的外观指标主要包括果实的大小、色泽以及着色程度。由表 1 可知,施钾处理可以提高水蜜桃单果重量,增大着色面积,增加果顶、果胴及果肉的 L、a、b 值。与 CK 处理相比,施用矿物钾肥(RK₁ 和 RK₂)处理的单果重、着色指数、果顶、果胴及果肉 L、a、b 值均有不同程度的增加,且随着施肥量的加大,增加幅度变大,除果顶和果胴的 L 值外,其它各项指标与 CK 处理差异均达到显著水平;与常规施肥 SK 处理相比,等施钾量 RK₁ 处理的各项指标值比 SK 处理的小,差异不显著;2 倍施钾量 RK₂ 处理的单果重、着色指数、果顶和果胴的 L、a 值及果肉的 L、b 值较 SK 处理的大,各项指标均差异不显著。由表 1 还可知,施用钾肥对水蜜桃果形的改善不大,各处理之间果形指数差异不显著。结果表明施用矿物钾肥能够增加果实重量,提高果实亮度与色泽,从而改善果实的外观品质,增大施肥量后效果更佳。

表 1 不同施肥处理水蜜桃的外观品质指标

处理	单果重/g	果形指数	着色指数	果顶			果胴			果肉		
				L 值	a 值	b 值	L 值	a 值	b 值	L 值	a 值	b 值
CK	268.52b	0.95a	61.63c	40.49b	16.10c	13.35b	45.56b	14.82c	12.61b	50.76b	10.82c	10.04b
SK	292.57a	0.94a	77.08a	48.80a	21.74a	18.61a	55.07a	19.90ab	18.09a	57.79a	15.17a	13.85a
RK ₁	288.09a	0.95a	70.31b	45.74ab	19.40b	16.11a	51.10ab	18.93b	16.18a	56.93a	13.52b	13.77a
RK ₂	298.06a	0.94a	77.43a	49.06a	22.82a	17.38a	56.09a	22.58a	17.74a	58.09a	14.32ab	13.89a

注:不同字母代表差异达到显著性水平($P<0.05$),下同。

2.1.2 水蜜桃内在品质 可溶性固形物与干物质是衡量水蜜桃内在品质的重要指标。由表 2 可知,施钾处理果实内可溶性固形物含量与干物质含量明显增加。与 CK 处理相比,施用矿物钾肥 RK₁ 与 RK₂ 处理的可溶性固形物含量分别提高了 13.98%、14.54%,干物质含量分别增加了 19.19%、20.81%,且增加幅度 RK₂>RK₁;与 SK 处理相比,等施钾量 RK₁ 处理的可溶性固形物含量与干物质质量要略小于 SK 处理,且差异不显著;2 倍施

表 2 不同施肥处理水蜜桃的硬度、贮藏期及内在品质指标

处理	果实硬度 /kg·cm ⁻²	贮藏期/d		内在品质指标	
		25℃ 常温	5℃ 低温	可溶性固形物含量/%	干物质/%
CK	2.22b	3b	12b	10.80b	11.05b
SK	2.94a	5a	17a	12.42a	13.32a
RK ₁	2.76a	4a	15ab	12.31a	13.17a
RK ₂	2.98a	5a	16a	12.37a	13.35a

钾量 RK₂ 处理干物质含量最高,可溶性固形物含量比 SK 处理略低,差异不显著。表明矿物钾肥能够增加可溶性固形物的形成与干物质的积累。

2.1.3 水蜜桃硬度及贮藏期 成熟的果实硬度大,采收后有利于果实的贮存及运输。由表 2 可知,施钾处理可以显著提高果实的硬度,增加常温与低温条件下的贮藏天数。与 CK 处理相比,施用矿物钾肥 RK₁ 和 RK₂ 处理的果实硬度分别增加了 24.66% 与 34.29%,常温贮藏期分别增加了 1 d 和 2 d,低温贮藏期增加了 3 d 和 4 d 且 RK₂ 处理的效果优于 RK₁ 处理;等施钾量处理相比,施用矿物钾肥 RK₁ 处理的果实硬度比 SK 处理的小,贮藏时间缩短;2 倍施钾量 RK₂ 处理与 SK 处理的各项指标差异不显著。表明施用矿物钾肥可以提高水蜜桃的硬度,延长贮藏期,有利于果实的运输与后期保存,合理施用可以达到与常规施肥相同的效果。

2.1.4 水蜜桃综合品质性状分析 综合评判指数是对果实外观品质、内在品质及贮藏时间的综合品质评判值,可以反映出果实商品价值。指数值越大,果实品质越好,商品价值越高。由表3可知,施用钾肥处理的指数值都比CK处理的大,其中2倍施钾量 RK_2 处理的综合指数最大,商品价值最高,常规施肥SK处理次之。表明施用矿物钾肥可以提高水蜜桃的果实品质,增加水蜜桃的商品价值。

表3 不同施肥处理水蜜桃的品质综合指数、产量及效益

处理	品质综合指数	667 m ² 产 量/kg	667 m ² 产 值/元	667 m ² 肥 料投入/元	净增产值 比CK增加/%	比SK增加/%
CK	0.7997	1 245.94b	9 124.71	86.85	—	—
SK	0.9828	1 392.61a	12 533.52	184.53	36.64	—
RK_1	0.9347	1 359.80a	11 639.21	126.55	27.38	—
RK_2	0.9834	1 406.82a	12 699.46	166.25	38.34	1.25

注:试验当年肥料价格为:缓释尿素(2.3元/kg);矿物磷肥(0.7元/kg);硫酸钾(3.7元/kg);矿物钾肥(0.32元/kg)。水蜜桃价格=综合指数(处理)/综合指数(SK)×9元/kg,常规SK处理水蜜桃销售均价9元/kg。

2.2 不同施肥处理对水蜜桃产量的影响

由表3可知,施用钾肥可以显著提高水蜜桃的产量,产量顺序为 $RK_2 > SK > RK_1 > CK$ 。其中施用矿物钾肥处理(RK_1 和 RK_2)的产量与CK处理相比差异显著,且随着矿物肥施用量的增加而产量增大;与常规施肥SK处理相比,施用等钾量 RK_1 处理的产量略低,差异不显著;而2倍施钾量 RK_2 处理的产量比SK处理的增加了1.02%。说明矿物钾肥可以提高水蜜桃的产量,加大施用量可以达到与常规钾肥相同的经济效益。

2.3 不同施肥处理水蜜桃的经济效益分析

由表3可知,施钾处理经济效益较CK处理均有不同程度的增加,其中施用矿物钾肥 RK_2 的产值最高。从肥料投入上看,施用矿物钾肥的成本投入明显要比常规施肥SK处理的小, RK_1 和 RK_2 处理每667 m²比SK处理分别节约成本57.98元和18.28元。扣除肥料成本后,纯收入从大到小的顺序依次为 $RK_2 > SK > RK_1 > CK$,其中 RK_2 处理净增产值最大,分别比CK处理和SK处理增加38.34%、1.25%。表明合理施用矿物钾肥可以达到节约肥料成本,促进农民增收的目的。

3 结论与讨论

钾是果树生长发育所必需的三大元素之一,在促进果实品质方面起着极其重要的作用。张绍阳等^[3]研究发现,施用钾肥可以显著提高油桃的单果重、着色指数及果顶和果胴中的L、a、b值,改善了油桃的外观品质还能够提高果实中的可溶性固形物及干物质的含量,增加果实硬度,延长油桃的贮存周期。马振峰等^[7]在研究钾营养对奈李果实品质的影响时发现,施用钾肥可以显著提高奈李果实的外观及内在品质,增强果实的贮运特

性。金会翠等^[8]研究表明,增施钾肥可以促进苹果的生长发育及果实品质的提升。因此,钾营养对果树丰产及果实品质的提升有着重要的意义。

矿物钾肥是以非水溶性含钾矿物为原料,其钾素形态仍以矿物态为主,与常规施用的水溶性钾肥有所不同。国内外大量研究表明,非水溶性含钾矿物直接施用后可以被植物活化利用,进而促进植物生长。李枚等^[9]研究表明,杨树、刺槐都可不同程度吸收矿物钾,而且在二者混交后利用能力显著增强。崔建宇等^[10]和Hinsinger等^[11]研究发现,萝卜、油菜和黑麦草在一定程度上也都能够利用金云母中的钾素。晏结义等^[12]研究发现,粗安斑岩、凝灰岩和英安岩等含钾硅酸盐经粉碎120目后直接施用,对当季花生和第二季大豆均有增产效应,施用含钾矿物粉的花生和大豆处理比不施钾肥处理分别增产3.60%~13.34%、19.96%~34.84%。梁成华等^[13]在研究黑云母释钾能力时得出,高量黑云母施肥处理春小麦生物量与吸钾量可以达到与化学化肥处理相同的效果。说明非水溶性含钾矿物直接施用可以促进树木、蔬菜及粮食作物的生长,为植株生长提供充足的钾素保障,合理施用可以达到与化学钾肥相同的效果。

试验研究了矿物钾肥在水蜜桃上的应用效果,结果初步表明,施用矿物钾肥可以改善水蜜桃的外观品质,提高水蜜桃的营养物质含量,增加果实的贮藏天数;从水蜜桃综合品质评价指数上看,施用矿物钾肥 RK_2 处理的综合指数值最大,商品价值最高,比常规施肥SK处理的要好;从经济效益上分析,矿物钾肥生产成本低,合理施用增产增收效果明显,施用矿物钾肥 RK_2 处理的产量和净增产值较常规施肥SK处理分别增加了1.02%、1.25%;考虑到矿物钾肥有效养分含量低,因此在应用时应该加大施肥用量,才能达到满意的效果。

参考文献

- [1] 罗微,林清火,林钊沐,等.钾肥在砖红壤中的淋失特征初步模拟研究[J].水土保持学报,2004(6):94-97.
- [2] 鲁剑巍,曹卫东.肥料使用技术手册[M].北京:金盾出版社,2010:116-117.
- [3] 张绍阳,杨军,刘桂华.钾营养水平对艳光油桃果实品质的影响[J].安徽农业大学学报,2008,35(2):289-292.
- [4] 巩雪梅,张水明,宋丰顺,等.中国石榴品种资源经济性状研究[J].植物遗传资源学报,2004,5(1):17-21.
- [5] 李国英,睢薇,丁晓冬.草莓主要品种经济性状模糊综合评判[J].东北农学院学报,1993,24(3):224-230.
- [6] 马立文.统计数学标准化-无量纲化方法[J].北京统计,2000,121:34-35.
- [7] 马振峰,杨军,刘桂华.钾营养对奈李果实品质的影响[J].安徽农业大学学报,2010,37(1):145-149.
- [8] 金会翠,张林森,李丙智,等.增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响[J].西北农业学报,2007,16(3):100-104.
- [9] 李玫,王天华,魏刚,等.杨树、刺槐混交及缺钾情况下对矿物钾的利用[J].北京林业大学学报,1995,17(2):99-103.
- [10] 崔建宇,王敬国,张福锁.肥田萝卜、油菜对金云母中矿物钾的活化

与利用[J]. 植物营养与肥料学报, 1999, 5(4): 328-334.

[11] Hinsinger P, Jallard B. Root-induced release of interlayer potassium and vermiculization of phlogopite as related to potassium depletion in the rhizosphere of ryegrass [J]. J. of Soil Sci., 1993, 44: 525-534.

[12] 晏结义, 吴美仁, 肖雨生. 矿物钾肥在红壤中的试验效果分析[J]. 非

金属矿, 2003, 26(4): 27-28.

[13] 梁成华, 金耀青, 宋菲, 等. 黑云母的释钾能力及其生物有效性研究[J]. 土壤通报, 1994, 31(2): 220-223.

(该文作者还有李美清、刘春生, 单位同第一作者。)

Effects of Mineral Potassium Fertilizer on the Yield and Quality in Yangshan Peach

LV Le-fu¹, GAI Guo-sheng², SUN Hai-shuan¹, HE Zhen-quan^{2,3,4}, YANG Yu-fen^{2,3,4}, LI Mei-qing¹, LIU Chun-sheng¹

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018; 2. Department of Materials Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084; 3. Wuxi Tsingda Green Bumper Technology Development Limited Company, Wuxi, Jiangsu 214000; 4. Binzhou Tsingda Technology Responsibility Limited Company, Binzhou, Shandong 256600)

Abstract: The mineral potassium fertilizer were manufactured with non-water-soluble potassium ore by physical method and used in peaches to study the effects of mineral fertilizer on yield and quality through field experiment in 2009~2011. The results showed that the mineral fertilizer could improve the fruit appearance through increasing single fruit weight and pigmentation index and the value of L, a and b of fruit tip, body and flesh, also improved the fruit inner qualities due to increasing the contents of soluble solid content and dry matter. Additionally, it could increase fruit firmness and lengthen the storage time under normal temperature and low temperature. The effect of added mineral potassium fertilizer was the best and its comprehensive index reached 0.9834. Compared with no potassium fertilizer treatment and common fertilizer treatment, the output and benefit were respectively increased by 12.91% and 39.18%, 1.02% and 1.32%.

Key words: mineral potassium fertilizer; peach; yield; quality

农业部开展蔬菜水果茶叶禁限用高毒农药专项整治

2012年2月28日,种植业管理司会同农药检定所在湖南长沙召开了“全国农药管理工作座谈会暨农药检定工作会议”,提出2012年在全国蔬菜水果茶叶主产县和农药生产使用大省开展禁限用高毒农药专项整治。通过强化高毒农药管理、加大执法检查力度、规范农药使用行为、推进专业化统防统治、加强安全用药知识宣传培训、鼓励使用低毒和生物农药等措施,提高蔬菜水果茶叶质量安全水平。

种植业管理司副司长周普国总结了农药市场监管年活动取得的成效,通过连续3年的农药市场监管年活动,农药产品结构明显优化,农药市场秩序显著好转,农药产品质量大幅提升,违法制售甲胺磷等5种禁用高毒农药行为基本杜绝。2011年农药质量合格率达到86.9%,蔬菜农药残留例行监测合格率达到97.4%,分别比2008年提高了15.9和1.1个百分点。农药管理为保障粮食产量“八连增”、持续提高农产品质量安全水平做出了重要贡献。

周普国指出,“农药是影响农产品质量安全的重要因素之一,目前我国农药管理取得了显著成效,但面对现代农业对农药“保产量、保安全”的新要求,还存在一定的差距。”2012年要全面贯彻落实全国农业工作会议和全国农产品质量安全监管会议精神,强化种植业产品专项整治,以蔬菜生产违规使用高毒农药问题为重点,以新《农药管理条例》出台为契机,大力推进农药市场执法监管和农药管理法制建设。

农业部农药检定所所长隋鹏飞在会议上表示,农药管理要始终紧密围绕农业和农村的工作大局,坚持以服务农业生产、维护农民利益为出发点,强化登记审批的权威性和引导性,提高监管和信息服务能力。“针对当前蔬菜用药缺乏、使用不规范等突出问题,农业部农药检定所将组织开展蔬菜用药专项治理工作,通过联合试验、扩作登记、强化使用指导等措施,计划用5年时间,系统解决蔬菜生产无药可用问题。”

会议明确提出了2012年的几项重点工作:以完善新《条例》相关配套规章为抓手,大力推进农药管理制度建设;以农药经营许可为抓手,全面推行农药市场秩序整顿工作;以加强农药残留标准体系建设为抓手,制定一批农药合理使用规程,继续实施低毒生物农药补贴示范推广项目,从源头上提升农产品质量安全水平;以蔬菜安全用药为抓手,切实解决农药安全使用问题。在蔬菜优势区域重点县和水果、茶叶等经济作物优势区,全面推行高毒农药定点经营。

<http://guoshu.aweb.com.cn> 2012年03月02日09:33 农业部种植业管理司