

不同施钾量对红富士苹果叶片光合特性及矿质营养的影响*

郭雯,李丙智*,张林森,韩明玉,王桂芳,李敏夏,张海燕

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西杨凌 712100)

摘要:对红富士苹果树进行不同水平钾肥处理,结果表明,当株施钾肥量达到 800 g 时,光合速率和气孔导度显著提高,分别为对照的 236%、452%;同时叶片蒸腾速率和胞间 CO₂ 摩尔分数显著降低,分别为对照的 48.84%、34.68%。钾能增加苹果叶片矿质营养含量,所测 5 种元素 N、P、K、Ca、Mg 的含量与对照相比均增加,株施钾肥量达到 800 g 时增加较明显。

关键词:苹果;施钾量;光合特性;叶片营养

中图分类号:S661.1

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2010)04-0192-04

Effects of Different Fertilization of Potassium on Photosynthetic Characteristics and Leaf Nutrition of Red Fuji Apple

GUO Wen, LI Bingzhi*, ZHANG Linsen, HAN Mingyu,
WANG Guifang, LI Minxia and ZHANG Haiyan

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Different levels of potassium fertilizer were applied in this experiment in order to determine the effect of potassium on the photosynthetic characteristics and leaf nutrition of Red Fuji apple. The results showed that the net photosynthesis rate(P_n), stomatal conductance(G_s) were raised, the transpiration rate(T_r) and intercellular CO₂ concentration(C_i) were reduced when 800 g potassium per tree were applied. Potassium benefited the increase of mineral nutrition, contents of the five elements(N, P, K, Ca and Mg) were increased in comparison with the control. When 800 g potassium per tree was applied, the contents of all the elements increased significantly.

Key words: Apple; Potassium fertilizer; Photosynthesis; Leaf nutrition

钾素是果树生长发育必须的三大营养元素之一,它对提高果树产量和改善果实品质有重要的作用^[1-2]。苹果为喜水喜钾植物,其正常的生长发育需要充足的水分及钾肥供应,然而在陕西渭北黄土高原苹果产区,果农往往只重视氮肥而忽略钾肥的施用,从而导致土壤速效钾含量下降,影响果树的高产优质^[3]。因此,深入进行苹果钾肥施用研究,可为当地苹果生产中合理施肥提供科学依据。本试验旨在研究不同施钾量对叶片光合特

性及矿质营养的影响,以期筛选出适合红富士苹果生产的合理施钾量,为实际生产提供参考。

1 材料与方法

试验于 2007-05—2008-12 在陕西省宝鸡市苹果专家大院凤翔试验园进行,该园地处东经 107°23'969",北纬 34°33'273",海拔 850 m,年平均气温 12.0~12.5℃,年降雨量 601 mm,试验地土壤营养状况见表 1。

* 收稿日期:2009-09-21 修回日期:2009-11-20

基金项目:农业部“948”项目(2006G-28);农业行业科技项目(nyhyzx07-024);国家苹果产业技术体系;国家支撑计划(2007BAK31B01)。

作者简介:郭雯(1983—),女,山西太原人,在读硕士,专业方向为果树生理研究。E-mail: 2006gdgd@163.com

* 通讯作者:李丙智(1956—),男,陕西扶风人,教授,主要从事果树生理生态研究。E-mail: bzhlis30530@163.com

1.1 材料

试材为9a生礼富一号,基础为新疆野苹果,矮化中间砧为M26,纺锤形树体,株行距为2.0 m × 3.5 m,栽植密度95株/667 m²。所选肥料为52%硫酸钾、12%过磷酸钙、46%尿素,产地陕西。

1.2 方法

选择树势均匀一致的苹果树21株,共设7个施钾水平,即单株分别施钾0、100、200、400、800、1 600、3 200 g。每处理3株。重复间设隔离树,随机区组排列。于5月初,进行滴灌施钾试验,灌水量为每株10 L。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 光合指标测定 于2007年及2008年8

—9月间每月选3个晴天,每日9:00—10:00在试验树东、西、南、北4个方位分别选择3个叶片,用CIRAS-2便携式光合测定仪进行活体测定。测定指标为净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、胞间CO₂摩尔分数(C_i)。

1.3.2 叶片营养测定 于2007年及2008年10月上旬,从试验树东西南北4个方位采集30片叶,叶样洗净烘干磨成粉末后分析测定N、P、K、Ca、Mg含量。其中N采用凯式定氮法;P采用钒钼黄比色法;K、Ca、Mg采用原子吸收光度计测定^[4-5]。

表1 试验园土壤营养状况分析

Table 1 Soil nutrition conditions in experimental orchard

土层深度 / cm Soil depth	碱解氮 /(mg/kg) Avail. N	有效磷 /(mg/kg) Avail. P	有效钾 /(mg/kg) Avail. K	有机质 /(g/kg) O. M	有效锌 /(mg/kg) Avail. Zn	有效锰 /(mg/kg) Avail. Mn	有效铁 /(mg/kg) Avail. Fe	有效铜 /(mg/kg) Avail. Cu
0~40	46.23	5.79	143.67	16.86	3.01	32.77	23.67	4.11
40~80	39.17	18.73	296.56	8.84	3.47	34.98	25.64	3.92

2 结果与分析

2.1 不同灌溉施钾处理对红富士苹果光合指标的影响

从图1可看出,同时段内(9:00—10:00)各处理的 G_s 变化规律同 P_n 一致,总体趋势先升后降,在处理4(株施钾800 g)达到最高峰后,钾肥再增大则 G_s 变化呈下降趋势。随着施钾量的增大, C_i 变化的总体趋势为以处理5(株施钾1 600 g)为拐点,先减小后略升高。同时,从图1还可看出,各处理 P_n 均高于CK,随着施钾量的增加, P_n 变化趋势为先上升后下降,其中处理4(株施钾800 g)达最高。说明K₂SO₄株施用量在0~800 g范围内,随着灌溉施钾量的增加, P_n 增大;K₂SO₄株施用量超过800 g则 P_n 减小,但 P_n 值仍高于CK。各处理 T_r 随着施钾量的增多呈现总体下降趋势,处理4(株施钾800 g)为最低点,之后稍有回升。随着施钾量的增加,苹果叶片的 P_n 均有不同程度的提高。其中以株施钾800 g效果最好,其 P_n 值显著高于其他各处理。处理1和处理2与CK之间 P_n 值比较接近,差异不显著;处理3、4、5、6的 P_n 值均与CK的 P_n 值存在显著差异。而苹果叶片的蒸腾则随着施钾量的增加受到不同程度的抑制,其中以株施钾800 g的处理 T_r 最低,且与其他处理差异达到显著水平。

G_s 的变化同 P_n 一致,均在钾肥增高的情况下增大,各处理均与CK有显著差异,处理2、3和5之间没有差异,其他各处理之间均差异显著。适量的钾肥有利于减少气孔阻力,扩大气孔开张度,使导度增大,有利于气体和水分的交换。 C_i 随着钾肥施用量的增大而先减小后增大,但其最低点却不在株施钾量达800 g,而是在1 600 g处,这可能是高钾有效降低 C_i 的摩尔分数范围比其他指标大。在1 600 g之前的 C_i 摩尔分数范围内, C_i 与施钾量呈反比,1 600 g条件下 C_i 有最小值,说明在此钾肥施用量下, C_i 被有效降低。

2.2 不同灌溉施钾处理对红富士苹果叶片营养的影响

随着灌溉施钾量的增加,可能会破坏植株叶片中元素的平衡^[6]。由图2可知,随着施钾量的增加,各元素含量均有所上升。其中叶片中全氮含量随钾肥施入量的增多呈先增大后减小的趋势,其中以处理2(株施钾量200 g)增幅最大,比对照增加了22.8%。处理2与其余所有处理有显著性差异;处理1与处理4、5、6差异不显著,与其他处理差异显著;对照与处理1、2差异显著,与其他处理差异不显著。叶片中全磷含量随钾肥施用量增大呈先增加后稳定不变的趋势。其中以施钾量800 g/株的处理4增加最多,比对照增加20.1%。处理3、4、5、6之间差异不显著,但均与

对照和处理 1、2 差异显著,对照和处理 1、2 之间差异不显著。随着钾肥施用量的逐步增大,叶片中全钾含量呈先升高后降低趋势,以处理 3(株施钾 400 g)达到最高值,且与各个处理差异显著;处理 4 也与各个处理差异显著,处理 6 与处理 1、2 之间差异不显著,但与其他差异显著;对照和处理 1、5 之间差异不显著,与其他处理差异显著。全

钙含量同全钾的变化趋势一致,也以处理 3(株施钾 400 g)含量最高,且与处理 4 差异不显著,与其他处理差异显著。全镁含量的变化规律性较小,基本上仍呈现先升后降的趋势,其中处理 3(株施钾 400 g)全镁含量最高,比对照高出 8.5%,且与对照和处理 2、4 差异显著。

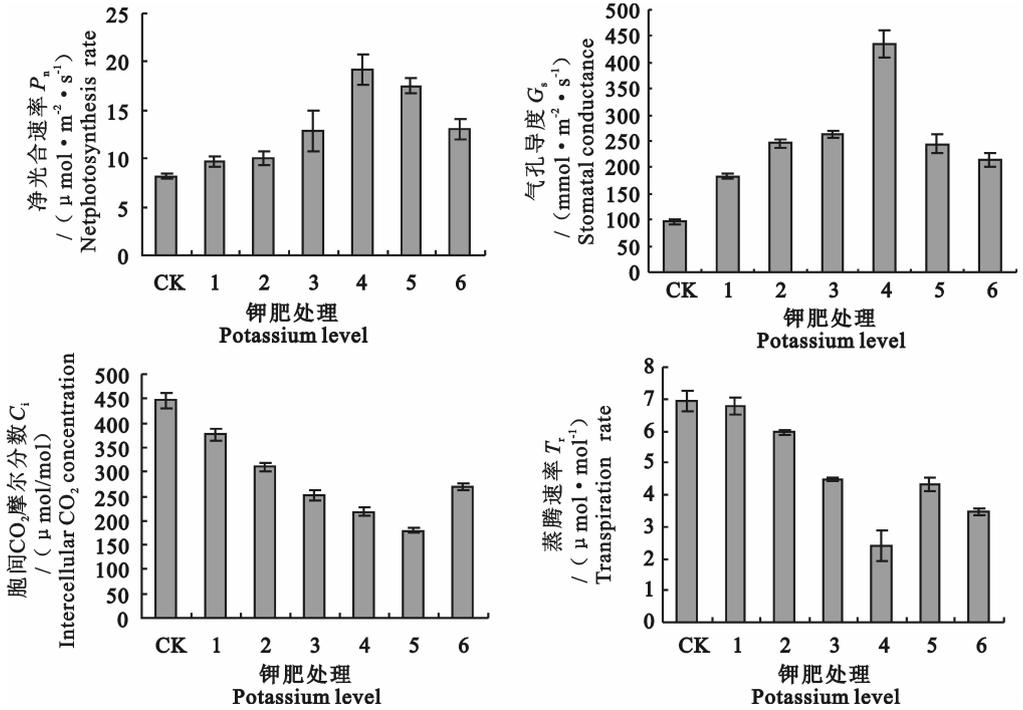


图 1 不同供钾水平苹果叶片光合速率,气孔导度,胞间 CO_2 摩尔分数和蒸腾速率的变化
Fig. 1 Variation of P_n , G_s , C_i and T_r in Fuji apple leaves at different potassium levels

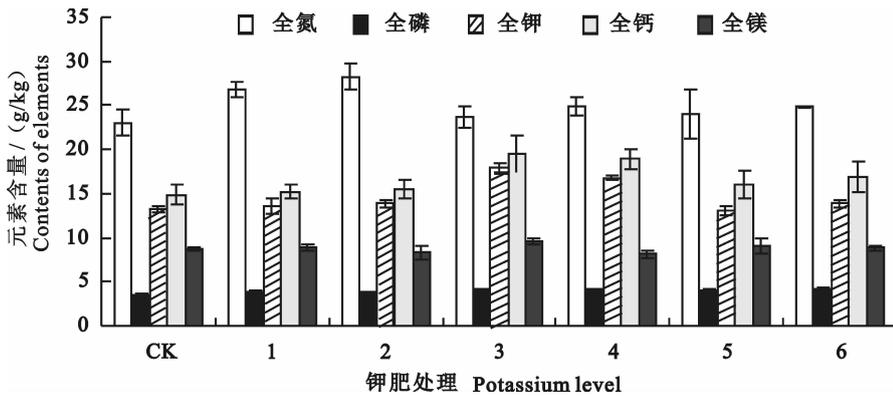


图 2 5 种营养元素不同处理间动态变化

Fig. 2 Dynamics comparison of five elements among different levels of potassium

3 讨论

钾能促进叶绿素的合成和稳定、调节气孔开闭、控制 CO_2 和水分的进出,提高光合磷酸化效

率,使单位质量叶绿体产生的 ATP 增多,从而能更好地利用光能,增强光合作用^[7]。同时钾是加速光合机构运转的重要驱动力,其原理是存在于细胞液中的离子态钾可以与蛋白质结合导致蛋白

质构象变化来活化多种酶系统从而提高净光合速率^[8]。同时钾还可以通过增加叶片气孔导度来影响光合作用。高清华等^[9]在油桃果实膨大期对果树进行施钾处理发现,当光强高于 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,气孔导度成为影响光合作用的主要因素。曲桂敏等^[10-11]以 2 a 生盆栽新红星/平邑甜茶苹果树为试材进行施钾试验发现,植株施钾后气孔导度增大,光合速率同时提高。本试验结论支持了此观点。随着灌溉施钾量增多,苹果光合速率以及气孔导度均增大,以处理 4 效果最好,即在单株 K_2SO_4 施量为 800 g 时,光合速率和气孔导度为最大,再继续增加钾肥施入量则不增反降,说明叶片达到了光饱和水平。因此,苹果适量施钾能在一定程度上提高叶片的光合速率、气孔导度等,有利于树体有机营养的积累和树势的增强。

钾是果树生长的必要元素,它的作用不只是促进果树生长、提高果实品质,同时影响其他元素的吸收,增施钾肥可以提高土壤、叶片及果实的含钾量,并影响 N、P、Ca、Mg 等多种元素在果树体内的吸收和运转,调节各个元素之间的比例关系。钾肥能增加半径小于 0.2 mm 的细根,有利于植物对磷的吸收利用^[12]。钾对氮的吸收和运输也有重要的作用^[13]。

本试验结果证明施钾肥能促进大量元素 N、P、K 的吸收,增加叶片内该元素的含量,钾肥施用量为处理 4(株施钾 800 g)时,3 种大量元素 N、P、K 含量最高,但过多的钾肥反而会降低元素含量。张睿^[14]、成素贞^[15]认为,适量的钾肥能提高冬小麦籽粒中 Fe 等元素的含量,过多则降低其含量。另有报道称施钾肥可提高结球甘蓝叶球中微量元素含量,而降低 Mg、Ca 的含量^[16]。本试验结论中 N、P、K 的变化规律符合前人研究结论,而 Mg、Ca 变化规律与一些学者结论相悖,可能是由于施钾肥降低二者拮抗作用,从而促进它

们吸收。

参考文献:

- [1] 李廷强,王昌全.植物钾素营养研究进展[J].四川农业大学学报,2001,19(3):281-285.
- [2] 王 勤.增施钾肥对苹果品质和产量的影响[J].果树学报,2002,19(6):424-426.
- [3] 郭素萍.不同肥料配比对红富士苹果果实品质的影响[J].河北林果研究,2004,19(2):162-164.
- [4] 全月奥,周厚基.果树营养诊断法[M].北京:中国农业出版社,1982:67-69,74-75,77-78,151-152,154.
- [5] 高俊凤.植物生理实验技术[M].北京:高等教育出版社,2001:160-162.
- [6] 李生秀.植物营养与肥料学科的现状与展望[J].植物营养与肥料学报,1999,5(3):193-205.
- [7] 金会翠,张林森,李丙智,等.追施钾肥对红富士苹果品质及叶片生理效应的影响[J].西北农业学报,2007,16(3):100-104.
- [8] 黄显滢,曾有志,钟 泽,等.果树营养施肥与土壤管理[M].北京:中国农业科技出版社,1993:5-10,104-105.
- [9] 高清华,叶正文,章 镇,等.钾营养对设施油桃幼树光合特性的影响[J].吉林农业大学学报,2005,27(3):264-267.
- [10] 曲桂敏,束怀瑞,王鸿霞.钾对苹果树水分利用效率及有关参数的影响[J].土壤学报,2000,37(2):257-262.
- [11] 蒋德安,饶立华,彭佐权.低钾条件下水稻的光合特性[J].植物生理学报,1988,14(1):50-55.
- [12] DE JONG D W. Histochemical demonstration of extra-cellular distribution of acid phosphatase in on ion roots[J]. Physiologist,1965,72:14-146.
- [13] 冯焕德,李丙智,张林森,等.不同施氮比率对红富士苹果品质、光合作用和叶片矿质含量的影响[J].西北农业学报,2008,17(1):229-232.
- [14] 张 睿,郭月霞,南春芹.不同施肥水平下小麦籽粒中部分微量元素含量的研究[J].西北植物学报,2004,24(1):125-129.
- [15] 程素贞.钾肥对小麦 Fe、Zn、Cu、Mn 的吸收分配的影响[J].安徽农业大学学报,1995,22(3):196-202.
- [16] 郭熙盛,叶舒娅,王文军,等.不同氮钾水平对结球甘蓝养分吸收和分配的影响[J].安徽农业大学学报,2004,31(1):62-66.