

增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响^{*}

金会翠, 张林森^{*}, 李丙智, 韩明玉, 刘小刚

(西北农林科技大学园艺学院果树研究所, 陕西西安 710065)

摘 要: 对盛果期红富士苹果树进行不同水平钾肥处理, 结果表明, 钾能增加苹果果树叶片营养, 所测 9 种元素 N、P、K、Ca、Mg、Zn、Fe、Mn、Cu 的含量中, 除 Zn 的含量与对照相比下降外, 其他元素与对照相比含量均增加, 总体呈现先增加后减少的规律, 在施钾肥 600 kg/hm² 时各元素含量与对照相比增加较明显。同时处理后果实的单果重、硬度、着色、花青苷以及可溶性固形物的含量等品质指标也有所提高, 同样呈现先增加后减少的规律, 且在施钾肥 600 kg/hm² 时果实各品质指标均提高较明显。表明施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质都有促进作用, 在施钾肥 0~600 kg/hm² 范围内对各指标的影响呈上升趋势, 并以 600 kg/hm² 时效果最好, 当超过 600 kg/hm² 时叶片营养及果实品质虽与对照相比有所提高, 但随着钾肥剂量的增加呈现下降趋势。

关键词: 苹果; 钾肥; 叶片营养; 果实品质

中图分类号: S661.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)03-0100-05

Effect of Potassium on the Leaf Nutrition and Quality of Red Fuji Apple

JIN Hui-cui, ZHANG Lin-sen^{*}, LI Bing-zhi, HAN Ming-yu and LIU Xiao-gang

(Pomology Institute, College of Horticulture, Northwest A & F University, Xi'an Shaanxi 710065, China)

Abstract: Different levels potassium fertilizer were applied in this experiment in order to determine the effect of potassium on the alimentation of lamina and quality of red Fuji apple. set out the contents of N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu and 5 indexes of quality of fruit which were color percent, the weight per fruit, the flesh firmness, the soluble solids content and the anthocyanin content. The result showed that potassium can increase the alimentation of lamina, contents of the nine elements were increased in the mass, but content of Zn element appeared reducing completed with the CK, only one date of the six transactions was above the CK, The dates of contents of elements presented trend that the dates were climbing at first and then falling on the graph, when applied potassium 600 kg/hm², the contents of all the elements behaved the best. At the same time the potassium could also improve the quality of fruit, potassium had remarkable effect on color percent, the weight per fruit, the flesh firmness, the soluble solids content and anthocyanin content, also presented trend that the dates were climbing at first and then falling on the graph, and when applied potassium 600 kg/hm², the dates of the quality behaved the best. The result showed that potassium can improve both the alimentation of lamina and quality of red Fuji apple, and when applied potassium 600 kg/hm², all the indexes behaved best.

Key words: Apple; Potassium; Quality of fruit

^{*} 收稿日期 2006-10-26 修回日期 2006-12-20

基金项目 农业部“948”项目(2006-G28)。

作者简介: 金会翠(1980—), 女, 在读硕士生, 主要从事果树栽培生理研究。Tel: 13772465857, E-mail: jinhuicui_123@163.com

万方数据

通讯作者: 张林森。Tel: 13087500773, E-mail: linsenzhang@163.com

钾是果树必须的营养元素之一,在果树生长发育和开花结实过程中,具有重要的作用,尤其在促进果实品质方面,效果更佳^[1]。钾也在果树营养中占有重要地位,大量试验证明钾元素具有多种生理作用和功能,对果树营养及果实品质有许多重要影响。然而在我国西北地区的苹果生产中,果农往往只重视氮肥的施用,忽略磷、钾肥的施用,特别是钾肥,从而导致土壤速效钾含量的下降^[2],目前,缺钾已经成为制约果树高产优质的重要因素之一。因此,进行苹果钾肥施用效果研究,

可为苹果生产中的肥料运筹提供科学依据。本试验旨在果树常规管理的基础上,对苹果树施入不同水平的钾肥,观察其对叶片营养及其果实品质的作用效果,为生产中钾肥的合理施用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地土壤营养状况

试验于 2005 年 4 月到 2006 年 10 月在陕西省宝鸡市扶风县黄堆乡东韩村苹果园内进行,试验地管理水平较高,其土壤营养状况见表 1。

表 1 试验园土壤营养状况

Table 1 Soil alimentation status of the experiment orchard

土壤深度 Soil depth /cm	碱解氮 Alkali- hydrolyzable N /(mg·kg ⁻¹)	有效磷 Effectual P /(mg·kg ⁻¹)	有效钾 Effectual K /(mg·kg ⁻¹)	有机质 Organic material /(g·kg ⁻¹)	有效锌 Effectual Zn /(mg·kg ⁻¹)	有效锰 Effectual Mn /(mg·kg ⁻¹)	有效铁 Effectual Fe /(mg·kg ⁻¹)	有效铜 Effectual Cu /(mg·kg ⁻¹)
0~40	48.27	5.55	154.37	14.86	2.81	33.82	24.6	3.21
40~80	41.37	20.02	311.06	7.84	2.97	36.9	27.04	3.62

1.2 试验材料

试材为 10 年生盛果期红富士苹果树,面积 4 000 m²,株行距 2 m×3 m.,栽植密度 1 650 株/hm²。

1.3 试验处理

选择树势一致的植株,每处理重复 3 次,每小

区 4 株,小区之间设隔离树,随机区组排列。春季果树萌芽前,施不同水平的钾肥作为处理(编号 1、2、3、4、5、6),以不施钾肥作为对照(CK),所施钾肥为 50%硫酸钾(表 2)。

表 2 果树不同水平钾肥处理

Table 2 Different levels of potassium fertilizer applied to the apple tree

施肥量 Dosage of fertilizer	处理 Treatment					
	1	2	3	4	5	6
施纯钾/(kg·hm ⁻²) Simple potassium	150	300	450	600	750	900
施用量/(g·株 ⁻¹) Dosage of fertilizer	210.5	421.1	631.6	842.1	1052.6	1263.2

1.4 测定项目及方法

7 月中旬,每株树从东南西北 4 个方向采 30 片叶,将每处理叶片混合、洗净烘干磨成粉状后测定各元素含量:N 采用凯氏定氮法测定;P 采用钼钼黄法测定;K、Ca、Mg、Zn、Fe、Mn、Cu 采用 PE-2100 原子吸收光度计测定。

果实于 10 月中旬采收,每株从东南西北 4 个方向采 8 个果,将每处理果实混合,用称重法测定单果重,手握式国产 GY-1 型硬度计测定果实硬度,手握式可溶性固形物测定仪测果实可溶性固形物,采用目测法测果实着色率(随机取待测果实,按红色着色面积百分数分级,调查各级果实数目,用加权平均法计算平均着色面积百分数),紫外分光光度计测果实花青苷含量。

数据统计分析采用 Excel、SAS 及 DPS 数据处理系统。

2 结果与分析

2.1 增施钾肥对苹果叶片营养的影响

从图 1 看出,连续两年增施钾肥后,叶片中 N、K、Ca、Cu 4 种元素的含量与对照相比有明显的变化,随着钾肥剂量的增加,N、K、Ca、Cu 的含量总体呈先升高,后又下降的趋势。从 N 的含量看,有 5 个处理比对照 N 含量增加,其中处理 1 比对照增加 12.34%,仅处理 3 比对照减少 3.86%,但各处理之间 N 元素含量无差异。K 元素所有处理与对照相比含量均有增加,其中处理 1 与其他处理之间的差异达显著水平(P<0.05),其余处理之间的差异未达到显著水平。Ca 元素与对照相比处理 1、2、4 增加,其中处理 1 增加 16.92%,处理 3、5、6 下降,其中处理 6 下降 22.24%,但只有处理 1 与其他处理之间的差异达

显著水平($P<0.05$),其余处理之间差异未达到显著。微量元素 Cu 含量处理 1、4、6 与对照相比增加,且增加幅度均较大分别为 31.72%、36.62%、25.38%,处理 2、3、5 与对照相比 Cu 含

量下降,其下降幅度较小分别为 12.91%、12.86%、0.4%,且处理 4 与各处理之间差异达极显著水平($P<0.01$),处理 6 与各处理之间差异达显著水平($P<0.05$)。

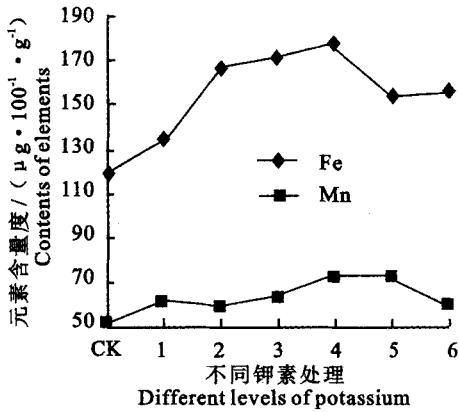
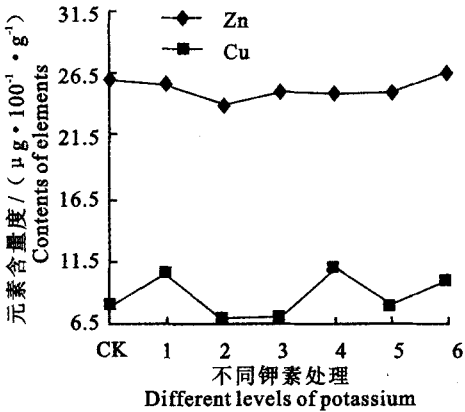
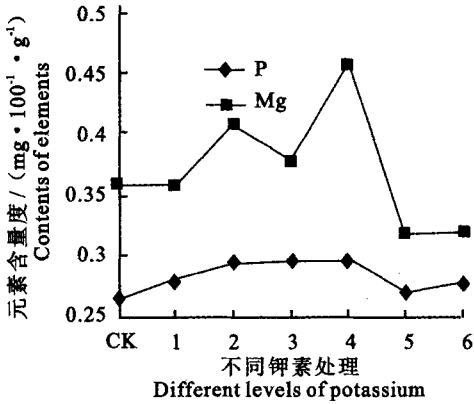
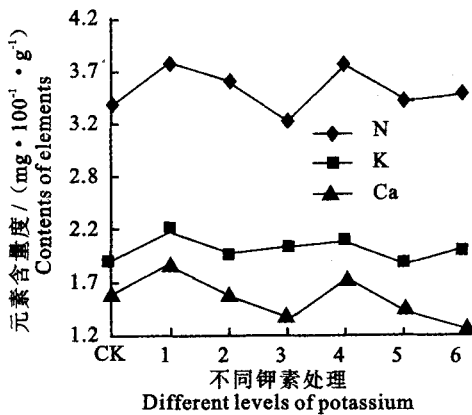


图 1 9 种营养元素不同处理间动态变化

Fig. 3 Dynamic change of 9 elements within different levels of potassium

P、Mg、Fe、Mn 4 种元素含量随钾肥施用量的增加均出现先升后降的趋势。P 含量各处理与对照相比均有增加,其中处理 4 增加幅度最大,为 11.24%,处理 5 增加幅度最小为 1.49%。Mg 在试验中,处理 1、5、6 与对照相比 Mg 的含量有所下降,处理 2、3、4 较对照上升幅度较大,且处理 4 与其他处理间差异达极显著水平($P<0.01$),处理 2 与其他处理之间差异达极显著水平($P<0.01$)。Fe 含量与对照相比各处理均有上升,其中上升幅度最大和最小的是处理 4 和 1,且与其他处理差异达到极显著水平($P<0.01$),处理 2、6 与处理 5、1 和 CK 间差异达显著水平($P<0.05$)。Mn 含量与对照相比各处理均有上升,其中上升幅度最大和最小的是处理 4 和 2,上升幅度分别是 15.14%、15.14%,处理 4、5 与其他处

理差异达显著水平($P<0.05$)。

所测定 9 种元素的含量中,Zn 是唯一与对照相比含量下降的元素,开始下降后又上升,处理 6 比对照增加 2.29%,但 Zn 元素各个处理之间差异均未达显著水平。

2.2 增施钾肥对苹果果实品质的影响

由表 3 可以看出,随施钾肥量的增加不同处理果实着色率、可溶性固形物、花青苷含量呈先升后降的趋势。果实着色率除处理 5 比对照下降 0.134%外,其他各处理与对照相比均有增加,增加幅度最大的处理 4 增加 22.15%,CK 与处理 5 之间差异未达显著水平($P>0.05$);其他各处理之间差异均达极显著($P<0.01$)。

在所测定的两年果实品质的指标中,果实硬度、单果重基本符合先上升后下降的规律,因为钾

素是多种酶的活化剂,参与有机糖和淀粉的合成,使碳水化合物数量增多所致。

单果重处理 5 与处理 6 之间差异未达显著性 ($P>0.05$);其他各处理之间差异均达极显著 ($P<0.01$)。果实硬度除处理 6 比对照下降 0.49% 外,其他处理均比对照增加,各处理之间差异均达极显著 ($P<0.01$)。

果实可溶性固形物含量处理 3 与对照相比下降 3.51%,其余各处理与对照相比均增加,增加幅度最大为处理 4(增加 13%)。CK 与处理 1、处理 4 与处理 5 之间差异显著而未达极显著 ($0.01<P<0.05$);处理 1 与处理 2 之间差异性未达显著性 ($P>0.05$);其他各处理之间差异均达极显著 ($P<0.01$)。

花青苷含量处理 5 与对照相比降低 18.02%,

其余处理均增加,增加最大的是处理 4(增加 53.36%)。果皮中花青苷含量基本上与可溶性固形物含量和果实着色率一致,均以处理 4 为最高,且花青苷含量各处理之间差异均达极显著 ($P<0.01$)。这主要由于钾素有利于可溶性糖的形成,进一步为合成花青苷提供了充足的物质条件。果实花青苷含量多少在外观上表现为果实着色率。

由表 3 看出,经过连续两年施肥处理后果实品质比对照提高。对各指标数据进行相关性处理后看出,果实着色率和果实花青苷含量相关系数为 0.89956,差异达极显著水平 ($P=0.0058<0.01$),处理 4 在测定结果中各指标相对表现较好,即施钾肥 600 kg/hm² 时果实品质提高最为明显。

表 3 增施钾肥对苹果果实品质的影响

Table 3 Effect of potassium on fruit quality

处理 Treatments	果实着色/% Color percent	单果重/ g Weight per fruit	果实硬度/(kg · cm ⁻²) Flesh firmness	可溶性固形物/% Soluble solids content	果花青苷含量 /(mmol · cm ⁻²) Anthocyanin content
CK	74.89	189.1	7.332	17.08	26.216
1	76.43	190.7	7.347	17.21	30.199
2	82.84	202.3	7.442	17.25	31.867
3	81.39	231.5	7.699	16.48	35.387
4	91.48	210.6	7.411	19.30	40.204
5	74.79	196.2	7.394	19.16	21.491
6	78.84	195.7	7.296	18.27	29.273

3 讨论

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。钾对氮的吸收和运输也有重要的影响^[3],施钾能增加 $r<0.2$ mm 的细根,从而有利于植物对磷的吸收^[4],本试验结果证明施钾肥能促进大量元素 N、P、K 的吸收,增加叶片内元素的含量,在施钾肥 600 kg/hm² 时 3 种元素的含量最高,但过多施钾会降低元素的含量。

张睿^[5]、程素贞^[6]认为,适量施钾能提高小麦籽粒中 Fe、Zn、Cu、Mn 的含量,过多的施钾则降低其含量。郭熙盛等^[7]认为,增施钾肥可提高结球甘蓝叶球中所有微量元素含量,而降低 Mg、Ca 的含量。本试验在红富士苹果树上研究结果与前人在其他作物上的研究结论相似,Fe、Cu、Mn 随

施钾量增加先增加后降低,但是 Zn 元素的含量随施钾量先降低后增加且多数处理低于对照。同时 Mg、Ca 的含量也是随着施钾量的增加呈现和增加后降低的趋势,这与许多人的结论相悖,可能是由于施钾肥可以降低 Mg、Ca 的拮抗作用从而促进它们的吸收。通过相关性分析各元素的含量均以 600 kg/hm² 处理最高,关于其增加机制有待于进一步研究。

一般认为 K、Mg 元素之间是相互拮抗的关系,本试验中 Mg 元素的含量比较低但呈现出与 K 元素含量正相关,由于各个元素之间在某浓度范围内是正相关,吸收相互促进,而超过这个范围元素的吸收就出现了拮抗,钾肥与果实品质有着十分密切的关系,苹果树施用一定的钾肥后果实品质得到不同程度地提高,本试验结果证明增施钾肥可使果实着色率、单果重、果实硬度、可溶性固形物以及花青苷的含量均有不同程度地提高。但增施钾肥量不是越多越好,过多往往会适得其反,孙其伟^[8]报道肥料中过多的钾离子会对果实

产量及品质产生不利影响。本试验中,某些品质指标与对照相比随着施用钾素水平增加而出现先提高后降低的趋势。同时果实的品质与果实前期生长、留果量、树势、病虫害及其他栽培管理措施皆有密切的关系。因而不可忽视这些方面的因素^[9]。

李佛琳^[10]报道了与此相异的研究:在田间试验中烟叶中 K、Ca 动态达极显著正相关,即作物体内 Ca 的含量随着 K 的含量变化而变化。从图 1 可以看出,本试验结果 K 元素的含量与 Ca 的含量的相关性印证了这一结论。果实硬度与 Ca 关系十分密切,Ca 是细胞壁结构的主要元素,因此在理论上可以认为只要 Ca 元素增加即可提高果实硬度,本试验中果实硬度与所测叶片的 Ca 含量稍有差异,是由于 Ca 元素的流失以及其他因素引起的。

在本试验测定结果中 Mn 元素含量与花青苷含量以及果实着色度的变化趋势基本一致,支持了 Deckers 等^[11]研究认为 Mn 元素含量与果实着色呈正相关的结论。

本试验中 Fe 元素含量变化与果实单果重及可溶性固形物变化趋势相似。因为 Fe 在果树体内,是酶的重要辅助因子,对叶绿素的形成有促进作用。Fe 元素含量的多少影响着光合作用能否正常进行,光合作用是果实有机物积累的最重要的途径,进而影响果实大小及营养物质的积累。

参考文献:

[1] 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.

[2] 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.

[3] Bleleski R L, Johnson P N. The external location of mdela-digetrhiia [J], Aust JSd, 1972, 25: 707~720.

[4] D E JONG D W. Histochemical demonstration of extra-cel-luler distribution of acid phosphatase in on ion roots[J]. Physiot, 1965, 72: 14~146.

[5] 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.

[6] 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.

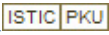
[7] 郭熙盛, 叶舒娅, 王文军, 等. 不同氮钾水平对结球甘蓝养分吸收和分配的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2004, 31(1): 62~66.

[8] 孙其伟, 吴樟海, 李素华, 等. 低氯磷钾复合肥对柑桔产量和果实品质的影响[J]. 中国柑橘, 1992, 21(8): 14~15.

[9] 孟庆田, 刘培森. 叶面喷布磷钾肥对增进桃果实品质的研究[J]. 天津农林科技, 1994, (4): 4~5.

[10] 李佛琳, 强继业, 陈光宏, 等. 不同钾钙比例对不同烤烟品种的影响[J]. 种子, 2001, (4): 7~12.

[11] Deckers T, Daemen E, Lemmens K, *et al.* Influence of foliar applications of Mn during summer on the fruit quality of Jonagold [J]. Proceedings of the third international symposium on mineral nutrition of deciduous fruit trees, Zaragoza, Spain, Act-Horticulture, 1997, 448: 467~473.

作者：[金会翠](#)，[张林森](#)，[李丙智](#)，[韩明玉](#)，[刘小刚](#)，[JIN Hui-cui](#)，[ZHANG Lin-sen](#)，[LI Bing-zhi](#)，[HAN Ming-yu](#)，[LIU Xiao-gang](#)
 作者单位：[西北农林科技大学园艺学院果树研究所, 陕西西安, 710065](#)
 刊名：[西北农业学报](#) 
 英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OCIDENTALIS SINICA](#)
 年，卷(期)：2007, 16 (3)
 被引用次数：19次

参考文献(11条)

1. [王勤](#) 增施钾肥对苹果品质和产量的影响[期刊论文]-[果树学报](#) 2002 (06)
 2. [郭素萍](#) 不同肥料配比对红富士苹果果实品质的影响[期刊论文]-[河北林果研究](#) 2004 (02)
 3. [Bleleski R L](#);[Johnson P N](#) The external location of mdeladigctrhiia 1972
 4. [D E JONG D W](#) Histochemical demonstration of extra-celluler distribution of acid phosphatase in on ion roots 1965
 5. [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[期刊论文]-[西北植物学报](#) 2004 (01)
 6. [程素贞](#) 钾肥对小麦Fe、Zn、Cu、Mn的吸收分配的影响[期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 1995 (03)
 7. [郭熙盛](#);[叶舒娅](#);[王文军](#) 不同氮钾水平对结球甘蓝养分吸收和分配的影响[期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 2004 (01)
 8. [孙其伟](#);[吴樟海](#);[李素华](#) 低氯磷钾复合肥对柑桔产量和果实品质的影响 1992 (08)
 9. [孟庆田](#);[刘培森](#) 叶面喷布磷钾肥对增进桃果实品质的研究 1994 (04)
 10. [李佛琳](#);[强继业](#);[陈光宏](#) 不同钾钙比例对不同烤烟品种的影响[期刊论文]-[种子](#) 2001 (04)
 11. [Deckers T](#);[Daemen E](#);[Lemmens K](#) Influence of foliar applications of Mn during summer on the fruit quality of Jonagold 1997

本文读者也读过(10条)

1. [张凤敏](#);[宫美英](#) 果树钙素营养浅析[期刊论文]-[山西果树](#)2001 (4)
 2. [杨素苗](#);[郑辉](#);[齐国辉](#);[李保国](#);[郭素萍](#);[YANG Su-miao](#);[ZHENG Hui](#);[QI Guo-hui](#);[LI Bao-guo](#);[GUO Su-ping](#) 土壤含水量对盆栽红富士苹果叶片光合特性的影响[期刊论文]-[河北林果研究](#)2008, 23 (2)
 3. [郭雯](#);[李丙智](#);[张林森](#);[韩明玉](#);[王桂芳](#);[李敏夏](#);[张海燕](#);[GUO Wen](#);[LI Bingzhi](#);[ZHANG Linsen](#);[HAN Mingyu](#);[WANG Guifang](#);[LI Minxia](#);[ZHANG Haiyan](#) 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[期刊论文]-[西北农业学报](#)2010, 19 (4)
 4. [耿增超](#);[张立新](#);[张朝阳](#) 渭北旱地叶面施钙对红富士苹果产量和品质的影响[期刊论文]-[西北林学院学报](#) 2004, 19 (2)
 5. [王海英](#);[徐庆](#);[柴成忠](#);[土布](#);[杜孟殊](#);[Wang Haiying](#);[Xu Qing](#);[Chai Chengzhong](#);[Tu Bu](#);[Du Mengshu](#) 川西2种高山海棠果实和叶片的营养成分[期刊论文]-[林业科学](#)2010, 46 (8)
 6. [金晓明](#) 如何给红富士苹果增糖增色[期刊论文]-[落叶果树](#)2010, 42 (1)
 7. [刘长虹](#);[韩明玉](#);[张立新](#);[LIU Chang-hong](#);[HAN Ming-yu](#);[ZHANG Li-xin](#) 初夏施肥对渭北旱塬红富士苹果生长、产量及品质的影响[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#)2008, 26 (1)
 8. [阿拉尔垦区红富士苹果栽培的气候生态条件分析](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2005, 21 (11)
 9. [王翠娜](#);[王永章](#);[李培环](#);[刘成连](#);[原永兵](#);[WANG Cui-na](#);[WANG Yong-zhang](#);[LI Pei-huan](#);[LIU Cheng-lia](#);[YUAN Yong-bing](#) 套袋红富士苹果果实发育过程中Ca2+-ATPase活性变化[期刊论文]-[青岛农业大学学报 \(自然](#)

10. [东明学](#), [徐志芳](#), [伊纪红](#), [王慧](#), [杨明江](#) [套袋对红富士苹果果实品质的影响](#)[期刊论文]-[山西果树](#) 2009 (2)

引证文献(21条)

1. [车俊峰](#), [郭春会](#), [高疆生](#), [骆强伟](#), [王跃进](#) [不同叶面肥在3个葡萄品种上的应用](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2010 (11)
2. [吴翠云](#), [白团辉](#), [王振磊](#), [罗宪](#), [李天红](#), [王合理](#) [钾肥对直播密植枣园幼龄骏枣光合特性的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013 (7)
3. [张振英](#), [李延菊](#), [崔万锁](#), [刘美英](#), [都兴政](#), [姜学玲](#) [增施钾肥对苹果果实及树盘土壤的影响](#)[期刊论文]-[山东农业科学](#) 2013 (8)
4. [王晨冰](#), [赵秀梅](#), [李宽莹](#), [陈佰鸿](#), [王发林](#) [叶面喷施KH₂P0₄对温室油桃光合特性及果实品质的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2011 (8)
5. [王春枝](#), [朱福磊](#), [刘丽杰](#), [许大志](#), [徐冰](#) [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](#)[期刊论文]-[中国果树](#) 2009 (2)
6. [叶面肥喷施次数对弱光下番茄蔗糖代谢的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009 (6)
7. [姜学玲](#), [徐维华](#), [李延菊](#), [张振英](#), [唐美玲](#), [刘美英](#) [钾肥对富士苹果着色的影响及机理](#)[期刊论文]-[中国农业科学](#) 2014 (5)
8. [赵佐平](#), [高义民](#), [刘芬](#), [王小英](#), [同延安](#) [化肥有机肥配施对苹果叶片养分、品质及产量的影响](#)[期刊论文]-[园艺学报](#) 2013 (11)
9. [张媛](#), [张玉星](#), [王国英](#) [土施硼肥和钾肥对黄冠梨果实品质的影响](#)[期刊论文]-[中国果树](#) 2012 (5)
10. [郭雯](#), [李丙智](#), [张林森](#), [韩明玉](#), [王桂芳](#), [李敏夏](#), [张海燕](#) [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](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2010 (4)
11. [张小猜](#), [赵政阳](#), [樊红科](#), [党志国](#), [张志敏](#) [苹果杂种F₁代叶片性状分离及早期选择研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009 (5)
12. [赵佐平](#), [同延安](#), [高义民](#), [付莹莹](#) [不同肥料配比对富士苹果产量及品质的影响](#)[期刊论文]-[植物营养与肥料学报](#) 2009 (5)
13. [吕乐福](#), [盖国胜](#), [孙海栓](#), [何振全](#), [杨玉芬](#), [李美清](#), [刘春生](#) [矿物钾肥对阳山水蜜桃产量与品质的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2012 (6)
14. [刘红霞](#), [张会民](#), [刘德鸿](#), [周文利](#), [王浩](#), [王留好](#) [豫西地区红富士苹果叶片养分含量与果实品质的关系](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2008 (18)
15. [孙霞](#), [柴仲平](#), [蒋平安](#) [滴灌条件下水氮耦合对南疆红富士苹果品质的影响](#)[期刊论文]-[核农学报](#) 2011 (5)
16. [马振峰](#), [杨军](#), [刘桂华](#) [钾营养对李李果实品质的影响](#)[期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 2010 (1)
17. [孙霞](#), [蒋平安](#), [柴仲平](#), [陈新燕](#), [李建平](#) [土壤管理方式对新疆南部红富士苹果产量与品质的影响](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#) 2012 (5)
18. [王武](#), [尹旭敏](#), [胡佳羽](#), [程玥晴](#), [陈霞](#), [谢永红](#) [喷施叶面肥对塔罗科血橙果实内在品质的影响](#)[期刊论文]-[西南大学学报: 自然科学版](#) 2012 (12)
19. [王晨冰](#), [李宽莹](#), [牛军强](#), [陈佰鸿](#), [王发林](#) [喷施沼液对温室油桃叶片营养元素及果实品质的影响](#)[期刊论文]-[甘肃农业大学学报](#) 2011 (2)

20. [赵佐平](#), [同延安](#), [刘芬](#), [王小英](#) [长期不同施肥处理对苹果产量、品质及土壤肥力的影响](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2013(11)
21. [路永莉](#), [杨宪龙](#), [李茹](#), [李水利](#), [同延安](#) [不同施钾时期对红富士苹果产量和品质的影响](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2015(4)

引用本文格式: [金会翠](#), [张林森](#), [李丙智](#), [韩明玉](#), [刘小刚](#), [JIN Hui-cui](#), [ZHANG Lin-sen](#), [LI Bing-zhi](#), [HAN Ming-yu](#), [LIU Xiao-gang](#) [增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(3)