

初夏施肥对渭北旱塬红富士苹果生长、产量及品质的影响

刘长虹¹, 韩明玉¹, 张立新²

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学生命学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 夏环状深沟施肥分析研究低氮高磷钾(N:P:K=1:2:2) 施肥对盛果期红富士苹果生长、产量和品质的影响, 旨在为渭北旱塬红富士果园采用初夏施肥技术提供理论依据。处理 1 为对照, 处理 2(N,P,K=0.25,0.5,0.5kg/株)、处理 3(N,P,K=0.5,1.0,1.0kg/株)、处理 4(N,P,K=0.75,1.5,1.5kg/株) 和处理 5(N,P,K=1.0,2.0,2.0kg/株) 为不同低氮高磷钾施肥配比。结果显示: 各水平的施肥处理均能显著提高叶片质量, 促进新梢生长, 提高树体光合速率, 其中处理 3、4 和 5 的光合速率分别比对照提高 11.84%、14.69% 和 11.75%; 同时各施肥水平处理也能明显提高单株产量, 其中处理 3 和处理 4 与对照相比均有显著性差异, 且处理 3 的株产达到 39.72 kg, 已达到丰产的要求; 品质方面, 与对照相比各施肥处理均能明显提高单果重, 果实硬度、可溶性糖浓度和可滴定酸浓度也有不同程度提高。综合分析, 采用处理 3 和处理 4 的初夏追肥模式效果最好。

关键词: 红富士苹果; 初夏施肥; 生长; 产量; 品质
中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008) 01-0062-05

渭北黄土高原地区(海拔 800~1 200 m) 是苹果的最佳适生栽培区域。苹果业已成为该区强大的绿色支柱产业^[1,2]。然而, 由于缺乏合理的施肥、灌水技术和量化指标, 肥水投入不当, 果树水肥营养失调, 致使该区红富士苹果的初果期晚, 产量低而不稳, 果树生产潜力未能充分发挥^[3]。而果实品质差, 则市场竞争力弱, 这是我国果树生产中存在的主要问题之一^[4]。

施肥是果树管理和果品增产的重要措施^[5], 果园土壤养分和施肥状况直接影响苹果的产量、品质 and 经济效益, 施肥不当不仅不能增产, 有时还会引起品质变劣等, 要经济合理地施肥, 应该经常对之监测和研究^[6]。但是, 由于果园土壤营养诊断比一般大田作物困难和复杂^[7], 目前苹果施肥多采用传统的一次性秋施基肥方式, 没有按照苹果的阶段性需肥规律施肥, 造成了肥料的浪费和利用率的下降。为

此, 在先一年秋施基肥基础上, 选择了渭北旱塬地区的主栽品种红富士, 进行初夏氮磷钾不同施肥量的试验, 研究对红富士苹果生长、产量和品质的影响, 其目的在于既要满足苹果氮素“断奶期”的需要, 又为果实膨大、成熟和花芽分化提供足够的矿质营养, 而且这一时期根系正处于活跃生长和更新期, 有利于对矿质养分的吸收, 提高了肥料利用率。本研究结果可为渭北旱塬地区苹果科学合理的施肥提供理论依据, 并对该地区生产无公害优质苹果, 提高渭北苹果市场竞争力, 具有十分重要的意义。

1 材料与方法

试验于 2006 年 5 月到 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, 其土壤营养状况如表 1 所示。

表 1 试验园土壤养分状况 (mg/kg)
Table 1 Nutrients status of the orchard soil for the experiment

土壤深度 Soil depth (cm)	碱解氮 Alkali - hydrolyzable N (mg/kg)	有效磷 Available P (mg/kg)	有效钾 Available K (mg/kg)	有机质 Organic material (g/kg)	有效锌 Available Zn (mg/kg)	有效锰 Available Mn (mg/kg)	有效铁 Available Fe (mg/kg)	有效铜 Available Cu (mg/kg)
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

收稿日期: 2007-01-22
基金项目: 农业部 948 项目(2006-G 28)nyhyzx 07-024
作者简介: 刘长虹(1982-), 女, 安徽黄山人, 在读硕士, 主要从事果树种质资源研究。E-mail liuchanghong 1982@163.com。
通讯作者: 韩明玉(1962-), 男, 陕西扶风人, 教授, 主要从事果树遗传育种研究。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 试验材料

试材为 10a 生红富士苹果树,面积 4 000 m²,株行距为 2 m×3 m,栽植密度为 110 株/666.7 m²。

1.2 试验方法

选择树势一致的植株,每处理重复 6 次,于 2006 年 5 月 2 日施入肥料,此期为苹果果实膨大和

花芽分化阶段,施肥采用高磷高钾型(N:P:K=1:2:2),以不施肥作为对照(处理 1)和施不同量的肥料作为处理,由于旱地苹果园采用环状深沟施肥能促进树体生长,提高苹果产量和品质^[8],因此施肥方法采用环状深沟施肥,供试氮肥为尿素,磷肥为磷酸二铵,钾肥为台湾产硫酸钾,试验处理如表 2 所示。

表 2 红富士苹果不同施肥处理
Table 2 Different treatments of potassium applied to the Fiji apple tree

施肥量(kg/株) The quantity of fertilizer (kg/plant)	处理 1 Treat ment 1	处理 2 Treat ment 2	处理 3 Treat ment 3	处理 4 Treat ment 4	处理 5 Treat ment 5
N	0	0.25	0.5	0.75	1.0
P	0	0.5	1.0	1.5	2.0
K	0	0.5	1.0	1.5	2.0

1.3 测定指标与方法

1.3.1 叶绿素含量、百叶重、百叶厚及干鲜比的测定 于 2006 年 7 月到 9 月用手持式叶绿素计测定叶片叶绿素含量,用游标卡尺测定百叶重,用天平称百叶鲜重和干重,计算干鲜比。

1.3.2 光合作用指标测定 在树冠的下层、内膛、主干东南侧标记待测叶片,用 Li-6200 型光合分析仪在 7 月到 9 月,每月中旬选 3 个晴天,每日 9:00~10:00 测定待测叶片的净光合速率(P_n)[$\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]。

1.3.3 果实品质指标测定 果实于 2005 年 10 月 10 日采收,每株从东南西北 4 个方向采 8 个果,用称重法测定单果重,果形指数用游标卡尺测定果实纵横径后计算纵横径的比值,手握式硬度测定仪测定果实硬度,手握式可溶性固形物测定仪测定可溶性固形物,采用目测法测定果实着色度,可滴定酸采用 NaOH 中和滴定法,Vc 含量测定采用钼蓝比色

法^[9],可溶性糖采用蒽酮比色法^[10]。

1.3.4 数据分析 数据均以平均数±标准差表示,采用 SPSS 和 SAS 软件进行方差分析,在方差分析保护下用 Duncan's SSR 法比较处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥水平对叶片质量和枝梢生长的影响

从表 3 可以看出,经过不同施肥水平处理后叶片质量显著提高,除了干鲜比各个处理与对照无显著性差异外,处理 3 和处理 4 与对照均有显著性差异,处理 2 和处理 5 与对照差异不明显。由此可见,进行施肥水平处理 3 和 4 能显著提高叶片质量和促进新梢生长,而处理 2 由于施肥量太小,影响不明显,处理 5 由于施肥量过大反而影响叶片质量和新梢生长。

表 3 不同施肥水平处理对叶片质量和枝梢生长的影响

Table 3 Effects of different rates of fertilizer application on leaf quality and growth of new branches

处理 Treat ments	百叶厚 Thickness of one hundred leaves (cm)	百叶重 Weight of one hundred leaves (g)	干鲜比 Ratio of dry to fresh matter of leaves	叶绿素含量 Chlorophyll content (mg/g)	新梢长度 Length of new branches (cm)
1(N:P:K=0:0:0)	2.85±0.239 _b	73.11±1.932 _b	0.44±0.035 _a	58.63±1.722 _b	21.84±2.567 _b
2(N:P:K=0.25:0.5:0.5)	2.91±0.070 _b	76.45±2.828 _b	0.44±0.016 _a	59.9±0.755 _{ab}	23.14±2.873 _b
3(N:P:K=0.5:1.0:1.0)	3.17±0.130 _{ab}	89.78±0.548 _a	0.50±0.089 _a	61.83±0.378 _a	26.97±3.262 _a
4(N:P:K=0.75:1.5:1.5)	3.39±0.354 _a	78.93±3.571 _b	0.50±0.068 _a	61.10±0.7 _a	27.39±3.785 _a
5(N:P:K=1.0:2.0:2.0)	3.19±0.108 _{ab}	90.20±10.44 _a	0.47±0.048 _a	60.2±0.741 _{ab}	26.33±3.740 _a

注:同一列中数据后的不同字母表示 Duncan's SSR 法检验达显著水平($P<0.05$)。下同。
Note: Values within the same column followed by a different letter indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's SSR test with variance analysis for protection. The same indication is used for other tables below.

2.2 不同施肥水平处理对叶片净光合速率的影响

不同施肥水平处理对红富士苹果光合作用的影响见图 1,从图 1 看出,对照的光合速率只有 11.23 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,处理 3、4 和 5 的光合速率明显高于对照,与对照有显著性差异。处理 4 的光合速率最高,达到了 12.88 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,比对照高出 14.69%;处理 3 和处理 5 分别为 12.56 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和 12.55 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,比对照高 11.84%和 11.75%,处理 2 的光合速率为 11.41 $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,与对照无显著性差异。由此可见,进行不同施肥水平处理能改善叶片质量,明显提高树体的光合速率。

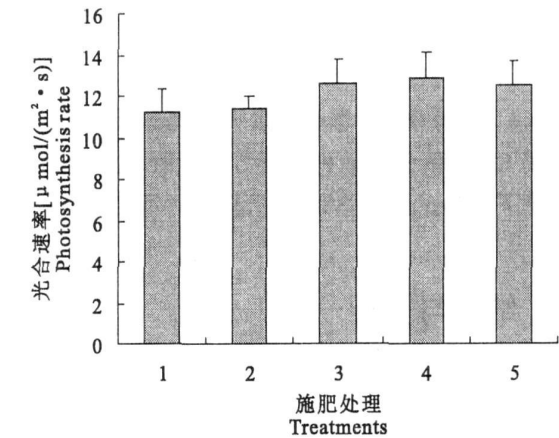


图 1 不同施肥水平处理对红富士苹果光合速率的影响

Fig. 1 Effects of different rates of fertilizer application on net photosynthetic rate

2.3 不同施肥水平处理对果实产量和品质的影响

进行不同施肥水平处理能明显提高单株产量,其中处理 3 和处理 4 与对照相比均有显著性差异,且处理 3 的株产达到 39.72kg,已达到丰产的要求;各施肥处理均能明显提高单果重;各处理果形指数和 Vc 含量无明显差异;不同处理的硬度、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸均高于对照,且处理 3 的硬度、可溶性固形物与对照相比均有显著性差异,说明施肥处理对硬度、可溶性固形物的影响较大。纵观各个处理的品质指标,可以看出各个施肥水平处理均能提高产量,并且施肥处理 3 能显著提高果实品质(见图 2 和表 4)。

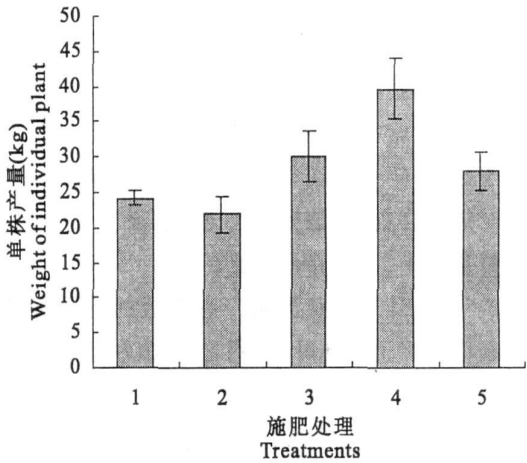


图 2 不同施肥水平处理对红富士苹果产量的影响

Fig. 2 Effects of different rates of fertilizer application on fruit yield of Fuji apple

表 4 不同施肥水平处理对红富士苹果产量和外在品质的影响

Table 4 Effects of different rates of fertilizer application on outer quality of Fuji apple fruit

处理 Treatments	株产量(g) Weight of single plant	单果重(g) Weight of single fruit	果形指数 Fruit shape index	着色面积(%) Red area / total area of fruit surface
1	24.222±1.01478 _{cd}	180.76±16.359 _d	0.86±0.017 _b	77.00±7.338 _c
2	21.959±2.473.74 _d	189.48±8.057 _{cd}	0.87±0.012 _b	88.43±3.920 _a
3	30.079±3.53936 _b	214.44±19.826 _{bc}	0.87±0.016 _b	83.25±4.651 _{ab}
4	39.715±4.22022 _a	223.31±31.117 _b	0.89±0.026 _a	80.13±5.468 _{bc}
5	28.010±2.78961 _{bc}	252.52±18.537 _a	0.88±0.007 _{ab}	81.17±6.399 _{bc}

表 5 不同施肥水平处理对红富士苹果内在品质的影响

Table 5 Effects of different rates of fertilizer application on inner quality of Fuji apple fruit

处理 Treatments	硬度 Firmness (kg/cm ²)	可溶性固形物 Soluble solids content (%)	可溶性糖 Soluble sugar content (%)	可滴定酸 Titratable acidity (%)	维生素C Vitamin C (mg/kg)
1	7.16±0.331 _b	14.34±0.564 _b	9.94±1.342 _b	0.28±0.034 _c	15.25±0.920 _a
2	7.34±0.234 _{ab}	14.37±0.439 _b	10.27±0.533 _b	0.31±0.022 _b	15.19±0.573 _a
3	7.67±0.590 _a	15.49±0.808 _a	11.17±1.763 _{ab}	0.30±0.010 _{bc}	17.09±0.969 _a
4	7.33±0.281 _{ab}	15.07±0.665 _{ab}	10.12±0.648 _b	0.29±0.014 _{bc}	17.89±3.511 _a
5	7.38±0.289 _{ab}	15.03±1.103 _{ab}	12.32±1.741 _a	0.33±0.025 _a	15.52±1.501 _a

3 结论与讨论

本试验结果显示:进行不同水平的施肥处理均能显著提高叶片质量,促进新梢生长,提高树体光合速率,其中处理3、4和5的光合速率分别比对照提高11.84%、14.69%和11.75%;同时各施肥水平处理也能增加产量和单果重,果实硬度、可溶性糖浓度和可滴定酸浓度也有不同程度提高。纵观各个处理的指标,可以看出采用处理3($N:P:K=0.5:1.0:1.0$ kg/株)和处理4($N:P:K=0.75:1.5:1.5$ kg/株)的初夏追肥模式效果最为明显。

邓熙时等^[1]通过叶分析技术与标准值比较,查明黄土高原地区无灌溉条件苹果树普遍缺P、K, N适中,而Ca、Mg偏高,从而提出增施P、K,适量施N的施肥措施。在此基础上我们提出了初夏施肥试验采用高磷高钾型肥料的施肥方案。

另外有研究认为,钾对氮的吸收和运输也有重要的影响^[13],施钾能增加 $r<0.2$ mm的植物细根,从而有利于植物对磷的吸收^[19],而氮的主要功能是促进营养生长,提高光合效能。本试验结果证明:进行不同施肥水平处理均能显著提高叶片质量和促进新梢生长,提高树体的光合速率。

顾曼如等^[13]通过对红星苹果果实的矿质元素含量与品质的关系研究认为,在所有元素中,K对苹果着色情况的影响最突出,而N对总糖含量的影响远大于其它元素;微量元素中,Zn、Al、Fe、Mn,特别是Zn对品质的影响起重要作用。李宝江等^[13]通过对矿质元素与苹果品质的研究认为,K与果实硬度、比重、耐贮级次及风味级次呈极显著的正相关关系。王勤等^[14]通过研究认为,对苹果树采取基施或追施钾肥,能不同程度地提高果实品质和产量。本研究认为:进行不同施肥水平处理均能增加产量和单果重,果实硬度、可溶性糖浓度和可滴定酸浓度也有不同程度提高。

国外有研究认为,夏季土施氮肥,树体吸收快,有利于多年生器官的加粗、根系发育和花芽分化,来年花期早、花健壮,坐果率高^[17~19]。但林余益等^[20]在梨树上试验结果表明:夏季土施氮肥后,树体吸收的氮素营养向上运转慢,不能满足果实速长和花芽大量分化的需要,相反地会刺激秋梢生长,影响果实的品质,且肥料损失亦很大。试验结果显示:进行不同施肥水平处理均能改善果树生长,提高果实产量和品质,但处理3($N:P:K=0.5:1.0:1.0$ kg/株)和处理4($N:P:K=0.75:1.5:1.5$ kg/株)的效果最为明显。这与耿玉涛^[21]的研究结果一致,他

认为:施用氮肥有一个适度适量的问题,合理施用可促进花芽分化,提高坐果率,有利于果实肥大,但施用量过多,由于生长过旺,引起花芽形成困难,造成生理落果,妨碍果实着色,降低含糖量,减少果实硬度。

由于果树管理措施试验需要通过多年试验观察其效果,本试验得出的研究结果仍有待于完善和补充。

参考文献:

- [1] 杨立新,刘慧娥.对陕西苹果发展的建议[J].陕西农业科学,1997,(1):40—42.
- [2] 赵政阳,付润民,王福成.陕西苹果品种现状、存在问题及发展对策[J].西北园艺,1998,(1):2—3.
- [3] 王进鑫,张晓鹏,高保山,等.渭北旱塬矮化富士苹果幼树N、K营养状况分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,(10):20—24.
- [4] Jackson J E. Theory of modeling by model hedgerow orchards in relation to latitude, time of the year and hedgerow configuration and orientation[J]. J Apple Eed, 1980,9:341—357.
- [5] 王圣瑞,马文奇,徐文华,等.陕西省苹果施肥状况与评价[J].干旱地区农业研究,2004,(1):146—150.
- [6] 顾曼如,张若抒,束怀瑞,等.苹果氮素营养研究初报——植株中氮素营养的年周期变化特性[J].园艺学报,1981,(4):21—28.
- [7] 李辉桃,周建斌,郑险峰,等.旱地红富士果园土壤营养诊断和施肥[J].干旱地区农业研究,1996,(6):45—50.
- [8] 刘贤赵,王庆,衣华鹏.旱地苹果园环状深沟施肥综合效应初报[J].干旱地区农业研究,2005,(5):77—82.
- [9] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司西安公司,2000.192—195.
- [10] 陈毓荃.生物化学实验方法和技术[M].北京:科学出版社,2002.171—173.
- [11] 邓熙时,史联让,安贵阳,等.旱原地区苹果叶营养水平研究[J].果树学,1995,12(3):168—170.
- [12] 顾曼如,束怀瑞,曲桂敏,等.红星苹果果实的矿质元素含量与品质的关系[J].园艺学报,1992,19(4):301—306.
- [13] 李宝江,林桂荣,刘凤君.矿质元素与苹果风味品质及耐贮性的关系[J].果树科学,1995,12(3):141—145.
- [14] 王勤,何为华,郭景南,等.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.
- [15] Beleski R L, Johnson P N. The external location of malic acid in the leaf[J]. Aust J Sd, 1972,25:707—720.
- [16] De Jong D W. Histochemical demonstration of extra-cellular distribution of acid phosphatase in on ion roots[J]. Physiolt, 1965,72:14—146.
- [17] Hill-cottingham D G. Effect of the time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flowering and fruiting of Maiden apple trees grown in Sand Culture[J]. J. Hort. Sci., 1963,(38):242—251.
- [18] Hill-cottingham D G, Lloyd-Jones C P. Nitrogen-15 in ap-

[19] Williams R R . The effect of summer nitrogen application on the quality of apple blossom . J . Hort . Sci , 1965 , (40) : 31—41 .

[20] 林余益 , 徐季娥 , 龚云池 , 等 . 夏施 15N—尿素在鸭梨树体内的吸收分配规律及其去向的研究 [J] . 河北农业技术师范学院学报 , 1992 , (4) : 41—46 .

[21] 耿玉涛 . 苹果优质高产关键技术 [M] . 郑州 : 郑州科学技术出版社 , 1996 . 114—115 .

The effects of fertilizer application at early summer on growth , yield and quality of Fuji apple in Weibei Highland

LI U Chang hong¹ , HAN Ming yu¹ , ZHANG Li xin²

(1 . College of Horticulture , Northwest A & F University , Yangling , Shaanxi 712100 , China ;

2 . College of Life Sciences , Northwest A & F University , Yangling , Shaanxi 712100 , China)

Abstract : The method of annularity deep ditch fertilizing was used at early summer to determine the effects of applying fertilizer containing low nitrogen , high phosphorus and high potassium (N : P : K = 1 : 2 : 2) on growth , yield and quality of Fuji apple in full fruit period . The purpose of the trial was to make theory basis for fertilization at early summer in Fuji apple orchard in Weibei Highland . Treatment 1 was the CK with no fertilizer and other treatments were treatment 2 (N , P , K = 0 . 25 , 0 . 5 , 0 . 5 kg / plant) , treatment 3 (N , P , K = 0 . 5 , 1 . 0 , 1 . 0 kg / plant) , treatment 4 (N , P , K = 0 . 75 , 1 . 5 , 1 . 5 kg / plant) and treatment 5 (N , P , K = 1 . 0 , 2 . 0 , 2 . 0 kg / plant) . The results showed that fertilizer application at different rates (amounts) improved obviously leaf quality , hastened stem growth and enhanced net photosynthetic rate . Especially the Pn in treatment 3 , 4 and 5 were increased by 11 . 84 % , 14 . 69 % and 11 . 75 % compared to the CK respectively . By the same token , different treatments can improve the production of individuals obviously , and treatments 3 (4 with significant differences compared to the CK , especially treatment 3 achieved the fertility purpose with 39 . 72 kg of individual plant . At the quality aspect , each treatment can improve the weight of single fruit and the rigidity significantly , soluble sugar content and titratable acidity were also improved at different magnitudes . To conclusion , we proposed that treatment 3 and treatment 4 as the moderate model of fertilizer application should be used in Fuji apple orchard in Weibei Highland at early summer .

Key words : Fuji apple ; fertilizer application in early summer ; growth ; yield ; quality