

3 种管理措施对红富士苹果生长发育及品质的影响

田海成,韩明玉,李丙智,范崇辉,张林森,贾晓妮

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了改善密闭果园的通风透光条件,提高苹果品质,寻求良好的管理措施。以 10 年生短枝红富士苹果为试验树,研究了间伐、提干和落头 3 种管理措施对老龄红富士苹果树的花芽分化、树体结构、光合能力及果实品质的影响。结果表明,间伐能显著促进花芽分化,增加长枝和中枝的数量;提干表现出减少单株花芽分化量的效果,且随着干高的增加,单株花芽分化量呈减少的趋势,提干至干高为 1.2~1.3 m 会显著降低 1 年生枝的总量;树高高于 1.7 m 时对单株花芽分化量和 1 年生枝总量的影响均较小;3 种管理措施均能提高红富士苹果树的光合作用和果实品质。提示较优的管理措施是密度 840 株/hm² 左右,干高 0.9~1.0 m,树高 2.2~2.4 m。

[关键词] 苹果;管理措施;树体结构;光合特性;果实品质

[中图分类号] S661.105

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0132-05

Effect of three management practice on growth and fruit quality of red Fuji apple

TIAN Hai-cheng, HAN Ming-yu, LI Bing-zhi, FAN Chong-hui,
ZHANG Lin-sen, JIA Xiao-ni

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

Abstract : In order to improve orchard ventilation and illumination situation, enhance apple quality and seek good management practices, this experiment has studied the effects of three management practices with 10-year-old Fuji apple in Shaanxi province. The results show that reducing orchard density is able to increase flower-bud differentiation and the number of long, and middle branches. But the effect of increasing the height of trunk goes to the reverse way and with the height of tree increasing, the flower-bud differentiation per tree decreases. Increasing trunk up to 1.2 - 1.3 m is able to reduce the number of yearly shoot; when the tree height is above 1.7 m, it has little effect on the flower-bud differentiation per tree and the number of yearly shoot. Furthermore, all the three management practices can improve photosynthetic ability and fruit quality. The above analysis shows that the best measure of managing apple is to keep the orchard density about 840 trees per hm², trunk height between 0.9 - 1.0 m and tree height between 2.2 - 2.4 m.

Key words : apple; management practice; tree structure; photosynthetic characteristics; fruit quality

果实品质差,市场竞争力弱,这是我国果树生产中存在的主要问题之一^[1]。其原因主要是果树栽植密度太大,造成果园郁闭,行株间枝条交接,通风透光不良,从而导致严重病害发生,果实品质降低。一

般认为,光照不仅影响树体干物质的积累,而且还与果实大小、可溶性固形物含量和果面色泽等商品性状密切相关。因此,改善树冠内的光照分布成为生产优质果的关键^[2-8]。目前,已有很多关于改善苹果

† 收稿日期] 2006-07-24

[基金项目] 农业部“948”项目(2006-G28)

[作者简介] 田海成(1980-),男,内蒙古赤峰人,在读硕士,主要从事果树栽培与生理研究。E-mail: hchtian@163.com

[通讯作者] 韩明玉(1962-),男,陕西扶风人,教授,博士生导师,主要从事果树遗传育种研究。

尤其是老龄苹果树光照条件和果实品质方法的报道,但处理措施和幅度尚存异议^[5-10]。本试验设置了间伐、提干和落头 3 种管理措施,比较其对红富士苹果花芽分化、树体结构、光合能力及果实品质的影响,以期为制定合理的管理措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验园概况

试验在陕西省扶风县黄堆镇东韩村苹果园进行,所栽苹果为 10 年生短枝红富士,株行距 3 m ×3 m,树形为小冠疏层形,管理水平一般。

1.2 改形处理

试验于 2005-01 进行。选择试验树的标准是干径为 0.11 ~ 0.17 m、干高为 0.3 ~ 0.5 m、树高为 3.0 ~ 3.4 m 的无病害苹果树。试验设间伐、提干和落头 3 个处理,间伐区苹果树的处理密度为 840 株/hm²,提干和落头 2 个处理均设 3 个水平,提干处理的干高分别设为 0.6 ~ 0.7,0.9 ~ 1.0 和 1.2 ~ 1.3 m,落头处理的树高分别设为 2.6 ~ 2.8,2.2 ~ 2.4 和 1.7 ~ 1.9 m。各水平均选择 4 ~ 5 株试验树。间伐区与未间伐区之间有隔离带,其他处理水平试验树周围有隔离树。试验所设对照树的栽植密度为 1 110株/hm²,干高 0.3 ~ 0.5 m,树高大于 3.0 ~ 3.4 m。处理与对照树均按传统修剪量修剪后再进行改形处理,田间管理按传统方式进行。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 单株花芽分化量的测定 4 月中旬初花期,在每株试验树上目测并选择有代表性的 1 个枝类组

成中庸、花芽量适中的枝条精确计数,然后与主枝数相乘得到单株花芽分化量。

1.3.2 树体枝类组成测定 4 月上旬,在每株试验树上选择有代表性的 1 个枝类组成中庸、枝量适中的枝条,统计长枝、中枝和短枝数,然后与主枝数相乘得到整株数的各级枝类估测值。各枝类分级标准为:长枝. > 15 cm;中枝. 5 ~ 15 cm;短枝. < 5 cm。

1.3.3 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 8 ~ 10 月,每月中旬选 3 个晴天,每日 09:00 ~ 10:00 测定待测叶片的净光合速率、气孔导度、细胞内 CO₂ 浓度和蒸腾速率。

1.3.4 果实品质指标测定 在树冠的中下部采果,测定相关果实品质指标。着色指数按分级标准统计^[11],单果重用天平称量,可溶性固形物(SSC)含量用 WYT 手持折糖仪测定,可滴定酸含量用滴定法测定,硬度用硬度计测定,花青苷含量用比色法测定^[12]。

1.4 数据处理

试验数据均为单株数据。单株花芽分化量、树体枝类组成及果实品质指标测定数据均采用 DPSv 7.05 统计软件进行显著性分析,光合试验数据采用 SAS 8.2 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同管理措施对果树单株花芽分化量和树体结构参数的影响

不同管理措施对红富士苹果树单株花芽分化量和树体结构参数的影响见表 1。

表 1 不同管理措施对红富士苹果树单株花芽分化量和树体结构参数的影响

Table 1 Effects of different management practices on the flower buds and tree structure parameters per tree								
管理措施 Treatment	处理水平 Level	单株花芽分化量 Number of flower buds per tree	干径/ m Trunk diameter	主枝数 Branch	1 年生枝总量 New shoots total amount	各类枝量占 1 年生枝总量比例/ % Percentage of 1 year shoots per tree		
						长枝 Long shoot	中枝 Middle shoot	短枝 Short shoot
对照 CK		378 bc	0.135 abc	6.0 a	1 804 ab	40.3	25.2	34.5
间伐 Reducing density	840 株/ hm ²	890 a	0.148 a	7.0 a	2 231 a	47.7	29.0	23.3
提干	0.6 ~ 0.7 m	363 bc	0.118 c	6.0 a	1 866 ab	28.7	38.1	33.2
Increasing trunk height	0.9 ~ 1.0 m	260 bc	0.130 abc	5.0 ab	1 107 bc	42.4	23.8	33.8
	1.2 ~ 1.3 m	150 c	0.122 bc	3.5 b	542 c	27.1	27.8	45.1
落头	1.7 ~ 1.9 m	293 bc	0.136 abc	6.0 a	2 105 a	43.1	29.9	27.0
Reducing tree height	2.2 ~ 2.4 m	328 bc	0.137 abc	6.5 a	2 086 a	44.3	28.5	27.2
	2.6 ~ 2.8 m	408 b	0.141 ab	7.0 a	2 100 a	41.3	23.5	34.2

注:1)对照的处理水平为:密度 1 110 株/ hm²,干高 0.3 ~ 0.5 m,树高 3.0 ~ 3.4 m;2) 同列数据后标不同英文字母者表示差异显著 (P < 0.05)。下表同。
Note:1) The CK level in the table is:the orchard density 1 110 trees per hm²,the trunk height is between 0.3 m and 0.5 m, and the tree height is between 3.0 m and 3.4 m.2) Numbers followed by different English letters within column show significant difference (P < 0.05). The same as below.

表 1 表明:(1)间伐对红富士苹果树花芽分化有显著($P<0.05$)地促进作用,单株花芽分化量较对照高 135%;提干处理各水平中,单株花芽分化量随着提干高度的增加呈降低趋势,当干高为 1.2~1.3 m 时明显降低了单株花芽分化量;落头处理各水平中,单株花芽分化量随着树高的降低而减小。(2)除干高 0.6~0.7 m 和 1.2~1.3 m 处理的干径均较小外,其他处理的干径差异不大,说明树势基本相当。(3)干高为 1.2~1.3 m 时主枝数显著减少($P<0.05$),其他处理的主枝数差异不显著。(4)间伐和落头处理对 1 年生枝总量无显著影响($P>0.05$)。提干处理中,除干高为 0.6~0.7 m 水平外,其他水平的 1 年生枝总量与对照相比均降低,其中当干高为 1.2~1.3 m 时,1 年生枝总量显著降低($P<0.05$)。(5)间伐处理有利于促使长枝和中枝

生成,其中长枝量最多,占 1 年生枝总量的 47.7%;短枝量最少,占 1 年生枝总量的 23.3%。干高 1.2~1.3 m 时,长枝量占 1 年生枝总量的比例最小,达 27.1%,说明提干过高会导致长枝量降低。落头处理对各枝类量影响不大,但树高为 1.7~2.4 m 时短枝量与对照相比下降。综合分析认为,间伐密度 840 株/hm² 左右,干高 0.9~1.0 m,树高 2.2~2.4 m 为较优处理。

2.2 不同管理措施对果树光合作用的影响

2.2.1 间伐对光合作用的影响 由表 2 可以看出,间伐区的净光合速率和气孔导度较未间伐区分别提高 30.6%和 25.0%,细胞内 CO₂ 浓度和蒸腾速率均下降,其中蒸腾速率降低 8.2%。由此可知,间伐能明显改善果园的通风透光条件,提高叶片的光合作用。

表 2 间伐对红富士苹果树光合作用的影响

Table 2 Effects of reducing density on the photosynthetic characteristics

管理措施 Treatment	净光合速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) Net photosynthetic rate	气孔导度/ ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) Stomatal conductance	细胞内 CO ₂ 浓度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-2}$) Intercellular concentration	蒸腾速率/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) Transpiration rate
间伐区 Reducing density	14.17	0.25	292.07	6.7
未间伐区 Non-reducing density	10.85	0.20	298.86	7.3

2.2.2 提干对光合作用的影响 从图 1~图 4 可以看出,随着干高逐渐增加到 0.9~1.0 m,叶片净光合速率和气孔导度均呈增加趋势,叶片细胞内 CO₂ 浓度呈减小趋势,表明提干能提高果树的光合

能力。提干的高度达到 1.2~1.3 m 时,气孔导度和蒸腾速率均较高,但净光合速率较 0.9~1.0 m 水平略有降低,细胞内 CO₂ 浓度也较高。因此,干高为 0.9~1.0 m 时为最优水平。

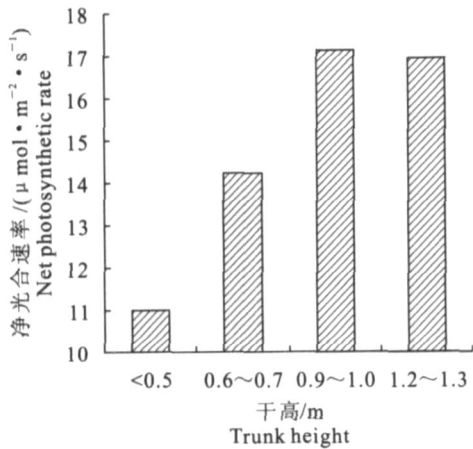


图 1 提干高度对红富士苹果树叶片净光合速率的影响
Fig.1 Effects of increasing Fuji apple trunk height on the net photosynthetic rate

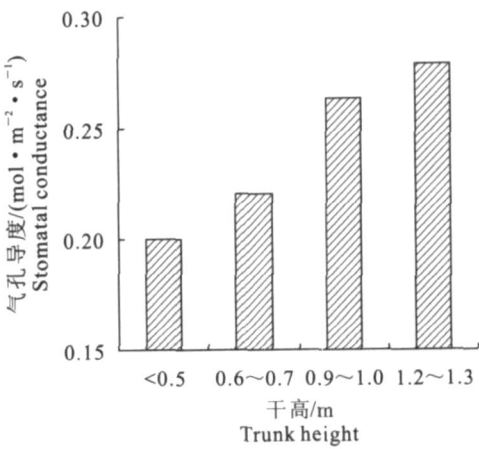


图 2 提干高度对红富士苹果树叶片气孔导度的影响
Fig.2 Effects of increasing Fuji apple trunk height on the stomatal conductance

2.2.3 落头对光合作用的影响 从表 3 可以看出,树高 2.2~2.4 m 和 1.7~1.9 m 时,净光合速率和气孔导度均显著高于对照和树高为 2.6~2.8 m 水平($P<0.05$)。树高为 2.2~2.4 m 时,细胞内 CO₂ 浓度较其他水平显著降低($P<0.05$),蒸腾速率显

著高于对照和树高为 2.6~2.8 m 水平($P<0.05$)。除了细胞内 CO₂ 浓度,树高 1.7~1.9 m 水平与树高 2.2~2.4 m 水平的其他光合指标差异均不显著($P>0.05$),表明落头到树高 2.2~2.4 m 以下对改善光合作用的效果不大。因此,落头处理能改善果

树的光合条件,提高光合速率,树高 2.2 ~ 2.4 m 时 光合作用最优。

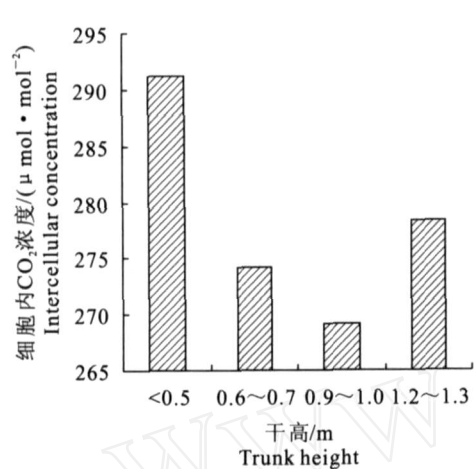


图 3 提干高度对红富士苹果树叶片细胞内 CO₂ 浓度的影响

Fig. 3 Effects of increasing Fuji apple trunk height on the intercellular concentration

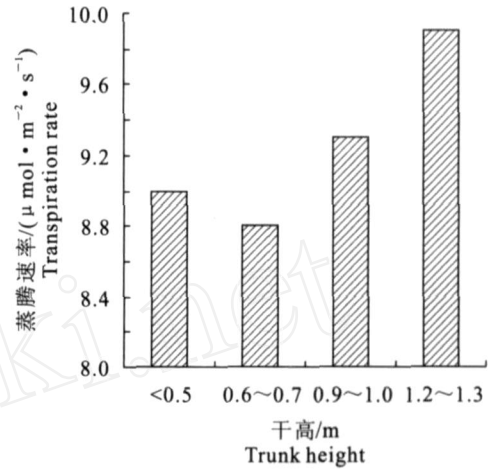


图 4 提干高度对红富士苹果树叶片蒸腾速率的影响

Fig. 4 Effects of increasing Fuji apple trunk height on the transpiration rate

表 3 落头对红富士苹果光合作用的影响

Table 3 Effects of reducing tree height on the photosynthetic characteristics

树高/ m Tree height	净光合速率/ (μmol · m ⁻² · s ⁻¹) Net photo-synthetic rate	气孔导度/ (mol · m ⁻² · s ⁻¹) Stoma conductance	细胞内 CO ₂ 浓度/ (μmol · mol ⁻²) Intercellular concentration	蒸腾速率/ (μmol · m ⁻² · s ⁻¹) Transpiration rate
> 3.0 (CK)	12.85 c	0.21 c	276.6 a	9.0 b
2.6 ~ 2.8	14.58 b	0.23 b	277.8 a	8.3 c
2.2 ~ 2.4	16.89 a	0.27 a	262.8 b	9.8 a
1.7 ~ 1.9	16.17 a	0.26 a	276.0 a	9.5 ba

2.3 不同管理措施对果实品质的影响 表 4。

不同管理措施对红富士苹果果实品质的影响见

表 4 不同管理措施对红富士苹果果实品质的影响

Table 4 Effects of management practices on fruit quality

处理措施 Treatment	处理水平 Level	着色指数/ % Index of color	花青苷/ (nmol · cm ⁻²) Anthocyanidin content	硬度/ (kg · cm ⁻²) Rigidity	单果重/ g Fruit weight	可溶性固形物/ % SSC	可滴定酸/ % Organic acid content
间伐 Reducing density	1 110 株/ hm ² (CK)	81.6 ab	6.74 cd	7.5 abc	191.7 ab	15.0 d	0.33 c
	840 株/ hm ²	98.6 a	8.79 a	7.1 c	247.2 a	16.2 cd	0.38 a
提干 Increasing trunk height	0.3 ~ 0.5 m (CK)	72.7 b	4.81 e	7.5 abc	199.8 ab	16.0 cd	0.32 c
	0.6 ~ 0.7 m	74.3 b	6.38 d	7.9 a	175.5 b	17.7 ab	0.34 bc
	0.9 ~ 1.0 m	86.2 ab	7.86 abc	7.4 bc	214.3 ab	16.9 abc	0.37 ab
	1.2 ~ 1.3 m	83.1 ab	6.70 cd	7.6 abc	203.5 ab	17.0 abc	0.37 ab
落头 Reducing tree height	3.0 ~ 3.4 m (CK)	77.4 b	4.65 e	7.5 abc	207.6 ab	16.3 bcd	0.34 bc
	2.6 ~ 2.8 m	81.4 ab	6.74 cd	7.8 ab	239.9 a	17.0 abc	0.38 a
	2.2 ~ 2.4 m	81.6 ab	7.30 bcd	7.7 abc	212.2 ab	17.9 a	0.39 a
	1.7 ~ 1.9 m	85.7 ab	8.43 ab	7.2 bc	194.6 ab	16.6 abcd	0.38 a

由表 4 可以看出,与各自的对照相比,间伐、干高 0.9 m 以上的提干处理和落头处理均能提高果实着色指数,但差异均未达显著水平 ($P > 0.05$),各处理水平的硬度与各自的对照相比无显著差异 ($P > 0.05$)。间伐、干高 0.9 m 以上提干处理和树高

2.2 ~ 2.8 m 落头处理的果实单果重较各自对照均有所提高,但差异未达显著水平 ($P > 0.05$)。与各自的对照相比,各处理果实中可溶性固形物含量均提高,其中干高 0.6 ~ 0.7 m 的提干处理和树高 2.2 ~ 2.4 m 落头处理与各自对照相比差异显著

($P < 0.05$);各处理的果皮中花青苷含量均提高,其
中间伐处理较对照提高了 30.4%;各处理果肉中可
滴定酸的含量均提高,但幅度不明显。综上所述,各
管理措施均能提高果实品质,其中提干措施中干高
0.9~1.0 m 和落头措施中树高 2.2~2.4 m 为最优
水平。

3 结论与讨论

由本试验结果可知,较优的管理措施是密度
840 株/hm²左右,干高 0.9~1.0 m,树高 2.2~2.4
m。

本研究中,3 种管理措施均有利于促进红富士
苹果树光合作用和果实品质的提高,这与司春爱
等^[10]的研究结果一致。但 3 种管理措施的作用效
果有很大差异,每种处理措施的幅度过大或过小时
均表现出较差的效果;此外,间伐区红富士苹果树的
干径较大,是由于该区较靠近果园的外侧;提干处理
中,干高为 0.6~0.7 m 水平的苹果树干径较小,是
由于主枝距离地面较低,相对粗大;干高 1.2~1.3
m 水平的果实品质优于干高分别为 0.9~1.0 m 和
0.6~0.7 m 水平,其原因可能是由于去枝量较大,
降低了树势从而影响了果实品质;干高为 1.2~1.3
m 时,叶片光合速率较小、细胞间 CO₂ 浓度较高,可
能是由于去枝量过大,导致光合产物总量减少,所以
输送到根系的营养减少,限制了根系的正常更新生
长,进而降低了叶片的光合作用。

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] 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 Ecd, 1980, 9: 341-357.
- [2] Caruso T, Giovanini D, Marra F P, et al. Planting density, above-ground dry-matter partitioning and fruit quality in greenhouse grown 'Floridaprince' peach (*Prunus persica* L. Batsch) trees trained to "Free-standing Tatura" [J]. Hort Sci Biotechnol, 1999, 74: 547-552.
- [3] 魏钦平,王丽琴,杨德勋,等. 相对光照强度对富士苹果品质的影响[J]. 中国农业气象, 1997, 18(5): 12-14.
- [4] 任仲博,冯存良,袁春龙. 光照条件和果台年龄对秦冠苹果商品品质的影响[J]. 西北农业学报, 1995, 4(1): 74-79.
- [5] 张林森,栾东珍,武春林. 苹果大改形存在的问题及其对策[J]. 西北园艺, 2003, 4(4): 6-7.
- [6] 冯红利,刘根全,李建朝. 对延安市苹果树大改形的再认识[J]. 北方果树, 2005(2): 38-39.
- [7] 李秉智,林晓朋,栾东珍,等. 苹果管理四项关键技术[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 2004.
- [8] 杨庆仙. 红富士苹果管理中的问题与对策[J]. 林业实用技术, 2005(4): 12-13.
- [9] 张林森,王西珍,雷延明,等. 富士苹果树开心形培养方法及应注意的问题[J]. 西北园艺, 2004(12): 51-52.
- [10] 司春爱,赵选林,董正元,等. 陕西咸阳密植苹果园树形改造效应的调查[J]. 中国果树, 2004(5): 45-48.
- [11] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:中国农业出版社, 1982: 112-115.
- [12] 栾东珍,李丙智,韩明玉,等. 育果纸袋与膜袋在富士苹果上的应用研究[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(2): 47-50.