

# 富士郁闭果园改造为 VA(vertical axis)树形的研究初探

李永武<sup>1</sup>, 韩明玉<sup>1</sup>, 李丙智<sup>1</sup>, 李武成<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 陕西省渭南市农科所, 陕西 渭南 715500)

**摘 要:**对乔化、矮化富士郁闭果园改造为 VA 树形进行了研究, 结果表明: 改造后树冠体积明显变小, 干径增加, 操作行距变宽。着生在主干上 >3 cm 粗枝条数明显减少, 一年生长度 >30.1 cm 枝条乔化减少了约 12%, 矮化减少了 15.1%; <15 cm 的枝条乔化由 49.3% 增加到 62.6%, 矮化由 48.1% 增加到 69%。改造后树势开张, 冠径降低, 干高增加, 通风透光和叶片光合特性明显改善, 净光合速率和气孔导度均不同程度的增加, 胞间 CO<sub>2</sub> 浓度降低, 果实品质和果园的效益得到明显提高。

**关键词:** 果园; 改造; 树形

中图分类号: S661.105.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2008)01-0126-04

## Modification of Apple Tree to Vertical Axis Shape in Closed Orchard

LI Yong-wu<sup>1</sup>, HAN Ming-yu<sup>1</sup>, LI Bing-zhi<sup>1</sup>, LI Wu-cheng<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712000, China;

2. Agricultural Science Research Institute, Weinan, Shaanxi 715500, China)

**Abstract:** It is clear that the canopy volume changed smaller obviously, but trunk diameter was added and operation row space was extended after vigorous culture and dwarf culture closing orchard modifying to VA. And it was reduces obviously to branch living on the trunk, and length was reduced 12% to vigorous and 15.1% to dwarf to annual branch of >31cm, but it is add to vigorous from 49.3% to 62.6% and to dwarf from 48.1% to 69% to branch of <15cm. Because the fruit tree condition was been bend open, the canopy diameter was been reduced, the trunk height was been added, so the ventilates and diaphanous and the photosynthetic characteristic of leaf were been improved. So that they are add to net photosynthetic rate and stomata conductance, but intercellular CO<sub>2</sub> concentration is reduce. And they were been improved to fruit quality and benefit of orchard.

**Key words:** orchard; modificaton; tree shape

我省苹果园普遍栽植密度大, 整形上习惯于多留主枝, 特别是一层主枝数量多而旺, 形成“掐脖子”现象, 主枝上把门侧枝与辅养枝未及时控制, 造成级次过多, 延伸过长, 株间交错, 树冠郁闭, 光照恶化, 病虫害发生严重, 内膛光秃, 结果部位外移, 产量下降, 果实着色差, 品质不佳, 商品率降低。不能适应市场竞争, 果品销售不畅, 严重影响果农收入。

20 世纪 80 年代开始, 果树采用直立中央领导干树形(vertical axis, VA) 整形成为法国苹果矮化密植的主要栽培形式<sup>[1,2]</sup>。目前很多国家果树树形均

以直立中央领导干树形为主<sup>[3~6]</sup>, 包括纺锤形树形。Stassen 等(1999)<sup>[7]</sup>报道, 芒果使用直立中央领导干树形, 7 a 生树 667 m<sup>2</sup> 产 2 000 kg 果实。Joubert (1999)<sup>[8]</sup>推荐温州蜜柑、柠檬、葡萄柚、巴旦杏等果树都采用直立中央领导干树形, 认为这种树形主从分明, 通风透光好。国内也有专家在龙眼、芒果、沙田柚、番石榴、大青枣、枣等多种果树的幼树整形中采用纺锤形, 获得了初步的良好效果<sup>[9]</sup>。苹果树改形在国内也有较多研究<sup>[10~14]</sup>, 但把 VA 树形作为一种目标树形, 进行大树改造在国内报道尚少, 本研究对成

收稿日期: 2007-03-13 修回日期: 2007-04-13

基金项目: 农业部“948”项目(2003-Q-007)

作者简介: 李永武(1973—), 男, 陕西蒲城人, 硕士研究生, 主要从事果树生理研究。

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。

龄富士郁闭果园改造成VA树形进行了初步探讨。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验园概况

试验园设在渭南市临渭区丰塬镇。乔化改造园在西尧村申明新果园进行,矮化改造园在流村张印周果园进行。乔化改造园共0.267 hm<sup>2</sup>,栽植密度4 m×2.8 m,树龄15 a,嘎拉为授粉树,南北行向。矮化改造园共0.133 hm<sup>2</sup>,栽植密度3.2 m×2.5 m,树龄12 a,秦冠为授粉树,东西行向。两果园均采用小冠疏层形树形。

### 1.2 处理和方法

乔化果园从2001年开始对该园南半片树进行改造,2004年完成,北半片不改造作为对照。矮化果园从2002年开始对该园东半片树进行改造,2004年完成,西半片不改造作为对照。2006年分别对两果园进行调查。

树体指标和枝条的调查:处理树和对照树各调查30株,分别调查其干高、干径、冠高、冠径以及操作行距等指标;分别调查着生在主干上不同粗度枝条的数量和每株树上不同长度一年生枝条的数量取其平均值。

叶片光合特性的测定:光合特性采用美国产LI-6400型便携式光合测定仪测定,8月中旬,每处理选生长势基本一致,结果量相当的树10株,在每株树冠中部外围东南西北四方位的一年生枝条中部测量8个叶片,每处理共测80个叶片,取其平均值。

果实品质的测定:果实成熟期,每处理选生长势基本一致,负载量相当的树10株,在每株树的东南西北四个方位随机选取顶花芽结果的果实10个,共100个,组成混合样品,测定其着色度、平均单果重、果形指数、花色素含量、可溶性固形物、硬度、可溶性总糖含量、总酸含量以及V<sub>c</sub>含量。用目测法对100个果实的着色面积进行估测,取其平均值。

每个处理随机取30个果实用天平测定果实重量,用游标卡尺测果实的纵横径,计算平均单果重和果形指数。

每处理随机取15个果实,在每果实胴部取5个点用GY-1型果实硬度计测定果实硬度,用TZ-62手持糖量计测定果实可溶性固形物含量。

每处理随机取15个果实,打碎匀浆,测定果实的总糖、总酸、花色素以及V<sub>c</sub>含量。总糖含量测定用蒽酮法,总酸测定采用酸碱中和滴定法,花色素含量测定参照全月澳等<sup>[10]</sup>的方法,V<sub>c</sub>含量测定用钼蓝比色法,以上各指标各处理重复3次取平均值。

万方数据

果园效益的比较:2005、2006年连续两年对两试验园的处理树和对照树的产量、商品率、价格以及投入产出比进行调查取平均值。

### 1.3 改造技术要点

1.3.1 提干、压头 VA树形主干高度一般乔化要求1~1.2 m,矮化要求0.8~1.0 m。基部三主枝间距较小,枝干比较大的树,需逐年分次去除,先将阳面的主枝去除,其余主枝距树干30 cm采用“连三锯”拉枝到110°左右,使其形成大量花芽,保证第二年充足的花量,达到减枝不减产,以后逐年回缩去除。生长势过强,角度过小的主枝,在背面,距树干30 cm处取宽5~7 cm,深达该枝半径的木楔,将其拉至水平状态,以减弱其生长势,促使成花。对于基部三主枝间距较大,且枝干比较小的树,根据树势一次可去除两主枝,其余下年去除。

乔化树体超过3.5 m以上,矮化树体超过3.0 m以上的树,则需要落头。落头时先在需要落头高度处选取一较大的枝组或辅养枝,以保护伤口的愈合。当乔化树高未超过3.5 m,矮化树高未超过3.0 m时,可将其缓放使其成花,达到以果压冠的目的。总之,乔化树冠高保持2.5~2.7 m之间,矮化树冠高保持2.0~2.2 m之间为宜。

1.3.2 取大枝,留小枝 中心干三大主枝以上,枝干比较大的大枝,先去除阳面的。阴面的大枝处理方法同基部三大主枝的处理方法,逐年去除。特别注意,每次取枝不能太多,一方面避免取枝太多来年减产,另一方面避免造成大量伤口,不利于伤口愈合,减弱树势。取枝时主干上枝干比较小的枝组,一般全留,保证有枝结果,有枝辅养,有枝成花。

1.3.3 拉枝,抑顶 VA树形要求着生在主干上的枝条或结果枝的角度一般为90°—110°之间,整个树形看似呈松塔状,因此在改造的过程中,拉枝到位与否,直接影响到树形改造的成功与否。对于较弱的枝条,拉枝90°左右,生长势较旺的枝条,拉枝110°左右。树冠上部,过大的枝条尽量减弱其生长势,让其大量结果,并逐年去除,避免造成上强下弱现象。拉枝时间一般因枝条的长势和对其的用途而定,对于要形成花芽的枝条,需在秋季采果后进行,这样有利于养分的积累,为形成花芽奠定良好的物质基础。对于生长过于旺盛的枝条,宜在新梢第一次停长期进行,尽量避免抽生秋梢。

1.3.4 刻芽,转枝 根据VA树形的特点,着生在主干上的枝条或结果枝组数量一般要求30~40个左右,因此在郁闭果园改造的过程中,另外一项重要的技术措施就是刻芽,因为经过提干,抑顶两项措施

以后,着生枝条、结果枝组的主要部位被去掉,为了不减少果园在一定面积上的枝量和结果部位,因此  
在主干或较大枝条的光秃部位进行刻芽,使其潜伏芽萌发,形成小的下垂式结果枝组。

VA 树形在修剪过程中一般采用缓放,因此会形成很多过长单轴延伸的枝条,加上郁闭果园光照条件恶劣,很少形成花芽,对于这类枝条乔化果树应在距树干 1.2 m,矮化应在距树干 1.0 m 处,于 6 月上旬进行转枝,促使基部萌发新梢,减弱顶部过旺生长。乔化冠幅控制在 2.5~3.0 m 左右,矮化冠幅控制在 2.5~3.0 m 左右。

1.4 数据分析

用 DPS 软件对各指标数据进行方差分析,并进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 树体指标的调查

从表 1 可看出不论乔化还是矮化,经过改造以后干高明显提高,干径也加粗,但冠高、冠径均减小,使树体变小,操作行距加大,改善了树冠的通风透光

条件,有利于花芽的形成。

表 1 树形改造对树体指标的影响  
Table 1 The influence of tree indices forming fruit tree shape cm

处理	干高	干径	冠高	冠径	操作行距
乔化对照	51.4	23.6	384.4	387.6	0
乔化处理	103.8	25.8	250.6	273.5	99.7
矮化对照	44.9	197	309.2	290.1	0
矮化处理	95.1	20.5	224.7	215.3	91.6

2.2 树体各类枝条的枝类组成调查

2.2.1 主干上不同粗度枝条的数量比较 从表 2 可看出,未改造的乔化树着生在主干上的枝条总数少,各类枝条所占比例较为接近,处理树枝条总数多,直径<3 cm 的枝条比对照增加 27.7%,尤其是直径<1 cm 的枝条增加明显,达 25.7%,而直径>5.1 cm 的枝条明显减少。未改造矮化树着生在主干上的枝条总数也比较少,处理树枝条总数明显增加,尤其是直径<3 cm 的小枝条增加了 14.4%。

2.2.2 不同长度一年生枝条的数量比较

表 2 树形改造对主干上不同粗度枝条数量的影响  
Table 2 The influence of modification on the number of trunk branches with different thickness 条·株<sup>-1</sup>

处理	<1 cm(占总枝条数/%)	1.1~3 cm(占总枝条数/%)	3.1~5 cm(占总枝条数/%)	>5.1 cm(占总枝条数/%)	总枝条数
乔化对照	9(16.4)	17(30.9)	14(25.4)	15(27.3)	55
乔化处理	32(42.1)	25(32.9)	12(15.8)	7(9.2)	76
矮化对照	11(22.4)	21(42.9)	8(16.3)	9(18.4)	49
矮化处理	28(40.6)	27(39.1)	9(13)	5(7.2)	69

表 3 树形改造对不同长度一年生枝条的数量的影响  
Table 3 The influence of modification on the nuber of annual branches 条·株<sup>-1</sup>

处理	<5 cm(占总枝条数/%)	5.1~15 cm(占总枝条数/%)	15.1~30 cm(占总枝条数/%)	>30.1 cm(占总枝条数/%)	总枝条数
乔化对照	319(28.4)	235(20.9)	237(21.1)	332(29.6)	1 123
乔化处理	345(35.6)	261(27.0)	190(19.6)	172(17.8)	968
矮化对照	269(29.1)	177(19.0)	225(24.3)	254(27.4)	925
矮化处理	290(39.7)	214(29.3)	137(18.7)	90(12.3)	731

从表 3 可看出,处理乔化树与对照树相比较,枝条总数明显减少,尤其是>30.1 cm 的枝条减少了约 12%,但<15 cm 的枝条却由 49.3%增加到 62.6%。处理矮化树与对照树相比枝条的变化趋势与乔化树处理与对照基本一致,枝条总数明显减少,>30.1 cm 的枝条减少了 15.1%,而<15 cm 的枝条由 48.1%增加到 69%。

2.3 叶片光合特性的比较

从表 4 可看出,树体改造后叶片的净光合速率和气孔导度均有不同程度的增加,乔化树的叶片净光合速率和气孔导度与对照差异均显著( $P<0.05$ ),矮化树的气孔导度与对照也差异显著( $P<0.05$ )。胞间 CO<sub>2</sub> 浓度与净光合速率、气孔导度的变化正好相反,树体经过改造后胞间 CO<sub>2</sub> 浓度低于对

照,矮化树与对照差异显著( $P<0.05$ )。

表 4 树形改造对叶片光合特性的影响

Table 4 The influence of modification on the leaf the photosynthetic characteristic

处理	光合速率/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	气孔导度/ ( $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
乔化对照	8.589b	1.631b	316.58
乔化处理	11.039a	2.169a	316.52
矮化对照	8.399	1.167b	335.49a
矮化处理	10.629	1.980a	316.89b

注:同列数据后标不同字母表示差异显著(小写表示  $P<0.05$ ,大写表示  $P<0.01$ )。下表同。

2.4 果实品质的比较

从表 5 可看出,富士树经过改造以后,果实品质

表 5 树形改造对果实品质的影响

Table 5 The influence of modification on fruit quality

处理	单果重/ (g)	果形指数	花色素/ ( $\text{nmol}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	可溶性固 形物/%	硬度/ ( $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	总糖/ ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	总酸/ ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Vc 含量/ ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )	着色度/%
乔化对照	240.80b	0.888bB	6.200b	14.32	7.068bB	117.0	2.51	0.430 2	55.2b
乔化处理	267.02a	0.934aA	7.178a	14.58	9.088aA	118.8	2.47	0.431 6	70.1a
矮化对照	301.46b	0.897	8.218	13.79	7.386	112.5	3.00	0.431 1	71.9b
矮化处理	346.83a	0.922	10.006	13.94	7.669	113.5	2.58	0.431 6	82.4a

表 6 树形改造对果园效益的评价

Table 6 The assasment of orchard benefit after modification

处理	产量/( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )	商品率/%	商品果价格 /( $\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	非商品果价格 ( $\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	投入/产出 /元
乔化对照	33 915	58	1.56	0.76	950/2 767(1:2.91)
乔化处理	64 935	80	1.56	0.76	950/6 061(1:6.38)
矮化对照	29 580	75	1.84	0.76	1020/3 096(1:3.04)
矮化处理	54 555	90	1.84	0.76	1020/6 299(1:6.18)

3 讨论与结论

果树改造均因原有的树形与现有的生产栽培管理制度之间相互矛盾所致。本研究也是如此,由于原有的树形加上不合理的修剪技术,造成果园郁闭,光照条件恶化,营养生长大于生殖生长,花芽较难形成,果实品质差。经过改造以后,大大降减少骨干枝的数量和级次,缩短了营养运输距离,减少了营养物质用于建造骨架的消耗,使较多的营养供果实生长所需。另外,果园改造以后光照条件得到改善,叶片光能利用率提高,果实品质明显提高,果园经济效益也随之增加。

参考文献:

[1] Lespinasse J M. Apple tree management in vertical axis ap-

除总酸外,其余各指标均有不同程度的增加,但增加的程度因果树砧木不同而异。乔化树改造后,单果重、花色素和着色度均与对照呈显著性差异( $P<0.05$ ),果形指数和硬度与对照相比达极显著差异( $P<0.01$ )。矮化树改造后,单果重和着色度与对照呈显著性差异( $P<0.05$ )。

2.5 果园效益的比较

从表 6 看出,果园改造以后产量、果实商品率以及投入产出比均有所增加。可见富士在原有树形基础上进行改造,可以改善果园小气候环境,调节各因素之间的平衡,进而提高果实品质和产量,增加果园的投入产出比。

praisal after ten years of experiments[J]. Acta Horticulturae. 1986,160:139-155.

[2] Mika A. Trends in fruit tree training and pruning systems in Europe[J]. Acta Horticulture,1992,322:29-35.

[3] 辛培刚. 论果树整形修剪的改进与深化[J]. 落叶果树,2001(2):12.

[4] 张日盈. 板栗幼树纺锤形整形修剪技术研究[J]. 落叶果树, 1999(2):16-17.

[5] 张秀葵. 桃树纺锤形树体结构及整形修剪技术[J]. 山西果树, 2001(1):15.

[6] Cepoiu N. Plum training and performance as a slender spindle [J]. Horticultural Abstracts,1994(6):4324.

[7] Stassen P J C, Grove U C, Davie S J. Tree shapping strategies for higher density mango orchards [J]. Journal of Applied Horticulture, 1999,1(1):1-4.

件下,当 $m=0.001$ 时,火星很难穿透第 $n+1$ 层木荷林带形成新的火点,因此,模拟计算时认为 $m=0.001$ 是火星穿透第 $n+1$ 层木荷林带的阈值。确定行距为3 m,把上述试验测得的数据代入模型,用MATLAB编程来进行模拟计算<sup>[10]</sup>,得到木荷防火林带的行数 $n$ 的一组数据(表7和表8)。实际营造时取 $n+1$ 行(试验时火星数据是从木荷林带内第一行开始测量火星数的)。

表7  $\theta=25^\circ$ 时的模拟结果  
Table 7 Simulant result of 25 gradient

风级	0	1	2	3	4	5	6	7
0°	3	3	4	4	5	6	8	11
10°	3	3	4	4	5	6	8	11
20°	3	3	4	4	5	7	8	12
30°	3	3	4	4	5	7	9	13
40°	3	4	4	5	6	8	10	16
45°	3	4	4	5	6	8	11	18

表8  $\theta=30^\circ$ 时的模拟结果  
Table 8 Stimulant result of 30 gradient

风级	0	1	2	3	4	5	6	7
0°	3	3	4	4	5	6	8	11
10°	3	3	4	4	5	6	8	11
20°	3	3	4	4	5	6	8	11
30°	3	3	4	5	6	7	9	13
40°	3	4	4	5	6	7	10	15
45°	3	4	4	5	6	8	10	17

4 结论与讨论

(1)坡度分别为 $25^\circ$ 和 $30^\circ$ 时,其模拟结果十分相近。一般地,南方低山丘陵区,通常风级情况下,营造行距3 m的木荷防火林带4~5行即可,其它地形

与风级条件下,营造防火林带时其有效宽度技术参数标准可参考表7与表8。

(2)模型约束条件中的阈值是一个经验值,由森林可燃物载量、可燃物的含水量、林火发生几率的期望值确定,由试验中的情况和经验分析,当 $m=0.001$ 时,依模型计算得到的木荷防火林带在理论上能有效地阻止林火的蔓延。

(3)本文进行模拟计算时选取的坡度分别为 $25^\circ$ 和 $30^\circ$ 时,风力为1~7级,此时的模拟数据能否适用于较复杂的环境,还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 邓海康. 怀集县木荷防火林带的防护效能[J]. 广东林业科技,2004,20(3):9-12.

[2] 王晓阳. 试述生物防火阻隔带的重要性和建设对策[J]. 广西林业,2002,(6):10-12.

[3] 刘玉平. 森林防火工程项目建设与火灾扑救新技术实用手册[M]. 北京:中国科技文化出版社,2005,953.

[4] 田晓瑞. 南方林区防火树种的筛选研究[J]. 北京林业大学学报,2001(5):43-47.

[5] 姚树人,文定元. 森林消防管理学[M]. 北京:中国林业出版社. 2000. 229-295.

[6] 广东省质量技术监督局. DB44/T195.1-2004. 生物防火林带建设规划设计通则[S]. 广州,2004.

[7] Wilgen B. The role of vegetation structure and fuel chemistry in excluding fire from forest patches in the fire-prone fynbos shrublands of South Africa [J]. Journal of Ecology, 1990, 78(1): 210~222.

[8] 舒立福,田晓瑞,苏开君. 防火林带理论与应用[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2000. 104-105.

[9] 王正非. 通用森林火险等级系统[J]. 自然灾害学报,1992,1(3):39-44.

[10] 高洪深. 决策支持系统(DSS)理论、方法、案例[M]. 北京:清华大学出版社,2000:83-123.

(上接第129页)

[8] Joubert F J, Plessis M H D, Steenkamp E D, et al. Manipulation of citrus trees: progress with planting systems and tree training for new higher density orchards [J]. Nelropika Bulletin. 1999, 306: 28-33.

[9] 薛进军. 广西果树整形修剪存在的问题与对策[J]. 广西园艺, 2004, 15(2): 21-22.

[10] 秦玲, 魏钦平, 李嘉瑞, 等. 成龄苹果树形改造对根系生长分布的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 105-107.

[11] 袁景军, 张林森, 赵政阳, 等. 大改形对富士苹果密植树生长

结果和效益的影响[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4): 60-62.

[12] 郝淑英, 牛自勉, 姚孝忠, 等. 红富士苹果树树形改造试验[J]. 中国果树, 2003(5): 35-36.

[13] 张显川, 高照全, 付占方. 应用苹果开心树形对老苹果树改造及其综合配套技术[J]. 果农之友, 2006(3): 17-21.

[14] 王毅, 李随京, 鲍敏达, 等. 改造树形对富士苹果产量和效益影响试验[J]. 山西果树, 2006(4): 42.

[15] 仝月澳, 周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京: 农业出版社, 1982. 112-115.