

# 梨树形改造与优化技术研究

赵德英, 程存刚, 曹玉芬, 张少瑜, 张彦昌

(农业部果树种质资源利用重点实验室, 中国农业科学院 果树研究所, 辽宁 兴城 125100)

**摘要:** 针对乔砧密植梨园树形紊乱、树冠郁闭、通风透光不良、产量低和品质差等问题, 以‘锦丰’梨为试材, 开展树体改造和优化技术研究。结果表明: 树体改造改善了枝类组成和枝条的空间分布特征, 改造树树冠内的温度、湿度和光照条件明显好于对照, 内膛叶片的饱和光强、光补偿点和光合能力均显著提高, 树体的产量和品质大幅度增加, 树体改造和优化技术研究为梨树密植园的改造提供了有力的理论支撑。

**关键词:** 梨树; 树形改造; 结构优化; 空间分布; 微域环境

**中图分类号:** S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)01-0001-04

我国是世界梨果生产第一大国, 栽培面积和产量均居世界首位。截止到 2008 年底, 我国梨树栽培面积已达 107.47 万  $\text{hm}^2$ , 产量 1 353.81 万 t, 分别占全国水果总面积的 10.01%, 世界梨果收获总面积的 57.9%; 占全国水果总产量的 11.94%, 世界梨果总产量的 63%。目前, 梨果产业已经成为继苹果、柑橘之后的第三大水果产业, 在促进果农增收、果业增效方面起着举足轻重的作用。然而, 在梨果生产中, 普遍存在树形结构不合理、枝类分布不均、树冠郁闭和通风透光不良等现象, 严重影响了梨果的产量和品质。目前, 梨树形改造方面的研究大多集中在树形改造技术和措施等方面, 而树形改造对梨树枝叶的空间分布特征、冠层微域环境和光合生理参数方面的研究尚缺乏系统报道。该试验通过研究梨树形改造和优化技术, 进而确定梨树高光能树体结构和最佳枝叶空间分布特征, 以期建立梨树简化、省工及高光能利用树体管理技术体系提供科学依据。

## 1 材料与方法

试验于 2010 年 3~10 月在中国农业科学院果树研究所实验基地进行。选取生长发育正常, 管理水平基本一致的 18 a 生‘锦丰’梨/杜梨 (*Pyrus betulaefolia* Bunge) 为试材。

结合冬季修剪对梨树体结构进行改造, 改造要点

**第一作者简介:** 赵德英(1974), 女, 博士, 助理研究员, 现主要从事果树栽培生理与生态方面的研究工作。E-mail: zdy8235622@163.com。

**通讯作者:** 程存刚(1969), 男, 在读博士, 研究员, 现从事果树栽培生理研究和技术推广工作。

**基金项目:** 2010 年农业部农技推广与体系建设(标准园创建)资助项目; 国家科技支撑计划资助项目(2008BAD92B08-2-2); 现代农业产业技术体系建设专项资助项目(nycyt-29-2); 公益性行业(农业)科研专项资助项目(nyhyzx07-026)。

**收稿日期:** 2010-11-03

为: 逐步疏除干高 1.2 m 以下的大主枝; 控制树高为 3~3.5 m, 太高的树体进行落头, 全树保留大枝 5~7 个, 大枝间距 40~50 cm 以上; 对保留的主枝开张角度, 角度控制为  $60^\circ \sim 70^\circ$ ; 疏除直立枝、强旺枝、徒长枝、交叉枝和重叠枝, 使树冠内小枝分布均匀合理, 以不改造树作为对照。用竹竿将树体分成  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  的格子, 将树冠分割成上、中、下和内、中、外几个部分, 分别调查改造前后树体的枝类组成, 不同冠层树体的长枝、中枝和短枝分布比例。选取树冠外围、中部和内膛叶片, 使用 Li-6400 便携式光合仪进行光合生理指标测定, 测定时间为上午 9:00~11:00, 测定指标包括净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、蒸腾速率( $T_r$ )和胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )。光合-光响应( $P_n$ -PAR)曲线测定条件为: 光强  $1\ 800 \sim 2\ 000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{CO}_2$  浓度  $350 \sim 360 \mu\text{mol/mol}$ , RH 为 75%,  $T_a$  为  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ; 浓度从  $150 \sim 2\ 000 \mu\text{mol/mol}$  分 10 个梯度进行  $P_n$ -PAR 响应曲线测定, 每一光强下适应 5 min 后进行测定, 通过响应曲线计算表观量子效率(AQY)、光补偿点(LCP)和饱和光强(SL)。

冠层温湿度采用浙大电气生产的温湿度记录仪-ZDR-20 进行自动监测, 透光率数据通过 LI-250A 手持式照度计获得。在采收期对改造树和对照进行测产, 重复 5 次, 分别采集相应部位的果实进行外观和内在品质测定, 采用常规方法进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 树形改造对梨树枝类组成及空间分布特征的影响

主干过低、主枝数量多、树形紊乱、通风透光不良是目前梨园普遍存在的问题。梨树形改造过程中, 首要任务是增加干高, 逐步去除基部过低的把门大侧枝, 去除多余的辅养枝和背上直立的徒长枝。通过对树形改造后树体的枝类组成调查结果表明, 树形改造后梨树体的总枝量减少 36.64%, 长、中、短枝量分别减少 45.52%、35.63%和 33.12%(图 1)。

由表 1 可知, 树形改造使各种枝类的空间分布特征

发生了明显的变化,在 50~150 cm 范围内,树形改造树体的长枝较对照降低了 52.08%,中枝减少了 36.07%,短枝减少 7.41%。在 150~250 cm 范围内,树形改造树体的长枝较对照降低了 28.95%,中枝减少了 34.61%,短枝减少 5.26%。

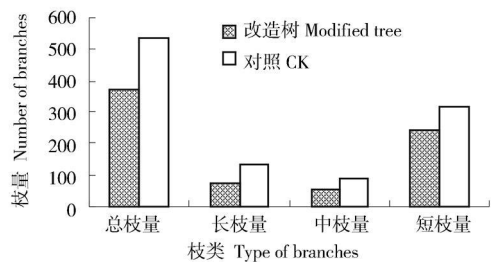


图 1 树形改造对梨枝类组成的类型

Fig. 1 Effects of modifying tree form on the constitute

表 1 树形改造与优化技术对梨树枝类空间分布特征的影响

Table 1 Effects of modifying tree form on spatial distribution characteristic of shoots in pear tree

枝类 Shoot types	冠层高度 Height of canopy/ cm	处理 Treatment	外围 External /个	中部 Medium /个	内膛 Internal /个
长枝 Long shoots	50~150	对照树	42	32	22
		改造树	22	19	5
	150~250	对照树	21	11	6
		改造树	16	10	1
中枝 Medium shoots	50~150	对照树	25	18	18
		改造树	19	13	7
	150~250	对照树	14	8	4
		改造树	9	4	4
短枝 Short shoots	50~150	对照树	88	76	54
		改造树	60	63	50
	150~250	对照树	46	31	19
		改造树	32	17	18

2.2 树形改造与优化技术对梨树冠层微域环境的影响

树形改造使树冠枝量减少,光照增强,通透性大大增强,微气候也相应变化。从图 2 可看出,处理和对照的温湿度变化的趋势一致,处理的冠层温度明显高于对照,而湿度低于对照,即处理与对照相比较,温度高,湿度低,且波动大,是因为树冠通风,空气流动性强于对照。可见,树形改造使树冠湿度减小,通风增强,这样有利于减少病菌的发生和繁殖。

树形改造最直观的反应是改变了树冠内的光照,提高透光率。由图 3 可知,对照外围透光率的变化范围 13.7%~41.2%,平均值为 29.35%,而处理外围变化是 27.4%~67.4%,平均为 46.13%,比对照提高 57.16%。而对照内膛透光率的变化范围 2.9%~18.9%,平均值为 10.6%,处理内膛透光率的变化是 8.4%~30.1%,平均为 17.05%,比对照提高 61.6%。在各个层次内,树形改造树冠的透光率均比对照有提高,而且树冠的第 3、4 层的透光率外围平均提高 33.0%和 63.6%,内膛提高平

均为 54.7%和 85.2%。可见,树形改造后距离地面 1.0~2.0 m 处,光照条件大大提高,而这个部位正是开花坐果的主要部位。

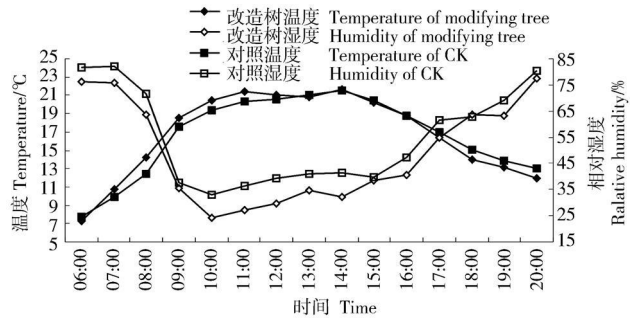


图 2 树形改造对梨树冠层微域环境的影响

Fig. 2 Effects of modifying tree form on temperature and relative humidity in pear tree canopy

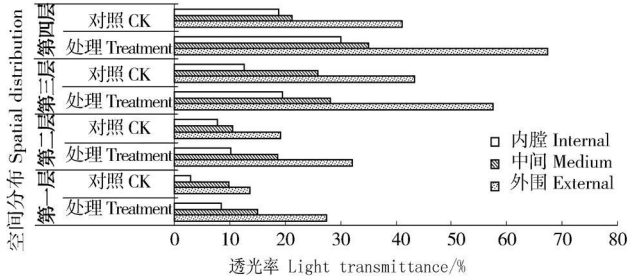


图 3 树形改造对梨树冠层透光率的影响

Fig. 3 Effects of modifying tree form on light transmittance in pear tree canopy

2.3 树形改造对梨树叶片光合生理参数的影响

由图 4、5 和表 2 可知,树形改造后,叶片的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率明显比对照增强,胞间二氧化碳浓度则显著低于对照。饱和光强、光补偿点和表观量子效率与对照相比差异不显著。处理内膛叶片的净光合速率、饱和光强和光补偿点远远高于对照,差异极显著。对照内膛叶片长期处于弱光条件,饱和光强、光补偿点和表观量子效率都低。树形改造后明显提高了内膛叶片的光合能力。

表 2 树形改造与优化技术

Table 2 Effects of modifying tree form on photosynthetic physiological characteristic in pear tree leaves

		饱和光强 Saturable light intensity / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	光补偿点 Light compensation point / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	表观量子 子效率 Apparent quantum yield/%
处理 Treatment	外围 External	2 100Aa	21Aa	5.3Aa
	内膛 Internal	550Bb	17Bb	3.1Bb
对照 CK	外围 External	1 900Aa	18Aa	4.8Aa
	内膛 Internal	400Cc	6Cc	1.9Bc

注:该表中大、小写字母分别表示差异性水平达到 1% 水平和 5% 水平。  
Note: The capital and small letters represented 1% and 5% significance level.

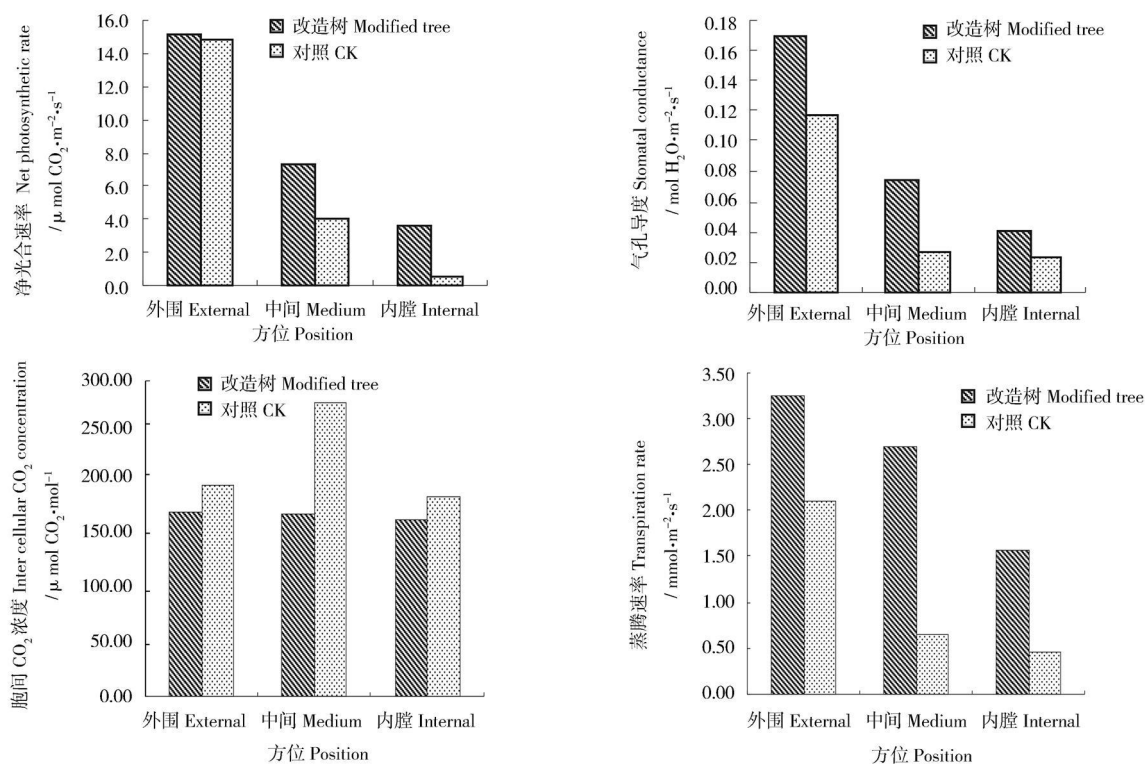


图 4 树形改造对梨树叶片光合参数的影响

Fig.4 Effects of modifying tree form on photosynthetic parameter in pear tree leaves

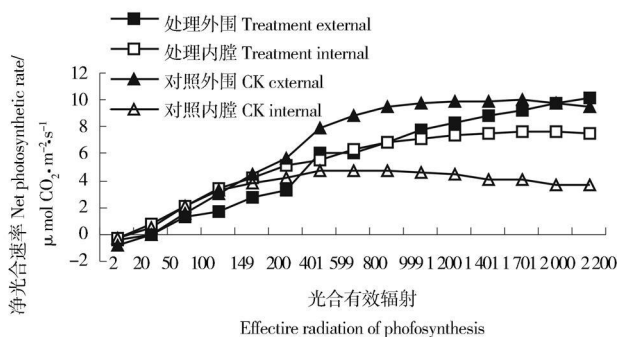


图 5 树形改造对梨树叶片光合—光响应曲线的影响

Fig.5 Effects of modifying tree form on light response curve in pear tree leaves

2.4 树形改造与优化技术对梨树产量和品质的影响

树形改造通过调整枝类结构,改善了树体产量的布局,提高了上部和内膛的结果数量,降低树冠中、下部结

果数量,产量分布更加合理。由表 3 可知,对照树体结果部位集中在树冠中部和外周内膛产量只占 12.61%,而处理内膛的产量占 22.25%,比对照提高 9.64%。从垂直分布来看,对照 50~150 cm 产量占 51.48%,而改造树仅为 33.25%,降低 18.23%。改造树结果部位主要集中在 150~250 cm 范围内,占 48.11%。因此,树形改造明显改善

了树体产量的布局,使结果部位更加均匀、合理。

树形改造改善了树体的通风透光条件,提高了果实的外观品质和内在品质,优质果率明显增加。由表 4 可知,与对照相比,树形改造后果实的平均单果重明显增加,果面光洁度明显改善,果实一致性从 56%增加到 81%。由表 5 可知,树体改造后,果实的可溶性糖含量、淀粉含量显著提高,VC 含量高于对照,但差异不显著,可滴定酸含量则显著低于对照。由此可见,树形改造通过改善枝类构成、光照条件以及果园微气候等条件,提高了果实品质,增加了经济效益。

表 3 控冠改形对树冠内产量分布的影响						
Table 3 Effects of modifying tree form on yield distribution in pear tree canopy						
产量分布	内膛	中部	外围	> 250 cm	150~250 cm	50~150 cm
Yield distribution/ %	Internal	Medium	External			
改造树 Modifying tree	22.25	47.20	30.55	18.64	48.11	33.25
对照 CK	12.61	50.89	36.50	17.16	31.36	51.48

表4 树形改造对梨树果实外观品质的影响

Table 4 Effects of modifying tree form on external fruit qualities in pear tree

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight/g	果皮颜色 Pericarp color	果实一致性 Fruit uniformity/%	果面光洁度 Surface smooth finish
改造树 Modified tree	350Aa	亮绿	81	粗糙
对照 CK	240Bb	暗绿	56	较粗糙

表5 树形改造对梨树果实内在品质的影响

Table 5 Effects of modifying tree form on internal fruit qualities in pear tree

处理 Treatment	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	淀粉含量 Starch content/%	VC 含量 VC content / mg · (100g) <sup>-1</sup>	可滴定酸 Titratable acid/%
改造树 Modified tree	7.83Aa	3.77Aa	5.17Aa	0.09Ab
对照 CK	6.69Ab	3.12Ab	4.79Aa	0.12Aa

### 3 结论与讨论

20 世纪 90 年代初,为了适应当时的社会、经济和技术水平,果树的栽植模式由乔砧稀植过渡到乔砧密植,曾一度推动了我国果业的快速发展。然而,乔砧密植园由于树冠高大,树体郁闭,管理技术复杂,不便于机械化作业,果农对乔砧密植栽培技术掌握和执行不到位,致使大多数果园光照不良、产量低、品质差,严重影响了现代果树产业的发展。因此,通过采用一系列树形改造和优化技术,改善树体的通风透光条件,进而提高果园的产量和品质,可以为我国梨树密植园改造提供理论依据,对促进梨果产业的健康可持续发展具有重要的意义。

前人研究表明,通过拉枝增大枝条角度,改善了树体光照条件,同时相对抑制了梨树的顶端优势与直立优势,使植株营养分配较为均匀<sup>[1]</sup>。该试验中,改造树通过落头疏枝后,树体高度明显降低,养分输送距离缩短,糖分积累增加,为果实发育提供了充足的养分供应。果树的

树形不同,树冠内的微域气候条件和果实产量、品质就会存在明显差异<sup>[2-3]</sup>,树形改造可以明显提高果实品质<sup>[4-6]</sup>。该试验条件下,通过树形改造和优化技术,‘锦丰’梨的果实外观品质和内在品质都得到了显著提高,果实一致性好,商品率和优质果率明显增加。光照是影响冠层内叶片光合速率的决定因素,光照不良会影响叶片质量进而影响其光合性能<sup>[7]</sup>。该试验中,树形改造通过改善树体的通风透光条件,使树体结构趋于合理,改善内膛和树冠下层的光照条件,充分挖掘了叶片的生产潜能,进而达到提高产量、改善品质和增加经济效益的目的。

尽管树形改造和优化技术通过改善树冠内的微域小气候,增强了叶片和光合能力,提高了树体的产量和品质,但树形改造不能急于求成,一步到位,要分批次地进行逐年改造,一般 3~4 a 可基本完成整个改造过程。同时,树形改造后,要配合伤口保护、肥水管理、合理负载、及时夏剪和病虫害防治等栽培管理措施,以达到预期的改造效果,进而建立梨树省工化栽培技术体系。

#### 参考文献

- [1] 王岱立,黄绍虎.不同栽植密度与整形方式对翠冠梨早产丰产性研究[J].北方园艺,2008(7):33-36.
- [2] Widmer A, Krebs C. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Delicious and Royal Gala apples [J]. Acta Horticulturae, 2001, 557: 235-241.
- [3] Buler Z, Mika A, Treder W, et al. Influence of new training systems of dwarf and semidwarf apple trees on yield, its quality and canopy illumination [J]. Acta Horticulturae, 2001, 557: 253-259.
- [4] 李丙智,阮班录,君广仁,等.改形对红富士苹果树体光合能力及果实品质的影响[J].西北农林科技大学学报,2005(5):119-122.
- [5] 苏渤海,范崇辉,李国栋,等.红富士苹果改形过程中不同树形光照分布及其对产量品质的影响[J].西北农林科技大学学报,2008(1):158-162.
- [6] 高方胜,王明友,王磊.红富士不同树形冠层微生态对果实品质的影响[J].北方园艺,2009(3):16-18.
- [7] 厉恩茂,杨阳,陈锋,等.富士苹果不同树形的光能分布及利用[J].中国农学通报,2008,24(10):347-350.

(该文作者还有袁继存,侯贵学,工作单位同第一作者。)

## Study on Modifying and Optimization Technology of Tree Form in Pear Tree

ZHAO De-ying, CHENG Cun-gang, CAO Yu-fen, ZHANG Shao-yu, ZHANG Yan-chang, YUAN Ji-cun, HOU Gui-xue

(Key Laboratory of Fruit Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 125100)

**Abstract:** Aiming at the problems such as tree disorders, overcrowded canopy, poor ventilation and light, low yields and poor quality, the tree form modifying and optimization technology was carried out with ‘Jinfeng’ pear as materials. The results showed that tree modifying improved the shoot types and spatial distribution of branches. The temperature, humidity and light conditions of crown were significantly better than the control, the saturated light, light compensation point and photosynthetic capacity of internal leaves significantly increased. The yield and quality of the tree increased significantly. The tree form modifying and optimization technology provided a strong theoretical support for the transformation of high-density pear orchard.

**Key words:** pear tree; tree form modifying; structure optimization; spatial distribution; micro-environment