

间伐改形对陇东密闭苹果园树体枝条和花芽及果实品质的影响

牛军强, 尹晓宁, 孙文泰, 董 铁, 刘兴禄, 马 明

(甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为研究间伐改形对陇东成龄乔化密闭富士苹果园树体枝类组成、花芽形成及果实品质的影响, 以16年生密闭红富士苹果园为研究对象, 对隔株间伐改形和不间伐改形树体枝类组成、花芽形成、质量和果实品质等指标进行比较分析。结果表明, 间伐改形后长枝和中枝占比比不间伐改形分别减少5.97、5.88个百分点; 短枝占比和优质短枝占比比不间伐改形分别增加11.85、24.97个百分点; 顶花芽量比不间伐改形提高35.4%; 花芽坐果率比不间伐改形提高23.4个百分点; 果实单果质量、硬度分别比不间伐改形分别提高16.7%、17.3%; 着色面积和可溶性固形物分别比不间伐改形提高12.3、1.03个百分点。间伐改形后花芽在冠层中的立体空间分布均衡, 有效改善了不间伐改形树体花芽外移和上移现象。可见, 间伐改形不仅能够有效解决密闭果园枝量繁多、树形紊乱等问题, 还可有效改善枝条组成比例, 提高花芽质量及坐果率, 明显提高果实品质。

关键词: 苹果; 密闭果园; 间伐改形; 枝条; 花芽; 果实品质

中图分类号: S 661.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)05-0067-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.05.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.05.017)

Effects of Thinning and Reshaping on Tree Branches, Flower Buds and Fruit Quality in Dense Apple Orchard in Eastern Gansu

NIU Junqiang, YIN Xiaoning, SUN Wentai, DONG Tie, LIU Xinglu, MA Ming

(Institute of Forestry, Fruits and Floriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to study thinning and reshaping effects on branch composition, flower bud formation and fruit quality, 16 year-old Fuji apple dense orchards were selected to measure the differences in branch composition, flower bud formation, flower quality and fruit quality before and after the thinning and reshaping practices. The results showed that the proportions of long branches and middle branches after thinning and reshaping were significantly reduced compared with that of the control, by 5.97 percentage points and 5.88 percentage points, respectively. The proportions of short shoots and the ratio of high-quality short shoots after thinning and reshaping were increased significantly compared with that of the control, by 11.85 percentage points and 24.97 percentage points, respectively.

收稿日期: 2022-03-29; **修订日期:** 2022-04-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(32160683、31760556); 国家苹果产业技术体系平凉综合试验站(GARS-27); 国家重点研发计划项目(2016YFD0201135); 农业农村部西北地区果树科学观测试验站项目(S-10-18); 甘肃省苹果产业科技攻关项目(GPCK 2011-1)。

作者简介: 牛军强(1976—), 男, 甘肃通渭人, 副研究员, 主要从事苹果栽培生理研究工作。联系电话:(0)18193169363。Email: niujq222@sina.com。

通信作者: 马 明(1965—), 男, 甘肃秦安人, 研究员, 主要从事苹果栽培生理研究工作。联系电话:(0)13893685370。Email: maming65118@163.com。

- [5] 谢 臣, 庞全武. 酸枣种核、种仁繁育枣嫁接苗生长势差异调查[J]. 西北园艺, 2005(12): 42.
- [6] 褚新房, 于海忠, 周俊义. 退耕地带状覆膜穴播酸枣嫁接大枣造林育苗技术[C]//第三届全国干果生产与科研进展学术研讨会论文集. 2003: 233-236.
- [7] 姜红霞. 砧木酸枣温室快速育苗定植技术[J]. 农村科技, 2013(3): 6.
- [8] 赖州堤, 雷锡榜. 枣常用砧木酸枣的育苗方法[J]. 柑桔与亚热带果树信息, 2000(16): 36.
- [9] 苏义军, 吴洪芬, 王宏光, 等. 酸枣核破壳取仁育苗及嫁接大枣试验[J]. 山东林业科技, 2001(4): 40-41.
- [10] 程洪花. 直播酸枣仁育苗效果好[J]. 乡村科技, 2011(3): 20.

percentage points, respectively. The number of top flower buds and the fruit setting rate of flower buds were increased by 35.4% and 23.4 percentage points, respectively compared with that of the control. The fruit quality, firmness, coloring area and soluble solids content were higher than that of the control, the exceeding proportions were 16.7%, 17.3%, 12.3 percentage points and 1.03 percentage points, respectively. After thinning and reshaping, the three-dimensional spatial distribution of flower buds in the canopy was balanced, which effectively improved the outward and upward movement of flower buds in the control. Therefore, thinning and reshaping could effectively solve the problems of numerous branches and disordered tree shape in closed orchards, it could also effectively improve the composition ratio of branches, flower bud quality and fruit setting rate, and fruit quality is therefore significantly improved.

Key words: Apple; Dense orchard; Thinning and reshaping; Branch; Flower bud; Fruit quality

红富士是甘肃省主栽的优质晚熟苹果品种之一, 约占苹果栽培总面积的 90%。随着我国苹果生产布局由渤海湾产区向黄土高原产区、由东部地区向西部地区、由低海拔向高海拔转移, 陇东高原已成为我国红富士等晚熟苹果生产的核心产区。20 世纪末至 21 世纪初建立的果园基本上为乔化红富士果园, 90% 以上果园采用 3 m × 4 m 的栽培密度, 进入盛果期后大多数出现树冠郁闭、枝量过多、树形紊乱、光照恶化、病虫害严重、果实品质下降等严重问题^[1-9], 严重制约了苹果产业的进一步健康可持续发展。间伐改形是乔化密闭苹果园改造的核心技术, 也是苹果优质高效生产中的关键环节, 因此, 探索密闭果园间伐改形模式有着重大意义。我们以陇东黄土高原盛果期乔化密闭红富士苹果园为研究对象, 通过间伐改形试验来探索其对树体结构、枝类组成、花芽形成及果实品质的影响, 旨在为陇东高原成龄乔化密闭红富士苹果园科学改造提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

于 2019 年 12 月下旬在静宁县城川镇试验园进行间伐改形。试区平均海拔 1 600 m, 年降水量 480 mm 左右, 春季干旱少雨, 秋季雨量多而集中。果园土壤为黄色绵壤土, 树下高垄覆盖黑色地膜, 行间自然生草, 水分补充为自然降雨, 果实套袋, 管理水平中等偏上, 在该产区具有代表性。

1.2 试验材料

供试材料为红富士苹果品种长富 2 号, 砧木为西府海棠。2003 年建园, 栽植密度为 3 m × 4 m, 改良纺锤形整形, 树体高度 4.5 m 左右, 主

干高度 80 cm 左右, 主枝数量 12 个左右, 主枝角度 70° 左右, 树冠交接率达 160% 以上。授粉品种为秦冠和金冠, 占比 5%。

1.3 试验方法

参照牛军强等^[10]的方法, 于 2019 年 12 月下旬对试验果园进行间伐改形试验, 试验设间伐改形和对照 2 个处理。间伐改形处理(T)为每行树隔 1 株伐 1 株, 使栽植密度变为原来的 1/2, 同时配合提高主干、落头开心、主枝角度开张及疏除过大、重叠、交叉枝等修剪措施。改造后树体高度降为 340 cm 左右, 主干高度提高为 95 cm 左右, 主枝数量减少到 6 个左右, 主枝角度开张为 90° 左右。其他修剪手法为红富士苹果常用的方法(即多疏枝、多缓放、不短截、少回缩), 修剪量为树体总枝量的 30% 左右^[10]。对照(CK)为果园树体不间伐改形, 树体保持原有密度不变, 也不采取提高主干、落头开心、主枝角度开张等改形修剪措施。其他修剪手法与间伐改形处理的修剪手法完全一致, 修剪量也为树体总枝量的 30% 左右^[10]。间伐改形处理区和对照区施肥种类和施肥量完全相同, 病虫害防治等管理措施完全一致。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 调查部位和指标 在每处理中随机选择树势基本相同、长势中等偏旺的 3 株树体作为观测对象。参照牛军强等^[10]和魏钦平等^[11]的方法, 以树干为中心通过细绳和竹竿将树冠分割成边长为 0.5 m 的若干个立方体, 于 2021 年 4 月上旬调查每个立方体的长、中、短枝数量及花芽数量。5 月中旬对坐果数量大于 1 个的花序进行疏果, 被疏花序只保留 1 个果实。10 月上旬调查每个立方体内的果实个数, 并在每个立方体内挑选 2~3 个

果个大小中等、果型和着色基本一致果实进行品质测定(如果被调查立方体内只有1~3个果实,则全部选择)。

1.4.2 果实品质测定 从冠层1 m高处开始向上每隔0.5 m为一层分区(I为1.0~1.5 m、II为1.5~2.0 m、III为2.0~2.5 m、IV为2.5~3.0 m、V为3.0~3.5 m)测定果实品质。采用电子天平测定果实单果质量(精度1%),用手持式折光糖度计测定可溶性固形物含量,用NaOH中和滴定法测定可滴定酸含量,用GY-1型果实硬度计测定果实硬度^[10]。

1.5 数据处理

数据采用DPS 16.05统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 间伐改形对树体枝类构成的影响

间伐改形对苹果单株树体枝条量、枝条量、树体枝类构成比例均有影响(表1)。间伐改形后,单株树体枝条量比对照减少9.32%,枝条量约为88.968 6万条/hm²,比对照减少54.66%;从长枝、中枝、短枝比率来看,间伐改形后长枝、中枝占比率均比对照分别减少5.97、5.88个百分点;短枝占比率比对照增加11.85个百分点。红富士主要是以短枝结果为主,可见间伐改形后的树体成花结果能力可能有所增强。从>6叶短枝、4~6叶短枝、<4叶短枝所占短枝比率(所占比率)来看,间伐改形后,>6叶短枝、4~6叶短枝所占比率比对照分别增加9.47、15.50个百分点,<4叶短枝所占

比率比对照减少24.97个百分点。姜远茂等^[12]认为,大于4片大叶片以上的短枝形成的花芽质量高、所结果实个头大、品质好,为优质短枝。间伐改形后树体优质短枝所占比率高于对照24.97个百分点,说明间伐改形可提高树体生产优质果实的能力。

2.2 间伐改形对树体花芽形成及质量的影响

从表2可知,间伐改形对红富士苹果树体花芽类别及花芽坐果率也有影响。间伐改形1 a后,虽然总花芽量 and 对照差异不明显,但树体顶花芽量高于对照35.40%,腋花芽量低于对照57.24%。间伐改形后,顶花芽坐果率、腋花芽坐果率和总的花芽坐果率均分别比对照提高22.9、13.6、23.4个百分点。苹果顶花芽通常芽体饱满、发育良好、营养储藏丰厚,综合性状优于腋花芽。可见,间伐改形既能够提高树体优质花芽的数量,也能够提高花芽的坐果能力。

2.3 间伐改形对树体花芽空间分布的影响

间伐改形对密闭红富士苹果园树体花芽空间分布有影响(图1)。间伐改形处理树体1 m以上冠层均有花芽形成,并且从下部到上部、从内堂到外围花芽分布比较均衡。花芽分布主要在冠层1.0~2.5 m范围,占总花芽数量的85.5%;对照树体的花芽在冠层中的分布很不均衡,呈现明显的内堂少外围多、下部少上部多的分布态势,明显的结果部位外移和上移现象,花芽分布主要集中在冠层1.5~3.0 m范围,占总花芽数量的83.1%。

表1 不同处理的树体枝量及枝类构成比率

处理	株枝量/条	枝条量/(万条/hm ²)	各类枝占比率/%			各类短枝所占短枝比率/%		
			长枝	中枝	短枝	>6叶短枝	4~6叶短枝	<4叶短枝
T	2 118.3	88.968 6	13.41	17.36	69.23	17.83	52.31	29.86
CK	2 336.1	196.232 4	19.38	23.24	57.38	8.36	36.81	54.83

表2 不同处理的树体花芽量及花芽坐果率

处理	花芽量/个			坐果率/%		
	顶花芽	腋花芽	总花芽	顶花芽	腋花芽	总花芽
T	1 137.8	236.7	1 374.5	75.3	56.8	72.1
CK	840.3	553.6	1 393.9	52.4	43.2	48.7

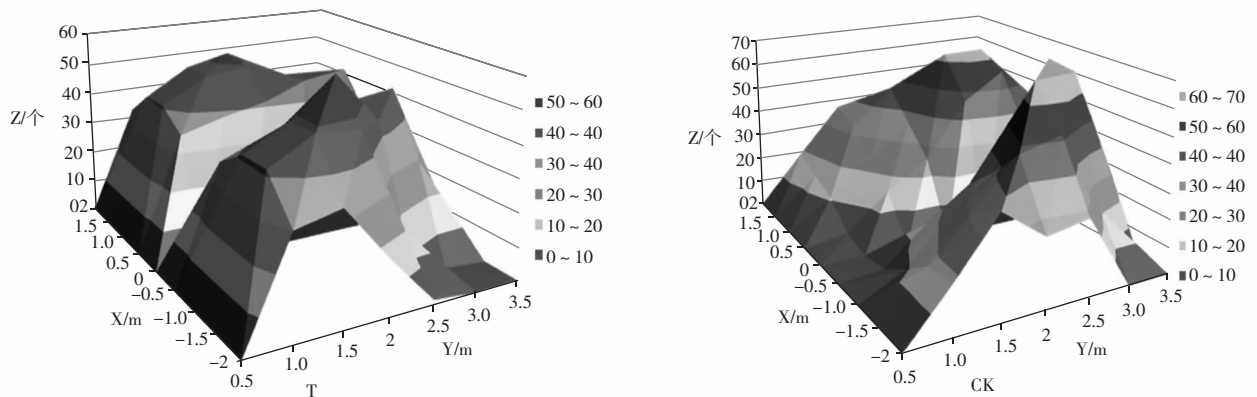
2.4 间伐改形对果实品质的影响

间伐改形对密闭苹果园果实品质有一定影响(表3)。从冠层1 m开始向上,以每隔0.5 m为1层分区测定发现,间伐改形处理冠层各区的果实单果质量、着色面积、硬度及可溶性固形物含量均高于对照。间伐改形处理I~V区的单果质量分别比对照增加26.0%、17.4%、15.5%、12.7%、11.9%,I~V区的着色面积分别比对照增加20.7、14.9、13.3、8.4、4.2个百分点,I~IV的果实硬度分别比对照增加21.4%、23.1%、18.5%、16.5%、7.1%,I~V区的果实可溶性固形物含量分别比对照增加0.80、0.96、1.02、1.13、1.24个百分点。间伐改形处理的平均果实单果质量、硬度分别比对照增加16.7%、17.3%,平均着色面积和可溶性固形物含量分别比对照增加12.3、1.03百

分点。研究还发现,间伐改形对果形指数、果面光洁度和可滴定酸含量无明显影响。

3 结论与讨论

试验结果表明,间伐改形可减少树体枝条数量,减少长枝、中枝比率,提高短枝比率,尤其是优质短枝的比率增加更为明显,比不间伐改形高24.97个百分点。间伐改形后长枝和中枝占比率分别比不间伐改形减少5.97、5.88个百分点,短枝占比率比不间伐改形增加11.85个百分点。可见,间伐改形不但能够有效解决树体枝量繁多、树形结构紊乱等问题,而且能够有效调节苹果树体营养生长和生殖生长的动态平衡。密闭果园通过适时合理的间伐改形,能够有效控制树冠过度扩张,减少营养生长,促进生殖生长,实现从“长树”向“结果”的快速转变,提高树体成花能力。



T为间伐改形处理,CK为对照处理,X轴为树冠内某点到树干的距离,Y轴为树冠离地面的距离,Z轴为花芽数量。

图1 不同处理冠层花芽分布空间

表3 不同处理的果实品质

冠层分区	树冠距离地面高度/m	处理	单果质量/g	果形指数	光洁度/%	着色面积/%	硬度/(kg/cm ²)	可溶性固形物含量/%	可滴定酸含量/(g/kg)
I	1.0~1.5	T	231.3	0.94	95.2	92.8	8.89	14.61	2.73
		CK	183.5	0.95	95.7	72.1	7.32	13.81	2.71
II	1.5~2.0	T	236.2	0.93	95.3	93.5	9.18	14.88	2.81
		CK	201.2	0.94	95.4	78.6	7.46	13.92	2.76
III	2.0~2.5	T	236.8	0.92	94.6	95.7	9.79	15.13	2.88
		CK	205.1	0.93	94.9	82.4	8.26	14.11	2.83
IV	2.5~3.0	T	238.1	0.88	93.6	96.7	9.82	15.36	3.07
		CK	211.3	0.92	94.0	88.3	8.43	14.23	3.12
V	3.0~3.5	T	237.5	0.89	91.8	98.4	9.18	15.85	3.18
		CK	212.3	0.92	92.0	94.2	8.57	14.61	3.14

间伐改形处理与不间伐改形的花芽总量基本持平,差异不明显,这主要是由于间伐改形树体总体枝量大幅度少于不间伐改形与其成花能力高于不间伐改形复合所致。尽管间伐改形后树体光照强度及其分布、温度及其分布均优于未进行间伐改形的果园树体^[8],使得间伐改形处理成花能力增强,但由于枝量相较不间伐改形减少,最终致使总花芽数量并未因成花能力的增强而增多。但进一步分析发现,间伐改形处理树体顶花芽量高出间伐改形 35.4%,腋花芽量低于不间伐改形 57.24%,可以推断其优质花芽量高于不间伐改形。苹果主要以顶花芽结果为主,通常顶花芽发育时间较长、营养水平高、芽体大而饱满,综合质量优于腋花芽,其坐果能力、结优质果的能力均优于腋花芽。研究还发现,间伐改形处理无论是顶花芽坐果率还是腋花芽坐果率均高于不间伐改形,进一步表明间伐改形处理的总体花芽质量优于不间伐改形,充分说明间伐改形后的树体具有生产优质果实的基础和先决条件——优良的花芽质量。

本研究发现,间伐改形处理树体的花芽、果实在冠层中分布比较均衡,果实密度在冠层内堂与外围基本一致,上部与下部也基本相同,这可能与其冠层光照、温度的均衡分布有着密切关系^[8],还需进一步验证。间伐改形处理树体花芽分布主要在冠层 1.0~2.5 m 高度范围空间内,占总花芽数量的 85.5%,这可能与冠层枝条的空间分布和数量有着直接关系,尚待进一步研究。不间伐改形处理树体的花芽、果实在冠层中分布呈现明显的下部少上部多、内堂少外围多的分布态势,结果部位上移和外移,结果部位明显不均衡。间伐处理的树体果实单果重、着色面积、硬度、可溶性固形物等品质指标优于不间伐改形处理,果实单果质量、硬度分别比不间伐改形高 16.7%、17.3%,果实着色面积和可溶性固形物分别比不间伐改形高 12.3、1.03 百分点,说明间伐改形可提升密闭苹果园果实品质。

综上所述,密闭苹果园通过间伐改形可以有效优化树体枝类组成,明显提高成花能力和花芽

质量,也能够改善冠层花芽和果实的分布空间,使其随着枝条分布和数量均衡分布于冠层之中,更能够显著提高果实内外品质。可见,间伐改形是密闭苹果园合理改造和可持续、高效生产一项核心、关键技术。

参考文献

- [1] 牛军强,曹永华,孙文泰,等.陇东旱源苹果树冠不同部位叶片光合及荧光特性对间伐方式的响应[J].甘肃农业大学学报,2017,52(6):44-50.
- [2] 李绍华,李明,刘国杰,等.直立中央领导干树形条件下幼年苹果树体生长特性的研究[J].中国农业科学,2002,35(7):826-830.
- [3] 李保国,郭素平,齐国辉,等.红富士苹果生态适宜栽培区评价方法研究[J].西北林学院学报,2006,21(5):78-80.
- [4] 何正奎,牛军强,马明,等.间伐对乔化‘红富士’苹果冠层不同部位叶片光合及荧光特性的影响[J].林业科技通讯,2021(2):47-50.
- [5] 孔繁霞.红富士苹果郁闭园改造技术[J].河北果树,2012(6):13-14.
- [6] 姬松龄,边秀然.‘红富士’苹果郁闭园改造技术[J].北方果树,2009(4):27-28.
- [7] 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.
- [8] 牛军强,尹晓宁,董铁,等.间伐改形对陇东乔化密闭苹果园树体叶片及果实品质的影响[J].甘肃农业科技,2021,52(11):60-64.
- [9] 刘兴禄,孙文泰,牛军强,等.陇东密闭苹果园间伐后群体冠层结构与生育后期叶片生理特性研究[J].甘肃农业科技,2018(1):21-24.
- [10] 牛军强,孙文泰,董铁,等.间伐改形对陇东高原密闭富士苹果园冠层微域环境及叶片生理特性的影响[J].应用生态学报,2020,31(11):3681-3690.
- [11] 魏钦平,鲁韧强,张显川,等.富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究[J].园艺学报,2004,31(3):291-296.
- [12] 姜远茂,张宏彦,张福锁.北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践[M].北京:中国农业大学出版社,2007.