

姜晓艳,李俊才,王家珍,等.不同树形对早金酥梨光合特性、树体生长及果实品质的影响[J].江苏农业科学,2022,50(3):163-166.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.03.026

# 不同树形对早金酥梨光合特性、树体生长及果实品质的影响

姜晓艳,李俊才,王家珍,沙守峰,蔡忠民,李宏军

(辽宁省果树科学研究所,辽宁营口 115009)

**摘要:**以九年生早金酥梨为试材,采用V字形、Y字形、圆柱形、纺锤形和水平棚架形5种树形,比较不同树形对早金酥梨光合特性、树体生长、产量及果实品质的影响。结果表明:不同树形对光合参数影响较大,同一树形不同栽植密度对光合参数影响较小,净光合速率( $P_n$ )V字形(0.75 m×0.40 m)和圆柱形显著高于其他3种树形;蒸腾速率( $T_r$ )V字形、圆柱形显著高于Y字形(1.0 m×4.0 m)和纺锤形;叶绿素含量V字形、圆柱形(1.5 m×4.0 m)显著高于Y字形(1.0 m×4.0 m)和水平棚架形。且变异系数相对较小,叶片间光合能力较一致。V字形和圆柱形的行间冠径在1.62~2.15 m之间,明显小于其他树形,利于行间作业。果个整齐度依次为水平棚架形>V字形>圆柱形>Y字形>纺锤形;栽植密度越大,株产越低,单位面积产量越高,V字形和圆柱形单位面积产量明显高于其他树形,最高可达62 631.0 kg/hm<sup>2</sup>(V字形0.5 m×4.0 m株行距);相同栽植密度,圆柱形单位面积产量显著高于Y字形。V字形和圆柱形果实固酸比在35.1~41.5之间,不同结果部位果实品质优于其他树形。综合来看,V字形和圆柱形是早金酥梨密植省力化栽培及生产优质梨果的适宜树形。

**关键词:**梨;树形;光合特性;产量;果实品质

**中图分类号:**S661.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)03-0163-04

梨是我国种植范围最广的果树之一,在当前农产品产能普遍过剩的大环境下,我国梨生产已步入高质量发展的时代,栽培模式与生产技术不断创新,生产方式从劳动密集型逐步向机械化、轻简化、标准化和现代化迈进<sup>[1]</sup>。梨树的高光效新树形有圆柱形<sup>[2]</sup>、倒伞形、Y字形<sup>[3]</sup>、水平棚架形<sup>[4-5]</sup>等已成为研究与推广的主流,逐渐形成了新的栽培模式,梨果品质和经济效益显著提升。在以往研究中,蔚露等研究发现不同栽培区域因环境因子的差异导致相近树形对光能截获与光合作用效率不同<sup>[6-7]</sup>。本研究为进一步探究不同树形对梨树光合特性和果实品质的影响,以辽宁省果树科学研究所选育的早熟梨新品种早金酥为试材,该品种具有果实发育期短,肉质酥脆、味甜、汁多,货架期长,早

产、丰产易管理等优点<sup>[8]</sup>,目前已在辽宁等地广泛种植。笔者所在课题组通过设计培育不同树形,对比分析树形对光合参数、产量、果实品质等的影响,旨在提出对生产有指导意义的适宜冠形结构,为早金酥梨优质高效生产及省力化栽培提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况与供试材料

试验在辽宁省果树科学研究所梨试验区进行,土壤pH值5.74,有机质含量1.5%,土壤容重1.56 g/cm<sup>3</sup>,全氮含量0.102%,有效磷含量52.7 mg/kg,有效钾含量107 mg/kg,交换钙含量2 653 mg/kg,交换镁含量376 mg/kg,有效硼含量0.442 mg/kg。

试验树于2011年采用单干大苗定植,苗木高度1.2~1.5 m,南北行向。设V字形0.5 m×4.0 m、V字形0.75 m×4.00 m、圆柱形1.0 m×4.0 m、圆柱形1.5 m×4.0 m、Y字形1.0 m×4.0 m、Y字形1.5 m×4.0 m、纺锤形2.5 m×4.0 m和水平棚架形2.5 m×4.0 m,总计8个处理。2019年调查,调查时3株为一个小区,重复3次。

收稿日期:2021-05-11

基金项目:国家现代农业产业技术体系资助项目(编号:2018103002)。

作者简介:姜晓艳(1982—),女,黑龙江呼兰人,硕士,助理研究员,主要从事梨品种选育及栽培生理研究。E-mail:317147345@qq.com。

通信作者:沙守峰,博士,研究员,主要从事梨品种选育及栽培技术研究。E-mail:chssf2005@163.com。

1.2 试验方法

1.2.1 果实品质指标测定 8 月上旬果实成熟后,选树冠中部外侧 4 个方位,每个方位采果实 5 个,每个小区混成一个样品,采集的果实装入干净、有透气孔的塑料袋,带回室内测定果实品质。用 1/1000 电子天平称量单果质量;用 GY-1 型果实硬度计测定果实硬度;用 PAL-1 型手持折光仪测定果实可溶性固形物含量;用酸碱滴定法测定果实可滴定酸含量;采用斐林试剂法测定可溶性糖含量。

1.2.2 光合作用参数及叶绿素含量测定 于 8 月上旬,在天气晴好条件下,09:00—11:00 选取试验树东南方向、外围枝条成熟叶片,用美国 LI-COR 公司的 LI-6400P 型便携式光合仪测定叶片净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间二氧化碳浓度( $C_i$ )和蒸腾速率( $T_r$ );采用 SPAD 叶绿素测定仪测定叶片叶绿素相对含量。

1.2.3 树体产量及生长量测定 单株及单位面积产量测定结合果实采收进行;使用米尺测定 5 种树形的树高、冠幅、主干粗度等。在树体完全落叶后测定生长量,干截面积由测量距地面 20 cm 处主干直径计算后获得,树高为树体顶端距地面的距离,行间冠径为树冠垂直投影东西长度。

1.3 数据处理与分析

试验数据应用 Excel 2016 整理,使用 DPS 数据

处理系统进行方差分析,采用 Duncan's 新复极差测验法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同树形对光合参数及叶绿素含量的影响

光合参数和叶片叶绿素含量反映树体吸收利用光能及光合作用积累碳水化合物的能力。从表 1 可见,不同树形对光合参数影响较大,同一树形不同栽植密度对光合参数影响较小。树形对净光合速率影响较大,最高值为 18.79  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,最低值为 15.28  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;V 字形和圆柱形差异不显著,V 字形(0.75 m×0.40 m)和圆柱形显著高于其他 3 种树形,纺锤形最小。同一树形栽培密度对净光合速率影响较小,差异不显著。气孔导度由大到小的顺序依次为纺锤形、V 字形和水平棚架形、圆柱形、Y 字形,不同树形间存在显著差异。胞间 CO<sub>2</sub> 浓度规律性不强,最高为纺锤形,显著高于其他树形,其次为水平棚架形、V 字形(0.5 m×4.0 m)、圆柱形和 Y 字形,最小为 V 字形(0.75 m×4.00 m)。蒸腾速率 V 字形和水平棚架形显著高于其他树形,其次为圆柱形和 Y 字形(1.5 m×4.0 m)。叶片叶绿素含量 V 字形、圆柱形(1.5 m×4.0 m)、纺锤形显著高于 Y 字形(1.0 m×4.0 m)和水平棚架形。

表 1 不同树形对光合参数及叶绿素含量的影响

树形	株行距	净光合速率 [ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	气孔导度 [ $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度 ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )	蒸腾速率 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	叶绿素含量 ( $\text{mg}/\text{g}$ )
V 字形	0.5 m×4.0 m	17.36±1.39ab	0.30±0.00b	260.2±22.17b	4.47±0.41a	56.2±3.83a
	0.75 m×4.00 m	18.79±1.28a	0.29±0.00b	239.6±18.09c	4.78±0.41a	57.1±3.93a
Y 字形	1.0 m×4.0 m	16.43±2.06b	0.25±0.01d	244.7±32.08c	3.31±0.40c	52.8±5.41b
	1.5 m×4.0 m	16.84±2.00b	0.26±0.01cd	245.5±30.32c	3.89±0.48b	54.7±5.62ab
圆柱形	1.0 m×4.0 m	17.95±1.71a	0.27±0.00c	257.9±24.50b	3.90±0.37b	55.5±3.75ab
	1.5 m×4.0 m	18.73±1.53a	0.27±0.00c	250.5±21.39bc	4.02±0.36b	56.1±3.67a
纺锤形	2.5 m×4.0 m	15.28±2.05c	0.34±0.01a	286.1±40.39a	2.74±0.37c	56.4±6.63a
水平棚架形	2.5 m×4.0 m	16.05±1.32b	0.29±0.00b	262.0±21.82b	4.58±0.42a	53.5±3.67b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。下表同。

由表 2 可见,光合参数及叶片叶绿素含量受树形影响较大。净光合速率变异系数( $C.V.$ )纺锤形最大,其次为 Y 字形,V 字形、圆柱形、水平棚架形较小,最大值与最小值间相差 0.96 倍。气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率、叶绿素含量变异系数变化趋势与净光合速率基本相似,极值间分别相差 1.47 倍、0.87 倍、0.60 倍和 0.79 倍。说明树形影

响了叶片的光合功能,V 字形、圆柱形、水平棚架形树体叶片间光合能力变化较小,相对一致;Y 字形和纺锤形树体叶片间光合能力差异较大。

2.2 不同树形对树体生长与结果的影响

树形影响树体的生长发育及产量的形成(表 3)。相同品种和砧木,在不同的整形修剪技术管理下,形成不同的树形。干截面积水平棚架形、Y 字

表 2 不同树形对叶片光合参数和叶绿素相对含量变异系数的影响

树形	株行距	变异系数(%)				
		净光合速率	气孔导度	胞间 CO <sub>2</sub> 浓度	蒸腾速率	叶绿素含量
V 字形	0.5 m×4.0 m	8.02	1.11	8.52	9.24	6.81
	0.75 m×4.00 m	6.85	0.90	7.55	8.51	6.89
Y 字形	1.0 m×4.0 m	12.55	2.05	13.11	12.22	10.25
	1.5 m×4.0 m	11.88	1.98	12.35	12.35	10.28
圆柱形	1.0 m×4.0 m	9.50	1.02	9.50	9.56	6.76
	1.5 m×4.0 m	8.18	1.10	8.54	8.85	6.55
纺锤形	2.5 m×4.0 m	13.42	2.22	14.12	13.59	11.75
水平棚架形	2.5 m×4.0 m	8.22	0.95	8.33	9.23	6.86

形、纺锤形较大,显著高于 V 字形和圆柱形,极值间相差 62.4 cm<sup>2</sup>。树高纺锤形最大,显著高于其他 4 种树形,其次为圆柱形、V 字形和 Y 字形,5 种树形中水平棚架形树高最小,仅为 2.52 m。行间冠径纺锤形、水平棚架形最大,分别为 3.69 m 和 3.55 m,V 字形最小,仅为 1.62 m 和 1.65 m;最大单果质量和平均单果质量变化趋势相似,从大到小依次为纺锤

形>Y 字形>圆柱形>V 字形>水平棚架形,最大单果质量相差 104.3 g,平均单果质量相差 15.2 g;说明树形间果个整齐度存在明显差异,变化趋势与最大单果质量变化趋势正好相反。栽植密度越大,株产越低,单位面积产量越高,差异明显;相同栽植密度,单位面积产量圆柱形显著高于 Y 字形。

表 3 不同树形对树体生长与结果的影响

树形	株行距	干截面积 (cm <sup>2</sup> )	树高 (m)	行间冠径 (m)	最大单果质量 (g)	平均单果质量 (g)	株产 (kg)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
V 字形	0.5 m×4.0 m	128.0c	3.22bc	1.62c	417.4c	309.8b	12.5d	62 631.0a
	0.75 m×4.00 m	141.7b	3.28b	1.65c	422.5c	312.4ab	18.3c	61 177.5a
Y 字形	1.0 m×4.0 m	184.8a	2.87c	2.22b	485.4a	315.6a	21.9c	54 676.5c
	1.5 m×4.0 m	190.4a	2.92c	2.25b	495.8a	320.5a	32.3b	53 845.5c
圆柱形	1.0 m×4.0 m	137.8b	3.47b	1.95b	443.2b	308.6b	23.2c	58 143.0b
	1.5 m×4.0 m	141.8b	3.51b	2.15b	475.4ab	311.2ab	34.9b	58 131.0b
纺锤形	2.5 m×4.0 m	186.5a	4.23a	3.69a	496.8a	322.3a	51.2a	51 234.0d
水平棚架形	2.5 m×4.0 m	188.1a	2.52d	3.55a	392.5cd	307.1b	46.2a	46 287.0e

2.3 不同树形对果实品质的影响

由表 4 可见,树形对果实硬度无显著影响,对糖酸含量影响较大。可溶性固形物和总糖含量均是水平棚架形、V 字形、圆柱形较大,显著高于纺锤形和 Y 字形,极值间分别相差 2.12 和 1.445。可滴定酸含量变化树形间无明显规律,最高为水平棚架形和 Y 字形(1.5 m×4.0 m),最小为 V 字形(0.5 m×4.0 m),相差 0.091。固酸比是影响口感的重要指标,根据笔者所在课题组多年品评结果,33.0~42.0 之间口感较好,V 字形、圆柱形、纺锤形、水平棚架形均在此范围之内,Y 字形 2 种栽植密度的固酸比分别是 31.6 和 28.5,口感略差。

3 讨论与结论

3.1 冠层结构对光合参数的影响

植物光合速率的高低,与叶片本身的性质及叶片所接受到的太阳辐射有着密切的关系,在环境因子相同的条件下,树木的种植密度、树冠结构等是影响树冠光照分布的重要因素,提高作物光能利用率的方法主要是改善冠层结构和提高叶片光合能力。蔚露等认为在西北黄土高原水果产区降水量少,小冠开心形梨树冠层可截获更多的光能,叶片的光合能力更强,可作为黄土高原产区梨树适宜树形<sup>[6]</sup>;而木合塔尔·扎热等研究表明,在新疆库尔

表 4 不同树形对果实品质的影响

树形	株行距	硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	可溶性固形物含量 (%)	总糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	固酸比
V 字形	0.5 m×4.0 m	4.28±0.21a	11.33±0.15a	8.400±0.22a	0.273±0.01c	41.5
	0.75 m×4.00 m	4.35±0.19a	12.17±0.18a	8.933±0.23a	0.318±0.00b	38.3
Y 字形	1.0 m×4.0 m	4.30±0.20a	10.05±0.22b	7.488±0.24b	0.318±0.00b	31.6
	1.5 m×4.0 m	4.33±0.25a	10.37±0.21b	7.583±0.25b	0.364±0.01a	28.5
圆柱形	1.0 m×4.0 m	4.40±0.22a	11.15±0.22a	8.339±0.22a	0.318±0.00b	35.1
	1.5 m×4.0 m	4.27±0.20a	11.50±0.22a	8.429±0.23a	0.318±0.00b	36.2
纺锤形	2.5 m×4.0 m	4.42±0.26a	10.97±0.23b	7.856±0.25b	0.318±0.01b	34.5
水平棚架形	2.5 m×4.0 m	4.30±0.20a	12.06±0.21a	8.807±0.22a	0.364±0.01a	33.1

勒香梨疏散分层形树的有效见光面积明显大于开心形树,光能利用效率也较高<sup>[7]</sup>。本研究结果表明,净光合速率、蒸腾速率及叶片叶绿素含量 V 字形和圆柱形高于其他 3 种树形,变异系数相对较小,叶片间光合能力较一致;该结果与牟红梅等在莱阳茡梨<sup>[9]</sup>及安佰义等在公主红李<sup>[10]</sup>上的研究结果相近。本试验 V 字形树高 3.22~3.28 m,行间冠径 1.62 m~1.65 m,V 字形角度为 60°,冠层斜向上分布;圆柱形树高 3.47~3.51 m,行间冠径 1.95 m~2.15 m;V 字形和圆柱形的枝条和叶片形成了单层的叶幕结构,更加合理地分布于树冠空间内,同时树冠层也能够截获更多的光能。

3.2 冠层结构对树体生长与结果的影响

果实产量和品质的提高是获得果实最大经济效益的关键,是果树栽植和整形的出发点和落脚点<sup>[2]</sup>。目前对于树形结构的研究主要集中在提高光能利用效率上,不同的树形直接影响果园群体结构、个体空间分布及光照体系,影响着梨产量和果实品质。本研究设计培育了纺锤形、Y 字形、圆柱形、V 字形和水平棚架形,综合比较 V 字形和圆柱形的单位面积产量均高于其他树形,果个整齐度及果实品质优于其他树形,与蔚露等在玉露香梨<sup>[11]</sup>及王来平等在矮化中间砧苹果<sup>[12]</sup>上的研究结果相近。但干截面积和行间冠径水平棚架形、Y 字形、纺锤形显著高于 V 字形和圆柱形,说明 V 字形和圆柱形的冠层结构更合理,有相对较低的冠幅和果园覆盖率、较高的冠内透光率,营养生长和生殖生长更均衡。

综合本试验结果表明,树体冠层结构影响早金酥梨的光合参数,V 字形和圆柱形的净光合速率、蒸腾速率及叶片叶绿素含量相对较高,且变异系数相对较小;果个整齐度依次为水平棚架形>V 字形>

圆柱形>Y 字形>纺锤形;V 字形和圆柱形单位面积产量均高于其他树形,果实综合品质较好。综合来看,V 字形和圆柱形是早金酥梨密植省力化栽培及生产优质梨果的适宜树形。

参考文献:

[1]张绍铃,谢智华.我国梨产业发展现状、趋势、存在问题与对策建议[J]. 果树学报,2019,36(8):1067-1072.

[2]赵明新,张江红,孙文泰,等. 不同树形冠层结构对‘早酥’梨产量和品质的影响[J]. 果树学报,2016,33(9):1076-1083.

[3]徐金涛,赵会英,李永红,等. 整形方式对黄冠梨幼树生长及光能利用的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(4):85-90.

[4]伍 涛,秦仲麒,刘 政,等. “双臂顺行式”棚架梨树单轴长放结果枝组培养技术[J]. 南方园艺,2018,29(6):26-27.

[5]杨夫臣,伍 涛,朱红艳,等. 梨树新型平棚架树形的结构、产量及品质调查[J]. 中国南方果树,2019,48(6):158-160.

[6]蔚 露,牛自勉,林 球,等. 小冠开心形和细型主干形‘玉露香’梨光能截获与光合作用差异[J]. 园艺学报,2020,47(1):11-22.

[7]木合塔尔·扎热,玉山·库尔班,李 疆. 不同树形库尔勒香梨光能利用率的差异性研究[J]. 新疆农业大学学报,2019,42(4):237-242.

[8]李俊才,刘 成,王家珍,等. 早熟梨新品种:早金酥的选育[J]. 果树学报,2011,28(2):365-366,188.

[9]牟红梅,于 强,李庆余,等. ‘莱阳茡梨’高光效树形光合特性与果实品质的研究[J]. 北方园艺,2018(12):58-62.

[10]安佰义,谷 娜,刘晓嘉,等. 不同树形对李树冠层结构和光合特性的影响[J]. 北方园艺,2019(3):29-35.

[11]蔚 露,牛自勉,林 球,等. 树形结构对玉露香梨早期产量及果实品质的影响[J]. 山西农业科学,2018,46(11):1838-1841.

[12]王来平,薛晓敏,聂佩显,等. 4 种不同树形对矮化中间砧苹果树树体结构和产量品质的影响[J]. 天津农业科学,2018,24(6):56-59.