

苏西娅,任俊鹏,毛妮妮. 树形对桃树生长、产量及果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2026, 42(1): 180-185.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2026.01.019

树形对桃树生长、产量及果实品质的影响

苏西娅, 任俊鹏, 毛妮妮

(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400)

摘要: 为探究树形对江苏丘陵地区桃树生长和桃果实产量和品质的影响, 筛选适合当地的优质高产树形, 本研究以桃树品种白凤为试验材料, 比较“Y”形、倒“个”形和开心形 3 种桃树树形对叶片生长指标和光合色素含量、果实品质和产量的影响。结果表明: 3 种树形对桃树单叶干重、鲜重、厚度、叶面积、果实色泽、糖含量、糖酸比没有显著影响。开心形桃树冠径最大, “Y”形桃树次之, 倒“个”形桃树最小。倒“个”形桃树营养枝数量显著高于开心形桃树和“Y”形桃树。倒“个”形桃树果实可溶性固形物含量显著高于“Y”形桃树, 奎尼酸含量显著高于开心形桃树。开心形桃树果实的果形指数和柠檬酸含量均显著高于“Y”形桃树和倒“个”形桃树。“Y”形桃树叶类胡萝卜素含量显著高于倒“个”形桃树和开心形桃树, 3 种树形桃树叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量及总叶绿素含量无显著差异。倒“个”形桃树的单株果实数量比“Y”形桃树增加 61.92%, 而 3 种树形桃树的产量无显著差异。综上所述, 倒“个”形树形能减少桃树冠径、提高桃果实品质, 是江苏丘陵地区适宜的桃树树形。

关键词: 桃树; 树形; 生长指标; 产量; 品质

中图分类号: S662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2026)01-0180-06

Influence of different tree shapes on growth, yield and fruit quality of peach trees

SU Xiya, REN Junpeng, MAO Nini

(Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences in Jiangsu Hilly Region, Jurong 212400, China)

Abstract: In order to explore the effects of tree shape on the growth of peach trees and the yield and quality of peach fruits in hilly areas of Jiangsu province, and to screen the high-quality and high-yield tree shapes in this area, this study used the peach variety Baifeng as the experimental material to compare the effects of three tree shapes of “Y”-shaped, inverted “ge” (Chinese character)-shaped and open-center-shaped peach trees on leaf growth indices and photosynthetic pigment content, fruit quality and yield. The results showed that the three tree shapes had no significant effect on the dry weight, fresh weight, thickness and area of peach leaves, and color, sugar content and sugar-acid ratio of peach fruits. The crown diameter of the open-center-shaped peach tree was the largest, followed by the “Y”-shaped peach tree, and the inverted “ge” (Chinese character)-shaped peach tree was the smallest. The number of vegetative branches of inverted “ge” (Chinese character)-shaped peach trees was significantly higher than those of open-center-shaped peach trees and “Y”-

收稿日期: 2025-04-15

基金项目: 镇江市农业科学院科技发展与青年人才基金项目 (QNJJ2021004); 2024 年度镇江市“1+1+N”新型农业推广项目 [ZJNJ(2024)03]

作者简介: 苏西娅 (1995-), 女, 山西长治人, 硕士, 助理研究员, 主要从事果树栽培生理及果树景观化研究。(E-mail) suxiya@126.com

通讯作者: 毛妮妮, (E-mail) maonini1982@163.com

shaped peach trees. The fruit soluble solids content of the inverted “ge” (Chinese character)-shaped peach tree was significantly higher than that of the “Y”-shaped peach tree, and the quinic acid content was significantly higher than that of the open-center-shaped peach tree. The fruit shape index and citric acid content of open-center-shaped peach trees were significantly higher than those of “Y”-shaped peach trees and inverted “ge” (Chinese charac-

ter)-shaped peach trees. The carotenoids content in the leaves of “Y”-shaped peach trees was significantly higher than that of inverted “ge” (Chinese character)-shaped peach trees and open-center-shaped peach trees. There was no significant difference in chlorophyll a content, chlorophyll b content or total chlorophyll content among the three tree-shaped peach trees. The number of fruits per plant of the inverted “ge” (Chinese character)-shaped peach tree was 61.92% higher than that of the “Y”-shaped peach tree, while there was no significant difference in the yield of the three tree-shaped peach trees. In summary, the inverted “ge” (Chinese character)-shaped tree shape can reduce the crown diameter of peach trees and improve the quality of peach fruits and is a suitable peach tree shape in hilly areas of Jiangsu province.

Key words: peach; tree shape; growth indices; yield; quality

桃[*Prunus persica* (L.) Batsch]是蔷薇科李属落叶小乔木植物,喜光,长势较快,顶端优势明显,极易导致结果外移、树冠内膛中空的现象,从而影响桃树寿命,降低桃树产量。因此,桃生产过程中,通过修剪塑造适宜的树形对提高桃树产量和品质至关重要。合理的树体结构一方面可以优化果树冠层枝干分布,减少徒长枝,抑制营养生长,促进生殖生长,另一方面可以改善树体内通风透光条件,调节冠层内光分布,提高树体的光能利用率,提高果实产量和品质^[1-4]。

果树冠层形态能形成独特的冠层微环境,影响树体对养分、水分和光的吸收利用,导致果树长势、干物质分配及果实产量和品质等方面的差异。不同树形结构对桃、苹果^[5]、梨^[6-7]、柑橘^[8]、李^[9]等果树的生长发育及果实产量与品质的影响已有较多研究。乔白雪^[10]研究发现,倾斜篱壁形甜樱桃具有更强的光合能力、更高的果实产量、更优的果实品质。张茵桔等^[11]研究认为,主干形树形能提高软儿梨的光合特性和果实品质,综合评分较高。陈泉等^[8]研究发现,主干型树形的柑橘株高、总枝梢数及果实可溶性固形物含量和色泽均优于自然开心型树形。张国薇等^[9]研究发现,四主枝开心形树形青脆李具有更高的光合作用强度,更优的果实品质。王宝珠等^[5]研究发现,修剪为古优特形、“Y”形等结构的苹果树具有更多的短枝数量,更高的成花量。刘丽等^[12]研究发现,V形树形的桃树产量高于“Y”形、主干形和开心形桃树;杨勇等^[13]发现,大冠开心形桃树具有更高的光合能力;张红欢等^[14]研究认为,对向“V”形桃树能改善桃果实品质。牛茹萱等^[15]研究发现,主干形桃树产量高于“Y”形桃树,而“Y”形桃树果实品质优于主干形桃树。上述结果表明,合理的树形结构能促进果树发育,提高果树产量,改善果实品质,但果树类型、果树品种、种植地区均对果树的适宜树形有一定影响。

倒“个”形树形是江苏丘陵地区大面积推广的一种高光效、宜机械化管理的新树形。针对该树形

与其他树形对桃树生长、产量及果实品质的影响研究较缺乏的现状,本研究以桃树品种白凤为试验材料,比较了“Y”形、倒“个”形和开心形3种树形对桃树叶片、果实品质和产量的影响,为筛选出适宜江苏丘陵地区的优质桃树栽培树形提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

研究区位于江苏省句容市白兔村,桃树品种为白凤,树龄4年,种植密度为株距5 m,行距5 m。试验设置3个处理,分别为“Y”形树形、倒“个”形树形、开心形树形(图1)。选取生长势基本一致的3种树形桃树各15株,所有处理立地条件一致,不同处理间采取相同的栽培管理措施。

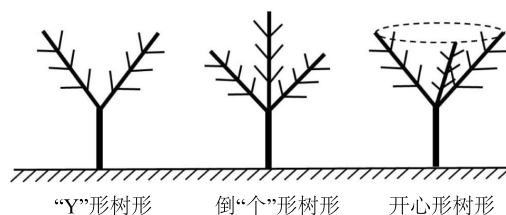


图1 不同树形示意

Fig.1 Diagram of different shapes of peach trees

2019年,利用一年生白凤桃树苗进行定植,并进行桃树的修剪培养,得到“Y”形树形、倒“个”形树形、开心形树形的桃树。2023年4月10日,统计不同树形桃树不同枝条类型数量,其中,长度60.0 cm及以上为极长枝,30.0~59.9 cm为长枝,15.0~29.9 cm为中长枝,<15.0 cm为短枝,只有顶芽是叶芽的枝条为花束状枝。于2023年5月6日测定根周及冠径,测定树干离地面20 cm处的周长为根周,采用十字交叉法测量桃树冠幅直径,树冠东西向和南北向的最大直径取平均值作为冠径。2023年6月,采集不同树形桃树叶片,采样时从东南西北4个方位随机选择,每个方位不同类型的枝条(极长枝、

长枝、中长枝、短枝)随机选择2个,采取枝条第5张叶,花束状枝随机采取1张叶,每个处理共采集480张叶片,将叶片用清水洗干净混匀备用。2023年6月,果实均成熟时全部采样并统计不同树形桃树产量,每个处理随机选择20个果实进行形态、可溶性固形物含量、糖含量、酸含量及色泽等指标的测定。

1.2 试验方法

使用JJ1000型电子天平[美国双杰电子天平(上海)有限公司产品]测定叶片鲜重、干重及桃果实单果重;使用YMJ-B手持叶面积仪(浙江托普云农科技股份有限公司产品)测定叶面积;采用分度值为0.001的测厚规(上海艾测电子科技有限公司产品)测量桃叶片厚度。配制体积比9:9:2的丙酮、95%乙醇与水混合液,然后称取0.1g叶片,匀浆后放入10mL混合液,黑暗环境下浸提24h,以混合液为对照,利用Spark酶标仪[帝肯(上海)实验器材有限公司产品]和分光光度法测定叶片叶绿素含量。

采用MNT-200数显卡尺(上海美耐特工具有限公司产品)测量桃果实的纵径、横径,并计算果形指数(纵径/横径比)。采用爱宕PAL-1数显测糖仪(广州市华智仪器仪表有限公司产品)测定不同树形处理桃果实可溶性固形物含量。使用申光WSC-3便携式色差计(上海始恒仪器设备有限公司产品)测定桃果实色泽。

使用Agilent 1100高效液相色谱仪[安捷伦科技(中国)有限公司产品]测定桃果实蔗糖含量、果糖含量、葡萄糖含量、山梨醇含量、苹果酸含量、柠檬酸含量、奎尼酸含量^[16]。测定糖含量和醇含量的色谱柱为粒径10 μm 、内径6mm、柱长250mm的CARBOSep CHO-620 CA柱(美国Transgenomic有限公司产品),

表1 不同树形对桃树枝条数量及冠径的影响

Table 1 Effects of different tree shapes on the number of branches and crown diameter of peach trees

树形类型	极长枝数量 (条)	长枝数量 (条)	中长枝数量 (条)	短枝数量 (条)	花束状枝数量 (条)	营养枝数量 (条)	结果枝数量 (条)	根周长 (cm)	冠径 (cm)
“Y”形	24.33±5.19b	28.33±2.50a	10.67±3.30a	7.33±3.77a	5.67±8.01a	12.67±4.99b	63.67±11.90a	31.37±1.32a	363.33±22.48b
倒“个”形	27.33±0.47ab	42.67±5.25a	19.00±4.90a	20.67±4.03a	15.00±3.56a	44.00±4.08a	80.67±6.55a	30.67±2.06a	316.67±13.28c
开心形	36.00±4.24a	32.67±8.18a	18.67±8.34a	25.33±14.61a	6.00±7.79a	24.33±6.94b	94.33±27.35a	31.17±0.85a	404.17±8.25a

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.2 不同树形对桃树叶片生长指标及光合色素含量的影响

不同树形对桃树叶片生长指标及光合色素含量的影响如表2所示。从表中可以看出,不同树形对

流动相为双蒸水,柱温80 $^{\circ}\text{C}$,进样量15 μL ;测定有机酸的色谱柱为粒径5 μm 、内径4.6mm、柱长250.0mm的ZORBAX Eclipse XDB-C18柱,流动相为0.02mol/L的 KH_2PO_4 ,流速0.5mL/min,柱温25 $^{\circ}\text{C}$,进样量5 μL 。所有指标测定重复3次。

1.3 数据处理

使用Excel软件进行数据处理及作图,利用SPSS 16.0和邓肯氏新复极差法进行处理间差异分析($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同树形对桃树生长指标的影响

长枝是树冠的重要组成部分,影响树体的大小与稳定性,中长枝、短枝、花束状枝是培养结果枝的关键^[17-18]。不同树形对桃树不同类型枝条的影响如表1所示。从表中可以看出,“Y”形和开心形的极长枝数量存在显著差异,倒“个”形树形的极长枝数量与“Y”形和开心形树形均无显著差异。3种树形桃树的长枝、中长枝、短枝、花束状枝数量均无显著差异。倒“个”形树形桃树的营养枝数量显著高于“Y”形和开心形桃树,分别增加2.47倍和0.81倍。而3种树形桃树的结果枝数量无显著差异。

不同树形对桃树的根周长没有显著影响,根周长在30.67~31.37cm。不同树形的冠径存在显著差异,开心形树形桃树的冠径最大,“Y”形树形次之,倒“个”形树形最小。倒“个”形树形的桃树冠径比开心形树形和“Y”形树形分别减少21.65%和12.84%。上述结果说明,“Y”形和倒“个”形树形的修剪方式可以适当增加桃树种植密度,从而提高土地利用率和单位面积产量。

桃树叶片厚度、干重、鲜重、含水量、叶面积等生长指标的影响均不大。3种树形桃树的叶片厚度均为 $2.07\times 10^{-1}\sim 2.14\times 10^{-1}$ mm,叶片鲜重为0.75~0.77g,叶片干重为0.22~0.24g,叶片面积为52.60~

53.35 cm²,叶片含水量为68.08%~70.41%。

不同树形桃树叶片的叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、总叶绿素含量均无显著差异,3 种树形桃树叶片的叶绿素 a 含量为1.57~1.81 μg/g,叶绿素 b 含量为0.45~0.54 μg/g,总叶绿素含量为2.02~2.35 μg/g。“Y”形树形桃树叶片类胡萝卜素含量分别比

倒“个”形和开心形桃树增加 8.74%和 13.13%,倒“个”形树形和开心形树形桃树的类胡萝卜素含量无显著差异。以上结果说明,不同树形对桃树光合能力的影响较小,但“Y”形桃树叶片更高的类胡萝卜素含量有利于保护桃树免受强光导致的叶片损伤^[19]。

表 2 不同树形对桃树叶片生长指标及光合色素的影响

Table 2 Effects of different tree shapes on leaf growth indexes and photosynthetic pigments of peach trees

树形类型	叶片厚度 (10 ⁻¹ mm)	鲜重 (g)	干重 (g)	含水量 (%)	叶面积 (cm ²)	光合色素含量(μg/g)			
						叶绿素 a	叶绿素 b	类胡萝卜素	总叶绿素
“Y”形	2.12±0.01a	0.75±0.01a	0.22±0.01a	70.41±1.83a	52.60±0.02a	1.81±0.23a	0.54±0.21a	6.72±0.85a	2.35±0.06a
倒“个”形	2.07±0.04a	0.75±0.04a	0.24±0.03a	68.10±4.17a	52.61±0.05a	1.63±0.01a	0.48±0.02a	6.18±0.10b	2.10±0.03a
开心形	2.14±0.03a	0.77±0.04a	0.24±0.02a	68.08±2.39a	53.35±0.01a	1.57±0.08a	0.45±0.02a	5.94±0.26b	2.02±0.10a

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.3 不同树形对桃树果实形态及可溶性固形物含量的影响

不同树形对桃树果实形态指标和可溶性固形物含量的影响如表 3 所示。从表中可以看出,不同树形对桃果实单果重没有显著影响,3 种树形桃果实的单果重为0.19~0.21 kg。开心形桃树的果形指数显著高于“Y”形和倒“个”形树形,说明“Y”形和倒“个”形树形相较开心形树形果实稍圆,而开心形树形果实呈偏长圆形。倒“个”形树形桃果实可溶性固形物含量比“Y”形树形增加 32.50%,差异显著,而开心形树形桃果实可溶性固形物含量与“Y”形和倒“个”形树形桃果实无显著差异。

表 3 不同树形对桃果实指数和可溶性固形物含量的影响

Table 3 Effects of different tree shapes on peach fruit shape index and soluble solids content

树形类型	单果重 (kg)	果形指数	可溶性固形物含量 (%)
“Y”形	0.21±0.04a	0.99±0.02b	11.57±0.87b
倒“个”形	0.19±0.03a	0.97±0.03b	15.33±0.70a
开心形	0.19±0.02a	1.04±0.03a	13.47±1.20ab

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

色泽是桃果实重要的外观品质之一。果实色泽主要与花色苷等物质含量相关,除受基因型影响外,还受到光照、温度等环境要素的调节^[20]。不同树形对桃果实色泽的影响如表 4 所示。从表中可以看出,3 种树形亮度值为54.43~56.72,红色饱和度为19.29~24.23,黄色饱和度为16.95~20.55,色调角为33.39~43.78,色饱和度为26.92~31.57。3 种树

形桃果实亮度值(L^*)、红色饱和度(a^*)、黄色饱和度(b^*)、色饱和度(C)与色调角(h)均无显著性差异,说明不同树形处理对果实的色泽影响不大。

2.4 不同树形对桃果实糖含量、酸含量及产量的影响

不同树形桃果实中共检测出 4 种可溶性糖类物质、3 种酸类物质,其中蔗糖含量最高,山梨醇含量最低(表 5)。3 种树形处理 4 种糖类物质含量和总糖含量均没有显著差异,蔗糖含量为72.23~75.41 g/kg,葡萄糖含量为20.50~21.77 g/kg,果糖含量为20.12~21.42 g/kg,山梨醇含量为0.35~0.56 g/kg,总糖含量为114.03~119.01 g/kg。倒“个”形树形桃果实奎尼酸含量比开心形树形增加 17.65%,而“Y”形树形桃果实奎尼酸含量与倒“个”形和开心型树形桃果实无显著差异。开心形树形桃果实柠檬酸含量分别比“Y”形和倒“个”形树形桃果实增加 56.06%和 41.10%，“Y”形树形桃果实柠檬酸含量与倒“个”形桃果实无显著差异。3 种树形处理对桃果实苹果酸含量和总酸含量无显著影响,苹果酸含量为1.90~2.05 g/kg,总酸含量为4.29~4.61 g/kg。3 种树形处理对桃果实糖酸比无显著影响,糖酸比为24.75~26.83。

不同树形处理对桃树果实产量的影响如表 6 所示。从表中可以看出,不同树形处理对桃树果实数量有显著影响,倒“个”形树形的单棵果实数量比“Y”形树形桃树增加 61.92%,差异显著。开心形树形的桃树果实数量与“Y”形和倒“个”形树形桃树差异均不显著。3 种树形桃树的单棵产量差异不显著,单棵产量为19.64~29.30 kg。

表 4 不同树形对桃果实色泽的影响

Table 4 Effects of different tree shapes on color parameters of peach fruit

树形类型	亮度值(L^*)	红色饱和度(a^*)	黄色饱和度(b^*)	色调角(h)	色饱和度(C)
“Y”形	54.43±2.82a	24.23±1.39a	16.95±0.96a	33.39±3.12a	31.14±20.40a
倒“个”形	54.56±2.16a	23.80±2.55a	20.55±2.08a	40.82±2.40a	31.57±2.98a
开心形	56.72±3.44a	19.29±2.36a	18.39±2.63a	43.78±7.38a	26.92±0.21a

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

表 5 不同树形对桃树果实糖含量和酸含量的影响

Table 5 Effects of different tree shapes on sugar content and acid content of peach fruit

树形类型	蔗糖含量 (g/kg)	葡萄糖含量 (g/kg)	果糖含量 (g/kg)	山梨醇含量 (g/kg)	奎尼酸含量 (g/kg)	苹果酸含量 (g/kg)	柠檬酸含量 (g/kg)	总糖含量 (g/kg)	总酸含量 (g/kg)	糖酸比
“Y”形	73.56±1.27a	20.50±0.26a	20.69±0.24a	0.35±0.02a	1.74±0.08ab	1.90±0.01a	0.66±0.03b	115.10±1.77a	4.29±0.10a	26.83±0.27a
倒“个”形	75.41±1.34a	21.77±0.85a	21.42±1.53a	0.42±0.13a	1.80±0.17a	1.96±0.20a	0.73±0.08b	119.01±3.81a	4.49±0.45a	26.72±2.09a
开心形	72.23±1.48a	21.13±0.69a	20.12±0.60a	0.56±0.10a	1.53±0.03b	2.05±0.05a	1.03±0.03a	114.03±1.65a	4.61±0.07a	24.75±0.69a

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

表 6 不同树形对桃树果实产量的影响

Table 6 Effects of different tree shapes on fruit yield of peach trees

树形类型	果实数量 (个/株)	产量 (kg, 1 株)
“Y”形	93.67±27.52b	19.64±5.77a
倒“个”形	151.67±21.36a	29.30±4.13a
开心形	146.00±17.68ab	27.08±3.28a

同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

3 讨论与结论

桃树的根周、冠幅和枝条比例等指标是影响桃树单株产量的重要因素,常用来评价桃树的长势强弱和生产潜力^[21-23]。树形结构对果树枝类组成和产量有较大影响。本研究结果表明,不同树形长枝数、中长枝数、短枝数、花束状枝数、结果枝数均无显著差异,倒“个”形树形桃树营养枝数显著高于“Y”形和开心形树形桃树。开心形桃树冠径显著大于“Y”形和倒“个”形桃树,这与刘丽等^[12]的研究结果一致。刘珊珊等^[24]研究认为,短枝率和梨树产量成正比,而本研究中短枝率和桃树产量没有直接关联,这可能与果树类型、品种、树龄等不同有关。上述结果说明在相同种植密度条件下开心形树形的桃树土地利用率高,或冠幅较大影响树体通风透光性,增加劳作难度。

叶片是植物光合作用的主要器官,果树树形的改变对叶片形态及生理特征均有显著影响^[25]。张红欢等^[14]研究发现,对向 V 形桃树叶片光能截获率和光合净积累量均高于其他树形。杨勇等^[13]研究发现,大冠

开心形桃树叶片具有更强的光合能力。Gonçalves 等^[26]研究发现,大樱桃低密度冠形的叶片栅栏和海绵组织厚度会有一定增加,进而导致叶片增厚。李桂祥等^[27]研究发现,主干形桃树叶片光合参数和叶绿素荧光参数优于“Y”形和四主枝开心形。张抗萍等^[28]研究认为,开心形树形龙安柚具有更高的叶片厚度、更大的叶面积和更强的光合能力。卢明艳等^[29]研究发现,枣头形树形能提高骏枣树的光合作用,降低蒸腾作用,是适宜高光效栽培的树形。本研究发现,不同树形处理的桃树叶片鲜重、干重、厚度均无差异,而开心形桃树的叶片面积高于“Y”形和倒“个”形桃树,“Y”形桃树的叶片类胡萝卜素含量显著高于倒“个”形和开心形桃树。

果树树形同样是影响果实品质的重要因子^[30]。史昕冉^[31]研究发现,与主干形桃树相比,“Y”形桃树不同冠层果实可溶性固形物含量更高,可滴定酸含量更低。赵俊杰^[32]研究发现,“Y”形桃树果实的可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸与维生素 C 等物质的含量均优于开心形和主干形。本研究结果表明,倒“个”形桃树果实的可溶性固形物含量显著高于“Y”形桃树,不同树形桃树果实蔗糖、葡萄糖、果糖及山梨醇等糖组分的含量均无显著差异,而倒“个”形桃树果实的奎尼酸含量高于开心形桃树,开心形桃树果实的柠檬酸含量显著高于“Y”形和倒“个”形桃树。本研究结果与前人研究结果^[31-32]不一致的原因可能是桃树品种和树龄的差异。此外,本研究结果还表明,不同树形处理对桃果实色泽无显著影响,这与张红欢

等^[14]、王安柱等^[33]的研究结果一致。

综上所述,倒“个”形桃树营养枝数量、果实可溶性固形物含量、奎尼酸含量、单棵果实数量总体上高于“Y”形和开心形桃树,其他指标与“Y”形和开心形桃树无显著差异,且倒“个”形果树更适宜机械化管理^[34],因此,在江苏丘陵地区的桃生产中推荐采用倒“个”形树形。

参考文献:

- [1] 姜武,沈志军,姜卫兵,等.不同季节水蜜桃品种光合生理指标的比较[J].江苏农业学报,2008,24(3):321-330.
- [2] ZHAO M X, SUN W T, LI H X, et al. The effects of the tree structure of zaosu pear on the transport and distribution of photosynthetic assimilates and fruit quality under desert-area conditions [J]. *Agronomy*, 2022, 12(10):2440.
- [3] 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.
- [4] MARTINS T S, MAGALHÃES FILHO J R, CRUZ L P, et al. Light interception and conversion efficiencies and biomass partitioning in sugarcane varieties with varying canopy architecture under subtropical conditions [J]. *Field Crops Research*, 2025, 322: 109724.
- [5] 王宝珠,李洁,何银涛,等.3种树形对苹果幼树内源激素及成花的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2023,43(3):60-67.
- [6] 刘珊珊.不同树形对梨冠层结构、光合特性及果实品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2023.
- [7] 姜晓艳,李俊才,王家珍,等.不同树形对早金酥梨光合特性、树木生长及果实品质的影响[J].江苏农业科学,2022,50(3):163-166.
- [8] 陈泉,徐嵩琳,杨梅,等.不同树形对‘血橙8号’生长和结果的影响[J/OL].分子植物育种[2025-04-03].<https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20230509.1702.014.html>.
- [9] 张国薇,周桂虹,黄大荣,等.不同树形青脆李光合特效及果实品质研究[J].中国南方果树,2023,52(1):140-142.
- [10] 乔白雪.树形对甜樱桃光合特性以及果实品质的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2023.
- [11] 张茵桔,刘小利,李沁.不同树形对软儿梨光合特性、果实品质的影响[J].南方农业,2024,18(1):129-133.
- [12] 刘丽,李秋利,高登涛,等.树形对桃树生长、产量和品质的影响[J].果树学报,2022,39(1):36-46.
- [13] 杨勇,陈成,阎永齐,等.不同树形对桃冠层叶片光合特性的影响[J].江苏农业科学,2023,51(17):158-165.
- [14] 张红欢,杨兴旺,冀晓昊,等.树形对促早栽培桃冠层结构、光合特性及果实品质的影响[J].果树学报,2024,41(3):470-480.
- [15] 牛茹萱,赵秀梅,王晨冰,等.桃不同树形的冠层特征及对果实产量、品质的影响[J].果树学报,2019,36(12):1667-1674.
- [16] 沈志军,马瑞娟,俞明亮,等.桃果实发育过程中主要糖及有机酸含量的变化分析[J].华北农学报,2007,22(6):130-134.
- [17] 夏宁.桃树枝条修剪后分枝特性的定量化模拟与可视化研究[D].北京:中国农业大学,2004.
- [18] 肖龙.丰产桃园树冠结构与冠层参数的研究[D].保定:河北农业大学,2012.
- [19] KIM C K, EOM S H. Light controls in the regulation of carotenoid biosynthesis in leafy vegetables: a review [J]. *Horticulturae*, 2025, 11(2):152.
- [20] 郭天发.桃果皮颜色关键基因 *PpMYB10.1* 的自然等位变异发掘及功能分析[D].阿拉尔:塔里木大学,2021.
- [21] 肖龙,陈海江,邸葆,等.两种桃树树形冠层参数变化及对产量和品质的影响[J].北方园艺,2012(17):20-23.
- [22] 郑先波,李明,谭彬,等.不同生长型桃的叶脉结构与树体结构的差异与关系[J].华北农学报,2017,32(4):195-200.
- [23] GULLO G, MOTISI A, ZAPPÀ R, et al. Rootstock and fruit canopy position affect peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] (cv. Rich May) plant productivity and fruit sensorial and nutritional quality [J]. *Food Chemistry*, 2014, 153:234-242.
- [24] 刘珊珊,令狐田,赵志霞,等.不同树形对砀山酥梨冠层结构、光合特性及果实品质的影响[J].果树资源学报,2022,3(5):41-49.
- [25] 牛良,王志强,刘淑娥,等.不同生长型桃树叶片形态解剖结构及其与营养生长的关系[J].江苏农业学报,2008,24(4):480-484.
- [26] GONÇALVES B, CORREIA C M, SILVA A P, et al. Leaf structure and function of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.) cultivars with open and dense canopies [J]. *Scientia Horticulturae*, 2008, 116(4):381-387.
- [27] 李桂祥,裴佩显,高晓兰,等.桃树不同树形树体结构及叶片光合作用和叶绿素荧光参数比较[J].北方园艺,2023(14):30-35.
- [28] 张抗萍,李荣飞,刘松月,等.不同树形龙安柚冠层特性[J].生态学报,2017,37(24):8456-8466.
- [29] 卢明艳,宋锋惠,史彦江,等.树形对骏枣叶片生理状态及产量和品质的影响[J].西南农业学报,2022,35(12):2794-2800.
- [30] TAN L P, CHEN Z F, YANG Y T, et al. Study on the fruit quality of different canopy and tree shapes of Huangguogan *Citrus* [J]. *E3S Web of Conferences*, 2020, 206:02019.
- [31] 史昕冉.4个桃品种在安阳地区表现及不同树形桃果实品质比较[D].郑州:河南农业大学,2023.
- [32] 赵俊杰.三种树形对桃生理特性及果实品质的影响[D].合肥:安徽农业大学,2017.
- [33] 王安柱,张芳芳,韩明玉,等.主干形桃树对光截获能力和果实产量品质的影响[J].果树学报,2009,26(1):86-89.
- [34] 周贤豹,潘海发,朱军,等.一种桃高光效宜机操作新树形——倒“个”形[J].甘肃农业科技,2022,53(6):93-96.

(责任编辑:石春林)