

王 乾,邵白俊杰,温 玥,等. 不同叶果比对库尔勒香梨果实品质的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(18):182-188.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.18.024

不同叶果比对库尔勒香梨果实品质的影响

王 乾¹,邵白俊杰¹,温 玥¹,郑玲玲¹,张 峰²,田 嘉¹,古丽胡玛尔罕·如则麦提¹

(1.新疆农业大学园艺学院,新疆乌鲁木齐 830052; 2.库尔勒香梨研究中心,新疆库尔勒 841000)

摘要:探究不同叶果比对库尔勒香梨果实品质的影响,以主栽区3个片区库尔勒香梨为试材,通过不同程度疏果增加叶果比,测定成熟期果实品质,并利用隶属函数分析法对不同处理果实品质进行综合评价,筛选出适宜库尔勒香梨的最佳叶果比,以期为库尔勒香梨品质提高和疏果技术的制定提供理论依据。结果表明,在叶果比(20~25):1或(25~30):1时,库尔勒香梨果实纵径、单果重表现较好,园区Ⅱ较对照分别增加21.14%、18.85%、40.41%;果实硬度和果形指数受叶果比影响较小;果实可溶性固形物含量随叶果比增加呈现不同变化规律,其中,园区Ⅰ果实可溶性固形物含量在叶果比(15~20):1、(20~25):1时表现较好,在叶果比(25~30):1时出现略微下降,园区Ⅱ可溶性固形物含量逐渐增加至叶果比(20~25):1后趋于稳定,园区Ⅲ可溶性固形物含量则在叶果比(25~30):1时表现最好,最大增加4.13个百分点;维生素C含量均在叶果比(20~25):1时表现最高水平;可溶性糖含量在叶果比(20~25):1和叶果比(25~30):1时表现最佳,分别增加1.46、3.36个百分点;叶果比增加对可滴定酸含量影响显著,相比于对照最大降低0.065个百分点。通过疏果处理可有效提高果实品质,过低或过高的叶果比均不利于平衡库尔勒香梨的果实发育,且叶果比为(20~25):1时,库尔勒香梨果实品质综合表现最好。

关键词:库尔勒香梨;叶果比;疏果;果实品质;隶属函数法

中图分类号:S661.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)18-0182-07

库尔勒香梨(*Pyrus sinkiangensis* Yü)属蔷薇科梨属新疆梨系统,是新疆特色的优良梨品种。作为新疆农产品类中首批获得“中国驰名商标”的特色林果产品之一,库尔勒香梨具有汁多皮薄、香味浓

郁、肉脆渣细、甘甜爽口、营养价值丰富等特点,深受消费者喜爱,同时也是带动乡村经济,促进农民增收的支柱性产业之一^[1-3]。近些年,随着库尔勒香梨栽培面积不断扩大,树龄老化、果实品质下降问题成为人们关注的焦点,严重降低了香梨经济效益和消费者体验,制约了香梨产业的可持续发展^[4-7]。调查发现,在无自然灾害和人工授粉条件下香梨坐果情况良好,但常因管理水平低下和树体负载不合理,导致自然落果率高和果实品质下降。疏果可以提高果实品质,但目前疏果中关于库尔勒香梨适宜叶果比的报道较少,实际生产上果农多根据经验疏果,叶果比较大和过小均不利于叶片光合作用和果实发育^[8-9];因此,确定库尔勒香梨适宜的

收稿日期:2023-12-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:32160686);新疆维吾尔自治区林业发展补助资金项目(编号:XJLYKJ-2021-13);新疆维吾尔自治区自然科学基金(编号:2022D01A178);新疆维吾尔自治区天山创新团队项目(编号:2023D14015)。

作者简介:王 乾(1998—),男,新疆沙湾人,硕士研究生,主要从事果树生理品质研究。E-mail:1756806887@qq.com。

通信作者:温 玥,博士,副教授,博士生导师,主要从事果树栽培与生理研究。E-mail:wenyue900701@163.com。

[23]刘叶琼,汤伟华,冯英娜,等. 不同温度处理对嫁接西瓜幼苗生长和生理特性的影响[J]. 安徽农业科学,2023,51(21):53-56.

[24]杨志刚,崔世茂,陈之群,等. 灌溉下限与嫁接方式对温室黄瓜根系生长及水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报,2011,30(4):61-64.

[25]王立霞,董玉惠,孙秀东,等. 不同嫁接方式及不同中间砧嫁接对黄瓜果实品质及挥发性风味物质的影响[J]. 植物生理学学报,2019,55(6):867-874.

[26]高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版

社,2006.

[27]吕兆明,王福国,赵艳艳. 不同砧木嫁接对压砂田地膜覆盖西瓜生长发育及产量与品质的影响[J]. 中国瓜菜,2021,34(7):35-38.

[28]陈宗光,高会芳,相玉苗. 小果型西瓜最佳嫁接方法筛选试验[J]. 中国瓜菜,2015,28(1):36-38,48.

[29]马燕萍,赖逸云,应泉盛,等. 不同砧木嫁接对西瓜果实营养品质及瓜氨酸代谢的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(1):151-154.

叶果比是保障其生产过程中优质稳产的关键环节。

光合作用所产生的同化物在“库-源”器官之间的均衡分配是果树丰产优质的保障^[9]。适宜的叶果比不仅有助于果树光合产物的积累和运输,减少树体养分消耗,还能促进内源激素的合成和利用,从而调控叶片的光合效率和果实的生长发育,进而提升果实品质^[10]。对负载较多的植株进行适量疏果增加叶果比,使更多的光合产物转运至果实中,进而提高果实的大小和内在品质^[11]。过高的叶果比会导致“源”过大而抑制光合作用,过低的叶果比则会加剧生殖生长和营养生长的养分竞争,影响果树当年坐果和产量^[12-13]。对结果较少的植株实行保果措施,适度降低叶果比,也能有效提高整体产量和外在品质^[14]。前人对桃和库尔勒香梨的研究发现,在一定的范围内降低负载量(增大叶果比),桃果实品质和库尔勒香梨单果重显著提高^[14-15]。王斯好等研究发现,过低或过高的叶果比会导致猕猴桃一些营养物质含量呈下降趋势^[16]。在柑橘、丰水梨、雪青梨等研究上也呈现出相似的研究结果,即叶果比较小不利于果实发育^[17-19]。实际上,尽管库尔勒香梨栽培区域较为集中,多在库尔勒及其周边区域,但不同果园微气候和树龄差异较大,果实品质也会因园区微气候和树龄不同而表现出明显差异^[20-21]。因此,探究库尔勒香梨在不同区域环境和树龄下最适的叶果比对提升香梨果实品质非常关键。本研究选取库尔勒香梨主栽区 3 个片区香梨树为研究材料,研究 4 种叶果比 [(10~15):1、(15~20):1、(20~25):1、(25~30):1] 对香梨果实外在品质和内在品质的影响,并采用隶属函数分析法综合评价不同叶果比处理下库尔勒香梨的果实品质,旨在筛选出适宜不同片区的最佳叶果比,研究结果可为库尔勒香梨疏果技术的实施提供理论依据,有助于提高库尔勒香梨果实品质 and 经济效益。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于 2021 年和 2022 年 5 月至 9 月在新疆巴音郭楞蒙古自治州进行。选取库尔勒香梨主栽区 3 处果园,分别记为园区 I (阿瓦提乡库尔勒香梨研究中心试验基地)、园区 II (29 团库尔楚园艺场) 和园区 III (沙依东园艺场新疆农业大学梨种质资源圃),供试材料树龄分别为 7、12、18 年,株行距分别

为 2.0 m×4.0 m、2.0 m×4.0 m、2.5 m×4.0 m,树形均为疏散分层形,无病虫害且长势健壮,各果园均为正常水肥管理。

1.2 试验设计

于盛花期后 10~20 d 在 3 个园区进行叶果比调查,每个果园选出生长势基本一致的植株,调查其果数、叶片数,了解试材叶果比区间。在库尔勒香梨果实幼果期,每个园区各处理 5 株,各园区分别选取 20 株试验树,3 个园区随机选取共计 60~70 株,设计 4 种叶果比处理,即 (10~15):1 (S1)、(15~20):1 (S2)、(20~25):1 (S3)、(25~30):1 (S4),以常规管理的叶果比 (5~10):1 作为对照组 (CK)。保证各疏果处理在各设定叶果比区间的前提下在植株东、南、西、北各方向进行不同程度的疏果,同时疏除不健康的叶片,并挂牌标记。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 测定指标 于库尔勒香梨果实成熟期进行样品采集,在每个果园各处理植株东、西、南、北各方向采集 4 个果实,每个处理采集 240 个果实,共采集 720 个果实,带回实验室进行果实品质的测定。测定指标分别为单果重、果实纵横径、可溶性固形物含量、果实硬度、可溶性糖含量、可滴定酸含量和维生素 C 含量。各指标重复测定 3 次。

1.3.2 测定方法 (1) 单果重:采用电子天平 (0.01 g/0.1 g 宝丽隆珠宝秤) 称重;

(2) 果实硬度:采用果实硬度计 (GY-4 数显) 测定;

(3) 果实纵横径:采用游标卡尺 (0.01 mm 美耐特数显卡尺) 测定;

(4) 可溶性固形物含量:采用折光仪 (WYT-J 手持 0~32%) 测定。

(5) 可溶性糖含量:采用蒽酮比色法^[22]测定。

(6) 可滴定酸含量:采用 NaOH 滴定法^[22]测定。

(7) 维生素 C 含量:采用 2,6-二氯酚靛酚钠法^[22]测定。

1.4 数据处理与分析

数据整理、计算采用 Microsoft Excel 2020 软件,作图采用 Origin 2022 软件。采用 SPSS 20.0 对各指标进行单因素方差分析,若差异显著 ($P < 0.05$),则采用 Duncan's 法进行多重比较。采用 Person 相关系数法进行各指标的相关性分析,衡量多个变量因素的相关密切程度,而后应用模糊数学中的隶属函数数值法对所有数据进行转化,重新排序后对不同处

理的果实品质进行比较^[20]。隶属函数值计算公式： $Z_{ij} = (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$ ，如果为负相关，则用反隶属函数进行转换，计算公式为： $Z_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$ ，其中： Z_{ij} 表示*i*品种*j*指标的隶属函数值； X_{ij} 表示*i*品种*j*指标的测定值； X_{imax} 和 X_{imin} 分别表示各品种指标的最大和最小测定值。先计算各指标隶属函数值，再对所有指标计算平均值，值越大，品质越好，反之则越差。

2 结果与分析

2.1 不同叶果比对库尔勒香梨外观品质的影响

2.1.1 果实纵径与横径 不同叶果比处理对库尔勒香梨纵径和横径影响显著。随叶果比增加，库尔勒香梨果实纵径和横径表现出逐渐增大的趋势，园区 I 果实纵横径均在 S3 处理时表现出最大，分别由 CK 时的 62.11 mm 和 51.71 mm 增加至 S3 处理的 70.91 mm 和 60.62 mm；园区 II 纵径同样在 S3 处理时最大，达 76.80 mm，横径则在 S4 处理时最大 (62.13 mm)；园区 III 果实纵横径与园区 I、II 表现不同，均在 S4 处理时最大，分别为 69.89、60.52 mm。

2.1.2 单果重 库尔勒香梨单果重受叶果比影响较大，由表 1 可知，均表现出显著差异 ($P < 0.05$)。3 个园区库尔勒香梨单果重随叶果比增大呈增加趋势，CK 时园区 I 果实单果重表现最好 (110.88 g)，园区 III 单果重最小 (100.81 g)；S3 处理时，园区 II 单果重达最佳，为 150.57 g，较对照 (107.23 g) 增加 40.42%。园区 I、II、III 在不同叶果比处理下果实单果重呈现不同的变化规律，园区 I、II 随叶果比增大，单果重先增加后趋于稳定，园区 III 单果重则逐渐增加，在 S4 处理时达最大，相比于对照 (100.81 g) 增加 30.27%。与园区 I 和 III 相比，园区 II 果实单果重更大。

2.1.3 果实硬度与果形指数 由表 1 可知，库尔勒香梨果形指数受叶果比影响不大，各园区均无显著差异。叶果比变化对硬度影响较小，园区 I 和 II 的果实硬度随叶果比增大无明显变化，但园区 III 的果实硬度出现显著差异 ($P < 0.05$)，在 S4 处理时表现出下降，为 7.53 kg/cm²，相应对照 (8.96 kg/cm²) 下降了 15.96%。

表 1 不同叶果比处理下库尔勒香梨果实外观品质指标

园区	叶果比	纵径 (mm)	横径 (mm)	果形指数	单果重 (g)	硬度 (kg/cm ²)
I	CK	62.11 ± 1.61c	51.71 ± 2.63d	1.20 ± 0.05a	110.88 ± 7.33d	8.51 ± 0.38a
	S1	66.17 ± 0.66b	56.32 ± 1.52d	1.18 ± 0.03a	118.11 ± 5.38c	8.16 ± 0.43a
	S2	69.18 ± 1.25a	57.99 ± 2.14bc	1.19 ± 0.04a	126.13 ± 3.41b	8.39 ± 0.62a
	S3	70.91 ± 2.21a	60.62 ± 1.65a	1.17 ± 0.03a	133.11 ± 6.20a	8.24 ± 0.32a
	S4	70.62 ± 0.76a	59.20 ± 1.85ab	1.19 ± 0.03a	131.73 ± 7.01a	8.26 ± 0.51a
II	CK	63.40 ± 2.11c	53.74 ± 3.17b	1.18 ± 0.03a	107.23 ± 3.31d	8.46 ± 0.51a
	S1	69.74 ± 2.89b	55.84 ± 0.44b	1.24 ± 0.04a	122.60 ± 3.75c	7.93 ± 0.26a
	S2	72.94 ± 0.45b	59.43 ± 3.15a	1.23 ± 0.17a	139.27 ± 1.72b	7.84 ± 0.27a
	S3	76.80 ± 1.44a	61.52 ± 2.01a	1.25 ± 0.04a	150.57 ± 8.97a	7.70 ± 0.40a
	S4	74.10 ± 1.69ab	62.13 ± 1.57a	1.19 ± 0.02a	146.86 ± 6.67ab	7.40 ± 0.53a
III	CK	59.16 ± 1.28d	50.92 ± 1.03c	1.16 ± 0.03a	100.81 ± 2.70d	8.96 ± 0.50a
	S1	62.62 ± 1.19c	52.87 ± 1.33c	1.19 ± 0.02a	111.66 ± 4.51c	8.60 ± 0.60a
	S2	67.21 ± 0.69b	54.39 ± 0.60bc	1.23 ± 0.04a	114.99 ± 1.60bc	8.80 ± 0.36a
	S3	68.09 ± 2.22a	56.29 ± 1.06b	1.21 ± 0.02a	124.11 ± 5.28b	7.90 ± 0.26ab
	S4	69.89 ± 0.72a	60.52 ± 2.24a	1.15 ± 0.04a	131.33 ± 4.50a	7.53 ± 0.46b

注：表中各园区数据后不同小写字母表示数据间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

2.2 不同叶果比对库尔勒香梨果实内在品质的影响

2.2.1 可溶性固形物含量和维生素 C 含量 由图 1 可知，库尔勒香梨果实可溶性固形物含量随叶果比的增大逐渐升高，存在显著差异 ($P < 0.05$)。不

同叶果比处理下各园区果实可溶性固形物含量呈现不同变化规律：CK 时，园区 II 果实可溶性固形物含量较其他 2 个园区高；S2 处理时，园区 I 果实可溶性固形物含量出现明显增高 (10.93%)，相应对照 (9.27%) 增加 1.66 百分点；S3 处理时，园区 I 和

Ⅱ果实可溶性固形物含量达Ⅰ和Ⅱ园区最高水平,分别为 11.25% 和 12.75%, 相比于各园对照 (9.27% 和 10.32%) 分别增加 1.98、2.43 百分点; S4 处理时, 园区Ⅲ果实可溶性固形物含量达 3 个园区最大值, 为 14.03%, 较对照 (9.90%) 增加 4.13 百分点。

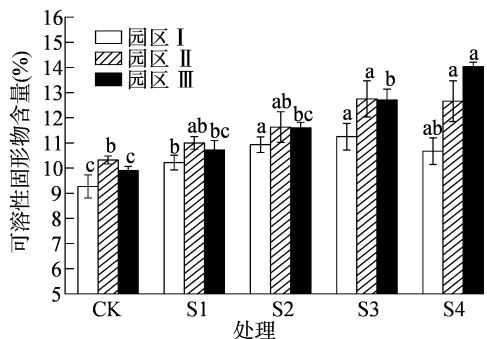


图1 不同叶果比处理对3个园区果实可溶性固形物含量的影响

由图2可知,随叶果比增大,3个园区果实维生素C含量逐渐提高而后略微下降,叶果比增加显著提高了库尔勒香梨维生素C含量 ($P < 0.05$), 并均以 S3 处理效果最佳, 此时, 3 个园区维生素 C 含量分别为 3.38、3.51、3.62 mg/100 g, 相比于各对照 (1.89、2.13、1.83 mg/100 g) 分别显著增加 78.83%、64.78% 和 97.81% ($P < 0.05$)。

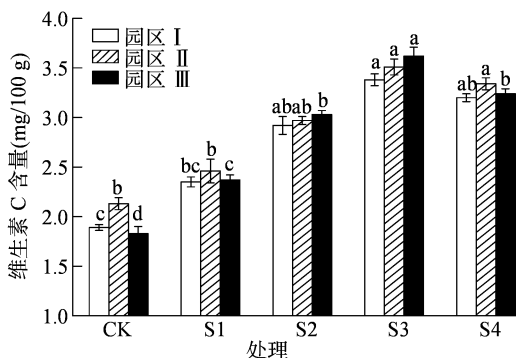


图2 不同叶果比处理对3个园区果实维生素C含量的影响

2.2.2 可溶性糖含量和可滴定酸含量 由图3可知,库尔勒香梨可溶性糖含量随着叶果比的增大而提高,后趋于稳定,且3个园区均以 S3、S4 处理效果最为明显,存在显著性差异 ($P < 0.05$)。CK 时,园区Ⅱ果实可溶性糖含量水平更高,达 12.11%, 明显高于园区Ⅰ和Ⅲ (10.29% 和 9.25%), 营养物质积累更多。园区Ⅰ果实可溶性糖含量由 CK 的 10.29% 增加至 S3 的 13.45%, 增加 3.16 百分点; 园区Ⅱ由 CK 的 12.11% 增加至 S3 的 13.72%, 增加

1.61 百分点; 园区Ⅲ由 CK 的 9.25% 增加至 S3 的 12.82%, 增加 3.57 百分点。

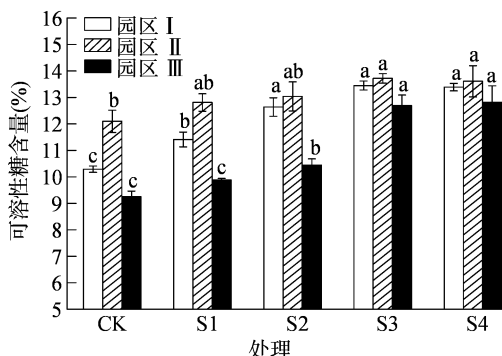


图3 不同叶果比处理对3个园区果实可溶性糖含量的影响

由图4可知,果实可滴定酸含量受叶果比影响较大,随叶果比增大明显降低。CK 时,果实可滴定酸含量表现为园区Ⅰ (0.087%) > 园区Ⅱ (0.067%) > 园区Ⅲ (0.062%)。园区Ⅰ果实可滴定酸含量由疏果前最高初始水平 0.087%, 经疏果处理后,在 S4 处理降为 0.022%, 降低 0.065 百分点; 园区Ⅱ由 CK 的 0.067% 降低至 S3 处理的 0.025%; 园区Ⅲ由 CK 的 0.062% 降低至 S3 处理的 0.023%。

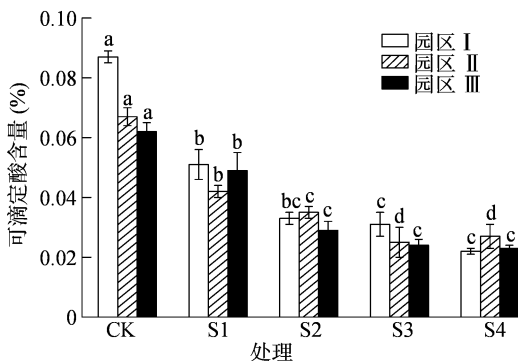


图4 不同叶果比处理对3个园区果实可滴定酸含量的影响

2.3 库尔勒香梨果实品质相关性分析

由表2可知,果实纵径与果实横径、果形指数、单果重、可溶性固形物含量、维生素C含量、可溶性糖含量呈极显著正相关 (0.933**、0.683**、0.984**、0.650**、0.781**、0.906**) ($P < 0.01$), 与果实硬度和可滴定酸含量呈极显著负相关 (-0.815** 和 -0.679**) ($P < 0.01$); 表明果实纵径越大,其果形指数、单果重、可溶性固形物含量、维生素C含量、可溶性糖含量表现越好,硬度和可滴定酸含量越低。果实横径与单果重、维生素C含量、可溶性糖含量呈极显著正相关 (0.950**、0.741**、0.879**) ($P < 0.01$), 与可溶性固形物含

量为显著正相关(0.628^{*})($P < 0.05$),与硬度和可滴定酸含量呈极显著负相关和显著负相关(-0.812^{**}和-0.630^{*})($P < 0.01$; $P < 0.05$)。果形指数与单果重呈显著正相关(0.629^{*})($P < 0.05$)。单果重与果实可溶性固形物含量、维生素 C 含量、可溶性糖含量之间均呈极显著正相关(0.690^{**}、0.807^{**}、0.865^{**})($P < 0.01$),说明果实越大,营养物质含量越多;与硬度和可滴定酸含量均呈极显著负相关(-0.817^{**}、-0.711^{**})($P < 0.01$);硬度与可溶性固形物和可溶性糖含量均呈极显著负相关(-0.738^{**}、-0.763^{**})($P <$

0.01),与维生素 C 含量呈显著负相关,表明果实越硬,营养物质含量越少;可溶性固形物含量与维生素 C、可溶性糖含量呈极显著和显著正相关(0.803^{**}、0.548^{*})($P < 0.01$; $P < 0.05$),与可滴定酸含量呈极显著负相关(-0.809^{**})($P < 0.01$);维生素 C 含量和可滴定酸含量与可溶性糖含量呈极显著负相关和极显著正相关(-0.935^{**}、0.700^{*})($P < 0.01$; $P < 0.05$)。可滴定酸含量与可溶性糖含量为显著负相关(-0.632^{*})($P < 0.05$)。由此可见,不同叶果比处理下库尔勒香梨果实品质指标之间联系较为密切,且存在不同程度的相关性。

表 2 库尔勒香梨果实品质指标的相关分析

指标	相关系数								
	纵径	横径	果形指数	单果重	硬度	可溶性固形物含量	维生素 C 含量	可滴定酸含量	可溶性糖含量
纵径	1.000								
横径	0.933 ^{**}	1.000							
果形指数	0.683 ^{**}	0.436	1.000						
单果重	0.984 ^{**}	0.950 ^{**}	0.629 [*]	1.000					
硬度	-0.815 ^{**}	-0.812 ^{**}	-0.449	-0.817 ^{**}	1.000				
可溶性固形物含量	0.650 ^{**}	0.628 [*]	0.363	0.690 ^{**}	-0.738 ^{**}	1.000			
维生素 C 含量	0.781 ^{**}	0.741 ^{**}	0.447	0.807 ^{**}	-0.614 [*]	0.803 ^{**}	1.000		
可滴定酸含量	-0.679 ^{**}	-0.630 [*]	-0.398	-0.711 ^{**}	0.492	-0.809 ^{**}	-0.935 ^{**}	1.000	
可溶性糖含量	0.906 ^{**}	0.879 ^{**}	0.507	0.865 ^{**}	-0.763 ^{**}	0.548 [*]	0.700 ^{**}	-0.632 [*]	1.000

注:数据后标*、**分别表示显著($P < 0.05$)和极显著($P < 0.01$)相关。

2.4 不同叶果比处理的效果评价

对 3 个园区不同叶果比处理下,各个指标用隶属函数法进行了综合评价。由表 3 可知,不同叶果比各指标的隶属函数值从大到小依次为 $S3 > S4 >$

$CK > S1 = S2$,说明虽在栽植园区和树龄有所差异的影响下,依然是(20~25):1的叶果比处理下库尔勒香梨果实品质综合表现最佳。

表 3 不同园区库尔勒香梨果实品质指标的隶属函数分析

处理	隶属函数值									平均隶属函数值	排序
	纵径	横径	果形指数	单果重	硬度	可溶性固形物含量	可滴定酸含量	维生素 C 含量	可溶性糖含量		
CK	0.56	0.42	0.45	0.54	0.63	0.53	0.60	0.40	0.45	0.50	3
S1	0.50	0.62	0.36	0.53	0.55	0.55	0.45	0.36	0.51	0.49	4
S2	0.50	0.36	0.34	0.49	0.48	0.66	0.50	0.46	0.62	0.49	4
S3	0.44	0.61	0.44	0.48	0.51	0.75	0.57	0.50	0.58	0.54	1
S4	0.39	0.49	0.65	0.34	0.62	0.53	0.60	0.43	0.57	0.51	2

3 讨论

果树管理中适宜的叶果比非常重要,叶果比的高低决定了光合产物的合理分配,合理的叶果比不仅可以保证当年果实生长所需的营养水准,还能为

翌年果树的开花结果贮备充足的养分^[23-24]。研究发现,随着叶果比增大,各园区库尔勒香梨果实纵径、单果重均呈现增大趋势,但在一定范围后趋于稳定。园区 I 和园区 II 果实的纵径和单果重在叶果比(20~25):1后表现出不再增大反而略微下

降,这与凯特芒果果实重随着叶果比的增大表现出先增大而后减小趋势的研究结果^[25]类似,因此推测叶果比过低和过高均不利于香梨果实增大。这与雪青梨和黄花梨的研究结果不同,这 2 种果实品质最好时为叶果比(25~30):1 时;另有砀山酥疏果建议叶果比为 30:1,也与本研究结果略有区别,推测原因可能是香梨属于中小果,而雪青和砀山酥较库尔勒香梨大,平均单果重为 230~400 g,需要更大的库源提供光合产物^[15,26-27]。3 个园区果实硬度和果形指数受叶果比变化影响较小,仅有园区Ⅲ果实硬度在 S4 处理时表现下降,这与红富士盛果期随着叶果比的减小硬度无显著变化的结果^[28]相似,推测硬度可能是受果树年龄影响,香梨果形指数无变化是因为和苹果果形本不相同,由果树品种决定。

在柑桔、苹果、葡萄和桃等其他果实中的试验结果表明,适度提高叶果比能够有效提高果实的内在品质^[29-31]。本研究结果表明,随着叶果比的增加,果实可溶性固形物含量、维生素 C、含糖量整体呈上升趋势,营养物质含量显著提高,与前人的研究结果一致,推测是由于改变了香梨“库”的大小,促进了叶片制造同化物的转运,调节了果树生殖生长和营养生长间的平衡关系^[32];但叶果比到达(25~30):1 时,园区Ⅱ和Ⅲ果实固形物、可溶性糖、可滴定酸含量也有降低或增加的表现,可能是营养生长竞争养分增加导致的,这和薛晓敏等的研究结果^[33-34]一致。本试验同一园区疏果处理叶果比(20~25):1 和叶果比(25~30):1 果实品质接近,均显著优于对照,因此说明库尔勒香梨果实综合品质并不是随叶果比的增加而增加,某些指标在一定范围后会趋于稳定或有所下降,这可能是叶果比过大促进枝梢的大量生长与果实竞争光合产物,导致果实内含物积累量减少、品质下降,因此推测,在一定范围内增大叶果比能有效提升品质,过量疏果反而可能导致增强树势以致果实品质的下降。所以在生产中达到源库平衡,才有利于果实树优质、高产^[35-37]。

3 个园区在树龄和生长环境有差异的情况下,CK~S4 处理:园区Ⅱ果实品质整体水平优于园区Ⅰ、Ⅲ,考虑可能是随着树龄增加(7、12、18 年),园区Ⅲ的根系逐渐老化,园区Ⅱ的根系生长完善,更健壮,树体吸收养分的能力更充分,更有助于叶片的生长与光合作用和光合产物积累^[38]。园区Ⅰ和Ⅱ在 S3 处理下果实品质表现最好,园区Ⅲ果实在

S4 处理时才表现最佳,3 个园区规律不同。因此,用隶属函数重新排列数据后进行排名分析,果实品质综合指标排序表明,在 S3 处理时最优,进一步验证了各处理的优劣程度。最终得出 3 个园区不同疏果处理下果实综合排名出现对照比 S1、S2 2 种叶果比处理下果实品质排名靠前的现象,推测可能是受到园区小气候干扰或树体本身的原因。结合各园不同叶果比处理对果实品质的影响,在本试验中采用叶果比(20~30):1 处理下 3 个园区库尔勒香梨品质最好。这和前人对库尔勒香梨花果管理的研究结果^[39]大致相同。隶属函数分析和相关性分析结合可提供一条在多指标测定基础上对所有供试材料各项指标关系进行综合评价的途径,重新计算排列数据,是精确量与模糊量转化的桥梁。对供试材料进行评价时,更能全面地揭示供试材料的品质表现,提高鉴定的准确性。本试验若是增加更多不同园区、树龄和树形的样本,预计得到的库尔勒香梨品质综合评价结果会更准确。在今后的研究中应完善试验设计,进一步完善疏果技术,为提高库尔勒香梨品质提供理论依据。

4 结论

综上所述,不同叶果比处理在不同园区均可促进库尔勒香梨叶片同化物的分配,提高库尔勒香梨果实品质。在叶果比为(20~25):1 时,3 个园区库尔勒香梨果实品质综合表现最佳,当园区存在多种树龄香梨植株时,采用叶果比(20~25):1,当树龄在 18 年或以上时,可进一步降低负载,增大叶果比至(25~30):1,可使果实品质较好。

参考文献:

- [1]郭航,张瑞,王智,等. 库尔勒香梨果实生育期品质变化规律[J]. 新疆农业科学,2022,59(2):377-384.
- [2]赵丹,琚艳君,马雪,等. 新疆库尔勒香梨品质分析与评价[J]. 食品安全质量检测学报,2022,13(20):6637-6644.
- [3]张岩,尹航,徐玄. 库尔勒香梨育种相关研究进展综述[J]. 农业开发与装备,2022(8):138-140.
- [4]张子钊. 库尔勒香梨产业发展现状及建议[J]. 合作经济与科技,2023(5):30-32.
- [5]吴忠华,李世强,赵长忠. 库尔勒香梨果实品质的下降原因及提高措施[J]. 山西果树,2009(4):32-34.
- [6]刘晓羽. 延边苹果梨和库尔勒香梨发展现状调研报告[D]. 延吉:延边大学,2019:6-19.
- [7]魏朝晖,陈继红,张丽. 新疆库尔勒香梨果品质量存在的问题及对策[J]. 现代农业科技,2018(14):105.

- [8]方金豹,田莉莉,陈锦永,等. 猕猴桃源库关系的变化对果实特性的影响[J]. 园艺学报,2002,29(2):113-118.
- [9]朱振家,姜成英,史艳虎,等. 库源比改变对油橄榄产量及源叶光合作用的调节[J]. 中国农业科学,2015,48(3):546-554.
- [10]程杰山,王利军,蒋爱丽,等. 果树库源关系改变对源叶光合作用的影响机制研究进展[J]. 中国农学通报,2014,30(19):75-80.
- [11]彭丽丽,姜卫兵,韩健. 源库关系变化对果树产量及果实品质的影响[J]. 经济林研究,2012,30(3):134-140.
- [12]Ke W J, Li Y R, Zhong F R, et al. Relatively high light inhibits reserves degradation in the *Coptis chinensis* rhizome during the leaf expansion by changing the source-sink relationship[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14:1225895.
- [13]陈虹,孙守霞,张述斌,等. 叶果比对‘新新2’号核桃叶片光合特征的影响[J]. 分子植物育种,2024,22(16):5444-5451.
- [14]王晓俊,张斌斌,马瑞娟,等. 负载量对桃叶片光合特性及果实品质的影响[J]. 果树学报,2022,39(6):1004-1016.
- [15]李新海. 不同叶果比对香梨果实生长发育的影响[J]. 新疆农垦科技,2008,31(4):27-28.
- [16]王斯好,金玲莉,陈东元,等. 不同叶果比对金艳猕猴桃光合特性和果实品质的影响[J]. 江西农业学报,2022,34(9):38-41,47.
- [17]王鹏,金龙飞,黄贝,等. 不同叶果比对设施红美人杂柑光合特性和果实品质的影响[J]. 果树学报,2022,39(10):1857-1863.
- [18]伍涛,陶书田,张虎平,等. 疏果对梨果实糖积累及叶片光合特性的影响[J]. 园艺学报,2011,38(11):2041-2048.
- [19]徐濛. 不同叶果比对雪青梨果实品质及叶片特性的影响[D]. 保定:河北农业大学,2015:8-24.
- [20]丁长伟,张伟,赵丹,等. 不同产地库尔勒香梨生育期果实品质变化规律及综合评价[J]. 食品安全质量检测学报,2022,13(18):6032-6041.
- [21]孙桂丽,玉苏甫·阿不力提甫,徐敏,等. 树形及树龄对‘库尔勒香梨’光合特征及果实品质的影响[J]. 北方园艺,2014(16):4-8.
- [22]曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007:20-32.
- [23]刘丽,石彩云,魏志峰,等. 负载量水平对矮化自根砧富士苹果生长发育和果实品质的影响[J]. 果树学报,2022,39(6):982-991.
- [24]Kumarihami H M P C, Park H G, Kim S M, et al. Flower and leaf bud density manipulation affects fruit set, leaf-to-fruit ratio, and yield in southern highbush ‘Misty’ blueberry [J]. *Scientia Horticulturae*, 2021, 290:110530.
- [25]杜邦,李贵利,周文静,等. 凯特芒果不同叶果比对果实品质和营养元素含量的影响[J]. 广东农业科学,2011,38(24):29-30,35.
- [26]冉辛拓,张新生. 不同负载量对苹果光合速率及干物质生产的影响[J]. 华北农学报,2003,18(增刊1):131-132.
- [27]陈加红,魏晓清. 砀山酥梨提质增效的技术措施[J]. 果农之友,2018(3):13-15.
- [28]薛晓敏,陈鸿飞,王金政,等. 盛果期红富士苹果适宜负载量的研究[J]. 江西农业学报,2012,24(9):31-34.
- [29]常馨月. 杨凌引进葡萄品种性状调查及负载量分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2018:12-15.
- [30]Liu C, Li D X, Huang X B, et al. Manual thinning increases fruit size and sugar content of *Citrus reticulata* Blanco and affects hormone synthesis and sugar transporter activity [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2022, 21(3):725-735.
- [31]孙霄,单守明,许亚丽,等. 不同叶果比处理对“品丽珠”葡萄果实品质指标的影响[J]. 北方园艺,2019(8):53-58.
- [32]朱任谷. 黄花梨优质高产栽培技术要点[J]. 浙江柑桔,1996,13(2):40-41.
- [33]薛晓敏,王金政,聂佩显,等. 结果初期矮化中间砧苹果适宜负载量研究[J]. 北方农业学报,2017,45(4):100-104.
- [34]朱世新,庞占荣. 朝阳地区国光苹果稀果适宜叶果比试验[J]. 北方果树,1987(1):13-14.
- [35]李隆华,黄治远,李骏,等. 橘橙7号叶果比试验初报[J]. 西南园艺,2002(4):23.
- [36]孙琳琳,王新建,王建宇,等. 叶果比对灰枣果实品质的影响[J]. 中国园艺文摘,2016,32(5):5-9,37.
- [37]李调莲. 果树疏花疏果管理技术[J]. 北方园艺,2010(12):67.
- [38]陈继富. 疏花疏果量对黄金梨生长结果的影响[J]. 北方园艺,2009(7):102-103.
- [39]张峰. 库尔勒香梨提质增效管理措施[J]. 果树资源学报,2021,2(2):56-57.