

不同品种大樱桃果实品质的评价

包九零 乔光 刘沛宇 陈楠 文晓鹏

贵州大学生命科学学院/贵州大学农业生物工程研究院/
山地植物资源保护与种质创新省部共建教育部重点实验室, 贵阳 550025

摘要 以贵州省威宁地区种植的5个大樱桃品种为试材,探讨品种间果实外观及内质指标的差异显著性,并对品质进行综合评价,旨在为大樱桃引种栽培提供参考。结果表明:不同品种间单果质量、可溶性固形物、可溶性糖、糖酸比等12项果实品质指标差异显著。单果质量与可溶性固形物、可溶性糖、糖酸比及固酸比,可溶性固形物与横径,固酸比与糖酸比、可溶性糖,呈显著相关性;12项指标反映的品质可用3个主成分来表示,累计贡献率达93.55%,第1主成分在综合品质评价上起关键作用,5个大樱桃品种中布鲁克斯和斯帕克里综合品质较优,桑提娜属中等,黑珍珠和艳阳较差。

关键词 大樱桃;果实品质;主成分分析

中图分类号 S 662.5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2016)03-0012-05

大樱桃(*Prunus avium* Linn.),又名欧洲甜樱桃和西洋樱桃,属蔷薇科李亚科李属樱亚属(*Subgenus cerasus*),其果大、色泽鲜艳、酸甜可口、营养丰富、成熟早。我国从1870年相继引入不同的品种,在环渤海湾区、陇海铁路东段沿线区大面积种植^[1-2]。近年来,也在西南高海拔地区栽培。

果实品质是决定其市场竞争力的关键,品质评价是良种选择和果品选优的重要依据,也影响其品质区划^[3]。果实品质评价包含外观指标和内在品质指标,主成分分析能较全面揭示果实品质,已广泛用于梨^[4]、橙^[5]、猕猴桃^[6]、橘^[7]等果树的分类及果实品质综合评价。迄今为止,尚未用于大樱桃果实品质的评价。本研究以贵州省威宁地区种植的5个大樱桃品种为试材,对12个果实品质指标进行测定,分析各指标间的相关性,并采用主成分分析法对果实品质进行综合评价,旨在为贵州西部地区大樱桃品种的筛选及区划提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试样品采自贵州省威宁县黑石大樱桃示范园,品种为桑提娜、布鲁克斯、斯帕克里、艳阳和黑珍

珠,树龄为4年生;树形为纺锤形,行距3.0 m × 4.0 m,土壤肥力水平中等,基肥施腐熟的有机肥25 kg/株,花期施复合肥1.5 kg/株。供试样品根据不同品种成熟期,于2014年5月中旬进行分批采集,样品果实成熟度均在十成熟(果皮颜色为鲜红色或紫红色)。果实取样方法参照蔡宇良等^[8]测定大樱桃果实内含物取样法,采用单株小区,重复3次,每个品种每株随机采集30个无病虫害、无机械损伤的外围果实,带回实验室-80℃冰箱冻存;测试样品用刀片切取与果实缝合线处和另一侧相对部位垂直的果肉。

1.2 测定方法

单果质量采用电子天平测定;果柄长、果实纵径和横径采用游标卡尺测定;果实可溶性固形物(SSC)、维生素C(Vc)采用手持折光仪和2,6-二氯酚靛酚滴定法测定^[8];果实可滴定酸(TA)和可溶性糖(SS)采用酸碱中和滴定法和蒽酮比色法测定^[9];果实可溶性蛋白(SP)采用考马斯亮蓝G-250染色法测定^[10]。

1.3 数据统计

采用Excel 2007进行各指标的显著检验,用SPSS 19.0软件通过Duncan's新复极差法作多重

收稿日期:2015-11-10

基金项目:贵州省农业科技攻关项目(黔科合字NY20103033);贵州省农委专项

包九零,硕士研究生。研究方向:果树生物技术与次生物质代谢。E-mail: 15186618829@163.com

通信作者:文晓鹏,博士,教授。研究方向:果树生物技术与遗传育种。E-mail: xpwensc@hotmail.com

比较,分析品种间的品质差异和各指标间的相关性,并进行主成分分析。以各主成分的贡献率为权重,据此计算出各品种的综合评价 F ,根据 F 值对大樱桃的果实品质进行综合评价^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同品种果实的外观指标

果实的外观指标测定结果见表 1,斯帕克里的果实最大,单果质量为 6.54 g,纵、横径分别为 2.01、

2.23 cm;艳阳的果柄最长,达 3.18 cm;黑珍珠的果形指数最大,为 1.11 cm。差异显著性分析表明,斯帕克里与布鲁克斯的单果质量和横径差异不显著,但分别与桑提娜、艳阳和黑珍珠差异显著;果柄长、纵径和果形指数在各品种间存在显著差异。从果实形状和色泽来看,布鲁克斯和斯帕克里果实形状分别为扁圆形和圆形,成熟时果实为鲜红色;桑提娜、艳阳和黑珍珠果实形状为心形渐过渡到宽心形,且色泽相似。

表 1 大樱桃不同品种果实外观指标

Table 1 The external indices of different sweet cherry cultivars

品种 Varieties	单果质量/g Fruit weight	果柄长/cm Length of fruit stalk	纵径/cm Fruit length	横径/cm Fruit diameter	果形指数 Fruit shape index	果实形状 Fruit shape	果实色泽 Fruit colour
桑提娜 Santina	5.35±1.23b	2.72±0.33b	1.93±0.18abc	1.97±0.19c	0.99±0.12b	心形至宽心形 Heart to heart wide	紫红色 Violet red
布鲁克斯 Brooks	6.49±1.40 a	2.10±0.18c	1.89±0.13c	2.18±0.16a	0.87±0.07c	扁圆形 Flat round	鲜红色 Bright red
斯帕克里 Spar kerry	6.54±0.99a	1.77±0.24e	2.01±0.09a	2.23±0.11a	0.90±0.06c	圆形 Round	鲜红色 Bright red
艳阳 Yanyang	5.11±1.13b	3.18±0.32a	2.00±0.19ab	2.07±0.19b	0.96±0.03b	心形至宽心形 Heart to heart wide	紫红色 Violet red
黑珍珠 Black pearl	5.39±1.27b	1.94±0.30c	1.92±0.15bc	1.73±0.17d	1.11±0.05a	心形至宽心形 Heart to heart wide	紫红色 Violet red

注:表中同列数字后不同英文字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。Note: Values within the same column follow by the different letters indicate significant difference at $P<0.05$.The same as below.

2.2 不同品种果实的内质指标

维生素 C、可溶性固形物、可溶性糖等内在品质指标在不同品种间表现为不同程度的显著差异(表 2)。5 个樱桃品种果实维生素 C 含量在 8.28~10.62 mg/100 g 之间,桑提娜含量最高;可溶性固形物含量在 12.97%~15.57%之间差异显著,斯帕克里含量最高,为 15.57%,其次是布鲁克斯、艳阳和桑提娜,最后是黑珍珠;斯帕克里和布鲁克斯的可溶性

糖含量较高,分别为 10.63%和 10.57%,与其他品种差异显著;可滴定酸含量在 0.46%~0.55%之间差异显著,其中布鲁克斯含酸量最低;糖酸比和固酸比分别在 12.30~23.11 和 20.48~32.56,布鲁克斯和斯帕克里糖酸比、固酸比最高,分别为 23.11 和 32.56、20.25 和 29.67。综合比较各品种,桑提娜在维生素 C 方面表现较优;布鲁克斯和斯帕克里的可溶性固形物和可溶性糖含量高,可滴定酸含量低,糖

表 2 大樱桃不同品种内在品质指标

Table 2 The internal quality parameters of different sweet cherry cultivars

品种 Varieties	维生素 C/(mg/100 g) Vitamin C	可溶性固形物/% SSC	可溶性糖/% SS	可滴定酸/% TA	糖酸比 SS/TA	固酸比 SSC/TA	可溶性蛋白/ (mg/g) SP
桑提娜 Santina	10.62±0.20a	13.73±1.20cd	9.42±0.45c	0.55±0.02b	17.22±0.88c	24.72±0.96c	4.23±0.24a
布鲁克斯 Brooks	8.28±0.20d	14.87±2.05ab	10.57±0.08a	0.46±0.02c	23.11±0.88a	32.56±2.94a	3.94±0.66ab
斯帕克里 Spar kerry	10.29±0.07b	15.57±1.42a	10.63±0.14a	0.52±0.03b	20.27±0.82b	29.67±0.47b	3.47±0.15c
艳阳 Yanyang	9.82±0.04c	14.09±1.19bc	8.49±0.17d	0.69±0.01a	12.30±0.33d	20.48±3.75d	3.34±0.27c
黑珍珠 Black Pearl	8.31±0.08d	12.97±2.26d	10.19±0.11b	0.52±0.02b	18.43±2.01bc	23.28±2.65c	3.70±0.58bc

酸比和固酸比比值大,口感较好。

2.3 果实指标的相关性分析

大樱桃果实的 12 个内质指标间存在不同的相

关性(表 3)。单果质量与固酸比呈极显著正相关($P<0.01$),与可溶性糖、糖酸比和可溶性固形物分别呈显著正相关($P<0.05$);可溶性固形物与横径

表 3 大樱桃果实品质指标的相关性

Table 3 Correlation between the quality indicators of sweet cherry

指标 Indexes	果形指数 Fruit shape index	横径 Fruit diameter	纵径 Fruit length	果柄长 Length of fruit stalk	可溶性 蛋白 SP	维生素 C Vc	可滴定酸 TA	固酸比 SSC/TA	糖酸比 SS/TA	可溶性糖 SS	可溶性 固形物 SSC
横径 Fruit diameter	-0.969**										
纵径 Fruit length	-0.187	0.417									
果柄长 Length of fruit stalk	0.030	-0.032	0.211								
可溶性蛋白 SP	0.033	-0.220	-0.737	-0.033							
维生素 C Vc	-0.213	0.341	0.660	0.389	0.015						
可滴定酸 TA	0.343	-0.205	0.595	0.747	-0.578	0.327					
固酸比 SSC/TA	-0.690	0.593	-0.312	-0.669	0.284	-0.232	-0.897*				
糖酸比 SS/TA	-0.377	0.260	-0.523	-0.825*	0.394	-0.430	-0.976**	0.930*			
可溶性糖 SS	-0.215	0.167	-0.336	-0.966**	0.190	-0.397	-0.885*	0.829*	0.942**		
可溶性固形物 SSC	-0.890*	0.947**	0.428	-0.318	-0.333	0.203	-0.320	0.690	0.418	0.407	
单果质量 Fruit weight	-0.706	0.678	-0.054	-0.728	0.010	-0.166	-0.774	0.954**	0.855*	0.835*	0.825*

注: * 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著相关。Note: "*" and "**" stand for the significance at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

呈极显著正相关;可溶性糖与糖酸比呈极显著正相关,与固酸比呈显著正相关;糖酸比与固酸比呈显著正相关。综上所述,在供试的 5 个大樱桃品种中,横径越大,其可溶性固形物、可溶性糖含量越高,单果质量和糖酸比、固酸比越大。

2.4 不同品种果实的主成分分析及综合品质评价

将上述品种的 5 个外观指标:单果质量、果柄长、横径、纵径和果形指数,以及 7 个内在果实品质指标:维生素 C、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、固酸比和可溶性蛋白等数据标准化后,进行主成分分析(表 4)。结果表明,4 个主成分(特征根 >0.775)的累计贡献率可达 100%,其中前 3 个主成分包含了所检测的 12 项果实指标,累计贡献率达 93.55%。由各特征向量值可以看出,决定第 1 主成分的贡献率为 52.96%,主要有固酸比、单果质量、糖酸比、可溶性糖、可溶性固形物的特征向量较大,可溶性酸、果柄长、果形指数特征向量的绝对值较大,主要反映了果实风味、营养价值和大部分果实外观性状;第 2 主成分的贡献率为 29.07%,横径、纵径、可溶性固形物和维生素 C 的特征向量较大,果形指数的特征向量的绝对值最大,反映果实外在品质和维生素 C 含量的信息;第 3 主成分的贡献率为 11.52%,以可溶性蛋白的特征向量最大,反映果实中可溶性蛋白的信息;第 4 主成分的贡献率为 6.45%,以维生素 C 的特征向量最大。其中果形指

数在第 1、2 主成分中出现,维生素 C 在第 2、4 主成分中出现。

表 4 4 个主成分的特征向量、特征值、贡献率和累计贡献率

Table 4 The eigenvector, eigenvalue, account and total account of 4 principal components

指标 Indexes	Z1	Z2	Z3	Z4
固酸比 SSC/TA	0.989	0.054	0.126	-0.057
单果质量 Fruit weight	0.965	0.240	-0.104	0.001
糖酸比 SS/TA	0.957	-0.288	0.001	0.025
可滴定酸 TA	-0.910	0.353	-0.183	-0.118
可溶性糖 SS	0.900	-0.264	-0.281	0.202
果柄长 Length of fruit stalk	-0.771	0.279	0.488	-0.300
纵径 Fruit length	-0.301	0.838	-0.334	0.308
横径 Fruit diameter	0.521	0.817	0.203	-0.142
可溶性固形物 SSC	0.662	0.744	-0.068	-0.060
果形指数 Fruit shape index	-0.602	-0.672	-0.347	0.257
可溶性蛋白 SP	0.234	-0.570	0.759	0.211
维生素 C Vc	-0.282	0.610	0.389	0.630
特征值 Eigenvalue	6.355	3.488	1.382	0.775
贡献率/% Account	52.96	29.07	11.52	6.45
累计贡献率/% Total account	52.96	82.03	93.55	100.00

根据表 4 中前 3 个主成分的特征向量和贡献率计算 5 个大樱桃的各主成分值和综合得分 F (表 5),从总体上比较不同品种大樱桃的 3 个主成分,布鲁克斯的第 1 主成分值最大,其次是斯帕克里,最后是桑提娜、黑珍珠、艳阳;第 1 主成分值在果

实综合品质中有关键作用;5个大樱桃品种综合得分由高到低的顺序为:布鲁克斯、斯帕克里、桑提娜、黑珍珠、艳阳。

表5 大樱桃不同品种的3个主成分得分

Table 5 Three principal component (PC) scores of different sweet cherry cultivars

品种 Varieties	主成分1 PC1	主成分2 PC2	主成分3 PC3	F值 F value	排名 Rank
桑提娜 Santina	-1.356	-0.344	0.228	-1.472	3
布鲁克斯 Brooks	4.075	-0.321	0.078	3.832	1
斯帕克里 Spar kerry	2.274	1.044	-0.112	3.674	2
艳阳 Yanyang	-4.222	0.977	-0.019	-3.265	5
黑珍珠 Black pearl	-1.239	-1.355	-0.175	-2.769	4

3 讨论

大樱桃果实品质的组成因素较多,包括外观和内质指标,就外观指标而言,果实大小、色泽等倍受专注。大樱桃单果质量受遗传因素、环境及栽培因素的影响^[12],而本研究结果表明,斯帕克里和布鲁克斯的单果质量及色泽在威宁表现最好。因此,从外观上看,此2个品种在威宁表现最好。

果实内质指标包括可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比等,也是大樱桃品种筛选的主要品质指标^[8]。在5个供试品种中,斯帕克里和布鲁克斯的可溶性固形物和可溶性糖含量最高,糖酸比和固酸比的比值大,可滴定酸含量低,且斯帕克里的Vc含量较高,因此,此2个品种在贵州威宁地区也表现最优。与种植在甘肃、山东和徐淮地区相比^[13-14],布鲁克斯、桑提娜、黑珍珠和艳阳的果实性状存在明显差异,究其原因,一方面是果实品质可能受气候、土壤、海拔等地理环境因素的影响;另一方面可能与管理水平、果实成熟度的不一致相关。

相关分析是描述2个变量间的线性关系程度和方向的统计方法,本研究中大樱桃单果质量与横径、可溶性糖、可溶性固形物、糖酸比、固酸比之间呈正相关。横径大,则果大、可溶性固形物和可溶性糖含量高,糖酸比和固酸比比值高,这与其他大樱桃品种和中国樱桃的测定结果基本吻合^[8,15-16]。因此,可直接根据果实的大小,判断威宁大樱桃果实的内质。

主成分分析是多元统计法中常用的分析方法,利用降维的思想,将原来较多且彼此相关的指标,转

化为少数几个既彼此独立或相关性较小又能反映原有信息主要部分的综合指标,因而避免重叠信息的干扰,准确分析果实品质^[17]。本研究通过主成分分析表明,布鲁克斯和斯帕克里的综合得分F值较大,在供试的大樱桃中排名前列,这一结果与外观和内质结果一致。果实综合品质决定其经济价值,而产量是种植者考虑的首要因素。对5个供试品种的测产表明,布鲁克斯、斯帕克里和桑提娜在威宁的单株产量25 kg以上,黑珍珠和艳阳单株产量均在5 kg以下。综合外观、内质、主成分分析结果,贵州西部高海拔地区,物候期早、光照充足、昼夜温差大,有利于糖分积累,品质极佳,其中斯帕克里和布鲁克斯综合表现最好,在该地区可大力发展。

近几年,贵州地区刚开始大力发展大樱桃,引种时间短,示范园刚进入结果期。因此,本研究仅为阶段性研究结果,旨在为贵州地区大樱桃的产业发展起引导作用。项目组今后将会继续对大樱桃的结果表现情况进行追踪观测和深入研究。

参 考 文 献

- [1] 黄贞光,赵彩荣,韩礼星,等.我国甜樱桃产业规模和区域布局探讨[J].中国果业信息,2006,23(12):1-3.
- [2] PREDIER M, DRIS R, SEKSE L, et al. Influence of environment factors and orchard management on yield and quality of sweet cherry[J]. Food agriculture & environment, 2003, 1(2): 263-266.
- [3] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等.湖北省纽荷尔脐橙果实品质研究的现状[J].武汉植物学研究,2005,23(6):583-587.
- [4] 李飞龙,林彩霞,吐尔逊阿依·达吾提,等.库尔勒香杂交品种(系)果实品质测定与综合评价[J].新疆农业大学学报,2014,37(2):153-158.
- [5] 雷莹,张红艳,宋文化,等.基于多元统计法简化夏橙果实品质的评价指标[J].果树学报,2008,25(5):640-645.
- [6] 刘科鹏,黄春辉,冷建华,等.‘金魁’猕猴桃果实品质的主成分分析与综合评价[J].果树学报,2012,29(5):867-871.
- [7] 倪志华,张思思,辜青青,等.基于多元统计法的南丰蜜橘品质评价指标的选择[J].果树学报,2011,28(5):918-923.
- [8] 蔡宇良,李珊,陈怡平,等.不同甜樱桃品种果实主要内含物测试与分析[J].西北植物学报,2005,25(2):304-310.
- [9] 孔祥生,易先锋.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008:135-137.
- [10] 赫建军,康宗利,于洋.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2007:141-142.
- [11] 刘敏,谢晶.菠菜 MAP 保鲜及低温贮藏[J].湖北农业科学,2008,47(9):1073-1076.
- [12] 陈晓流,陈学森,束怀瑞,等.甜樱桃有效授粉期及杂交对果实性状影响的研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2003,

34(4):556-559.

[13] 赵林, 杨峰, 樊继德, 等. 不同甜樱桃品种果实性状差异性比较[J]. 南方农业科学, 2012, 43(2):209-212.

[14] 韦红, 杨鹏, 崔连超, 等. 布鲁克斯甜樱桃品种的引种表现及栽培技术要点[J]. 山西果树, 2014(5):27-28.

[15] YANG J, SUN Y. Comprehensive judge on economic characters

of Chinese cherry varieties by theory of grey system[J]. Journal of biomathematics, 1998, 13(3): 334-337.

[16] 贾海慧, 张小燕, 陈学森, 等. 甜樱桃和中国樱桃果实性状的比较[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2007, 38(2):193-195.

[17] 张振文, 姚庆群. 主成分分析法在芒果贮藏特性分析中的应用[J]. 亚热带植物科学, 2005, 34(2):25-28.

Evaluating fruit qualities of different sweet cherry cultivars

BAO Jiuling QIAO Guang LIU Peiyu CHEN Nan WEN Xiaopeng

Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Germplasm

Innovation in Mountainous Region (Ministry of Education)/Institute

of Agro-Bioengineering/ College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, China

Abstract To select the best sweet cherry cultivar in Weining County, Guizhou Province, the external/internal quality parameters of five sweet cherry cultivars were quantified and comprehensively evaluated. The results showed that 12 indices including fruit weight, content of soluble solid, content of soluble sugar, and ratio of soluble sugar to titratable acid etc, varied highly among five cultivars. There were significant correlations between the fruit weight and the content of soluble solid, content of soluble sugar, or ratio of soluble sugar to titratable acid, or ratio of content of soluble solids to titratable acid; between the content of soluble solid and fruit diameter; between the ratio of content of soluble solids to titratable acid and ratio of content of soluble sugar to titratable acid, or content of soluble sugar. The cumulative contribution of three principal components was 93.55% and all the 12 indices were involved. Based on the comprehensive evaluation model of fruit quality, the first principle component played a key role in fruit quality. The best cultivars were Brooks and Spar kerry, followed by Santana. The least ones were Black pearl and Yanyang.

Keywords sweet cherry; fruit quality; principal component analysis

(责任编辑: 张志钰)