

网络出版时间:2018-04-26 15:24

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2018.10.012

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20180426.1522.024.html>

美味猕猴桃新品种‘瑞玉’果实品质综合评价

王 依^{1,2}, 雷 靖^{1,2}, 陈 成³, 徐 明^{1,2}, 邢昊阳^{1,2}, 雷玉山^{1,2,4}

(1 陕西省农村科技开发中心, 陕西 西安 710054; 2 陕西省猕猴桃工程技术研究中心, 陕西 西安 710054;

3 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400; 4 陕西佰瑞猕猴桃研究院有限公司, 陕西 西安 710054)

【摘要】【目的】对猕猴桃新品种‘瑞玉’与 11 个美味猕猴桃品种的果实品质进行比较分析,以评价新品种‘瑞玉’的综合品质。【方法】以西安猕猴桃试验站种质资源圃的新品种‘瑞玉’及其他 11 个美味猕猴桃品种为试材,在果实达到成熟期测其单果质量和果形指数,可食条件下测其硬度及可溶性固形物、干物质、可滴定酸、可溶性糖、维生素 C 含量,采用方差分析、相关性分析及主成分分析对果实品质进行综合评价。【结果】与其他 11 个猕猴桃品种相比,‘瑞玉’的单果质量和可滴定酸含量最低,分别为 81.11 g 和 0.83%;果形指数和维生素 C 含量居中,分别为 1.42 和 83.53 mg/hg;干物质、可溶性固形物、可溶性糖含量及糖酸比最高,分别为 24.50%,21.28%,12.09%和 14.53。可溶性固形物含量与干物质和可溶性糖含量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.949 和 0.868;可溶性糖含量与干物质和维生素 C 含量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.900 和 0.841;可滴定酸含量与维生素 C 含量呈极显著负相关,相关系数为-0.739。主成分分析提取出 3 个主成分,主成分 1 所携带的信息主要是干物质含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、糖酸比、可滴定酸含量;主成分 2 所携带的信息主要是维生素 C 含量和果形指数;主成分 3 所携带的信息主要是单果质量和硬度。【结论】新品种‘瑞玉’的干物质、可溶性固形物、可溶性糖含量及糖酸比显著高于其他几个品种,且综合品质较高;主成分分析显示,12 个猕猴桃品种品质优劣的顺序依次为‘金魁’、‘翠香’、‘瑞玉’、‘海艳’、‘哑特’、‘徐香’、‘晨光’、‘贵长’、‘秦美’、‘秋明’、‘海沃德’和‘米良一号’。

【关键词】 美味猕猴桃;果实品质;综合评价;主成分分析

【中图分类号】 S663.4

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2018)10-0101-07

Comprehensive evaluation of fruit quality of a new delicious kiwifruit variety ‘Ruiyu’

WANG Yi^{1,2}, LEI Jing^{1,2}, CHEN Cheng³, XU Ming^{1,2}, BING Haoyang^{1,2}, LEI Yushan^{1,2,4}

(1 Shaanxi Rural Science and Technology Development Center, Xi'an, Shaanxi 710054, China; 2 Shaanxi Kiwifruit Engineering And Technology Research Center, Xi'an, Shaanxi 710054, China; 3 Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences in Hilly Area of Jiangsu Province, Jurong, Jiangsu 212400, China; 4 Shaanxi Bairui Kiwifruit Research Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: 【Objective】 Comprehensive evaluation of fruit quality of ‘Ruiyu’ was conducted by comparing with other eleven delicious kiwifruit varieties. 【Method】 Kiwifruit trees for testing were from the germplasm nursery of Xi’an kiwifruit test station. Fruit weight and fruit shape index were measured after natural softening at room temperature. Fruit firmness, soluble solid content, dry matter, titratable acid, soluble sugar content and vitamin C content were determined when the fruit was ripen. Then, variance analysis, correlation analysis and principal component analysis were used to comprehensively evaluate fruit quality. 【Result】 Compared with other eleven delicious kiwifruit varieties, the single fruit weight and titratable

【收稿日期】 2017-07-14

【基金项目】 国家国际科技合作专项(2015DFA30400);“十二五”农村领域国家科技计划项目(2014BAD16B00)

【作者简介】 王 依(1990—),女,陕西西安人,研究实习生,硕士,主要从事猕猴桃栽培技术与生理生态研究。

E-mail:282869904@qq.com

【通信作者】 雷玉山(1963—),男,陕西西安人,研究员,硕士,主要从事猕猴桃育种研究。E-mail:leiyush@163.com

acid content of ‘Ruiyu’ were the lowest of 81.11 g and 0.83%, fruit shape index and vitamin C content were in the medium range of 1.42 and 83.53 mg/hg, and dry matter, soluble solids content, soluble sugar content and sugar-acid ratio were the highest of 24.50%, 21.28%, 12.09% and 14.53, respectively. There were significant positive correlations between soluble solids content and dry matter, soluble sugar content with correlation coefficients of 0.949 and 0.868, respectively. Besides, there were significant positive correlations between soluble sugar content and dry matter, vitamin C with correlation coefficients of 0.900 and 0.841, respectively. There was a significant negative correlation between titratable acid and vitamin C with correlation coefficient of -0.739 . Three principal components were extracted by the principal component analysis. The main component 1 carried the information by dry matter, soluble solid content, soluble sugar content, sugar-acid ratio and titratable acid. The main component 2 carried the information by vitamin C and fruit shape index. The main component 3 carried the information by fruit weight and fruit firmness.

【Conclusion】 Dry matter, soluble solid content, soluble sugar content and sugar-acid ratio of ‘Ruiyu’ were significantly higher than other several varieties, and the comprehensive quality was better. Through principal component analysis, the twelve delicious kiwifruit varieties were in the decreasing order of ‘Jinkui’, ‘Cuixiang’, ‘Ruiyu’, ‘Haiyan’, ‘Yate’, ‘Xuxiang’, ‘Chenguang’, ‘Guichang’, ‘Qinmei’, ‘Qiuming’, ‘Hayward’, ‘Miliang-1’.

Key words: delicious kiwifruit; fruit quality; comprehensive evaluation; principal component analysis

猕猴桃是猕猴桃科 (Actinidiaceae) 猕猴桃属 (*Actinidia* Lindl.) 落叶藤本植物^[1], 原产于中国, 适应温暖湿润、阳光充足、排水良好、土壤 pH 为 6.5~7.0 的环境, 不耐旱, 也不耐涝^[2-3]。美味猕猴桃 (*A. deliciosa*) 俗称毛阳桃、硬毛猕猴桃, 是目前世界上栽培最多的猕猴桃属物种, 主栽品种有‘海沃德’、‘秦美’、‘徐香’、‘金魁’、‘华美 2 号’、‘米良 1 号’、‘红美’等 30 多个品种、株系^[3]; 美味猕猴桃新品种‘瑞玉’是以‘秦美’为母本、‘K56’(雄株)为父本杂交育成的猕猴桃中熟品种^[4]。猕猴桃果实营养丰富, 长期食用可以预防多种常见病, 有“水果之王”的美称。

目前, 中国猕猴桃的种植面积和鲜果产量分别约为 10.7 万 hm^2 和 120 万 t, 居世界首位, 为推动区域经济发展、维护生态环境稳定及农民持续增收做出了重要贡献, 但在出口贸易中, 中国的猕猴桃鲜果仍存在果实品质中等偏低的问题^[5]。果实品质是猕猴桃生产最重要的经济指标^[6], 提升果实品质是促进猕猴桃产业发展的重要方向。果实品质由单果质量、果形指数、硬度及干物质、可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C 含量等多个指标构成, 评价指标较复杂且主次难分^[7]。因此, 科学、客观、准确地对果实品质进行综合评价并筛选出综合品质较好的品种, 均是亟待解决的问题。近年来, 有关学者利用多元统计方法中的因子分析、主成分分析、隶属函数法等对果树抗逆性及果实品质进行了分析和综合评价^[8-10], 已有关于苹果^[11]、枣^[12-13]、樱桃^[14]、脐橙^[15]、

刺梨^[16]、猕猴桃^[7]品质评价的报道, 但关于美味猕猴桃果实品质综合评价的报道较少。

本试验以陕西省农村科技开发中心培育的猕猴桃新品种‘瑞玉’和西安猕猴桃试验站的 11 个美味猕猴桃品种为试材, 在果实成熟期采集果实, 对其单果质量、果形指数、硬度及可溶性固形物、干物质、可滴定酸、维生素 C、可溶性糖含量等生理指标进行测定, 应用方差分析、相关性分析及主成分分析方法, 对不同猕猴桃品种的果实品质进行综合评价, 以了解新品种‘瑞玉’的综合品质, 为猕猴桃种植品种的选择提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试材料均采自西安猕猴桃试验站种质资源圃。该地区年均降水量 660 mm, 年日照时数 1 867.5 h, 分别以‘瑞玉’、‘翠香’、‘秦美’、‘徐香’、‘海艳’、‘贵长’、‘米良一号’、‘晨光’、‘金魁’、‘秋明’、‘海沃德’、‘哑特’为试材, 选择长势一致、生长良好的植株(每个品种 2 棵), 且每个品种均为 5 年生, 搭建水平大棚架, 株行距 4 m \times 5 m, 管理水平一致。在猕猴桃最佳采收期采集果实样品(可溶性固形物含量 $>6.5\%$), 从树冠外东、西、南、北、中 5 个方位果枝中部各采摘果实 3~4 个, 每株树采摘果实 15~20 个。12 个猕猴桃品种的原产地及试验地成熟期见表 1。

表 1 不同猕猴桃品种原产地及试验地成熟期

Table 1 Origins and maturation periods of different kiwifruit varieties

品种 Cultivar	原产地 Country of origin	试验地成熟期 Maturation periods	品种 Cultivar	原产地 Country of origin	试验地成熟期 Maturation period
瑞玉 Ruiyu	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	9月下旬 Late September	米良一号 Miliang-1	湖南凤凰 Fenghuang, Hunan	10月下旬 Late October
翠香 Cuixiang	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	9月下旬 Late September	晨光 Chen-guang	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	10月下旬 Late October
秦美 Qinmei	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	10月中旬 Middle of October	金魁 Jinkui	湖北 Hubei	10月下旬 Late October
徐香 Xuxiang	江苏徐州 Xuzhou, Jiangsu	10月中旬 Middle of October	秋明 Qiuming	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	10月下旬 Late October
海艳 Haiyan	江苏海门 Haimen, Jiangsu	10月上旬 Early October	海沃德 Hayward	新西兰 New Zealand	10月下旬 Late October
贵长 Guichang	贵州紫云 Ziyun, Guizhou	10月中旬 Middle of October	啞特 Yate	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	10月下旬 Late October

1.2 生理指标的测定

将果实样品带回实验室,测定单果质量与果形指数;果实于室温下自然软化,在其硬度达到 1.0 kg/cm^2 左右时,测定果实内在品质指标^[7]。

1.2.1 单果质量 取 10 个果实,在电子天平上称量每个果实的质量(g),并计算平均单果质量^[17]。

1.2.2 果形指数 取 10 个果实,用游标卡尺分别测量果实腰部最大处的横径(mm)和果实的高度或纵径(mm),并计算果形指数:果形指数 = 果实纵径/果实横径^[17]。

1.2.3 硬度 用果实压力硬度计测定^[17]。

1.2.4 可溶性固形物含量 用袖珍手持折射仪测定,以质量分数(%)表示^[18]。

1.2.5 干物质含量 用烘干法测定,干物质含量 = 干质量/鲜质量 $\times 100\%$ ^[19]。

1.2.6 可滴定酸含量 用酸碱滴定法测定,可滴定酸含量以质量分数(%)表示^[17]。

1.2.7 维生素 C 含量 用分光光度计法测定^[17]。

1.2.8 可溶性糖含量 用蒽酮乙酸乙酯法测定,可溶性糖含量以质量分数(%)表示^[17]。

1.2.9 糖酸比 糖酸比 = 可溶性糖含量/可滴定酸含量^[17]。

1.3 数据处理

对不同猕猴桃品种的单果质量、果形指数、硬度、糖酸比及干物质、可溶性糖、可滴定酸、可溶性糖、维生素 C 含量等 9 个指标的测定数据,先进行标准化处理,然后再进行主成分分析。采用 Excel 2003 软件进行数据处理,利用 SPSS 17.0 软件进行方差分析、相关性分析及主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同猕猴桃品种果实品质的比较

12 个美味猕猴桃品种果实品质指标的测定结果见表 2。

表 2 12 个猕猴桃品种果实品质的比较

Table 2 Comparison of fruit quality between twelve kiwifruit varieties

品种 Cultivar	单果 质量/g Fruit weight	果形指数 Fruit shape index	硬度/ ($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$) Hardness	干物质/% Dry matter	可溶性 固形物/% Soluble solids content	可滴 定酸/% Titratable acid	可溶 性糖/% Soluble Sugar	维生素 C/ ($\text{mg} \cdot \text{hg}^{-1}$) Vitamin C	糖酸比 Soluble sugar/ Titratable acid
瑞玉 Ruiyu	81.11 f	1.42 bc	0.71 b	24.50 a	21.28 a	0.83 g	12.09 a	83.53 d	14.53 a
翠香 Cuixiang	92.86 cdef	1.47 b	1.02 a	21.78 b	18.38 b	0.86 fg	11.05 b	104.70 c	12.86 b
秦美 Qinmei	128.53 a	1.08 e	1.04 a	16.54 g	13.83 g	0.83 g	6.79 f	90.70 cd	8.21 d
徐香 Xuxiang	82.51 f	1.35 cd	0.67 b	18.03 def	16.44 cd	1.01 d	8.36 d	79.90 d	8.26 d
海艳 Haiyan	90.14 def	1.62 a	0.70 b	20.27 c	17.03 c	0.93 ef	9.83 c	89.38 d	10.68 c
贵长 Guichang	97.71 bcde	1.69 a	1.00 a	18.64 def	14.38 g	0.88 fg	7.27 ef	78.45 d	8.29 d
米良一号 Miliang-1	132.66 a	1.65 a	0.85 ab	18.38 def	15.72 de	1.11 c	7.87 de	54.53 ef	7.09 de
晨光 Chenguang	101.76 bcd	1.28 d	0.77 ab	17.51 fg	14.85 efg	1.22 b	9.56 c	93.90 cd	7.81 d
金魁 Jinkui	106.17 bc	0.99 e	0.84 ab	18.12 def	14.33 g	1.45 a	8.00 de	167.05 a	5.56 f
秋明 Qiuming	85.87 ef	1.31 cd	0.95 ab	17.63 ef	14.65 fg	1.22 b	7.58 def	59.90 e	6.24 ef
海沃德 Hayward	109.06 b	1.28 d	0.90 ab	19.13 d	15.63 def	0.99 de	7.78 de	43.02 f	7.90 d
啞特 Yate	135.52 a	0.98 f	0.92 ab	18.72 def	16.08 cd	0.87 fg	9.11 c	120.47 b	11.62 c

注:表内同列数字后标不同英文字母者表示差异达显著水平($P \leq 0.05$)。

Note: Different letters in each column indicate significant difference ($P \leq 0.05$).

从表 2 可以看出,12 个猕猴桃品种的单果质量为 81.11~135.52 g,其中‘瑞玉’和‘徐香’的单果质量较小,分别为 81.11 和 82.51 g,‘哑特’、‘米良一号’、‘秦美’的单果质量较大,分别为 135.52, 132.66 和 128.53 g,‘瑞玉’的单果质量与‘秦美’、‘贵长’、‘米良一号’、‘晨光’、‘金魁’、‘海沃德’、‘哑特’存在显著性差异;‘瑞玉’的果形指数为 1.42,与‘秦美’、‘海艳’、‘贵长’、‘米良一号’、‘晨光’、‘金魁’、‘海沃德’、‘哑特’有显著性差异,与其他几个品种差异不显著;‘瑞玉’的干物质、可溶性固形物、可溶性糖含量及糖酸比分别为 24.50%, 21.28%, 12.09% 和 14.53,显著高于其余 11 个品种,其中可溶性糖、干物质和可溶性固形物含量分别是‘秦美’的 1.78, 1.48 和 1.54 倍,‘瑞玉’的干物质、可溶性糖、可溶性固形物含量及糖酸比分别较‘翠香’高 2.72%, 1.04%, 2.90% 和 1.67;‘瑞玉’的可滴定酸

含量显著低于‘徐香’、‘海艳’、‘米良一号’、‘晨光’、‘金魁’、‘秋明’、‘海沃德’,与‘翠香’、‘秦美’、‘贵长’、‘哑特’无显著性差异;12 个品种中,‘金魁’的维生素 C 含量最高,为 167.05 mg/hg,‘海沃德’最低,为 43.02 mg/hg,‘瑞玉’维生素 C 含量居中,为 83.53 mg/hg;‘金魁’的糖酸比最低,为 5.56。

2.2 猕猴桃果实品质指标的相关性

从表 3 可以看出,猕猴桃果实的可溶性固形物含量与干物质、可溶性糖、维生素 C 含量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.949, 0.868 和 0.840;干物质含量与可溶性糖和维生素 C 含量呈极显著正相关,相关系数分别为 0.900 和 0.865;可溶性糖含量与维生素 C 含量呈极显著正相关,相关系数为 0.841;可滴定酸含量与维生素 C 含量呈极显著负相关,相关系数为 -0.739。

表 3 猕猴桃果实品质指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of kiwifruit quality index

品质指标 Quality index	硬度 Hardness	单果质量 Fruit weight	果形指数 Fruit shape index	可溶性固形物 Soluble solids content	干物质 Dry matter	可滴定酸 Titratable acid	可溶性糖 Soluble sugar	糖酸比 Soluble sugar/ Titratable acid	维生素 C Vitamin C
硬度 hardness	1								
单果质量 Fruit weight	0.430	1							
果形指数 Fruit shape index	-0.154	-0.364	1						
可溶性固形物 Soluble solids content	-0.283	-0.456	0.344	1					
干物质 Dry matter	-0.427	-0.444	0.290	0.949**	1				
可滴定酸 Titratable acid	-0.195	-0.390	-0.278	-0.436	-0.462	1			
可溶性糖 Soluble sugar	-0.424	-0.435	0.178	0.868**	0.900**	-0.294	1		
糖酸比 Soluble sugar/Titratable acid	-0.008	0.101	-0.556	-0.009	-0.065	0.313	0.174	1	
维生素 C Vitamin C	-0.135	-0.213	0.171	0.840**	0.865**	-0.739**	0.841**	0.050	1

注: ** 表示在 $P=0.01$ 水平相关性显著。

Note: ** means significant at $P=0.01$.

2.3 不同猕猴桃品种果实品质的综合评价

2.3.1 各指标的主成分因子分析 从表 4 可以看出,对 12 个猕猴桃品种果形指数、单果质量、硬度及可溶性固形物、维生素 C、可滴定酸、可溶性糖含量等 9 个指标的测定数据标准化处理后进行主成分分析,以特征值大于 1 为标准,共提取了 3 个主成分。前 3 个主成分对综合品质的累积贡献率已达到 84.196% (超过 80%),可以反映大部分的信息,所以提取前 3 个主成分用来综合评价猕猴桃品质。主成分 1 的贡献率为 48.608%,所携带的信息主要是干物质含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、糖酸比、可滴定酸含量;主成分 2 的贡献率为 18.508%,所携带的信息主要是维生素 C 含量、果

形指数;主成分 3 的贡献率为 17.080%,所携带的信息主要是单果质量和硬度。

2.3.2 不同猕猴桃品种果实综合品质的确定 根据特征向量和标准化后的数据,可得出前 3 个主成分得分的函数表达式为:

$$Y_1 = -0.194X_1 - 0.249X_2 + 0.195X_3 + 0.452X_4 + 0.464X_5 - 0.260X_6 + 0.434X_7 + 0.429X_8 - 0.045X_9;$$

$$Y_2 = -0.283X_1 - 0.076X_2 - 0.494X_3 + 0.05X_4 + 0.067X_5 + 0.414X_6 + 0.243X_7 + 0.001X_8 + 0.656X_9;$$

$$Y_3 = -0.294X_1 - 0.079X_2 - 0.515X_3 + 0.052X_4 + 0.069X_5 + 0.432X_6 +$$

$$0.253X_7 + 0.001X_8 + 0.683X_9。$$

以各主成分对应的方差贡献率为权重,可构建综合评价模型为:

$$Y = 48.608\%Y_1 + 18.508\%Y_2 + 17.080\%Y_3。$$

由各主成分因子向量载荷系数及各主成分特征值可计算得到不同猕猴桃品种果实品质相关矩阵的

特征向量,结果如表 4 所示。根据以上模型计算出 12 个猕猴桃品种果实品质综合得分见表 5。由表 5 可知,12 个猕猴桃品种综合得分由高到低依次为‘金魁’、‘翠香’、‘瑞玉’、‘海艳’、‘哑特’、‘徐香’、‘晨光’、‘贵长’、‘秦美’、‘秋明’、‘海沃德’、‘米良一号’。

表 4 各主成分初始因子载荷矩阵、特征向量及方差贡献率

Table 4 Factor loading matrix, characteristic vector and variance contribution rate of each principal component initial factor

指标 Index	初始因子载荷矩阵 Component matrix			特征向量 Eigenvector		
	主成分 1 Component one	主成分 2 Component two	主成分 3 Component three	主成分 1 Component one	主成分 2 Component two	主成分 3 Component three
硬度(X ₁) Hardness(X ₁)	-0.406	-0.365	0.621	-0.194	-0.283	-0.294
单果质量(X ₂) Fruit weight(X ₂)	-0.521	-0.098	0.623	-0.249	-0.076	-0.079
果形指数(X ₃) Fruit shape index(X ₃)	0.408	-0.638	-0.448	0.195	-0.494	-0.515
可溶性固形物(X ₄) Soluble solids content(X ₄)	0.946	0.065	0.059	0.452	0.050	0.052
干物质(X ₅) Dry matter(X ₅)	0.970	0.086	0.026	0.464	0.067	0.069
可滴定酸(X ₆) Titratable acid(X ₆)	-0.544	0.535	-0.531	-0.260	0.414	0.432
可溶性糖(X ₇) Soluble sugar(X ₇)	0.908	0.314	0.046	0.434	0.243	0.253
糖酸比(X ₈) Soluble sugar/Titratable acid(X ₈)	0.898	0.001	0.420	0.429	0.001	0.001
维生素 C(X ₉) Vitamin C(X ₉)	-0.094	0.847	0.313	-0.045	0.656	0.683
特征值(λ) Characteristic values	4.375	1.666	1.537	4.375	1.666	1.537
解释方差/% Variance explained	48.608	18.508	17.080	48.608	18.508	17.080
累计解释方差/% Cumulative variance explained	48.608	67.115	84.196	48.608	67.115	84.196

表 5 不同猕猴桃品种品质的主成分得分

Table 5 Principal component scores of different kiwifruit varieties

品种 Cultivars	各主成分得分 The principal component scores			总得分 Total scores	排序 Order
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y	
瑞玉 Ruiyu	8.44	53.73	55.93	23.600	3
翠香 Cuixiang	0.76	66.04	68.76	24.337	2
秦美 Qinmei	-15.90	52.70	54.88	11.399	9
徐香 Xuxiang	-1.30	49.78	51.82	17.433	6
海艳 Haiyan	-0.58	55.78	58.07	19.961	4
贵长 Guichang	-6.09	47.03	48.96	14.107	8
米良一号 Miliang-1	-13.53	29.03	30.23	3.960	12
晨光 Chenguang	-7.44	57.77	60.14	17.348	7
金魁 Jinkui	-13.56	105.27	109.60	31.613	1
秋明 Qiuming	-3.55	36.12	37.60	11.382	10
海沃德 Hayward	-6.57	23.42	24.38	5.305	11
哑特 Yate	-14.49	72.63	75.62	19.316	5

3 讨论

猕猴桃果实品质直接影响果实的商品价值,因此始终是我国果树生产者高度关注的因子,其中可

溶性糖含量、可滴定酸含量、糖酸比、固酸比 4 项指标是常用的水果风味品质评价指标^[20-22]。赵金梅等^[23]的研究发现,美味猕猴桃可溶性固形物含量为‘翠香’>‘徐香’>‘海沃德’>‘秦美’;许牡丹等^[24]

研究表明,美味猕猴桃中可溶性固形物含量和总糖含量由高到低均表现为‘翠香’、‘徐香’、‘哑特’、‘秦美’、‘海沃德’;Ma 等^[25]报道,几种猕猴桃的维生素 C 含量表现为‘翠香’>‘徐香’>‘秦美’>‘海沃德’。本研究发现,‘秦美’的维生素 C 含量较‘徐香’高 10.8 mg/hg,这与 Ma 等^[25]的报道不一致。由于猕猴桃的维生素 C 含量与果实成熟度呈负相关,因而推测上述差异是果实的采收硬度标准不同所致^[26]。此外,本研究供试美味猕猴桃品种中可溶性固形物含量排序与赵金梅等^[23]的结果一致,而与许牡丹等^[24]的排序稍有差别,这可能与猕猴桃的栽培管理技术差异有关。与其他 11 个品种相比,新品种‘瑞玉’果实的干物质含量、可溶性固形物含量、糖酸比显著高于其他 11 个品种,且综合品质较高。

目前,基于相关性分析的果实品质评价已在苹果^[27-28]、毛葡萄^[29]、枣^[30]、梨^[31]等中有报道。姜松等^[32]对猕猴桃低温贮藏期间果实硬度与化学品质的相关性进行研究,发现各品质指标之间均存在极显著的相关性。毛祝新等^[33]的研究表明,紫果型黑蕊猕猴桃可溶性固形物含量与可溶性糖含量之间存在极显著的正相关性,相关系数为 0.82,维生素 C 含量与可溶性糖含量呈极显著的负相关性,与可滴定酸含量呈极显著的正相关性。本研究发现,可溶性固形物含量与可溶性糖含量呈极显著正相关,这与毛祝新等^[33]的报道一致;维生素 C 含量与可溶性糖含量呈极显著正相关,与可滴定酸含量呈极显著负相关,却与毛祝新等^[33]的报道相反,出现这种现象的原因可能与试验处理不同有关,毛祝新等^[33]是将果实分阶段进行采收并放置冷库中贮藏备用,而本试验是在可溶性固形物含量>6.5%时进行采收,室温下自然软化后测定其内在品质。

采用多项指标对果实品质进行综合评价,结果应优于单指标评价,但实际却复杂难辨,因此本研究采用方差分析、相关性分析和主成分分析相结合的方法对多项评价指标进行降维。Kurtanick 等^[34]使用零均值和归一化标准差法对克罗地亚小麦的麸质数据进行了转化;Pestana 等^[35]通过测定花的营养元素,利用主成分分析法来评价柑橘果实品质;仇占南等^[36]通过主成分分析法筛选出评价野生软枣猕猴桃果实品质的重要指标是果实的总酚含量、维生素 C 含量、固酸比、平均单果质量、可溶性固形物含量和可滴定酸含量。本研究通过主成分分析法,提取出 3 个主成分值,主成分 1 包括了决定猕猴桃品质优劣的重要指标,如干物质含量、可溶性固形物含

量、可溶性糖含量、糖酸比、可滴定酸含量,主成分 2 和主成分 3 主要携带了猕猴桃的外观指标及维生素 C 含量。12 个猕猴桃品种中,‘金魁’、‘翠香’、‘瑞玉’、‘海艳’、‘哑特’、‘徐香’等的评分较高,综合评价结果与品种的实际表现基本一致。主观评价中‘金魁’不如‘瑞玉’和‘翠香’口感好,但综合评价中‘金魁’的综合品质却最好,这可能与‘金魁’果形大、维生素 C 含量高有关,主成分分析并不能考虑人们的偏好性。

4 结 论

1)新品种‘瑞玉’的干物质、可溶性固形物、可溶性糖含量及糖酸比显著高于其他 11 个猕猴桃品种,且综合品质较高。

2)经过主成分分析得到 12 个猕猴桃品种品质优劣的顺序依次为‘金魁’、‘翠香’、‘瑞玉’、‘海艳’、‘哑特’、‘徐香’、‘晨光’、‘贵长’、‘秦美’、‘秋明’、‘海沃德’、‘米良一号’。

[参考文献]

- [1] 崔致学. 中国猕猴桃 [M]. 济南:山东科学技术出版社,1993.
Cui Z X. Chinese kiwifruit [M]. Jinan: Shandong Technology Press, 1993.
- [2] 陶建平,陶品华,茅建新,等. 猕猴桃的生物学特征特性及主要栽培技术 [J]. 上海农业科技, 2013 (4): 67-68.
Tao J P, Tao P H, Mao J X, et al. Biological characteristics and main cultivation techniques of kiwifruit [J]. Shanghai Agricultura Technology, 2013 (4): 67-68.
- [3] 朱鸿云. 猕猴桃 [M]. 北京:中国林业出版社, 2009.
Zhu H Y. Kiwifruit [M]. Beijing: China Forestry Press, 2009.
- [4] 雷玉山,李 亮,王西锐. 猕猴桃新品种瑞玉的选育 [J]. 中国果树, 2015(5): 1-2.
Lei Y S, Li L, Wang X R. Breeding report of a new kiwifruit cultivar Ruiyu [J]. China Fruits, 2015(5): 1-2.
- [5] 张计育,莫正海,黄胜男,等. 21 世纪以来世界猕猴桃产业发展以及中国猕猴桃贸易与国际竞争力分析 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(23): 48-55.
Zhang J Y, Mo Z H, Huang S N, et al. Development of kiwifruit industry in the world and analysis of trade and international competitiveness in China entering 21st century [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(23): 48-55.
- [6] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等. 湖北省组荷尔橙果实品质状况的研究 [J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(6): 583-587.
Bao J F, Xia R X, Deng X X, et al. Research on the fruit quality of newhall navel orange of Hubei province [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2005, 23(6): 583-587.
- [7] 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.
Liu K P, Huang C H, Leng J H, et al. Principal component a-

- analysis and comprehensive evaluation of the fruit quality of ‘Jinkui’ kiwifruit [J]. Journal of Fruit Science, 2012, 29(5): 867-871.
- [8] 马庆华,李永红,梁丽松,等. 冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价 [J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2491-2499.
Ma Q H, Li Y H, Liang L S, et al. Factor analysis and synthetic evaluation of the fruit quality of dongzao (*Ziziphus jujuba* Mill. ‘Dongzao’) advanced selections [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(12): 2491-2499.
- [9] 王 依,靳 娟,罗强勇,等. 4 个酿酒葡萄品种抗寒性的比较 [J]. 果树学报, 2015, 32(4): 612-619.
Wang Y, Jin J, Luo Q Y, et al. Comparison of cold resistance among 4 grapevine cultivars [J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(4): 612-619.
- [10] 张 强,虎海防,李西萍. 七个新疆良种核桃品质评价分析 [J]. 北方园艺, 2010(19): 16-17.
Zhang Q, Hu H F, Li X P. The evaluation and analysis for the seven improved varieties of the walnut in Xinjiang [J]. Northern Horticulture, 2010(19): 16-17.
- [11] 白沙沙,毕金峰,王 沛,等. 不同品种苹果果实品质分析 [J]. 食品科学, 2012, 33(17): 68-72.
Bai S S, Bi J F, Wang P, et al. Fruit quality analysis of different apple varieties [J]. Food Science, 2012, 33(17): 68-72.
- [12] 薛晓芳,赵爱玲,王永康,等. 不同枣品种果实品质分析及综合评价 [J]. 中国果树, 2016(3): 11-15.
Xue X F, Zhao A L, Wang Y K, et al. Fruit quality analysis and evaluation on of different Chinese jujube varieties [J]. China Fruits, 2016(3): 11-15.
- [13] 蒋 卉,丁慧萍,白红进. 新疆南疆引进鲜食枣品种品质性状的综合评价 [J]. 食品科学, 2016, 37(3): 55-59.
Jiang H, Ding H P, Bai H J. Comprehensive assessment of quality characteristics of introduced table jujube cultivars in southern Xinjiang [J]. Food Science, 2016, 37(3): 55-59.
- [14] 包九零,乔 光,刘沛宇,等. 不同品种大樱桃果实品质的评价 [J]. 华中农业大学学报, 2016, 35(3): 12-16.
Bao J L, Qiao G, Liu P Y, et al. Evaluating fruit qualities of different sweet cherry cultivars [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2016, 35(3): 12-16.
- [15] 唐会周,明 建. 5 种市售脐橙果实香气成分的主成分分析 [J]. 食品科学, 2011, 32(20): 175-180.
Tang H Z, Ming J. Principal components analysis of aroma components of marketed navel oranges from five varieties [J]. Food Science, 2011, 32(20): 175-180.
- [16] 李婕玲,胡继伟,李朝婵. 贵州不同种植地区无籽刺梨果实品质评价 [J]. 果树学报, 2016, 33(10): 1259-1268.
Li J L, Hu J W, Li C C. Fruit quality of *Rosa sterilis* planted in different regions of Guizhou province, China [J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(10): 1259-1268.
- [17] 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.
Cao J K, Jiang W B, Zhao Y M. Experiment guidance of post-harvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables [M]. Beijing: Chinese Light Industry Press, 2007.
- [18] Hopkirk G, Beever D J, Triggs C M. Variation in soluble solids concentration in kiwifruit at harvest [J]. New Zeal J Agric, 1986, 29(3): 475-484.
- [19] Annette C R, Helen L B, Peter A M, et al. Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* ‘Hort16A’ [J]. BMC Plant Biology, 2011, 11: 182.
- [20] Majidi H, Minaeis, Almasi M, et al. Total soluble solids, titratable acidity and ripening index of tomato in various storage conditions [J]. Australian Journal of Basic & Applied Sciences, 2011, 5: 1723-1726.
- [21] 聂继云,毋永龙,李海飞,等. 苹果鲜榨汁品质评价体系构建 [J]. 中国农业科学, 2013, 46(8): 1657-1667.
Nie J Y, Wu Y L, Li H F, et al. Evaluation system established for fresh apple juice quality [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2013, 46(8): 1657-1667.
- [22] 郑丽静,聂继云,闫 震. 糖酸组分及其对果实风味的影响研究进展 [J]. 果树学报, 2015, 32(2): 303-312.
Zheng L J, Nie J Y, Yan Z. Advances in research on sugars, organic acids and their effects on taste of fruits [J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(2): 303-312.
- [23] 赵金梅,高贵田,薛 敏,等. 不同品种猕猴桃果实的品质及抗氧化活性 [J]. 食品科学, 2014, 35(9): 118-122.
Zhao J M, Gao G T, Xue M, et al. Fruit quality and antioxidant activity of different kiwifruit varieties [J]. Food Science, 2014, 35(9): 118-122.
- [24] 许牡丹,黄 萌,马可纯,等. 基于数学统计分析的猕猴桃品质评价指标筛选 [J]. 食品科技, 2016, 41(6): 310-314.
Xu M D, Huang M, Ma K C, et al. Selection of kiwifruit quality evaluation indexes based on mathematical statistic [J]. Food Science and Technology, 2016, 41(6): 310-314.
- [25] Ma T T, Sun X Y, Zhao J M, et al. Nutrient compositions and antioxidant capacity of kiwifruit (*Actinidia*) and their relationship with flesh color and commercial value [J]. Food Chemistry, 2017, 218: 294-304.
- [26] 王仁才,谭兴和,吕长平,等. 猕猴桃不同品种耐贮性与采后生理生化变化 [J]. 湖南农业大学学报, 2000, 26(1): 46-49.
Wang R C, Tan X H, Lü C P, et al. Fruit storeability and physio-biochemical changes during postharvest ripening in different clones of *Actinidia* [J]. Journal of Hunan Agricultural University, 2000, 26(1): 46-49.
- [27] 张 强,魏钦平,蒋瑞山,等. 富士苹果矿质营养含量与几个主要品质指标的相关性分析 [J]. 园艺学报, 2011, 38(10): 1963-1968.
Zhang Q, Wei Q P, Jiang R S, et al. Correlation analysis of fruit mineral nutrition contents with several key quality indicators in ‘Fuji’ apple [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2011, 38(10): 1963-1968.

- Shi X B, Liu F Z, Wang X D, et al. Effects of leaf thickness on grape yield, quality and storage nutrition [J]. *South China Fruits*, 2016, 45(6): 96-99.
- [24] Heras-Roger J, Alonso-Alonso O, Gallo-Montesdeoca A, et al. Influence of copigmentation and phenolic composition on wine color [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2016, 53(6): 2540.
- [25] Cohen S D. Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway genes [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2012, 63(7): 2655-2665.
- [26] Dixon R A, Xie D Y, Sharma S B. Proanthocyanidins: a final frontier in flavonoid research [J]. *New Phytologist*, 2005, 165(1): 9-28.
- [27] Guerrero R F. Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia [J]. *Food Chemistry*, 2009, 112(4): 949-955.
- [28] 成 果, 周思泓, 黄 羽, 等. '桂葡 6 号' 葡萄花色苷组成特点与基因表达规律解析 [J]. *植物生理学报*, 2017(1): 103-114.
Cheng G, Zhou S H, Huang Y, et al. Analysis of anthocyanin composition characteristics and gene expression patterns of 'Guipu No. 6' grape [J]. *Plant Physiology Journal*, 2017(1): 103-114.
- [29] Zhu L, Zhang Y, Lu J. Phenolic contents and compositions in skins of red wine grape cultivars among various genetic backgrounds and originations [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2012, 13(3): 3492-3510.
- [30] Pascual O, Ortiz J, Roel M, et al. Influence of grape maturity and prefermentative cluster treatment of the *Grenache cultivar* on wine composition and quality [J]. *International Journal of Vine and Wine Sciences*, 2016, 50: 169-181.
- [31] 孙 磊, 樊秀彩, 张 颖, 等. 部分中国野生葡萄果皮花色苷组成分析 [J]. *果树学报*, 2015, 32(6): 1143-1151.
Sun L, Fan X C, Zhang Y, et al. Analysis of anthocyanin composition in berry skin of Chinese wild grape [J]. *Journal of Fruit Science*, 2015, 32(6): 1143-1151.
- [32] Bergqvist J, Dokoozlian N, Ebisuda N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the central San Joaquin Valley of California [J]. *American Journal of Enology & Viticulture*, 2001, 52(1): 1-7.
- [33] Bogicevic M, Maras V, Mugoša M, et al. The effects of early leaf removal and cluster thinning treatments on berry growth and grape composition in cultivars Vranac and Cabernet Sauvignon [J]. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2015, 2(1): 1-8.
- [34] González-Manzano S, Rivas-Gonzalo J C, Santos-Buelga C. Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration [J]. *Analytica Chimica Acta*, 2004, 513(1): 283-289.
- [35] Meng J F, Ning P F, Xu T F, et al. Effect of rain-shelter cultivation of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Gernischet on the phenolic profile of berry skins and the incidence of grape diseases [J]. *Molecules*, 2012, 18(1): 381-397.

(上接第 107 页)

- [28] 李 猛, 王雷存, 任小林, 等. 陕西地区红富士苹果冠层果实品质差异及相关性分析 [J]. *果树学报*, 2010, 27(6): 859-863.
Li M, Wang L C, Ren X L, et al. Diversity and correlation analysis of quality factors for canopy fruit of Fuji apple in Shaanxi area [J]. *Journal of Fruit Science*, 2010, 27(6): 859-863.
- [29] 赵 明, 林贵美, 邹 瑜, 等. 广西野生毛葡萄果实主要品质性状相关性分析 [J]. *中国农学通报*, 2014, 30(13): 284-288.
Zhao M, Lin G M, Zou Y, et al. Guangxi wild *Vitis quinquangularis* fruit correlation analysis of main quality traits [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2014, 30(13): 284-288.
- [30] 王 依, 鲁晓燕, 牛建新, 等. 新疆枣不同品种果实和果核性状的比较 [J]. *石河子大学学报*, 2014, 31(1): 24-29.
Wang Y, Lu X Y, Niu J X, et al. Comparison of fruit and stone characters in different Chinese jujube cultivars in Xinjiang [J]. *Journal of Shihezi University*, 2013, 31(1): 24-29.
- [31] 阿依古丽·铁木儿, 玉素甫·阿不力提甫, 帕提曼·阿布都热合曼, 等. 新疆主要栽培梨品种果实品质分析与评价 [J]. *新疆农业科学*, 2014, 51(3): 417-422.
Ayiguli T, Yusufu A, Patiman A, et al. Analysis and evaluation on of fruit quality of main pear varieties in Xinjiang [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2014, 51(3): 417-422.
- [32] 姜 松, 王海鸥, 赵杰文. 猕猴桃低温贮藏期间硬度与化学品质的相关性研究 [J]. *食品科学*, 2005, 26(5): 244-247.
Jiang S, Wang H O, Zhao J W. Study on the correlation between firmness and chemical qualities of kiwifruit during cold-storage [J]. *Food Science*, 2005, 26(5): 244-247.
- [33] 毛祝新, 崔严葡, 赵 宁, 等. 紫果黑蕊猕猴桃营养品质变化及其相关性分析 [J]. *中国农学通报*, 2015, 31(28): 99-103.
Mao Z X, Cui Y P, Zhao N, et al. Nutrition quality variation and correlation analysis of purple fruit type of *Actinidia melanandra* [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(28): 99-103.
- [34] Kurtanek Z, Horvat D, Magdic D, et al. Factor analysis and modelling for rapid quality assessment of croatian wheat cultivars with different gluten characteristics [J]. *Food Technology and Biotechnology*, 2008, 46: 270-277.
- [35] Pestana M, Beja P, Correia P J, et al. Relationships between nutrient composition of flowers and fruit quality in orange trees grown in calcareous soil [J]. *Tree Physiology*, 2005, 25(6): 761-767.
- [36] 仇占南, 张茹阳, 彭明朗, 等. 北京野生软枣猕猴桃果实品质综合评价体系 [J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(2): 45-53.
Qiu Z N, Zhang R Y, Peng M L, et al. Comprehensive evaluation system of the fruit quality of wild *Actinidia argutain* Beijing [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(2): 45-53.