

甜樱桃和酸樱桃品种果实性状的综合评价

高 佳¹, 王宝刚², 冯晓元², 李文生², 张开春², 汤浩茹¹

(1. 四川农业大学 园艺学院, 四川 雅安 625014; 2. 北京市农林科学院 林业果树研究所, 北京 100093)

摘 要:以‘早大果’、‘红灯’等 14 个生产上早栽培甜樱桃品种和 1 个酸樱桃品种‘CAB’为试材, 研究了不同品种间形态性状、内在品质和主要内含物含量的差异显著性, 并对各项测定指标进行相关性检验。结果表明: 15 个樱桃品种以单果均重、总酸、还原糖、可溶性固形物、花色苷、总酚和维生素 C 含量差异最明显, 可见樱桃果实大小、风味和内含物含量受品种影响显著。相关性检验显示, 总酚与总酸、花色苷与还原糖、可溶性固形物; 果形指数与总酸、pH 值; 单果均重与单核均重; 果实汁液色泽与糖酸、可溶性固形物、花色苷和总酚呈显著相关关系。

关键词:甜樱桃; 酸樱桃; 品种; 果实性状

中图分类号:S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)17-0017-05

樱桃为多年生木本落叶果树, 属蔷薇科 (Rosaceae), 李属 (*Prunus*), 樱亚属 (*Subgenus cerasus*)。该亚属植物, 有 120 种以上, 目前世界上主要栽培的樱桃有中国樱桃 (*P. pseudocerasus* Lindl.)、甜樱桃 (*P. avium* L.)、酸樱桃 (*P. cerasus* Ledeb.)、毛樱桃 (*P. tomentosa* Thunb.)、欧李 (*P. humilis* Bge) 等^[1]。甜樱桃 (又名欧洲甜樱桃、大樱桃、Sweet cherry), 一部分起源于亚洲, 野生种分布于伊朗北部、乌克兰和高加索山脉以南; 另一部分起源于欧洲, 野生种分布于瑞典南部、希腊、意大利和西班牙^[2]。因具有成熟期早、果粒大、色泽鲜艳、营养丰富、酸甜可口、经济价值高等优点, 几乎涵盖了所有具商业价值的鲜食樱桃品种。酸樱桃 (又名欧洲酸樱桃、Sour cherry、Tart cherry), 原产欧洲东南部黑海沿岸及亚洲西部, 既可作砧木也可作栽培品种, 果实色泽鲜艳, 具有独特酸香味且营养丰富均衡, 具有调节睡眠、清除自由基、抗氧化、抗癌等多种功效, 主要用于果汁、果酒、果酱等加工制品^[3-4]。目前国内有关甜樱桃和酸樱桃品种间果实性状和内在品质比较及性状间相关性分析研究较少, 该试验对 14 个生产上栽培的甜樱桃品种和 1 个酸樱桃品种的果实形态性状、内在品质和主要内含物成分进行研究, 旨在为樱桃引种栽培和鲜食加工提供理论依据。

第一作者简介: 高佳 (1983-), 女, 在读博士, 研究方向为果品加工与贮藏。E-mail: 2714001@163.com。

责任作者: 冯晓元 (1965-), 女, 博士, 研究员, 研究方向为食品科学。E-mail: xyfeng@yahoo.cn。

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费资助项目 (200903019); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项资助项目。

收稿日期: 2011-06-10

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试样品 以 14 个甜樱桃品种和 1 个酸樱桃品种成熟鲜果为试材 (表 1), 全部供试样品均于 2010 年 5~6 月采于北京市农林科学院林业果树研究所樱桃种质资源圃。果园土壤类型为壤土, 土壤 pH 7.5~8.0。甜樱桃和酸樱桃树龄均为 8~10 a 生, 整形修剪方式为纺锤形, 甜樱桃砧木为中国樱桃, 株行距 4 m×3 m, 管理条件一致。供试样品取材以单株为试验单元, 3 次重复, 每个品种每株随机取样 60 个果。所有果实于采收当天运回实验室, 剔除残、病、次果后测定形态指标, 并清洗、消毒、沥干、摘除果柄后于 -30℃ 冷冻贮藏备用。

1.1.2 仪器与设备 TU-1810 紫外可见分光光度计 (北京普析通用仪器有限责任公司); 3K15 型高速冷冻离心机 (SIGMA); DK-S24 型电热恒温水浴锅 (上海精密实验设备有限公司); 794BASIC 自动电位滴定仪 (METROHM); CR-400 色彩色差仪 (KONICA MINOLTA SENSING); SHE-III 型循环水真空泵 (上海亚荣生化仪器厂); BSA224S-CW 型电子天平 (北京赛多利思科学仪器有限公司); PAL-1 折光仪 (ATAGO); PHS-3C 型精密 pH 计 (上海雷磁仪器厂); 游标卡尺 (北京航天峰光电子技术有限责任公司); 1000W 电子万用炉 (北京市永光明医疗仪器厂); SG260E1 多功能榨汁机 (浙江苏泊尔炊具股份有限公司)。

1.2 试验方法

平均单果重和单核重 (g): 每个品种随机取样 30 个果, 计算平均单果重。并取出果核, 计算平均单核重。果柄长度 (cm) 和果形指数: 每个品种随机取样 15 个果柄完好无损的果实, 用游标卡尺测量果柄长度, 计算单果平均果柄长度。用游标卡尺测量果实纵径和横径, 计算果形指数 (纵径/横径)。可溶性固形物 (SS%)

表 1

供试材料及原产地

Table 1

The origins of the materials

所属种 Species belonged	品种名 Cultivar	英文名 English name	原产地 Origin	所属种 Species belonged	品种名 Cultivar	英文名 English name	原产地 Origin
欧洲甜樱桃	早丹	Zaodan	北京	欧洲甜樱桃	早红宝石	Early Ruby	乌克兰
欧洲甜樱桃	早大果	Zaodaguo	乌克兰	欧洲甜樱桃	宇宙	Yuzhou	乌克兰
欧洲甜樱桃	红灯	Hongdeng	辽宁大连	欧洲甜樱桃	先锋	Van	加拿大
欧洲甜樱桃	雷尼	Rainier	美国	欧洲甜樱桃	红蜜	Hongmi	辽宁大连
欧洲甜樱桃	拉宾斯	Lapins	加拿大	欧洲甜樱桃	佳红	Jiahong	辽宁大连
欧洲甜樱桃	巨红	Juhong	辽宁大连	欧洲甜樱桃	马苏德	Mashad	伊朗
欧洲甜樱桃	彩虹	Caihong	北京	欧洲甜樱桃	美早	Tieton	美国
欧洲酸樱桃	CAB	CAB	意大利				

和糖酸比:采用 PAL-1 折光仪测定,以超纯水作对照。以可溶性固形物含量与总酸含量的比值表示糖酸比。pH:采用 PHS-3C 型精密 pH 计测定各品种果浆 pH 值。汁液色差:将各樱桃品种果肉打浆,于 8 000 r/min 离心 15 min,收集上清液,并将上清液用滤纸抽滤去除少量杂质后,采用 CR-400 色彩色差仪测定果汁色差,样品测定重复 5 次,计算平均值。其中, L^* 值表示亮度; a^* 值表示红度; b^* 值表示黄度; C^* 值表示彩度; h 值表示色相。总酸(%):根据 GB/T12456-2008 方法测定,样品重复 3 次,计算平均值。还原糖(%):根据 GB 6194-86 方法测定,样品重复 3 次,计算平均值。花色苷(mg/100 g):采用 pH 示差法^[5]测定,样品重复 3 次,计算平均值。花色苷含量计算公式如下:总吸光度 $A = \text{pH } 1.0(A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}}) - \text{pH } 4.5(A_{510\text{nm}} - A_{700\text{nm}})$; 花色苷含量(mg/100g) = $A \times MW \times DF \times V \times 100 / (\epsilon \times L \times m)$ 。式中: A :吸光度; ϵ :矢车菊-3-葡萄糖苷的摩尔消光系数, $26\,900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$; MW :花色苷的摩尔质量, 449.2 g/mol ; DF :稀释倍数; V :提取液总体积, mL; L :比色杯的宽度, 1 cm; m :试样质量, g。总酚(mg/100g):采用 Folin-Ciocalteu 比色法^[6]测定,样品重复 3 次,计算平均值。总酚含量(以没食子酸计):总酚含量(mg/100g) = $C \times V \times DF \times 100 / (m \times 1\,000)$, 式中: C :根据标准曲线计算出的没食子酸浓度, mg/L; V :提取液总体积, mL; DF :稀释倍数; m :试样质量, g。抗坏血酸(mg/100g):根据 GB/T 5009.86-2003 方法,采用 2,4-二硝基苯肼比色法测定。样品测定重复 3 次,计算平均值。总抗坏血酸含量计算公式:维生素 C 含量(mg/100g) = $C \times V \times DF \times 100 / (m \times 1\,000)$ 。式中: C :根据标准曲线计算出的试样氧化液中抗坏血酸浓度, $\mu\text{g/mL}$; V :试样中 10 g/L 草酸溶液定容的体积, mL; DF :试样氧化处理过程中的稀释倍数; m :试样质量, g。果皮颜色(黄、黄底红晕、红、紫红),果实汁液颜色(浅黄、黄、橙红、红、紫红、深紫红),果形(卵圆、扁圆、长圆、肾形、心形),果肉质地(软、韧)、裂果性(裂、不裂),口感(酸、酸甜、甜酸、甜),汁液含量(多、中、少),粘离核性(粘核、半离核、离核)由 5 名专业人员进行品评,最后取相同意见最多的评价。试验结果采用 SPSS 16.0 统计软件进行差异显著性检验($\alpha = 0.05$)和相关性检验($P = 0.05$ 和 $P = 0.01$)。

2 结果与分析

2.1 果实形态性状比较

15 个供试樱桃品种间果实形态、重量、色泽差异较大(表 2)。其中红色品种 10 个,分别为‘CAB’、‘早丹’、‘早大果’、‘红灯’、‘拉宾斯’、‘早红宝石’、‘宇宙’、‘先锋’、‘马苏德’、‘美早’;黄色品种 5 个,分别为‘雷尼’、‘巨红’、‘彩虹’、‘红蜜’、‘佳红’。各品种除‘早大果’和‘佳红’有少量裂果外,其余均不裂。可见,在较好的栽培管理条件下甜樱桃和酸樱桃抗裂果性好,不易出现裂果。测试樱桃品种平均单果重在 3.65~9.68 g 之间,平均单核重在 0.25~0.57 g 之间,各品种间差异显著。15 个樱桃品种可食率均在 90% 以上,利用率高。单果重是衡量樱桃果实大小的一个重要指标^[7]。其中‘巨红’、‘佳红’、‘早大果’、‘美早’、‘宇宙’、‘彩虹’果实较大,酸樱桃‘CAB’果实最小。樱桃果实大小受品种遗传因素和环境等多种因素影响。Leif 等^[8]研究表明,不同年份的花期气温和果实发育期气温、水分等环境因素影响酸樱桃果实单果重。各品种平均果柄长 3.12~5.57 cm,差异显著。果柄由花梗发育而来,通过测定樱桃果柄长度,在某种程度上为不同樱桃品种花和果实的种质资源研究提供一定科学依据^[9]。果形指数是描述果实外观形态的重要指标,15 个樱桃品种果形指数在 0.81~0.99 之间。

2.2 果实内在品质比较

将 15 个樱桃品种取汁,得到不同色泽和颜色深浅的樱桃果汁,分别呈现为深紫红-紫红-红-橙红-黄-浅黄(表 3)。各品种果肉质度不同,其中‘早大果’、‘雷尼’、‘拉宾斯’、‘彩虹’、‘先锋’、‘佳红’、‘马苏德’、‘美早’果肉韧性较好;而‘CAB’、‘早丹’、‘红灯’、‘巨红’、‘早红宝石’、‘宇宙’、‘红蜜’果肉相对较软。15 个品种中,除酸樱桃‘CAB’口感较酸外,其余甜樱桃品种口感均酸甜适中,‘早丹’、‘红蜜’、‘佳红’口感较甜。15 个樱桃品种果实汁液含量均较多,适宜于果汁饮料的开发。各品种果汁色差 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 、 h 值均有不同程度的差异显著性。其中亮度 L^* 值较高的品种有‘彩虹’、‘佳红’、‘红蜜’、‘巨红’、‘雷尼’,均为黄色品种;红度 a^* 值较高的品种有‘CAB’、‘美早’、‘先锋’、‘拉宾斯’、‘宇宙’,汁液颜色均为红或橙红;黄度 b^* 值较高的品种有‘雷尼’、‘巨红’、‘红蜜’、‘佳红’;彩度 C

* 值较高的品种有‘CAB’、‘雷尼’、‘红蜜’、‘佳红’、‘早丹’、‘早红宝石’、‘红灯’,汁液颜色均为深紫红或紫红。
‘拉宾斯’、‘先锋’、‘宇宙’,色彩艳丽且惹人喜爱,可用于果汁饮料开发;色相 h 值较低的品种有‘早大果’、

表 2 樱桃品种果实形态性状指标

Table 2 The morphological trait of cherry cultivar										
品种	果形	果皮颜色	裂果性	单果均重	单核均重	果柄均长	横径	纵径	果形指数	
Cultivar	Fruit shape	Skin color	Cracking	Weight per fruit/g	Weight per nuclear/g	Perdicle length/cm	Transverse diameter/cm	Vertical diameter/cm	Fruit shape index	
CAB	卵圆	红	不裂	3.65 j	0.25 j	3.12 g	1.8	1.61	0.81 f	
早丹	肾形	紫红	不裂	5.50 i	0.28 ij	4.86 c	2.33	1.97	0.85 e	
早大果	心形	紫红	轻裂	8.76 b	0.53 cd	4.30 d	2.65	2.34	0.88 cd	
红灯	肾形	紫红	不裂	6.41 f	0.49 e	2.84 h	2.41	2.04	0.85 de	
雷尼	心形	黄底红晕	不裂	5.79 h	0.34 gh	3.20 fg	2.40	2.05	0.85 e	
拉宾斯	卵圆	紫红	不裂	7.00 e	0.43 f	3.12 fg	2.44	2.28	0.93 b	
巨红	肾形	黄底红晕	不裂	9.68 a	0.57 a	4.00 de	2.66	2.27	0.85 e	
彩虹	扁圆	黄底红晕	不裂	7.93 d	0.51 de	3.34 fg	2.61	2.30	0.88 cd	
早红宝石	扁圆	紫红	不裂	5.37 i	0.29 i	3.99 e	2.23	1.94	0.87 cd	
宇宙	卵圆	红	不裂	8.10 c	0.55 bc	5.11 b	2.70	2.20	0.81 f	
先锋	肾形	紫红	不裂	6.51 f	0.36 g	3.41 f	2.45	2.08	0.85 e	
红蜜	长圆	黄底红晕	不裂	6.22 g	0.33 h	4.01 de	2.23	2.21	0.99 a	
佳红	心形	黄底红晕	轻裂	8.74 b	0.40 f	5.57 a	2.71	2.36	0.87 cd	
马苏德	心形	红	不裂	6.35 fg	0.33 h	3.29 fg	2.51	2.23	0.89 c	
美早	扁圆	紫红	不裂	8.76 b	0.57 ab	3.27 fg	2.66	2.49	0.94 b	

注:采用邓肯氏新复极差法测验,小写字母分别表示显著水平(a=0.05),下同。
Note:Uppercase and lowercase letters indicate significance at a=0.05 by using Duncan’s multiple range test,the same below.

表 3 樱桃品种果实内在品质指标

Table 3 The quality index of cherry cultivar										
品种	汁液颜色	果肉质地	口感	汁液含量	粘离核	汁液色差				
						Juice chromatic aberration				
Cultivar	Juice color	Flesh texture	Taste	Juice content	Nuclear stick or separation	L*	a*	b*	C*	h
CAB	红	软	酸	多	粘核	22.43 i	4.62 a	2.04 f	5.05 a	23.79 g
早丹	紫红	软	甜	中	离核	21.28 l	1.06 g	0.18 j	1.08 h	9.75 i
早大果	深紫红	韧	甜酸	中	半离核	21.05 n	0.80 h	0.16 j	0.81 i	11.56 i
红灯	紫红	软	甜酸	中	半离核	21.41 k	1.72 e	0.50 h	1.79 f	16.20 h
雷尼	黄	韧	甜酸	中	粘核	25.22 e	0.13 ij	4.88 a	4.89 a	88.47 ab
拉宾斯	橙红	韧	酸甜	多	粘核	23.32 h	2.11 d	3.59 c	4.17 bc	59.54 d
巨红	黄	软	甜酸	多	粘核	25.38 d	0.26 i	4.30 b	4.31 b	86.60 b
彩虹	浅黄	韧	酸甜	中	半离核	26.03 a	0.09 ij	2.64 e	2.65 e	88.07 b
早红宝石	深紫红	软	甜酸	多	离核	21.18 m	1.38f	0.36 i	1.43 g	14.49 h
宇宙	橙红	较软	甜酸	多	离核	24.23 f	2.05 d	3.58 c	4.13 bd	60.18 d
先锋	橙红	韧	酸甜	多	半离核	23.46 g	2.94 c	2.93 d	4.15 bcd	44.89 e
红蜜	黄	软	甜	多	粘核	25.60 c	0.21 i	4.22 b	4.23 bc	87.20 b
佳红	黄	韧	甜	多	粘核	25.78 b	0.02 j	4.21 b	4.21 bc	90.27 a
马苏德	橙红	韧	酸甜	中	半离核	24.26 f	1.62 e	3.61 c	3.95 d	65.84 c
美早	红	韧	酸甜	中	半离核	22.29 j	3.58 b	1.87 g	4.04 cd	27.52 f

2.3 果实内含物比较

15 个樱桃品种果实 pH 在 3.42~4.14 之间,酸樱桃果实 pH 最低(表 4)。可溶性固形物含量在 9.4%~15.7%之间,含量较高的品种有‘早大果’、‘早红宝石’、‘红灯’。花色苷含量在 0.36~48.09 mg/100g 之间,差异显著,其中‘早红宝石’、‘早大果’、‘早丹’、‘红灯’、‘美早’含量较高。总酚含量在 46.99~194.41 mg/100g 之间差异显著,其中‘早红宝石’、‘早大果’、‘CAB’、‘早丹’、‘红灯’含量较高。维生素 C 含量在 3.15~19.52 mg/100g 之间差异显著,其中‘早红宝石’、‘宇宙’、‘红蜜’、‘彩虹’、‘红灯’、‘美早’、‘拉宾斯’含量较高。花色苷、总酚和维生素 C 含量都是影响

果实营养成分的重要指标。总酸含量在 0.79%~2.84%之间,酸樱桃‘CAB’总酸含量显著高于甜樱桃品种。还原糖含量在 6.08%~10.40%之间,含量较高的品种有‘早红宝石’、‘早大果’、‘巨红’、‘红蜜’。糖酸比在3.52~17.47 之间,‘红蜜’和‘佳红’糖酸比最高,分别为 17.47 和 13.80。樱桃果实的糖酸比值能够确切反映果实风味及品质的优劣^[10]。综合比较各品种,红色品种‘早红宝石’、‘早大果’、‘早丹’、‘红灯’、‘美早’、‘CAB’在花色苷、总酚和维生素 C 含量上表现较优;黄色品种‘红蜜’、‘佳红’、‘雷尼’、‘巨红’糖酸比高,口感较好,但花色苷和总酚含量较低。

表 4

樱桃品种果实内含物指标

Table 4

The nutritional ingredient of cherry cultivar

品种 Cultivar	pH	可溶性固形物 Soluble solids/%	花色苷 Anthocyanin/mg · (100g) ⁻¹	总酚 Total phenol/mg · (100g) ⁻¹	维生素 C Vitaminic C /mg · (100g) ⁻¹	总酸 Total acid/%	还原糖 Reducing sugar/%	糖酸比 Sugar-acid ratio
CAB	3.42 h	10.0 k	6.89 ± 0.66 f	163.90 ± 4.49 b	8.50 ± 0.42 de	2.84 a	6.49 l	3.52 k
早丹	3.98 bcd	13.7 d	24.61 ± 2.99 c	128.79 ± 5.40 c	6.76 ± 0.54 ef	1.43 l	8.13 f	9.58 c
早大果	3.79 ef	15.7 a	39.50 ± 2.85 b	174.29 ± 7.81 b	3.15 ± 0.60 g	1.91 c	10.00b	8.22 f
红灯	4.08 ab	15.4 b	16.82 ± 0.75 d	121.18 ± 6.78 c	9.93 ± 0.79 bcde	1.89 d	7.80 h	8.15 f
雷尼	4.13 ab	12.9 g	0.36 ± 0.14 g	53.13 ± 2.95 f	8.61 ± 1.53 cde	1.47 j	8.29 e	8.78 d
拉宾斯	4.14 a	10.2 j	1.87 ± 0.12 g	68.84 ± 4.97 ef	9.42 ± 0.13 bcde	1.72 f	6.43 l	5.93 i
巨红	3.86 def	13.5 f	0.48 ± 0.01 g	68.94 ± 1.82 ef	8.51 ± 0.54 de	1.59 h	8.77 c	8.49 e
彩虹	3.73 g	9.7 l	0.93 ± 0.05 g	56.20 ± 4.35 fg	10.32 ± 0.84 bcd	1.34 m	6.88 k	7.24 g
早红宝石	4.03 abc	15.6 a	48.09 ± 3.21 a	194.41 ± 7.21 a	19.52 ± 1.01 a	1.80 e	10.40 a	8.67 d
宇宙	3.65 g	13.5 e	3.15 ± 0.10 g	89.75 ± 5.50 d	10.76 ± 0.07 b	1.67 g	8.13 f	8.08 f
先锋	3.81 ef	10.7 i	6.31 ± 0.46 f	88.61 ± 5.55 d	8.02 ± 0.62 e	1.98 b	7.25 j	5.40 j
红蜜	4.16 a	13.8 c	0.42 ± 0.32 g	51.21 ± 2.67 g	10.47 ± 1.50 bc	0.79 o	8.61 d	17.47 a
佳红	4.01 abc	12.7 h	0.95 ± 0.09 g	46.99 ± 2.47 g	5.86 ± 0.50 f	0.92 n	7.61 i	13.80 b
马苏德	3.83 ef	9.7 l	3.06 ± 0.18 g	56.66 ± 5.19 g	7.04 ± 0.96 e	1.51 i	6.08 m	6.42 h
美早	3.89 cde	9.4 m	13.51 ± 0.08 e	77.72 ± 2.95 de	9.57 ± 0.17 bcde	1.45 k	7.95 g	6.48 h

2.4 果实性状相关性检验

对 15 个樱桃品种果实性状进行相关性检验(表 5),除维生素 C 和果柄长度与其它测试性状相关性不显著外,其余各性状间均有不同程度的显著相关性。结果与史洪琴等^[11]研究得出樱桃果实果柄长、维生素

C 与单果重、果形指数、可溶性固形物、可滴定酸等相关性不显著一致。有研究表明樱桃果实维生素 C 与可溶性蛋白质含量呈显著正相关关系,维生素 C 含量的高低受果实发育期和品种基因型影响^[10]。

表 5

考查因素相关性检验

Table 5

The correlation test of review factors

	单核均重 Weight per nuclear	果柄均长 Pedicel length	果形指数 Fruit shape index	pH	总酸 Total acid	还原糖 Reducing sugar	可溶性固形物 Soluble solids	花色苷 Anthocyanin	总酚 Total phenol	维生素 素 C	L	a	b	C	h
单果均重	0.869**	0.351	0.183	0.046	-0.441	0.204	0.051	-0.147	-0.385	-0.303	0.320	-0.378	0.222	-0.016	0.340
单核均重		0.052	0.058	-0.096	-0.149	0.145	0.042	-0.113	-0.228	-0.176	0.126	-0.128	0.048	-0.060	0.135
果柄均长			-0.160	-0.011	-0.421	0.376	0.415	0.128	0.014	-0.161	0.129	-0.393	0.036	-0.179	0.107
果形指数				0.557*	-0.589*	0.036	-0.149	-0.077	-0.365	0.058	0.167	-0.198	0.159	0.043	0.218
pH					-0.619*	0.261	0.354	0.054	-0.296	0.183	0.067	-0.527*	0.130	-0.148	0.186
总酸						-0.133	-0.100	0.267	0.661**	0.036	-0.558*	0.727**	-0.407	-0.018	-0.589*
还原糖							0.822**	0.701**	0.495	0.299	-0.323	-0.368	-0.371	-0.527*	-0.280
可溶性固形物								0.584*	0.468	0.163	-0.333	-0.458	-0.373	-0.589*	-0.279
花色苷									0.861**	0.290	-0.815**	0.055	-0.854**	-0.821**	-0.789**
总酚										0.254	-0.844**	0.361	-0.830**	-0.614*	-0.855**
维生素 C											-0.109	0.077	-0.128	-0.083	-0.095
L												-0.489	0.894**	0.645**	0.986**
a													-0.271	0.246	-0.548*
b														0.849**	0.918**
C															0.631*

注: * 表示在 0.05 水平上相关, ** 表示在 0.01 水平上相关。

Note: * indicates correlation at the 0.05 level, ** indicates correlation at the 0.01 level.

从果实汁液颜色来看,亮度 L* 与总酸($r = -0.558, P < 0.05$)、花色苷($r = -0.815, P < 0.01$)和总酚($r = -0.844, P < 0.01$)呈显著负相关,即果实汁液亮度越高,酸度、花色苷和总酚含量越低。表现在果实上为黄色品种汁液亮度较高,酸度、花色苷和总酚含量较低。红度 a* 与 pH($r = -0.527, P < 0.01$)和总酸($r = 0.727, P < 0.01$)呈显著相关,即果实汁液越红, pH 值越低,酸度越高。黄度 b* 与花色苷($r = -0.854, P < 0.01$)和总酚($r = -0.830, P < 0.01$)显著负相关,与 2.3 研究结果一致。彩度 C* 与还原糖($r = -0.527, P < 0.05$)、可溶性固形物($r = -0.589, P < 0.05$)、花色苷($r = -0.821, P < 0.01$)、总酚($r = -0.614, P < 0.05$)呈显著负相关。色相 h 与总酸($r = -0.589, P < 0.05$)、花色苷($r = -0.789, P < 0.01$)和总酚($r = -0.855, P < 0.001$)呈显著负相关。

以营养成分来看,花色苷与还原糖($r = 0.701, P < 0.01$)和可溶性固形物($r = 0.584, P < 0.05$)呈显著正相关,即果实还原糖和可溶性固形物含量越高,花色苷含量越高。总酚与总酸($r = 0.661, P < 0.01$)和花色苷($r = 0.861, P < 0.01$)呈显著正相关,即果实酸度越高,总酚和花色苷含量越高。因此,鲜食口感较差的酸性品种,可在加工中获得较高的花色苷和总酚含量。可溶性固形物与还原糖($r = 0.822, P < 0.01$)显著正相关,与总酸相关性不显著。该结果与史洪琴等^[11]得出可溶性固形物与可滴定酸在中国樱桃和甜樱桃品种中显著正相关($r = 0.86, P < 0.05$)不同。另外,蔡宇良等^[10]研究报道甜樱桃品种果实可溶性总糖含量与果实发育期之间显著正相关,早熟品种果实可溶性总糖含量比中晚熟品种低;可溶性蛋白含量与果实发育期显著正相关,果实蛋白质含量高低受品种遗传基因型

影响较大。该试验中未涉及果实发育期调查,但试验得出‘红蜜’、‘佳红’、‘雷尼’、‘巨红’等中晚熟品种还原糖含量较高,与蔡宇良等得出结论一致。

总酸与 pH($r=-0.619, P<0.05$)和果形指数($r=-0.589, P<0.05$)显著负相关,即果实酸度越低, pH 值越高,果实纵径越大。相关研究得出甜樱桃果实总酸含量与果实发育期及果实大小之间相关性不显著^[10],与该研究结果一致。另外,单果均重与单核均重($r=0.869, P<0.01$)呈显著正相关,果实越重,果核越重。

3 讨论与结论

该试验结果显示,品种间各项指标均表现为不同程度的差异显著,其中以单果均重、总酸、还原糖、可溶性固形物、花色苷、总酚和维生素 C 含量差异明显,可见果实大小、风味和内含物含量受品种影响很大。艾呈祥等^[12]采用 SSR 引物对 30 个樱桃品种遗传多样性分析表明,地理因素对品种特性影响很大。因此,不同樱桃品种间果实性状受基因型和地理环境影响较大,同一品种果实性状受生长环境、气候、土壤、温度、海拔等因素影响^[8,10]。相关性检验显示,果实汁液色泽与糖酸、可溶性固形物、花色苷和总酚显著相关。红色品种通常酸度、花色苷和总酚含量较高;黄色品种通常糖度较高,花色苷和总酚含量低。红色品种中果形较大,花色苷、总酚和维生素 C 含量较高的品种有:‘早红宝石’、‘早大果’、‘早丹’、‘红灯’和‘美早’;黄色品种中糖酸比高,口感较好的品种有:‘红蜜’、‘佳红’、‘雷尼’、‘巨红’,但花色苷和总酚含量较低。酸樱桃‘CAB’虽然在果实大小、风味指标上表现较差,但总酸、总酚和维生素 C 含量较高,可用于加工。因樱桃饮料加工优先采用含酸量高、出汁率高、色素含量丰富、芳香成分质量好且含量高的深色品种^[13]。另外,相关性检验中发现总酚与总酸含量显著正相关;花色苷与还原糖和可溶性固形物含量显著正相关;果形指数与总酸显著负相关,与 pH 值显著正相关。

果形、单果重、果柄长、纵横径、果肉质度、粘离核

性等植物学和形态性状的测定可作为果实品种选育的重要依据;果皮和汁液颜色、果肉质度、汁液多少、口感等经济性状的测定可作为生产上引种栽培的依据;糖酸、花色苷、总酚、维生素 C 等内含物的测定可作为鲜食和加工中品种选择的依据。甜樱桃作为成熟期早,营养丰富,形色俱佳,口感好,经济性高的果树,适宜在生产中推广。酸樱桃总酸、总酚、花色苷和维生素 C 含量较高,汁液色彩鲜艳,适应性强,丰产性高,适合加工。目前国内市场上有关樱桃的加工制品并不多见,因此开发适宜的樱桃加工产品具有十分广阔的前景。

参考文献

- [1] 中国农学会遗传资源学会. 中国作物遗传资源[M]. 北京:中国农业出版社,1994(9):859-867.
- [2] 蔡宇良. 野生樱桃种质资源的遗传分析及其栽培品种的 DNA 指纹鉴定[D]. 西安:西北大学,2006.
- [3] Kirakosyan A, Seymour E M, Urcuyo llanes D E, et al. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products[J]. Food Chemistry, 2009, 115:20-25.
- [4] 崔新颖,李香艳,孔祥雨,等. 酸樱桃果实有效成分及药理作用的研究[J]. 北华大学学报(自然科学版),2007,8(2):145-149.
- [5] Lee J, Durst R W, Wrolstad R E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants and wines by the pH differential method: collaborative study[J]. Journal of Aoac International, 2005, 88(5):1269-1278.
- [6] Ough C S, Amerine M A. Methods for analysis of Musts and Wines[M]. New York: J. Wiley edition, 1988:203-205.
- [7] 洪莉,江景勇,潘仙鹏,等. 中国樱桃品种果实性状的综合评价[J]. 浙江农业科学,2010(6):1209-1210.
- [8] Leif P, Morten P, Ghita S N. Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. ‘Stevnsbær’) [J]. European Food Research and Technology, 2003, 216:212-216.
- [9] 袁祖丽,李华鑫,孙晓楠,等. 不同樱桃品种花和果实性状及其内含物含量的比较研究[J]. 河北农业大学学报,2008,42(6):617-620.
- [10] 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.
- [11] 史洪琴,邹陈,陈荣华. 不同樱桃品种果实性状的比较研究[J]. 北方园艺,2010(11):24-27.
- [12] 艾呈祥,辛力,余贤美,等. 樱桃主栽品种的遗传多样性分析[J]. 园艺学报,2007,34(4):871-87.
- [13] 杜朋. 果蔬汁饮料工艺学[M]. 北京:农业出版社,1992:54-55.

Composite Appreciation of Fruit Characters in Sweet Cherry and Sour Cherry Cultivars

GAO Jia¹, WANG Bao-gang², FENG Xiao-yuan², LI Wen-sheng², ZHANG Kai-chun², TANG Hao-ru¹

(1. College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014; 2. Institute of Pomology and Forestry, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100093)

Abstract: With 14 sweet cherry cultivars and 1 sour cherry cultivars as experimental materials to study the morphological traits, the intrinsic quality and the main contents of the significance of difference between cultivars. And the correlation test were determined. The results showed that the average fruit weight, total acid, reducing sugar, soluble solid, anthocyanin, total phenol and vitamin C content was significantly between 15 cherry cultivars. Showed that cherry's fruit weight, flavor and variety of inclusions content were significantly affected by cultivars. Correlation tests showed that, total phenol and total acid; anthocyanin and reducing sugar, total soluble solid; fruit shape index and total acid, pH; Single fruit weight and monocaryon weight; fruit juice color and reducing sugar, total acid, soluble solid, anthocyanin and total phenol were significantly correlated with each other.

Key words: sweet cherry; sour cherry; cultivars; fruit characters