

成熟度对红地球葡萄品质的影响

颜孙安^{1,2,3}, 姚清华^{1,2,3}, 林香信^{1,2,3}, 刘文静^{1,2,3}, 林 虬^{1,2,3*}

- (1. 农业农村部农产品质量安全风险评估实验室(福州), 福州 350003;
2. 福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 福州 350003;
3. 福建省农产品质量安全重点实验室, 福州 350003)

摘 要: 目的 比较不同成熟度对红地球葡萄(*Vitis vinifera* L.)品质的影响。**方法** 采用国家标准方法, 对不同成熟度(盛花后 88~123 d)红地球葡萄的外观品质和内在营养品质进行比较分析。**结果** 红地球葡萄的外观品质随着采摘期变化而变化, 但是果形指数均维持在 1.13 以上, 组间差异不显著($P > 0.05$)。红地球葡萄果实中纤维、灰分、可溶性固形物(soluble solids, SS)、还原糖、蔗糖、抗坏血酸(ascorbic acid, ASA)和磷含量随采摘期延长而增加($P < 0.05$), 而水分和总酸的含量显著下降($P < 0.05$)。Ca、Fe、Mg 和 K 含量呈现先降后升趋势, 组间均存在显著性差异($P < 0.05$)。过熟期葡萄 Ca、Fe 含量显著低于始熟期($P < 0.05$), 而 Mg、P、K 含量则显著低于始熟期($P < 0.05$)。矿物质的含量顺序为: $K > P > Mg > Ca > Fe$; P、Ca、Fe 含量均与单果重、总酸之间具有较强的线性关系。水分、纤维、灰分、可溶性固形物、还原糖、蔗糖、总酸和抗坏血酸两两间也具有较强烈的线性关系。**结论** 不同成熟度红地球葡萄外观品质变化不显著($P > 0.05$), 但组间内在营养差异显著($P < 0.05$)。研究结果可为红地球葡萄的开发使用提供理论参考。

关键词: 红地球葡萄; 成熟度; 外观; 营养

Effects of maturity on quality of red globe grape (*Vitis vinifera* L.)

YAN Sun-An^{1,2,3}, YAO Qing-Hua^{1,2,3}, LIN Xiang-Xin^{1,2,3}, LIU Wen-Jing^{1,2,3}, LIN Qiu^{1,2,3*}

- (1. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products, Ministry of Agriculture, Fuzhou 350003, China;
2. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China;
3. Fujian Key Laboratory of Quality and Safety of Agro-Products, Fuzhou 350003, China)

ABSTRACT: Objective To explore the effects of different maturity on quality of red globe grape (*Vitis vinifera* L.). **Methods** The appearance quality and internal nutrition of red globe grape with different maturity (88–123 d after flowering) were compared and analyzed by using national standard method. **Results** The appearance of grape changed during the whole harvested period, however, the shape indexes of all groups were higher than 1.13, with no significant difference between the groups ($P > 0.05$). The content of fiber, ash, soluble solids (SS), reducing sugar, sucrose, ascorbic acid (ASA), and phosphorus in grapes increased during the harvested period ($P < 0.05$), while the content of moisture and total acids decreased ($P < 0.05$). Content of Ca, Fe, Mg and K showed a trend of first

基金项目: 国家农产品质量安全风险评估重大专项(GJFP201701505)、福建省公益类科研院所专项(2019R1022-1)、福建省农业科学院农产品质量安全创新团队项目(STIT2017-1-12)

Fund: Supported by Major Special Project of National Agricultural Product Quality and Safety Risk Assessment (GJFP201701505), Project of the Public Welfare Project of Fujian Province (2019R1022-1), and Innovation Team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (STIT2017-1-12)

***通讯作者:** 林虬, 研究员, 主要研究方向为农产品营养与质量安全。E-mail: linqiu3163@163.com

***Corresponding author:** LIN Qiu, Professor, Institute of Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China. E-mail: linqiu3163@163.com

declining and then increasing and there was significant difference between the groups ($P < 0.05$). The content of Ca and Fe in overripe grape was significantly lower than that in initial ripening grape ($P < 0.05$), which showed opposite trend for the content of Mg, P, and K. The content of mineral showed a trend as following: $K > P > Mg > Ca > Fe$ and a strong relationship was found between P, Ca, Fe and fruit weight, total acids. For moisture, fiber, ash, SS, reducing sugar, sucrose, total acid and ASA, the similar relationship was found between any 2 components. **Conclusion** The appearance quality of red globe grape with different maturity is similar ($P > 0.05$). However, the internal nutrition of grape with different maturity is significantly different ($P < 0.05$). The results should be used as a reference for choosing the grape based on different purposes.

KEY WORDS: red globe grape; maturity; appearance; nutrition

1 引言

葡萄(*Vitis vinifera* L.)是葡萄科(Vitaceae Juss)葡萄属(*Vitis* L.)木质藤本植物,按原产地可以分为欧亚种群、北美种群、东亚种群以及杂交种群^[1]。葡萄含蛋白质、糖、有机酸、维生素及矿物质等多种物质,营养丰富,又因果实味道甜美,广受消费者喜爱^[2,3]。我国栽培的葡萄约 80%用于鲜食,其次是用于酿酒和葡萄干制作^[4]。采收是葡萄生产中的一个重要环节,将直接影响葡萄果实的品质,关系到果农的经济收入。因此,开展葡萄果实成熟过程中品质变化规律的研究,对指导种植者适时采收、促进葡萄优质生产具有重要意义。郑瑜琬等^[5]研究发现,通过测定葡萄的可溶性固形物(soluble solids, SS)含量,可快速确定霞多丽葡萄的最佳采收期,有利于提高葡萄酒质量。王宇等^[6]研究发现,通过延迟采收能够提高延庆地区梅鹿辄葡萄果实品质。李珍等^[7]研究认为,利用 45 °C 热水处理 6 min 可以有效延长红提葡萄的贮藏期。牟开萍等^[8]研究认为,不同产地红地球葡萄在果实品质上存在显著差异,且国产红地球葡萄的综合品质优于进口。红地球是仅次于巨峰的鲜食葡萄主栽品种,是近几年鲜食葡萄发展最快的品种之一,也是我国鲜食葡萄走向世界的第一大品种^[9,10],但目前对红地球果实成熟过程中品质变化规律的研究鲜有报道。本研究以福州市寿山乡福建龙晶生物技术有限公司种植的红地球葡萄为试材,探讨不同成熟期红地球果实的外观和营养品质变化规律,确定不同开发利用目的最佳采收期,为红地球葡萄的相关产业提供理论参考。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 葡萄来源

实验地设在福建省福州市寿山乡福建龙晶生物技术有限公司的葡萄园基地。棚架为钢筋结构,长 70 m,宽 6 m,高 3 m,南北延长。大棚内的红地球葡萄定植于 2014 年,南北行向,株行距离 1.2 m×3 m。

2.1.2 实验试剂

硝酸、氯化铯、氯化锶[优级纯,阿拉丁试剂(上海)有限公司];盐酸、硫酸、氢氧化钾、石油醚、氢氧化钠、硼酸(优级纯,上海国药集团);其余试剂均为分析纯,购自上海国药集团;17 种氨基酸标准品(纯度均大于 99%,美国 Sigma 公司);色氨酸(纯度≥99%,上海嘉辰化工有限公司);磷、钙、钾、铁和镁等标准品(纯度均大于 99%,国家有色金属及电子材料分析测试中心)。

2.1.3 实验仪器

L-8800 型氨基酸自动分析仪(日本日立公司);Kjeltec 2300 型全自动凯氏定氮仪、Fibertec 8000 型全自动分析纤维仪(瑞典 FOSS TECATOR 公司);AA-6880 型火焰原子吸收光谱仪(日本岛津公司);900Z 型石墨炉原子吸收光谱仪(美国 PE 公司);722N 可见分光光度计(上海精密科学仪器有限公司);AB204-S 型电子分析天平(瑞士 METTLER TOLEDO 公司);DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司);HH-6 型数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);PAL-1 数显手持折射仪(日本爱宕 ATAGO 公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 采样方法

选择生长势、植株干径和负载量相近的红地球葡萄植株,盛花日期为 2019 年 5 月 5 日,按南、中、北 3 个片区,统一挂牌标示。从果实始熟期开始到衰老期整个发育过程中共采样 6 次。具体采样时间分别为 7 月 31 日始熟期(Stage I)、8 月 7 日成熟期(Stage II)、8 月 14 日完全成熟期 I(Stage III)、8 月 21 日完全成熟期 II(Stage IV)、8 月 28 日过熟期(Stage V)、9 月 4 日衰老期(Stage VI)的上午 9:00~9:30 进行。为了保证材料的代表性,随机取 10 穗红地球,按每果穗上、中、下、内、外各个部位的无病害果实 10 粒,立即用冰盒带回实验室,测定外观品质和营养指标。

2.2.2 分析指标及方法

外观指标:样品果逐个用游标卡尺测定果实的纵径(由果顶端至蒂端)和横径(赤道线的切断面直径),果形指

数参照 GB/T 8210-2011《柑桔鲜果检验方法》^[11]。

营养指标: 所有样品果去皮、去籽, 压成汁, 用玻璃棒搅匀待测。

水分的测定: GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[12];

粗纤维的测定: GB/T 5009.10-2003《植物类食品中粗纤维的测定》^[13];

蛋白质的测定: GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[14];

灰分的测定: GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[15];

可溶性固形物的测定: NY/T 2637-2014《水果和蔬菜可溶性固形物含量的测定》^[16];

蔗糖的测定: GB 5009.8-2016《食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》^[17];

总酸的测定: GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》^[18];

还原糖的测定: GB 5009.7-2016《食品安全国家标准 食品中还原糖的测定》^[19];

抗坏血酸 (ascorbic acid, ASA) 的测定: GB 5009.86-2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》^[20];

磷的测定: GB 5009.87-2016《食品安全国家标准 食品中磷的测定》^[21];

钙的测定: GB 5009.92-2016《食品安全国家标准 食品中钙的测定》^[22];

钾的测定: GB 5009.91-2017《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》^[23];

铁的测定: GB 5009.90-2016《食品安全国家标准 食品中铁的测定》^[24];

镁的测定: GB 5009.241-2017《食品安全国家标准 食品中镁的测定》^[25]。

2.2.3 数据处理与分析

实验数据用 Excel 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 结果以平均值±标准差($Mean \pm SD$)表示。利用单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验差异显著性、邓肯式新复极差法(Duncan's multiple range test)作多重比较分析和双变量相关系数(pearson)进行相关性分析。

3 结果与分析

3.1 不同采摘期红地球葡萄外观品质

果粒大小与形状是葡萄商品价值的主要外观指标^[26]。由表 1 可知, 红地球果实的纵径和横径, 从始熟期到成熟期, 表现出显著上升的趋势($P < 0.05$), 而后几个采摘期组间差异均不显著($P > 0.05$); 在完全成熟期 II 达到峰值, 分别增加了 1.06 和 0.85 mm。红地球果实的单果重, 从始熟期到完全成熟期 I, 表现出显著上升的趋势($P < 0.05$), 之后随着采摘期延迟呈现出先平衡后下降的趋势, 但组间差异不显著($P > 0.05$); 在完全成熟期 II 达到峰值, 增重近 2.6 g。从始熟期到衰老期, 红地球果实的果形指数, 呈现先上升后降的趋势, 但始终维持在 1.13 以上, 组间差异不显著($P > 0.05$)。可见, 红地球果实的外观品质随着采摘日期变化不明显。

3.2 不同采摘期红地球葡萄营养成分

3.2.1 不同采摘期红地球葡萄一般营养成分

葡萄内在品质和加工品质的评价指标可简化为出汁率、蛋白、纤维、SS 等指标^[27]。由表 2 可知, 从始熟期到衰老期, 红地球果实的水分呈现显著下降的趋势, 减少近 3.5 g/100 g; 纤维、灰分和可溶性固形物呈现明显上升的趋势, 其中可溶性固形物增加约 3%; 蛋白质呈现先急剧上升平稳后下降的趋势。红地球果实的水分和纤维, 从始熟期到完全成熟期 I 组间均存在显著性差异($P < 0.05$), 从完全成熟期 II 到过熟期组间均存在显著性差异($P < 0.05$); 可溶性固形物从始熟期到完全成熟期 II 组间差异不显著($P > 0.05$), 与其他组间存在显著性差异($P < 0.05$)。

3.2.2 不同采摘期红地球葡萄的糖、酸含量

果实中糖类物质的组成及含量、总酸的组成及含量、糖酸比等是决定果实风味和商品价值的重要因素^[28]。由表 3 可知, 从始熟期至衰老期, 红地球果实的还原糖、蔗糖和糖酸比值呈现出先缓慢上升后急剧上升的趋势, 分别增加约 3.0、0.6 g/100 g 和 97.7%, 组间均存在显著性差异($P < 0.05$); 而总酸却表现出先急剧下降后缓慢下降的趋势, 减少近 0.09 g/100 g, 组间存在显著性差异($P < 0.05$)。糖酸比值呈现出急剧上升的趋势, 过熟期是始熟期的近 2 倍。可见, 红地球果实随着采摘时间的延长风味变得更佳。

表 1 不同采摘期红地球果实外观品质的变化(n=3)
Table 1 Changes of outside quality on red globe fruit at different picking periods(n=3)

采摘周期	Stage I	Stage II	Stage III	Stage IV	Stage V	Stage VI
纵径/mm	30.57±0.17 ^b	31.46±0.15 ^a	31.62±0.24 ^a	31.63±0.17 ^a	31.58±0.18 ^a	31.50±0.22 ^a
横径/mm	26.86±0.10 ^b	27.62±0.12 ^a	27.69±0.15 ^a	27.71±0.12 ^a	27.71±0.19 ^a	27.67±0.16 ^a
单果重/g	12.37±0.16 ^c	13.61±0.22 ^b	14.96±0.19 ^a	14.97±0.21 ^a	14.96±0.19 ^a	14.36±0.25 ^a
果形指数	1.1382±0.0052	1.1388±0.0069	1.1420±0.0072	1.1404±0.0056	1.1395±0.0066	1.1384±0.0080

注: 同一行不同字母表示差异显著($P < 0.05$), 下同。

表 2 不同采摘期红地球果实的一般营养成分(n=3) (g/100 g)
Table 2 General nutritional components of red globe pulp at different picking stages (n=3)(g/100 g)

采摘周期	Stage I	Stage II	Stage III	Stage IV	Stage V	Stage VI
水分	87.54±0.42 ^a	86.62±0.36 ^b	85.75±0.30 ^c	85.46±0.35 ^c	84.60±0.28 ^d	84.08±0.44 ^d
纤维	0.17±0.01 ^d	0.19±0.00 ^c	0.21±0.00 ^b	0.22±0.01 ^b	0.24±0.02 ^a	0.25±0.01 ^a
蛋白	0.20±0.01 ^b	0.24±0.00 ^a	0.26±0.02 ^a	0.25±0.01 ^a	0.22±0.01 ^b	0.21±0.02 ^b
灰分	0.15±0.01 ^c	0.45±0.03 ^b	0.47±0.01 ^b	0.48±0.02 ^b	0.51±0.02 ^b	0.73±0.03 ^a
可溶性固形物	13.47±0.33 ^d	14.14±0.42 ^c	14.34±0.36 ^c	14.72±0.40 ^c	15.57±0.46 ^b	16.50±0.38 ^a

表 3 不同采摘期红地球果实的糖、酸含量(n=3) (g/100 g)
Table 3 Sugar and acid contents in red globe pulp at different picking stages (n=3) (g/100 g)

采摘周期	Stage I	Stage II	Stage III	Stage IV	Stage V	Stage VI
还原糖	15.10±0.16 ^d	15.85±0.10 ^c	15.91±0.14 ^c	16.10±0.08 ^c	16.49±0.12 ^b	18.15±0.22 ^a
蔗糖	0.11±0.00 ^d	0.13±0.01 ^d	0.24±0.00 ^c	0.26±0.01 ^c	0.41±0.02 ^b	0.72±0.02 ^a
总酸	0.24±0.01 ^a	0.21±0.00 ^b	0.17±0.00 ^c	0.17±0.00 ^c	0.17±0.00 ^c	0.15±0.00 ^d
糖酸比	62.59	76.46	93.35	93.49	98.83	124.14

3.2.3 不同采摘期红地球葡萄的 ASA 含量

ASA 具有抗氧化活性, 是果实组织内的还原剂, 同时也是果实的主要营养成分之一^[29]。由图 1 可知, 从始熟期至过熟期, 红地球果实的 ASA 含量呈现出显著性上升的趋势, 增加了近 95.3%, 组间存在显著性差异($P < 0.05$), 而衰老期的 ASA 含量略有下降。

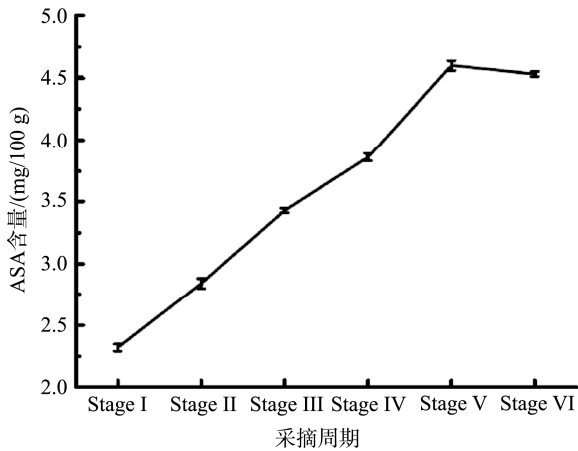


图 1 不同采摘期红地球果实的 ASA 含量(n=3)
Fig.1 ASA contents in red globe pulp at different picking stages(n=3)

3.2.4 不同采摘期红地球葡萄的矿质元素含量

矿质营养水平与果树生长发育密切相关, 是影响果实营养品质的重要因素之一^[30]。由表 4 可知, 从始熟期到衰老期, 红地球果实的 P 表现出先急剧升高后缓慢上升的趋势, 增加近 12.6 mg/100 g, 组间存在显著性差异($P <$

0.05); Ca、Fe、Mg 和 K 含量呈现先急剧下降, 完全成熟期 I 之后逐渐上升, 组间均存在显著性差异($P < 0.05$)。可见, 红地球果实的矿质元素随采摘期的变化而呈现不同的动态变化规律。

3.3 不同采摘期红地球葡萄品质指标间相关性分析

果实的生长经历了一系列生理生化反应, 是一个复杂的新陈代谢过程。由表 5 可知, 随着采摘期的延长, 红地球果实的单果重与 P, 纤维与 SS、ASA, 灰分与还原糖, SS 与还原糖、蔗糖、AsA, 还原糖与蔗糖, Ca 与 Fe 之间存在极显著的正相关性($P < 0.01$); 单果重与 Ca、Fe, 水分与纤维、SS、AsA, 纤维、灰分、P 与总酸, P 与 Ca、Fe 之间存在极显著的负相关性($P < 0.01$); 纤维与灰分、还原糖、蔗糖、P, 灰分与 SS、蔗糖、AsA、P, 还原糖、蔗糖、P 与 ASA, 总酸与 Ca、Fe 之间存在显著的正相关性($P < 0.05$); 单果重、SS、还原糖、ASA 与总酸, 水分与灰分、还原糖、蔗糖、P 之间存在显著的负相关性($P < 0.05$)。可见, 红地球果实的品质指标间具有一定相关性。

4 讨论与结论

4.1 讨 论

果实的品质一般包括外观品质、内在品质、贮藏品质和加工品质等。其中, 果实的外观品质、内在品质和加工品质是影响果实商品价值的主要因素。外观品质通常包括颜色、果形和果实大小等; 内在品质主要有糖、酸、AsA、营养物质成分和矿质元素等要素构成; 加工品质主要有糖酸比和出汁率等^[27,31]。

表 4 不同采收时期红地球果实的矿质元素含量(n=3)/(mg/100 g)
Table 4 Trace element contents in red globe pulp at different picking stages (n=3)/(mg/100 g)

	Stage I	Stage II	Stage III	Stage IV	Stage V	Stage VI
Ca	2.38±0.02 ^a	1.28±0.01 ^b	0.53±0.01 ^f	0.58±0.00 ^e	0.74±0.00 ^d	0.81±0.01 ^c
Fe	1.50±0.01 ^a	0.64±0.01 ^b	0.12±0.00 ^f	0.15±0.00 ^e	0.26±0.01 ^d	0.30±0.01 ^c
Mg	9.45±0.03 ^b	9.27±0.04 ^c	6.34±0.02 ^f	6.62±0.01 ^e	7.09±0.01 ^d	12.62±0.02 ^a
P	28.9±0.2 ^d	33.6±0.3 ^c	40.2±0.2 ^b	40.6±0.3 ^b	40.8±0.2 ^b	41.5±0.1 ^a
K(×10 ²)	1.44±0.02 ^b	1.40±0.00 ^c	1.15±0.01 ^f	1.27±0.00 ^e	1.31±0.01 ^d	1.71±0.02 ^a

表 5 不同采收时期红地球果实品质指标间的相关性
Table 5 Correlation among different quality indexes in red globe pulp at different picking stages

品质指标	QI1	QI2	QI3	QI4	QI5	QI6	QI7	QI8	QI9	QI10	QI11	QI12
QI1	1											
QI2	-0.773	1										
QI3	0.773	-0.999**	1									
QI4	0.698	-0.910*	0.895*	1								
QI5	0.575	-0.962**	0.959**	0.904*	1							
QI6	0.456	-0.886*	0.874*	0.922**	0.963**	1						
QI7	0.440	-0.898*	0.891*	0.844*	0.968**	0.973**	1					
QI8	-0.887*	0.950**	-0.943**	-0.922**	-0.856*	-0.808*	-0.788	1				
QI9	0.789	-0.984**	0.990**	0.837*	0.929**	0.809*	0.841*	-0.913*	1			
QI10	0.950**	-0.917*	0.915*	0.844*	0.781	0.696	0.691	-0.982**	0.906*	1		
QI11	-0.980**	0.777	-0.770	-0.782	-0.600	-0.528	-0.473	0.913*	-0.761	-0.949**	1	
QI12	-0.976**	0.782	-0.775	-0.795	-0.610	-0.540	-0.480	0.916*	-0.765	-0.947**	1.000**	1

注: QI1: 单果重; QI2: 水分; QI3: 粗纤维; QI4: 灰分; QI5: 可溶性固形物; QI6: 还原糖; QI7: 蔗糖; QI8: 总酸; QI9: 抗坏血酸; QI10: 磷; QI11: 钙; QI12: 铁; *: 表示差异显著($P < 0.05$); **表示差异极显著($P < 0.01$)。

本研究表明,随着采摘期的延长,红地球果实的纵径、横径、单果重和果形指数均呈现先上升后缓慢下降的趋势,除单果重外组间差异均不显著($P > 0.05$),在完全成熟期 II 都达到峰值,这与梅鹿辄和赤霞珠葡萄^[32]研究结果相一致。这可能原因是果实由始熟期逐渐向成熟期、完全成熟期演变过程中,内含物质开始逐渐积累,导致果实体积逐渐膨大、单果重量显著增加;当达到过熟期和衰老期时,内含水分的减少明显大于其他物质,导致果实体积略有缩小、单果重量有所减轻。

植物细胞的分裂和伸长都必须在水分充足的条件下才能进行,细胞伸长对缺水更为敏感^[33]。本研究表明,随着采摘期的延长,红地球果实的水分呈现显著下降的趋势,与佛手瓜^[29]研究结果相一致,可能是果实进入成熟期后,生长速率下降、新陈代谢减缓有关。纤维是植物细胞壁的主要组成成分,是影响果蔬质地的重要物质,也是人体健康不可缺少的辅助成分^[29]。本研究表明,随着采摘期的延

长,红地球果实的纤维呈现显著上升的趋势,可能是因为处于细胞快速分裂期的果实需要合成大量的纤维作为细胞壁的骨架成分。

总酸是果实品质的一个重要指标,与糖一起形成各种果实独特的风味。在果实生长过程中,不同类型果实的酸度变化规律也不同,通常果实成熟后酸度会下降^[34]。本研究表明,随着采摘期的延长,红地球果实的总酸呈现出先急剧下降,在完全成熟期达到平衡,而后缓慢下降的趋势;SS、还原糖、蔗糖和糖酸比值含量表现出先缓慢上升后急剧上升的趋势,与柑橘^[28]、桂南葡萄^[35]、龙眼^[36]等研究结果相一致,可能是因为淀粉、有机酸等转化为可溶性糖以及叶片通过光合作用产生的可溶性糖运输到果实内积累而造成的。此外,整个实验过程中,还原糖含量明显高于蔗糖含量,这与葡萄果实成熟时以积累己糖为主相适应^[37]。

AsA 含量变化反映了果实组织内的生理动态。本研究

表明,随着采摘期的延长,红地球果实的 AsA 含量先呈现出显著上升而后略有下降,与柑橘^[28]、杨梅^[38]等研究结果相一致,可能是因为果实在成熟后期,果重无递增或失水略减缓,此时果实内 AsA 因参与呼吸,消耗大于合成,故含量略有下降。

果实在生长发育过程中矿质元素含量呈现不同的动态变化规律,适宜的含水平及平衡关系是保证果实优质高产和贮运加工性能的前提条件^[39]。本研究表明,随着采摘期的延长,红地球果实的 P 含量表现出显著上升趋势,与桃果^[40]的研究结果不一致;完全成熟期前, Ca、Fe、Mg 和 K 含量表现出显著下降的趋势,与椰子液体胚乳^[41]等研究结果相一致,完全成熟期后, Ca、Fe、Mg 和 K 含量呈现显著上升的趋势,可能是因为果实生长过程中,矿质元素的吸收量与干物质的积累量未保持同步。离子的再转运能力取决于其在韧皮部的移动性,一般认为矿质养分在韧皮部中的移动能力为: K, N, P, Mg>Fe, Zn, Cu>Ca^[42], 而红地球果实矿物质的含量顺序为: K>N>P>Mg>Ca>Fe, 基本相一致。

4.2 结 论

本研究分析了不同成熟度对红地球葡萄品质的影响,结果表明不同采摘期红地球果实的品质存在一定的差异性和显著的相关性,可根据不同的开发利用目标选择合适的采摘期,为优良果实品质性状的筛选奠定了基础。始熟期和成熟期红地球的出汁率和微量元素含量高;完全成熟期红地球的出汁率、蛋白、可溶性固形物、糖酸比等指标比例适中,可适用于鲜食。过熟期和衰老期红地球的可溶性固形物、糖酸比、AsA、Mg 和 K 含量高,适用于做鲜食葡萄酒。

果实的品质除与果树的选择性吸收、富集能力以及种植、施肥和管理方式等因素有关外,还与当地的气候条件有密切关系^[43]。因此,不同采摘期对生长在不同地域红地球果实品质的影响还有待进一步研究和讨论。

参考文献

- [1] 郭文场, 杨旭, 刘佳贺, 等. 新疆葡萄栽植管理(1)[J]. 特种经济动植物, 2015, 10(43): 43–46.
- [2] 刘欢, 何文兵, 李乔, 等. 通化葡萄产区主栽 4 个品种品质的比较[J]. 食品科学, 2017, 38(17): 107–113.
- [3] Dai ZW, Vivin P, Barrieu F. Physiological and modelling approaches to understand water and carbon fluxes during grape berry growth and quality development: A review [J]. Aust J Grape Wine Res, 2010, (16): 70–85.
- [4] Shinomiya R, Fujishima H, Muramoto K. Impact of temperature and sunlight on the skin coloration of the “Kyoho” table grape [J]. Sci Hortic, 2015, (193): 77–83.
- [5] 郑瑜琬, 任章成, 杜展成, 等. 干热地区葡萄成熟度对霞多丽葡萄酒中酚类物质及抗氧化活性的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13(11): 90–96.
- [6] Zheng YW, Ren ZC, Du ZC, et al. Polyphenol profiles and antioxidant activity of chardonnay wine at different grape ripeness in hot regions [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2013, 13(11): 90–96.
- [7] 王宇, 兰义宾, 孙亮, 等. 延迟采收对“梅鹿辄”葡萄果实品质的影响[J]. 西北农业学报, 2015, 24(7): 84–91.
- [8] Wang Y, Lan YB, Sun L, et al. Effect of extended harvest on the quality of “Merlot” grapes [J]. Acta Agric Bor-occid Sin, 2015, 24(7): 84–91.
- [9] 李珍, 哈益明, 李咏富, 等. 不同处理对红提葡萄冷藏品质的影响[J]. 中国食品学报, 2015, (1): 123–128.
- [10] Li Z, Ha YM, Li YF, et al. Effects of different treatment on quality of red globe grape during refrigeration [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2015, (1): 123–128.
- [11] 牟开萍, 吕晨菲, 杨静慧, 等. 市售不同产地“红地球”葡萄品质差异分析[J]. 天津农学院学报, 2019, 26(3): 43–46.
- [12] Mou KP, Lv CF, Yang JH, et al. Quality difference of “red globe” grape from different producing areas [J]. J Tianjin Agric Univ, 2019, 26(3): 43–46.
- [13] 李永平, 段永华, 郭春平, 等. 红地球葡萄果品质性状与农艺性状的关系[J]. 热带农业科学, 2019, 39(2): 7–12.
- [14] Li YP, Duan YH, Guo CP, et al. Relationship between quality and agronomic traits of grape red globe [J]. Chin J Trop Agric, 2019, 39(2): 7–12.
- [15] 穆维松, 冯建英, 田东, 等. 我国鲜食葡萄产业的国际贸易与国内需求形势[J]. 中国果树, 2019, (2): 5–10.
- [16] Mu WS, Feng JY, Tian D, et al. The international trade and domestic demand of the table grape industry in China [J]. Chin Fruit, 2019, (2): 5–10.
- [17] GB/T 8210-2011 柑桔鲜果检验方法[S].
- [18] GB/T 8210-2011 Inspection methods for fresh citrus fruits [S].
- [19] GB 5009.3-2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].
- [20] GB 5009.3-2016 National food safety standard-Determination of moisture in foods [S].
- [21] GB/T 5009.10-2003 植物类食品中粗纤维的测定[S].
- [22] GB/T 5009.10-2003 Determination of crude fiber in plant food [S].
- [23] GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
- [24] GB 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [25] GB 5009.4-2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S].
- [26] GB 5009.4-2016 National food safety standard-Determination of ash in food [S].
- [27] NY/T 2637-2014 水果和蔬菜可溶性固形物含量的测定[S].
- [28] NY/T 2637-2014 Determination of soluble solids content in fruits and vegetables [S].

- [17] GB 5009.8-2016 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定[S].
GB 5009.8-2016 National food safety standard-Determination of fructose, glucose, sucrose, maltose and lactose in food [S].
- [18] GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定[S].
GB/T 12456-2008 Determination of total acid in food [S].
- [19] GB 5009.7-2016 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定[S].
GB 5009.7-2016 National food safety standard-Determination of reducing sugar in food [S].
- [20] GB 5009.86-2016 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定[S].
GB 5009.86-2016 National food safety standard-Determination of ascorbic acid in food [S].
- [21] GB 5009.87-2016 食品安全国家标准 食品中磷的测定[S].
GB 5009.87-2016 National food safety standard-Determination of phosphorus in food [S].
- [22] GB 5009.92-2016 食品安全国家标准 食品中钙的测定[S].
GB 5009.92-2016 National food safety standard-Determination of calcium in food [S].
- [23] GB 5009.91-2017 食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定[S].
GB 5009.91-2017 National food safety standard-Determination of kalium and natrium in food [S].
- [24] GB 5009.90-2016 食品安全国家标准 食品中铁的测定[S].
GB 5009.90-2016 National food safety standard-Determination of iron in food [S].
- [25] GB 5009.241-2017 食品安全国家标准 食品中镁的测定[S].
GB 5009.241-2017 National food safety standard-Determination of magnesium in food [S].
- [26] 潘照, 周文化, 肖玥惠子. 基于主成分分析的不同种鲜食葡萄品质评价[J]. 食品与机械, 2018, 34(9): 139–146.
Pan Z, Zhou WH, Xiao YHZ. Quality evaluation of different table grape based on principal component analysis [J]. Food Mach, 2018, 34(9): 139–146.
- [27] 乐小凤, 唐永红, 鞠延仓, 等. “霞多丽”葡萄果粒大小对果实品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 31–38.
Le XF, Tang YH, Ju YC, *et al.* Effect of berry size on fruit quality of “Chardonnay” grapes (*Vitis vinifera* L.) [J]. Food Sci, 2018, 39(21): 31–38.
- [28] 杨阳, 唐宁, 李正国, 等. 5 个晚熟柑橘品种果实发育期品质变化研究[J]. 西南农业学报, 2014, 27(1): 263–267.
Yang Y, Tang N, Li ZG, *et al.* Quality changes of five late-maturing citrus varieties during fruit development and maturity [J]. Southwest Chin J Agric Sci, 2014, 27(1): 263–267.
- [29] 李玉, 秦文, 杜小琴, 等. 佛手瓜果实发育过程中的品质变化[J]. 食品与机械, 2015, 31(5): 181–185.
Li Y, Qin W, Du XQ, *et al.* Research on quality changes during fruit development of chayote [J]. Food Mach, 2015, 31(5): 181–185.
- [30] 于馨森, 李斌奇, 陈发兴. 矿质营养元素对枇杷果实品质的影响[J]. 东南园艺, 2018, (2): 16–19.
Yu XM, Li BQ, Chen FX. Effects of mineral nutrition on fruit quality of loquat [J]. Southeast Hortic, 2018, (2): 16–19.
- [31] 白世践, 李超, 王爱玲, 等. 吐鲁番地区无核葡萄主要品质性状因子分析与综合评价[J]. 西北农业学报, 2016, 25(1): 92–102.
Bai SJ, Li C, Wang AL, *et al.* Factor analysis and comprehensive evaluation of seedless grape quality in Turpan [J]. Northwest Chin J Agric Sci, 2016, 25 (1): 92–102.
- [32] 彭媛媛, 高展, 董凯向, 等. 不同采收期对新疆焉耆盆地酿酒葡萄及葡萄酒品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(7): 1252–1263.
Peng YY, Gao Z, Dong KX, *et al.* Effects of the suitable harvest time for main wine grapes and wine quality in Xinjiang Yanqi basin [J]. Xinjiang Agric Sci, 2018, 55(7): 1252–1263.
- [33] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
Li HS. Modern plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [34] Shaw PE, Wilson CW. Determination of organic acids and sugars in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) by high-pressure liquid chromatography [J]. J Sci Food Agric, 1981, (32): 1242–1246.
- [35] 黄璐, 白先进, 王博, 等. 桂南葡萄夏果成熟过程中的品质变化规律[J]. 南方农业学报, 2015, 46(5): 838–843.
Huang L, Bai XJ, Wang B, *et al.* Quality change law of summer grape during ripening process in south area of Guangxi [J]. J Southern Agric, 2015, 46(5): 838–843.
- [36] 周煜棉, 蔡小林, 潘介春, 等. 龙眼成熟过程中外观色泽与品质变化及其相关性分析[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(7): 189–193.
Zhou YM, Cai XL, Pan JC, *et al.* Analysis on the changes of appearance color and quality and their correlation during longan ripening [J]. Jiangsu Agric Sci, 2018, 46(7): 189–193.
- [37] Manning K, Davies C, Bowen HC, *et al.* Functional characterization of two ripening-related sucrose transporters from grape berries [J]. Ann Bot, 2001, (87): 125–129.
- [38] 梁森苗, 徐云焕, 王伟, 等. 杨梅果实发育过程中外观及主要营养品质形成规律研究[J]. 核农学报, 2016, 30(6): 1135–1142.
Liang SM, Xu YH, Wang W, *et al.* Study on the formation discipline of fruit appearance and main nutrient quality in the fruit development of Chinese bayberry [J]. J Nucl Agric Sci, 2016, 30(6): 1135–1142.
- [39] 杨莉, 张涓涓, 刘德春, 等. 马家柚及变异品系果实发育期间矿质营养变化及与果实内含物的相关性研究[J]. 江西农业大学学报, 2018, (3): 479–486, 501.
Yang L, Zhang J, Liu DC, *et al.* A study on mineral nutrition changes in *Majia pummelo* and its variant strain in fruit development and correlative analysis with fruit inclusions [J]. Acta Agric Univ Jiangxi, 2018, (3): 479–486, 501.
- [40] 及华, 冯云霄, 张海新. 桃果实发育期矿质元素含量的动态变化及相关性分析[J]. 西南农业学报, 2015, 28(3): 1227–1230.
Ji H, Feng YX, Zhang HX. Study on dynamic changes and correlation of

main mineral elements in fruit of “Okubao” peach during its development [J]. Southwest Chin J Agric Sci, 2015, 28 (3): 1227–1230.

(责任编辑: 李磅礴)

- [41] 王萍, 刘立云, 李艳, 等. 不同品种椰子液体胚乳发育过程中 K、Ca、Na、Mg 元素变化规律[J]. 热带作物学报, 2013, 34(9): 1730–1736.
Wang P, Liu LY, Li Y, et al. Changes of K, Ca, Na, Mg in coconut liquid endosperm during fruit development of different coconut cultivars [J]. Chin J Trop Crop, 2013, 34 (9): 1730–1736.
- [42] 李华东, 白亭玉, 郑研, 等. 芒果生育期叶片及果实矿质元素变化规律研究[J]. 云南农业大学学报, 2015, 30(1): 76–83.
Li HD, Bai TY, Zheng Y, et al. Study on the change of elements contents in fruits and leaves of mango during the development period [J]. J Yunnan Agric Univ, 2015, 30 (1): 76–83.
- [43] 陈民生. 植物生长与环境[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2007.
Chen MS. Plant growth and environment [M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 2007.

作者简介



颜孙安, 高级实验师, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。
E-mail: yansunan1982@163.com



林 虬, 研究员, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。
E-mail: linqiu3163@163.com

“乳制品加工与质量控制”专题征稿函

近年来, 随着我国经济发展和社会进步, 人们生活水平不断提高, 越来越多的人开始注重日常饮食, 尤其对乳制品的需求量逐年上升。乳制品作为一种与人们生活密切相关的食品, 其发展也受到了我国政府和社会的极大关注和高度重视, 乳制品行业也被列入国家重点鼓励发展的行业。

鉴于此, 本刊特别策划了“乳制品加工与质量控制”专题, 由中国海洋大学易华西教授担任专题主编, 主要围绕乳制品的营养成分研究、乳制品的风味物质研究、益生菌在乳制品中的应用、乳制品工艺研究、乳制品的质量安全控制研究等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 综述及研究论文均可。本专题计划在 2020 年 8~9 月出版(学报为中国科技核心, 2019 年知网影响因子 1.201)。

我们去年也组织过此专题, 由上海交通大学的张少辉教授担任专题主编, 共来稿二十余篇, 分 2 期出版, 各方面反响都很不错。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员及专题主编中国海洋大学易华西教授特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2020 年 7 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**乳制品加工与质量控制**):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿选择“专题: **乳制品加工与质量控制**)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsqa@126.com(备注: **乳制品加工与质量控制**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部