

‘早佳’杨梅的果实品质形成规律

梁森苗¹, 王伟², 戚行江¹, 张玉², 王君虹², 郑锡良¹, 胡桂仙²

(1. 浙江省农业科学院 园艺研究所, 浙江 杭州 310021; 2. 浙江省农业科学院 农产品质量标准研究所, 浙江 杭州 310021)

摘要: 为研究不同品种杨梅 *Myrica rubra* 果实在成熟过程中的品质变化, 以‘早佳’‘Zaojia’和‘荸荠种’‘Biqizhong’ 2个杨梅品种为试材, 比较研究了果实的单果质量、可食率以及可溶性固形物、总糖、总酸、有机酸、维生素 C 质量分数和在成熟过程中糖和酸的变化情况。结果表明: ‘早佳’杨梅单果质量高于‘荸荠种’杨梅, 可食率及可溶性固形物、总糖和总酸质量分数相近。随着果实成熟, 2个品种杨梅的总糖质量分数在果实成熟中后期均快速上升, 总酸质量分数在果实成熟期都呈现出先缓慢上升后快速下降的趋势, 而2个品种维生素 C 质量分数变化趋势不相一致。成熟果实的品质指标表明: ‘早佳’杨梅柠檬酸质量分数占总酸质量分数的 92.0%, 草酸质量分数最低, 仅占 4.0%, 因此‘早佳’杨梅属于柠檬酸型水果。‘早佳’杨梅商品经济价值优于‘荸荠种’杨梅, 成熟期早, 完全成熟的‘早佳’杨梅果实中的总糖、葡萄糖和果糖质量分数均高于‘荸荠种’杨梅, 完全成熟的‘早佳’杨梅中葡萄糖、果糖质量分数比‘荸荠种’杨梅高 28.0%和 51.2%, 总酸质量分数接近, 糖酸比相对较高。图 3 表 1 参 12

关键词: 果树学; 杨梅; 总糖; 总酸; 品质变化

中图分类号: S718.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2017)03-0559-06

Fruit quality of ‘Zaojia’ red bayberry fruits

LIANG Senmiao¹, WANG Wei², QI Xingjiang¹, ZHANG Yu², WANG Junhong², ZHENG Xiliang¹, HU Guixian²

(1. Institute of Horticulture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China; 2. The Quality Standard Graduate Institute of Agricultural Products, Zhejiang Academy of Agriculture Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China)

Abstract: To study the qualitative principles of two red bayberries during the maturation process, fruit weight, edible rate, soluble solids, total sugar, total acid content, organic acid, and Vitamin C of ‘Zaojia’ and ‘Biqizhong’ red bayberry were examined and compared during the riping time from 7th May to 11th June, the samples of red berry were all harvest from the same base. Results showed that the average weight of ‘Zaojia’ and ‘Biqizhong’ red bayberry were 12.5 g and 10.8 g, respectively. The content of edible rate, sugar, and titratable acid showed no difference. As the fruit ripened, sugar increased 65.2% in the middle period, and the content of total acid content rose about 26% and then declined about 83% at the end of the riping process. However, the vitamin C of the two varieties changing trend was not consistent. The content of citric acid in riped ‘Zaojia’ was 92% of the total acid and oxalic acid was lowest with only 4%. So, ‘Zaojia’ was a citric acid type of fruit. The quality showed that ‘Zaojia’ had a better ratio of sugar to acid than ‘Biqizhong’ red bayberry. Thus, ‘Zaojia’ red bayberry was a citric acid dominated fruit. [Ch, 3 fig.1 tab. 12 ref.]

收稿日期: 2016-05-02; 修回日期: 2016-08-20

基金项目: 浙江省农业(果品)新品种选育重大科技专项(2016C02052-2); 农业部国家公益性行业(农业)科研专项(201203089); 浙江省自然科学基金资助项目(LY13C200015, LY15C200010, LQ13C200005); 国家自然科学基金资助项目(31401495); 浙江省科学技术公益性项目(2014C32093)

作者简介: 梁森苗, 研究员, 从事杨梅育种和栽培研究。E-mail: liangsm78@163.com。通信作者: 戚行江, 研究员, 从事果树科学研究。E-mail: qixj@mail.zaas.ac.cn

Key words: fruit science; red bayberry; total sugar; titratable acid; quality change

杨梅 *Myrica rubra* 是中国南方著名水果。在浙江一带杨梅栽植面积广、品种多, 其中‘东魁’ ‘Dongkui’ ‘荸荠种’ ‘Biqizhong’ ‘丁岙梅’ ‘Dingao’ 和‘晚稻杨梅’ ‘Wandao’ 均属于浙江的特色品种^[1]。‘早佳’ ‘Zaojia’ 为浙江省林木良种审定委员会认定的杨梅新品种, 其果实6月上旬成熟, 平均单果质量为12.5 g, 果实可溶性固形物平均质量分数为114.0 g·kg⁻¹; 果实外观美, 色泽紫黑晶亮, 比品种‘荸荠种’提早1~2 a挂果, 平均提前7 d成熟, 且商品果率高, 丰产性好; 采收期避开了梅雨季, 经济效益显著, 推广前景良好。然而, ‘早佳’品种果实成熟期间品质营养指标的变化与传统杨梅品种(‘早大种’ ‘Zaodazhong’ ‘迟大种’ ‘Chidazhong’ ‘荔枝种’ ‘Lizhizhong’ ‘粉红种’ ‘Fenghongzhong’)的差异, 其品质形成规律仍不明确。‘荸荠种’品种杨梅, 具有适应性广、早果和丰产特性, 在多个地区多种环境的产地条件下均能表现早果丰产性能, 是中国推广的主要品种。在余姚地区, 不同海拔高度(20~500 m)成熟果实的采收时间可以延续20 d。本研究对‘早佳’和‘荸荠种’(同一栽植地点, 相同栽植环境)2个品种杨梅果实成熟期间的品质营养成分变化特点进行了比较研究, 旨在为推广‘早佳’杨梅提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

‘早佳’与当地‘荸荠种’杨梅各采样6次, 在开花后1个月(即2013年5月7日)开始采样, 隔7 d采样1次, 至6月11日‘早佳’杨梅成熟时结束采样。采样地为兰溪市马涧镇小西湖‘早佳’杨梅试验园, 栽植密度为495株·hm⁻²。采样树树势中庸, 生长基本一致, 树龄均为6 a。采样地土壤为山地黄沙壤土, 年平均气温为18.5℃, 年有效积温为5 600℃, 年降水量为1 210~1 380 mm, 年无霜期为266 d。果实采集后置于冷藏箱中, 带回实验室后去核打浆, 并置于-20℃冰箱冷冻冻保藏备用。‘荸荠种’杨梅采集地同为兰溪市马涧镇。

1.2 方法

单果质量的测定: 取约100个果实样品, 称取质量后计算其平均果实质量。可食率的测定: 取约100个果实样品, 称取质量; 称取去肉果核部分, 再计算可食率。可溶性固形物的测定: 依据GB/T 8210-1987《出口柑橘鲜果检验方法》进行测定。总糖的测定: 依据GB/T 5009.8-2008《食品中蔗糖的测定》进行测定。总酸的测定: 依据GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》进行测定。维生素C的测定: 依据GB/T 6195-1986《水果、蔬菜维生素C含量测定》进行测定。葡萄糖、蔗糖和果糖的测定: 依据GB/T 18932.22-2003《蜂蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖含量的测定方法》进行测定; 高效液相色谱(示差折光检测器, waters 2414)流动相V(乙腈):V(水)=77:23, 流速1.0 mL·min⁻¹, 柱温25℃, 检测池温度35℃, 进样量20.0 μL, 色谱柱为XBridgeTMamide(3.5 μm, 250.0 mm×4.6 mm)。柠檬酸、苹果酸和草酸的测定: 参照胡静等^[2]的方法加以改良, 利用离子色谱法对柠檬酸、苹果酸和草酸进行分离测定。离子色谱仪(戴安公司DIONEXDX IC-3000型), 分离柱IonPacAS11-HC 4×250 mm; 保护柱IonPacAS11-HC 4×50 mm; ASRS_4 mm自动再生抑制器, 抑制电流50.00 mA; 电导检测器; 淋洗液为5.0 mmol·L⁻¹氢氧化钾, 流速0.6 mL·min⁻¹, 柱温30℃; 进样量20.0 μL。

1.3 数据处理

数据以3次重复的平均数±标准差表示。采用Sigma plot(Version 10.0)软件进行统计分析。用t-test检验在95%置信概率范围内, 2个品种杨梅同一采摘期内营养组分的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅果实品质指标的比较

本研究对2013年6月11日完全成熟后的‘早佳’和‘荸荠种’2个品种杨梅果实的主要品质指标进行测定比较(表1)。结果表明: 在可食率一样的情况下, ‘早佳’比‘荸荠种’杨梅平均单果质量要高, 表明商品果率高。此外, 2个品种杨梅的可溶性固形物、总糖和总酸质量分数也接近, 充分表明

表 1 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅果实品质指标的比较

Table 1 The contents of major quality composition of ‘Zaojia’ and ‘Biqizhong’ red bayberry fruits

| 杨梅品种 | 平均单果质量/g | 可食率/% | 可溶性固形物/% | 总糖/(g·kg ⁻¹) | 总酸/(g·kg ⁻¹) |
|-------|----------|-------|----------|--------------------------|--------------------------|
| ‘早佳’ | 12.5 | 95.7 | 11.4 | 103.0 | 1.1 |
| ‘荸荠种’ | 10.8 | 95.9 | 11.4 | 98.0 | 0.9 |

‘早佳’杨梅优于‘荸荠种’杨梅，具有显著的经济效益。

2.2 2 个品种杨梅成熟过程中糖质量分数变化的比较

由图 1 可知：在 5 月 28 日果实成熟中期之前，2 个杨梅品种的糖分积累缓慢，之后糖分持续快速积累，在果实完全成熟后总糖质量分数达到最大。‘早佳’和‘荸荠种’完全成熟的杨梅果实中，蔗糖所占比例最高，占总糖的 57%和 62%。这与谢鸣等^[3]的研究就结果一致，且 2 个品种果实在成熟中期和后期(5 月 28 日-6 月 11 日)，‘早佳’杨梅中葡萄糖、果糖积累呈现先升后降，蔗糖质量分数增幅呈现先低后高的趋势；6 月 5 日，‘早佳’杨梅的蔗糖、果糖和葡萄糖组分均显著高于‘荸荠种’杨梅，其中两者的蔗糖质量分数存在极显著差异($P<0.01$)。‘荸荠种’杨梅在成熟期葡萄糖、果糖质量分数增幅平缓，蔗糖积累量先迅速升高后趋于平缓。完全成熟的‘早佳’杨梅中葡萄糖、果糖质量分数比‘荸荠种’杨梅高 28.0%和 51.2%，蔗糖质量分数无显著差异。

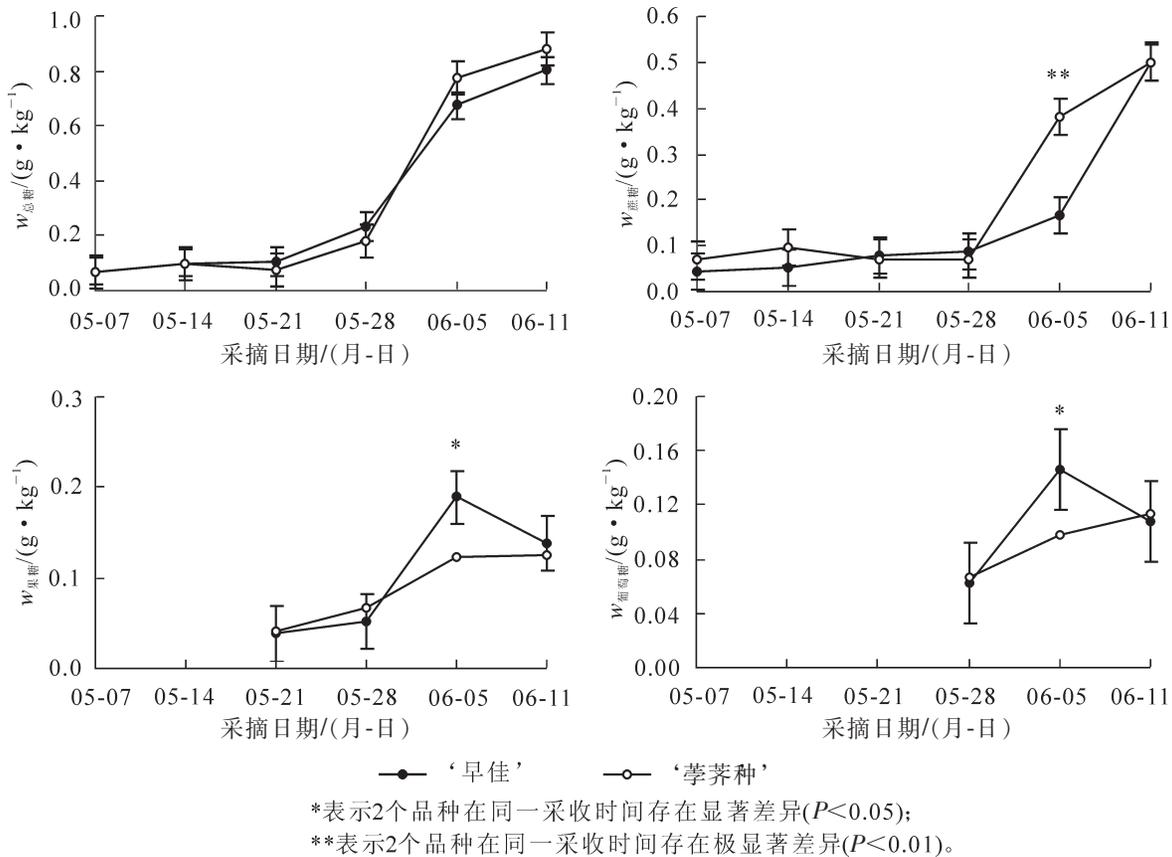


图 1 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅成熟过程含糖量变化

Figure 1 Sugar content changes of ‘Zaojia’ and ‘Biqizhong’ red bayberry fruits in ripening process

2.3 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅成熟过程中总酸和有机酸质量分数变化比较

由图 2 可知：‘早佳’和‘荸荠种’的总酸质量分数都呈现出了先缓慢上升后快速下降的特点，在 6 月 5 日果实成熟中期总酸质量分数达到最低点。此外 2 个品种杨梅的柠檬酸质量分数与总酸质量分数变化趋势相近，且柠檬酸占总酸质量分数的 92.0%。在 5 月 28 日批次中，‘早佳’杨梅中总酸、柠檬酸高于‘荸荠种’杨梅，并在 95%置信概率内具有显著性差异。‘早佳’杨梅的苹果酸质量分数总体上呈“W”型起伏上升趋势，而‘荸荠种’杨梅苹果酸质量分数在果实成熟前期逐渐下降，之后伴随果实

成熟维持一定水平,直至成熟后期又快速上升达到最大。果实完全成熟后,2个品种杨梅的苹果酸质量分数无显著差异,但草酸质量分数在果实成熟前期均较高,伴随着果实成熟,2个品种杨梅草酸质量分数均快速下降,均在6月5日达到最低,仅占总酸质量分数的4.0%,果实完全成熟后又缓慢上升,但最终质量分数处于同一水平。2个品种杨梅的有机酸质量分数在6月5日批次,与糖分质量分数在95%置信概率内显著差异。6月5日批次2个品种杨梅的有机酸质量分数均显著降低,而糖分在此时较高,说明该时段为杨梅的最佳风味期,从糖分角度看,‘早佳’杨梅在此时段的风味更好。

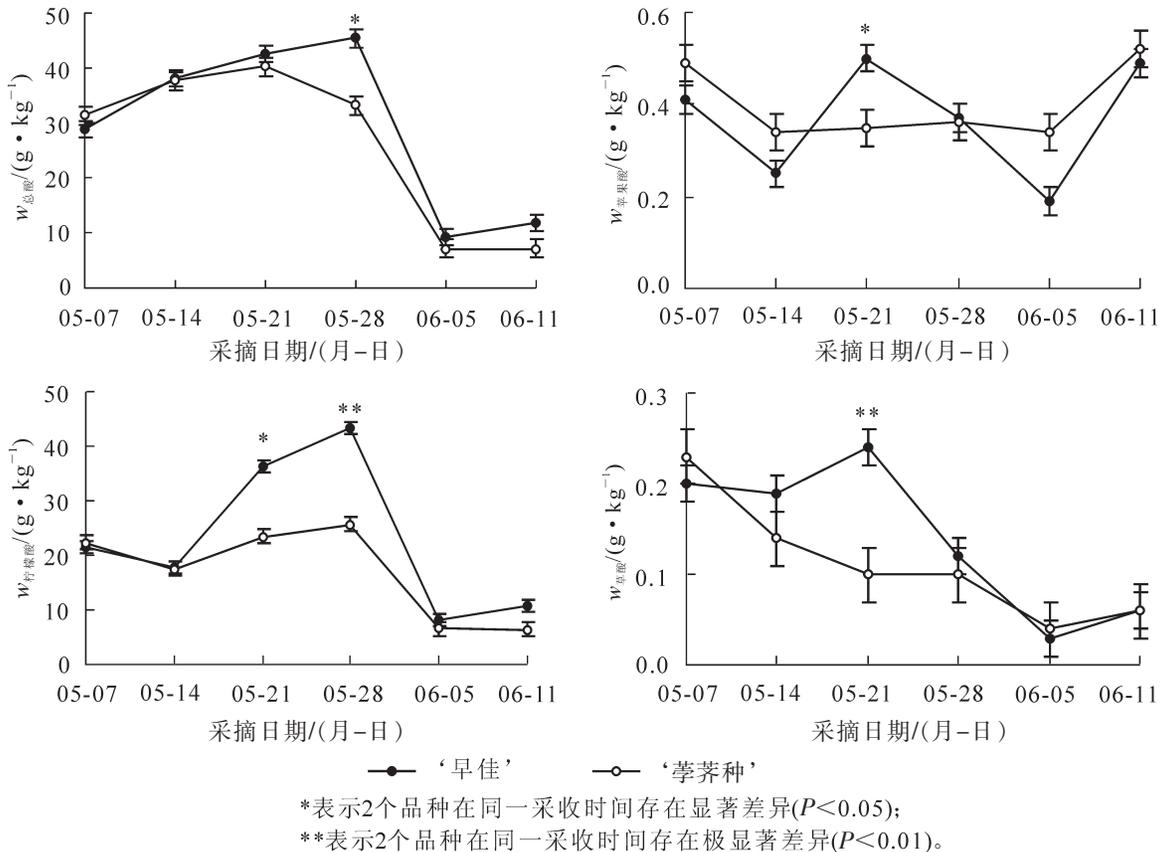


图2 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅成熟过程中酸变化

Figure 2 Acid content changes of 'Zaojia' and 'Biqizhong' red bayberry fruits in ripening process

2.4 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅成熟过程中维生素C质量分数的变化比较

由图3可以看出:2个品种杨梅维生素C质量分数在伴随整个果实成熟前期均先缓慢上升,在5月28日成熟中期均达到最大,此后‘早佳’杨梅维生素C质量分数持续下降直至完全成熟,而‘荸荠种’杨梅维生素C质量分数呈现出先降后升的趋势,但在5月28日至6月5日期间,‘早佳’杨梅维生素C质量分数显著高于(95%置信概率)‘荸荠种’杨梅,此时段正值‘早佳’杨梅最佳风味期,说明其商品价值高。

3 讨论

本研究结果表明:完全成熟的2个品种杨梅的可食率水平相当,而‘早佳’比‘荸荠种’杨梅平均单果质量高,可溶性固形物、总糖和总酸质量分数也接近,充分说明‘早佳’杨梅较‘荸荠种’杨梅更具有商品经济价值。

‘早佳’杨梅葡萄糖、果糖积累质量分数呈现先升后降,蔗糖质量分数增幅呈现先低后高的趋势,而‘荸荠种’杨梅葡萄糖、果糖积累质量分数增幅平缓,蔗糖积累量先迅速升高后趋于平缓,这与果实在成熟过程中葡萄糖、果糖与蔗糖之间的合成转化有密切联系,表明‘早佳’杨梅在成熟过程3种糖之间的合成转化时间要早于‘荸荠种’杨梅,且转化时间集中。总体来看,杨梅果实在成熟后期伴随着营养成分积累,葡萄糖、蔗糖均在一定程度上表现出了“退糖”现象,有利于加快杨梅成熟果实风味的

形成。

需要注意的是在果实成熟前期，‘早佳’比‘荸荠种’总酸质量分数最高点延后 1 周出现，但同时在 6 月 5 日达到总酸质量分数最低点，表明‘早佳’在果实成熟过程中的总酸代谢和分解时间较‘荸荠种’杨梅更为集中，果实成熟期耗时更短。这一特性将为日后研究缩短‘早佳’杨梅的成熟期提供重要依据。同时在成熟的‘早佳’杨梅中，柠檬酸质量分数占总酸质量分数的 92.0%，草酸质量分数最低，仅占 4.0%，因此‘早佳’杨梅属于柠檬酸型水果^[4]。总体来看，果实成熟后期总酸和有机酸质量分数均呈现出快速下降趋势，这与谢小波等^[5]的研究结果一致。目前研究报道认为：构成有机酸的主要原因是由于杨梅果实在成熟过程中吸收储藏大量水分导致果实体积增加，以及有机酸作为基质参与呼吸和糖异生作用导致有机酸的分解大于合成等诸多因素叠加所致^[6-9]。完全成熟后的‘早佳’杨梅糖质量分数高于‘荸荠种’杨梅，而酸质量分数相当，糖酸比相对较高，因此，这应该是‘早佳’杨梅果实风味口感较好的原因^[10-12]。

2 个品种成熟杨梅维生素 C 质量分数在成熟前期均缓慢上升，而在成熟后期过程中的变化趋势并不一致。这可能与杨梅果实的储藏保鲜过程、果实成熟各阶段的环境因素、品种间差异、管理水平等因素的影响有关。

4 结论

‘早佳’杨梅果实大，可食率在 95.0% 以上，商品果率高，经济效益显著。完全成熟后的‘早佳’杨梅糖质量分数高于‘荸荠种’杨梅，而酸质量分数相当，糖酸比相对较高，‘早佳’杨梅果实风味口感较好。‘早佳’杨梅在成熟过程中的总酸分解代谢时间较‘荸荠种’杨梅短且更为集中，酸质量分数以柠檬酸为主，低草酸质量分数更有利于杨梅果实中营养物质的稳定保存。

5 参考文献

- [1] 钱皆兵, 陈子敏, 陈俊伟, 等. 乌紫杨梅果实发育和主要品质成分积累特性研究[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(3): 151 - 154.
QIAN Jiebing, CHEN Zimin, CHEN Junwei, et al. The characteristics of fruit development and the accumulation of major quality composition in developing red bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) fruit [J]. *Acta Agric Zhejiang*, 2006, 18(3): 151 - 154.
- [2] 胡静, 赵瑞峰, 施文庄, 等. 烟草中 9 种有机酸的梯度离子色谱法测定研究[J]. 分析测试学报, 2011, 30(10): 1171 - 1174.
HU Jing, ZHAO Ruifeng, SHI Wenzhuang, et al. Determination of nine organic acids in tobacco by gradient ion chromatography [J]. *J Instrum Anal*, 2011, 30(10): 1171 - 1174.
- [3] 谢鸣, 陈俊伟, 程建徽, 等. 杨梅果实发育与糖的积累及其关系研究[J]. 果树学报, 2005, 22(6): 634 - 638.
XIE Ming, CHEN Junwei, CHENG Jianhui, et al. Studies on the fruit development and its relationship with sugar accumulation in bayberry fruit [J]. *J Fruit Sci*, 2005, 22(6): 634 - 638.
- [4] FENG Chao, CHEN Ming, XU Changjie, et al. Transcriptomic analysis of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) fruit development and ripening using RNA-Seq [J]. *BMC Genomics*, 2012, 13(1): 19. doi: 10.1186/1471-2164-13-19.
- [5] 谢小波, 求盈盈, 戚行江, 等. 杨梅果实有机酸成分及含量动态变化[J]. 浙江农业学报, 2013, 25(4): 787 - 790.
XIE Xiaobo, QIU Yingying, QI Xingjiang, et al. Analysis on dynamic changes of organic acid components and their content in fruits of *Myrica rubra* [J]. *Acta Agric Zhejiang*, 2013, 25(4): 787 - 790.
- [6] 赵森, 吴延军, 蒋桂华, 等. 柑橘果实有机酸代谢研究进展[J]. 果树学报, 2008, 25(2): 225 - 230.

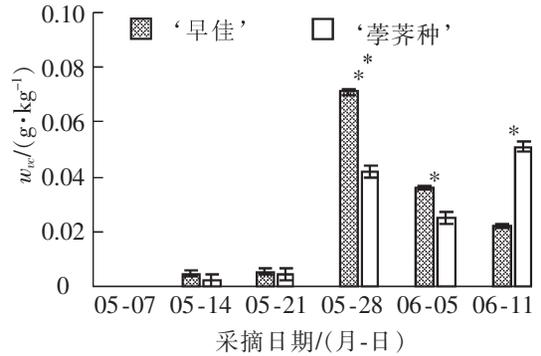


图 3 ‘早佳’杨梅和‘荸荠种’杨梅成熟过程中维生素 C 质量分数变化

Figure 3 Vc content changes of ‘Zaojia’ and ‘Biqizhong’ red bayberry fruits in ripening process

- ZHAO Miao, WU Yanjun, JIANG Guihua, *et al.* Advances in research on the metabolism of organic acids in citrus fruits [J]. *J Fruit Sci*, 2008, **25**(2): 225 – 230.
- [7] SADKA A, DAHAN E, COHEN L, *et al.* Aconitase activity and expression during the development of lemon fruit [J]. *Physiol Plant*, 2000, **108**(3): 255 – 262.
- [8] 蒋依辉, 钟云, 曾继吾, 等. 杨梅成熟期间有机酸、糖的动态变化研究[J]. 食品科学, 2013, **34**(18): 235 – 238.
- JIANG Nonghui, ZHONG Yun, ZENG Jiwu, *et al.* Dynamic change of organic acids and sugars in bayberry fruits during ripening [J]. *Food Sci*, 2013, **34**(18): 235 – 238.
- [9] 陈发兴, 刘星辉, 陈立松. 果实有机酸代谢研究进展[J]. 果树学报, 2005, **22**(5): 526 – 531.
- CHEN Faxing, LIU Xinghui, CHEN Lisong. Advances in research on organic acid metabolism in fruits [J]. *J Fruit Sci*, 2005, **22**(5): 526 – 531.
- [10] 胡志群, 李建光, 王惠聪. 不同龙眼品种果实品质和糖酸组分分析[J]. 果树学报, 2006, **23**(4): 568 – 571.
- HU Zhiqun, LI Jianguang, WANG Huicong. Analysis of fruit sugar and acid compositions in the aril of different longan cultivars [J]. *J Fruit Sci*, 2006, **23**(4): 568 – 571.
- [11] 贾惠娟, 冈本五郎, 平野健. 桃果实品质形成成分与其风味之间的相关性[J]. 果树学报, 2004, **21**(1): 5 – 10.
- JIA Huijuan, OKAMOTO G, HIRANO K. Studies on the sensory evaluation of juice constituents of peach fruit [J]. *J Fruit Sci*, 2004, **21**(1): 5 – 10.
- [12] 刘建军, 姜鲁燕, 赵祥颖, 等. L-苹果酸的应用及研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2003(3): 53 – 55.
- LIU Jianjun, JIANG Luyan, ZHAO Xiangying, *et al.* Research and application on L-malic acid [J]. *China Food Addit*, 2003(3): 53 – 55.