

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2019.05.025

毛花猕猴桃果实发育过程中理化性质的变化研究

刘春宏¹, 邱国良¹, 刘志斌¹, 杨毅¹, 庄启国², 张茜²

(1. 四川大学生命科学学院 生物资源与生态环境教育部重点实验室, 成都 610065;

2. 四川省自然资源科学研究院, 成都 610015)

摘要: 为深入了解猕猴桃果实生长发育规律及果实商品价值, 本研究以四川地区野生毛花猕猴桃果实为材料, 采用田间取样和实验室测定相结合的方法测定其果实发育过程中理化性质变化。结果显示果实重量、纵横径和干物质积累呈单‘S’型曲线。果实淀粉积累时间短, 果糖和葡萄糖从盛花期(DAA)105 d开始急剧上升, 果实成熟时生成少量的蔗糖和麦芽糖。苹果酸和柠檬酸浓度整体呈上升趋势, 而奎宁酸在90 DAA前保持相对恒定, 105 DAA时下降到最低, 后保持稳定。VC含量高, 整体呈下降趋势。以上结果说明毛花猕猴桃果树园艺性状好, 其果实有机酸含量高, 特别是VC, 是天然维生素库。

关键词: 毛花猕猴桃; 生长发育; 动态变化; 糖分; 有机酸

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2019)05-0951-06

Study on the changes of physicochemical properties of *A. eriantha* during the fruit development

LIU Chun-Hong¹, QIU Guo-Liang¹, LIU Zhi-Bin¹,
YANG Yi¹, ZHUANG Qi-Guo², ZHANG Qian²

(1. Key Laboratory of Bio-resources and Eco-Environment of Ministry of Education,
College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Sichuan Provincial Natural Resources Research Institute, Chengdu 610015, China)

Abstract: In order to further explore the *Actinidia* fruit development and fruit commercial value, the fruit of a wild *A. eriantha* (found and cultivated in Sichuan, China) was used as the material to measure the dynamic changes of Physicochemical properties by combining field sampling and laboratory measurement. The results showed that flesh weight, vertical and horizontal diameter, as well as dry matter (DM) accumulation showed a sigmoidal increase trend during the fruit development. The period of starch accumulation was short, fructose and glucose concentration rose sharply after 105 DAA, and a small amount of sucrose and maltose were formed in the fruit physiology mature stages. The concentration of malic acid and citric acid showed an overall upward trend, while quinic acid remained relatively constant before 90 DAA, and rapidly decreased to the minimum at 105 DAA, and then remained relatively stable after words. The VC concentration was high and showed a decreasing trend. The *A. eriantha* fruit had excellent horticultural characters, and its fruit has a high content of organic acid, especially

收稿日期: 2019-01-25

基金项目: 四川省科技计划项目(2019YFH0044)

作者简介: 刘春宏(1994-), 男, 彝族, 云南会泽人, 硕士生, 研究方向为野生动植物保护与资源利用。E-mail: 2690968170@qq.com

通讯作者: 张茜。E-mail: zqxabc@126.com

VC, which was a natural vitamin pool.

Keywords: *A. eriantha*; Fruit development; Dynamic change; Sugers; Organic acid

1 引言

猕猴桃(*Actinidia*)原产于中国,属于猕猴桃科(*Actinidiaceae*)猕猴桃属(*Actinidia* Lindl.). 约 20 世纪 30 年代在新西兰用于园艺种植,后由于果实外观独特,风味好、营养品质高、药用价值好,受到了世界各地消费者的青睐,加速了猕猴桃种植地域的扩张,现在包括新西兰、中国、美国、日本、意大利、法国、比利时、德国、俄罗斯、澳大利亚和南非等国家在大量栽种^[1]. 目前全世界约有 76 个种,125 个变种,仅中华猕猴桃(*A. chinensis*)、美味猕猴桃(*A. deliciosa*)、毛花猕猴桃(*A. eriantha*)和软枣猕猴桃(*A. arguta*)成为目前市场上最受欢迎的商业品种^[2-6].

中国是猕猴桃驯化品种的起源和野生猕猴桃多样性的中心,已成功培育出中华系(红阳、红十、武植 3 号、黄金果等)、美味系(和平 1 号、贵长、秦美、徐香、翠香)、软枣系(愧绿、恒优 1 号、天源红、宝贝星等)和毛花系(华特、赣猕 6 号)等优良品种. 而毛花系猕猴桃在中国市场上相对于其他三个商业种相对较少,只有‘华特’用于广泛种植^[7-9],市场空缺大. 猕猴桃生长发育规律在国内外已有报道^[10-12],但对于毛花猕猴桃果实的生长发育却鲜有报道^[13]. 同时在栽培过程中,野生毛花猕猴桃果树抗逆性强,能有效抵御高温或寒冷气候,且开花能力强,果实表皮覆盖着细细的白色毛发,果实成熟时很容易剥皮,因此有很高遗传学价值^[14].

鉴于上述优良园艺特性,为了探究野生毛花猕猴桃果实是否具有推广价值,我们以四川野生毛花猕猴桃藤本植株为样本,定期(每 15 d)测定果实从盛花期(DAA)到生理成熟过程中糖分、有机酸及维生素 C(VC)的变化. 同时也为了掌握毛花猕猴桃果实生长发育的规律,采取相应的栽培管理措施,满足果实生长需要,产出优质果实,以期推出新的能满足市场需求的毛花猕猴桃品种.

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 试验材料 所用的猕猴桃品种为四川野生毛花猕猴桃,试验在四川德阳市,红白基地进

行(104°16'N, 31°13'E). 选择 4 株树体生长状况良好、树龄一致、树势和朝向、结果水平基本一致的猕猴桃果树,15 DAA 后开始从每颗树树冠的不同部位、不同方向随机选取 15~20 个生长发育较为一致、无病虫害、无损伤的果实,进行定果和贴标签处理,用于定期(每 15 d 测量一次)测量果实纵横径变化,直至果实达到采收期(165 DAA). 用于理化性质测量的果实也一样,从 30 DAA 开始采样,每隔 15 d 采样一次,每次一个重复组取样 10 颗果实,取 3 个重复组,并做好标记. 放入袋子后,立刻带回实验室. 为减少不必要的化学反应,在低温环境下去除果皮,并用榨汁机榨成果浆,部分果浆用于试验测定,剩余部分用液氮快速冷冻,-70 °C 超低温冰箱保存,以作后续备用储存.

2.1.2 仪器设备 PL4002-1C 电子天平(METTLER TOLEDO);JYL-C50T 榨汁机(九阳股份有限公司);PAL-1 便携式数显折射计(ATAGO);游标卡尺(中国);SORVALL ST16R centrifuge 冰冻高速离心机(Thermo Fisher);电热恒温水浴锅(上海精宏);TU-1901 紫外分光光度计(北京普析通用仪器有限公司);高效液相色谱仪(HPLC, CBM20A, Shimadzu, Tokyo, Japan);超高压液相色谱仪(UPLC, ACQ-ELSD).

2.1.3 试剂 磷酸、磷酸二氢铵、蒽酮、氢氧化钠等(均为分析纯);乙腈和甲醇(色谱级, Sangon Biotech);糖(葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖; Sangon Biotech)和有机酸(奎尼酸、苹果酸、柠檬酸、酒石酸、草酸、莽草酸、琥珀酸、马来酸、乳酸; BBI Life Science).

2.2 方法

2.2.1 果实和纵横径测定 电子天平称量不同发育期果实重量,每次称量 10 颗果实,重复三次;用游标卡尺测量不同发育期果实纵横径,每次测定 10 颗果实,重复三次.

2.2.2 非结构性碳水化合物含量测定 PAL-1 便携式数显折射计测定果实总可溶性固形物含量,可溶性糖和淀粉含量的测定参照文献^[16-17]. 其中用 UPLC 测定可溶性糖的条件有改进,色谱柱(ACQUITY UPLC BEH TM Amide 2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm),检测器(ACQUITY-ELSD). 样品进样量为 1 μL,流动相为 0.2%乙腈和水. 进

样程序: 前 6 min, 初始浓度为 100% MILLIPORE 超纯水以流速为 0.26 mL/min 线性梯度洗至 70% MILLIPORE 超纯水; 6~16 min, 用 100% MILLIPORE 超纯水进行洗脱, 柱温 40 °C.

2.2.3 有机酸含量测定 有机酸含量的提取参照文献[18-19], 可滴定酸含量的测定参照文献[12]. 其中有机酸含量的测定条件有改进, 进样程序如下: C₁₈柱 (250 nm×4.5 nm), 柱温 25 °C, 进样量

10 μL, 波长 210 nm. 用 50 mol/L 磷酸二氢铵水溶液 (pH 2.5) 以 0.3 mL/min 的流速进行等度洗脱; 采用二极管阵列检测器 (CBM20A, Shimadzu, Tokyo, Japan) 岛津 LC-20A 液相色谱仪进行分析.

2.2.4 抗坏血酸 (VC) 浓度测定 VC 采用国标 (GBT 5009. 86-2003) 2,4-二硝基苯肼法测定^[18].

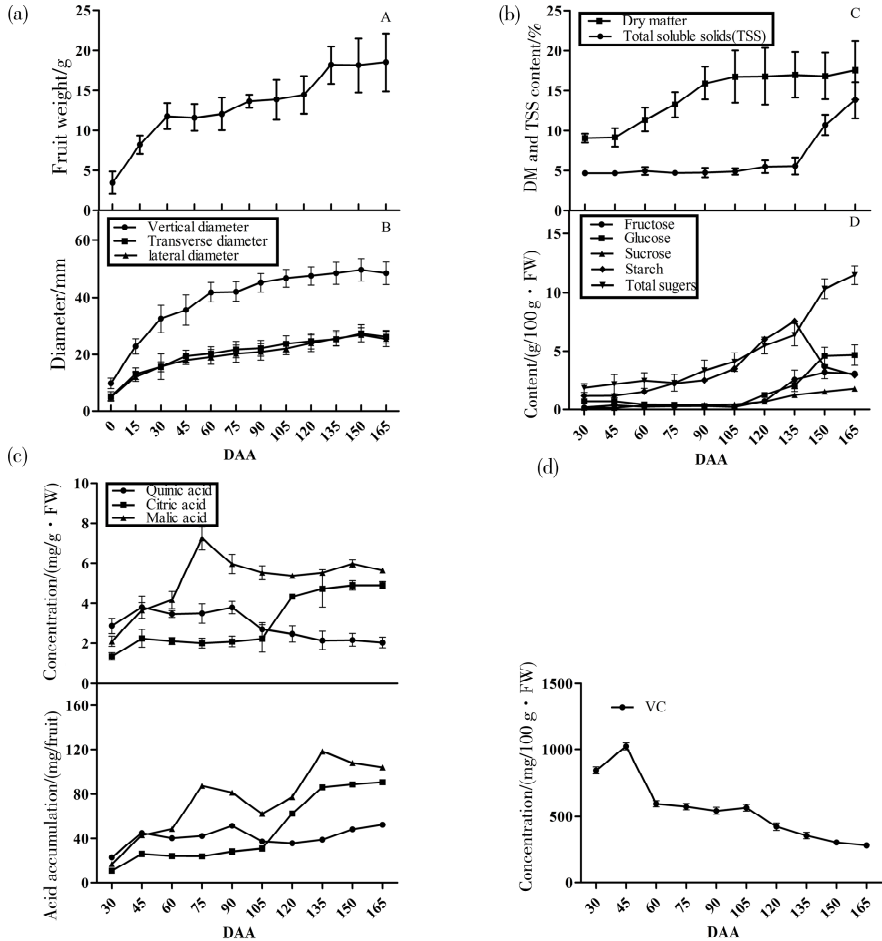


图 1 毛花猕猴桃果实发育过程中理化性质的动态变化
(a)果重和纵横径; (b)非结构性碳水化合物; (c)有机酸; (d)抗坏血酸

Fig. 1 Dynamic changes of physicochemical properties of *A. eriantha* during the fruit development
(a)fruit weight, vertical and horizontal diameter; (b)non-structural carbohydrates; (c)organic acid; (d)ascorbic acid

3 结果与分析

3.1 果实和纵横径变化

图 1a 可以看出, 果实总可溶性固形物 (Total soluble solids; TSS) 含量达到 8%~10% 为猕猴桃水果合适采收期^[20]. 毛花猕猴桃果实的发育期为 165 DAA, 成熟时果重约为 18.49 g. 果实重量在 45 DAA 内迅速增加, 且达到最终果重的 63.66%, 然后缓慢增加; 在 120~135 DAA 之间

有第二次快速增加, 达到最终果重的 98.16%. 因此, 毛花猕猴桃果实重量增长呈双‘S’型曲线, 而果实的纵径、大横径、小横径的增长模式为单‘S’型曲线. 如纵径 (0~60 DAA)、大横径和小横径 (0~45 DAA) 在发育前期快速增长, 增长量各自为 31.84 mm, 21.00 mm, 20.50 mm; 在 60 DAA 后进入缓慢生长期.

3.2 非结构性碳水化合物含量变化

从图 1b 实验结果可以看出, 毛花猕猴桃果实发

育中干物(Dry matter; DM)含量的变化趋势与果实纵横径一样,均呈单‘S’形曲线增长. 45~105 DAA 期间,DM 急剧增加到 16.7%,后保持平稳状态. 而果实总可溶性固形物(TSS)和干物质(DM)变化方式差异性大. TSS 在 30~135 DAA 之间, TSS 维持稳定状态,含量范围是 4.68%~5.68% (或°Brix). 从 135 DAA 开始, TSS 含量呈线性上升,至完全成熟时达到 13.82%,平均每天增加 0.27%.

果实淀粉含量从 60 DAA 后积累量明显增加,在 135 DAA 达到最大浓度 7.53 g/100g·FW,后开始加速下降,且淀粉的降解跟可溶性糖的增加一致.

四种标准糖的 UPLC 洗脱图如图 2 所示. 可

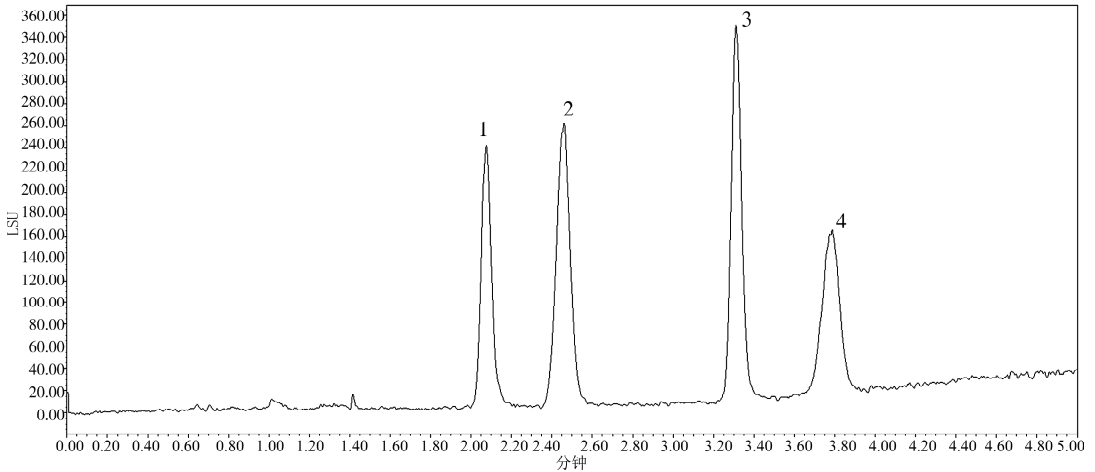


图 2 四种标准糖分进行超高压液相(UPLC)洗脱图
峰 1:果糖;2:葡萄糖;3:蔗糖;4:麦芽糖
Fig. 2 UPLC elution profiles of four standard sugars
Peaks 1: fructose; 2: glucose; 3: sucrose; 4: maltose

3.3 有机酸含量变化

有机酸标准曲线如表 1 所示.

表 1 有机酸和可滴定酸标准曲线

Tab. 1 Standard curve of organic acids and tartaric acid

Organic acids	Standard equation
Malic acid	$y=940255x+19914; R^2=0.9998$
Quinic acid	$y=1E+06x+328373; R^2=0.9997$
Citric acid	$y=2E+06x+275553; R^2=0.9996$
Oxalic acid	$y=1E+06x+762687; R^2=0.9974$
Tartaric acid	$y=4E+06x+54841; R^2=0.9996$

从图 1c 可知,毛花猕猴桃果实中的酸主要是奎宁酸、苹果酸和柠檬酸. 在 45 DAA 之前,果实中酸的积累以奎宁酸为主,三种酸的浓度都为上

溶性糖在果实整个发育过程中,135 DAA 前增长速率相对较慢,135~165 DAA 积累速率逐渐加快,且采收时(165DAA)可溶性总糖含量达到最高值 11.45%. 毛花猕猴桃果实生长发育过程中各糖分含量积累过程也不同,速率分别为葡萄糖>果糖>蔗糖(图 1b). 如在 30~45 DAA 阶段,还原性糖(葡萄糖和果糖)有短暂上升,45~60 DAA 又轻微地降低,后保持相对稳定到 105 DAA;在 105~150 DAA 阶段,葡萄糖和果糖含量有第二次快速积累,蔗糖含量也急剧增加,增长速率分别是 0.74、0.66、0.24 mg/g. 果实成熟时有少量麦芽糖生成,量小于 50 mg/100g·FW.

升趋势. 在 45~105 DAA 之间,苹果酸浓度保持相对稳定;105 DAA~120 DAA 期间浓度快速上升,后面上升缓慢. 奎宁酸从 90 DAA 开始,浓度逐渐下降. 苹果酸浓度在 30~75 DAA 期间快速上升,在 75 DAA 时有最大浓度 7.24 mg/g,而后总体上呈下降趋势. 果实采收时,所有有机酸浓度都有所下降. 若考虑果实的重量,在 105 DAA 之前,单个果实中有机酸的平均含量的积累量和浓度的变化趋势一致;在 105 DAA 至成熟时,三种有机酸含量随着果实重量的增加都有所上升.

3.4 抗坏血酸(VC)浓度的变化

VC 浓度范围在 279~1023 mg/g 之间(图 1d). 在 30~45 DAA 期间,VC 变化与有机酸浓度变化类似,从 846.63 mg/g 升至 1023.60 mg/g; 45~60 DAA 又剧烈下降到 595.81 mg/g;在 60~

105 DAA 阶段,含量变化不大,呈缓慢降低趋势.果实采收时达到最低浓度,为 279.53 mg/g.

4 讨论

毛花猕猴桃果实重量变化成双‘S’型曲线,与 Kim 等^[10]、张慧琴等^[21]研究成果一致.但也有一些文献报道美味猕猴桃‘海沃德’和中华猕猴桃‘Hort 16A’果实发育呈单‘S’曲线变化^[11,22].果实的纵横径,干物质变化与 Bolding 等^[23] Walton 等^[24]研究一致,都是简单的‘S’型曲线.果实的生长由内部因素和外部因素决定.在猕猴桃栽培过程中,外部因素包括降雨量、温度、作物负荷度和生长条件等,内部因素包括种子数量和品种等.毛花猕猴桃果实重量生长发育特性可能是由品种特性和生长气候共同决定的.

糖分、有机酸和 VC 是影响猕猴桃品质的重要指标,水果果肉的风味高度依赖于可溶性糖和非挥发性有机酸之间的平衡.猕猴桃果实中的糖分主要是果糖、葡萄糖、蔗糖;有机酸主要有奎宁酸、柠檬酸、苹果酸、VC 等^[25].通过比较果实发育过程中可溶性糖和有机酸的生理变化,毛花猕猴桃果实的发育也可以分为 3 个阶段:细胞分化,淀粉积累和果实成熟阶段,这与张惠琴等^[21]、Moscatello 等^[26]和 Richardson 等^[11]的研究结果相似.细胞分化阶段为 0~60 DAA,淀粉积累时间为 60~135 DAA,果实成熟时间为 135~165 DAA.这三阶段特征如下:

细胞分化时期约 60 d.这一时期是花授粉后,早期胚胎和种子形成的关键时期^[27],也是单果重和纵横径增加速率最快的时期.这期间果实还原性糖和有机酸成分变化与张慧琴等对毛花猕猴桃‘华特’生长发育的研究结果一致—葡萄糖含量出现一个高峰;有机酸以奎宁酸为主且浓度高^[21].淀粉积累期约 75 d.这一时期主要特点淀粉的快速积累.另外一些特征是:奎宁酸含量保持相对恒定,苹果酸和柠檬酸整体呈上升趋势;60~90 DAA,干物质呈线性增加;105~135 DAA,非结构性碳水化合物积累速率明显加快;120~135 DAA 果实第二次快速膨大.毛花猕猴桃这时期苹果酸的变化趋势与‘华特’,‘海沃德’和‘Hort16A’有差异性^[11, 21, 26].这可能是有物种间的差异性造成的.果实成熟期约 30 d,这时期以果实营养品质变化为主,可溶性总糖含量持续增加到 11.45 g/100g·FW,且各糖分含量的积累速率为

葡萄糖>果糖>蔗糖.这些变化与中华猕猴桃‘Hort16A’、毛花猕猴桃‘华特’变化相似,而与软枣猕猴桃‘Mitsuko’有差异,软枣猕猴桃果实中糖分积累以蔗糖为主,葡萄糖和果糖含量低^[10-11, 21].这些差异可能是由于相同功能性中同级别元件的基因家族成员在不同猕猴桃品种(商业种)果实成熟进程中表达量不同所致,这些有待进一步验证.

抗坏血酸(VC)是水果和蔬菜中主要的抗氧化剂,因此多吃水果和蔬菜能降低某些疾病的风险,如癌症和心脑血管疾病等. VC 变化趋势与其他商业种一致,而其含量是其他猕猴桃物种 3~4 倍.因此,按照欧洲联盟建议的每日维生素 C 摄入量,每天一颗猕猴桃果实可提供足够的 VC,以满足人体的营养需要.

综上所述,四川地区野生毛花猕猴桃除了具有抗逆性强、结果率高、果皮覆盖一层白色绒毛等优良的园艺性状外,其果肉还具有以下特性:VC 含量是其他商业种的 3~4 倍,苹果酸浓度高,积累时间长,且呈上升趋势.因此,毛花猕猴桃不仅可做为育种的良好原始材料,其果实还可以用来制作天然维生素补充品.如果汁、果醋、果酒等.

毛花猕猴桃果肉中高含量的有机酸浓度,使其果实糖酸比值高(糖含量与其他商业种相似),口感也相对比现有的其他商业种差,与百香果味道吻合,呈淡淡的青草味.故在猕猴桃新品种培育和推广过程中应着重降低果实中有机酸含量,特别是苹果酸.可以在不影响果实其他营养成分的前提下,运用基因工程阻断或降低与苹果酸合成相关基因的表达量.

参考文献:

- [1] Nishiyama I. Fruits of the *actinidia* genus [J]. *Adv Food Nutr Res*, 2007, 52: 293.
- [2] Ferguson A R, Huang H. Genetic resources of kiwifruit: domestication and breeding [J]. *Hortic Rev*, 2007, 33: 1.
- [3] 李新伟,李建强,Soejarto D. 中国猕猴桃科新异名 [M]. 北京:北京科学出版社,2007.
- [4] Wang Y, Zhao C L, Li J Y, *et al.* Evaluation of biochemical components and antioxidant capacity of different kiwifruit (*Actinidia* spp.) genotypes grown in China [J]. *Biotech Biotech Eq*, 2018, 32: 558.
- [5] Garcia C V, Quek S Y, Stevenson R J, *et al.* Ki-

- wifruit flavour: a review [J]. *Trend Food Sci Tech*, 2012, 24: 82.
- [6] Leontowicz H, Leontowicz M, Latocha P, *et al.* Bioactivity and nutritional properties of hardy kiwifruit *Actinidia arguta* in comparison with *Actinidia deliciosa* ‘Hayward’ and *Actinidia eriantha* ‘Bidan’ [J]. *Food Chem*, 2016, 196: 281.
- [7] Diamante L M, Savage G P, Vanhanen L. Optimisation of vacuum frying of gold kiwifruit slices: application of response surface methodology [J]. *Int J Food Sci Tech*, 2012, 47: 518.
- [8] Atkinson R G, Sharma N N, Hallet C, *et al.* *Actinidia eriantha*: a parental species for breeding kiwifruit with novel peelability and health attributes [J]. *NZ J Forestry Sci*, 2009, 39: 207.
- [9] Salinero M C, Vela P, Sainz M J. Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* ‘Hayward’) [J]. *Sci Hortic*, 2009, 121: 27.
- [10] Kim J G, Beppu K, Kataoka I. Physical and compositional characteristics of ‘Mitsuko’ and local hardy kiwifruits in Japan [J]. *Hortic Environ Biotech*, 2012, 53: 1.
- [11] Richardson A C, Bolding H L, Peter A M, *et al.* Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* ‘Hort16A’ [J]. *BMC Plant Biol*, 2011, 11: 182.
- [12] 陈楚佳, 陶俊杰, 曲雪艳, 等. 毛花猕猴桃‘赣猕 6 号’果实糖、酸及抗坏血酸的动态变化[J]. *农业科学与技术: 英文版*, 2015(12): 2589.
- [13] Jo Y S, Cho H S, Park M Y, *et al.* Selection of a sweet *actinidia eriantha*, ‘Bidan’ [J]. *Acta hort*, 2007, 753: 253.
- [14] Wu Y J, Xie M, Zhang Q C, *et al.* Characteristics of ‘White’: a new easy-peel cultivar of *Actinidia eriantha* [J]. *New Zeal J Crop Hort*, 2009, 37: 369.
- [15] Wu Y J, Xie M, Zhang Q C, *et al.* The research on *Actinidia eriantha* Benth. in south China [J]. *Acta Hort*, 2011, 913: 97.
- [16] Miller S A, Smith G S, Bolding H L, *et al.* Effects of water stress on fruit quality attributes of kiwifruit [J]. *Ann Bot*, 1998, 81: 73.
- [17] 龚时琼, 赵丽华, 陈芳, 等. 荧光法快速检测水果和蔬菜中的抗坏血酸[J]. *实验室研究与探索*, 2012, 31: 19.
- [18] 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.
- [19] Petkovsek M M, Stampar F, Veberic R. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) [J]. *Sci Hortic*, 2007, 114: 37.
- [20] Stec M G H. Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) [J]. *J Sci Food Agric*, 1989, 47(4): 417-433.
- [21] 张慧琴, 谢明, 肖金平, 等. 毛花猕猴桃‘华特’果实发育特性研究[J]. *园艺学报*, 2015, 32: 238.
- [22] Salinero M C, Vela P, Sainz M J. Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* ‘Hayward’) [J]. *Sci Hortic*, 2009, 121: 27.
- [23] Bolding H, Smith G S, Klages K. Seasonal concentrations of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue [J]. *Ann Bot*, 2000, 85: 469.
- [24] Walton E F, Dejo T M. Growth and compositional changes in kiwifruit berries from three californian locations [J]. *Ann Bot*, 1990, 66: 285.
- [25] Mikulic-Petkovsek M, Schmitzer V, Slatnar A, *et al.* Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species [J]. *J Food Sci*, 2012, 77: 1064.
- [26] Moscatello S, Famiani F, Proietti S, *et al.* A. Sucrose synthase dominates carbohydrate metabolism and relative growth rate in growing kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) [J]. *Sci Hortic*, 2011, 128: 197.
- [27] Nardoza S, Bolding H L, Richardson A C, *et al.* Variation in carbon content and size in developing fruit of *Actinidia deliciosa* genotypes [J]. *Funct Plant Biol*, 2010, 37: 545.

引用本文格式:

中文: 刘春宏, 邱国良, 刘志斌, 等. 毛花猕猴桃果实发育过程中理化性质的变化研究 [J]. *四川大学学报: 自然科学版*, 2019, 56: 951.

英文: Liu C H, Qiu G L, Liu Z B, *et al.* Changes of physicochemical properties of *A. eriantha* during the fruit development [J]. *J Sichuan Univ: Nat Sci Ed*, 2019, 56: 951.