

# “鲁加”系列苹果果实发育期酚类和果皮色素含量变化研究

宋伊真, 张玉刚, 祝军, 戴洪义

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:**对嫁接在“八棱海棠”上的“鲁加”系列(1~6号)苹果果实生长发育期间总酚、类黄酮和果皮色素含量的变化进行了研究。结果表明:从盛花期后 50 d 至果实成熟,“鲁加”苹果的果皮和果肉内的总酚、类黄酮含量均呈逐渐下降趋势;果皮总酚和类黄酮含量变化趋势相似,多在盛花后 50~70 d 下降幅度较大;果肉总酚和类黄酮含量变化趋势相似,多在盛花后 50~90 d 下降幅度较大。其中,“鲁加 1 号”苹果果皮和果肉的总酚和类黄酮含量变化趋势平缓;在盛花期后 50~70 d,果皮花青苷呈下降趋势;在盛花期后 70 d 至果实成熟呈上升趋势,“鲁加 1 号”和“鲁加 4 号”上升幅度较大。

**关键词:**“鲁加”苹果;总酚;类黄酮;果皮色素

**中图分类号:**S 661.101 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)24-0028-03

“鲁加”系列(1~6号)苹果品种是杂交育成的浓缩汁加工专用苹果品种<sup>[1-3]</sup>,其浓缩汁有机酸含量显著高于其它苹果品种<sup>[4]</sup>。果实中的酚类物质、类黄酮和果皮色素被认为有益于人体保健<sup>[5-7]</sup>。有关“鲁加”系列苹果原汁、浓缩汁和果酒中酚类物质已有研究报导<sup>[8-10]</sup>,而果实发育过程中酚类物质、类黄酮和果皮色素含量的变化动态上尚鲜见报导。了解苹果果实发育过程中酚类物质、类黄酮和果皮色素含量的变化动态对于处于不同发育时期的果实的合理利用有参考作用。该试验从“鲁加”盛花期后 50 d 至果实成熟期间,对其果实中总酚、类黄酮和果皮色素含量的变化进行了研究,以期“鲁加”系列苹果的综合加工利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为青岛农业大学果树育种实验室杂交所得苹果品种(系)“鲁加 1 号”、“鲁加 2 号”、“鲁加 3 号”、“鲁加 4 号”、“鲁加 5 号”、“鲁加 6 号”,嫁接砧木均为“八棱海棠”。

FD-1-50 型冷冻干燥机(上海比朗仪器有限公司);HR2006 型搅拌机(荷兰飞利浦公司);KQ-300 型数控超

声波清洗器(超声功率 210 W,40 Hz)(昆山市超声仪器有限公司);SBH-III S 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司);Ultrospec 3300pro 型紫外-可见分光光度计(美国安玛西亚公司)。

### 1.2 试验方法

试样采于盛花后 50 d 至果实成熟期间,每隔 20 d 采集 1 次。采用四分法取样,取新鲜果皮果肉冻干,经粉碎、过筛、提取后测定。

### 1.3 项目测定

**1.3.1 总酚和类黄酮含量测定方法** 参照王英等<sup>[11]</sup>的方法提取,以 60%乙醇作为提取剂,超声提取得提取液 A,3 次重复。总酚含量测定方法:用没食子酸做标准曲线。吸取 1.0 mL A 液(若酚含量过高可适当稀释),分别用刻度吸管加入 FC 显色剂 1 mL 及 7.5%碳酸钠溶液 3 mL,用蒸馏水定容至 10 mL,混匀,室温显色(下同),测定波长 765 nm 处吸光值。每个试样重复测定 3 次,取平均值,从上述标准曲线计算相应的多酚类物质含量<sup>[12]</sup>。类黄酮含量测定:用芦丁做标准曲线。吸取 1.0 mL A 液,加入 0.3 mL NaNO<sub>2</sub>(5%),混合均匀后静置 6 min,加 0.3 mL Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(5%),混匀后静置 6 min,加入 4 mL NaOH(4%),再加入 0.4 mL 蒸馏水使总体积为 10 mL,混匀后静置 10 min,在波长 500 nm 处测定吸光值。每个试样重复测定 3 次,取平均值,从上述标准曲线计算相应的类黄酮含量。

**1.3.2 花青苷含量测定方法** 花青苷含量提取参照董爱文等<sup>[13]</sup>的方法,改用 1%盐酸-甲醇溶液<sup>[14]</sup>代替盐酸-乙

**第一作者简介:**宋伊真(1988-),女,硕士研究生,研究方向为果树育种与生物技术。E-mail:songyizhen924@163.com.

**责任作者:**戴洪义(1956-),男,教授,研究方向为果树育种与生物技术。E-mail:hydai@qau.edu.cn.

**基金项目:**国家现代苹果产业技术体系资助项目(CARS-28)。

**收稿日期:**2014-09-11

醇溶液。参照 Fuleki 等<sup>[15]</sup>的方法测定花青苷含量。

1.3.3 类胡萝卜素含量测定方法 参照杨万政等<sup>[16]</sup>的方法提取,测定在 445 nm 处的吸光度值。

## 2 结果与分析

### 2.1 “鲁加”系列苹果果皮总酚和类黄酮含量变化规律

由图 1~4 可以看出,同一“鲁加”品种的果皮总酚和类黄酮含量及其变化规律是大体相同的。在盛花期后 50 d 时,总酚和类黄酮含量依次为“鲁加 5 号”>“鲁

加 3 号”>“鲁加 2 号”>“鲁加 6 号”>“鲁加 4 号”>“鲁加 1 号”。同一品种的果肉中总酚和类黄酮也有同样规律,在盛花期后 50 d 时,总酚和类黄酮含量依次为“鲁加 5 号”>“鲁加 3 号”>“鲁加 2 号”>“鲁加 6 号”>“鲁加 4 号”>“鲁加 1 号”。“鲁加 1 号”果肉和果皮总酚和类黄酮含量变化比较平缓。虽然各“鲁加”系列在幼果期总酚和类黄酮含量差别很大,但随着果实生长发育,差距越来越小。

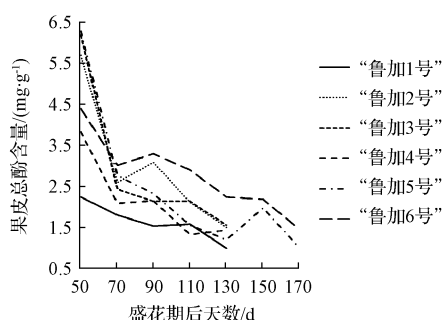


图1 “鲁加”系列苹果果皮总酚含量变化

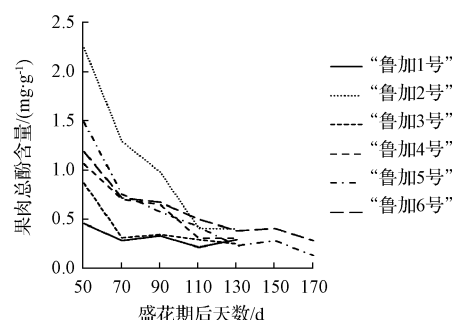


图2 “鲁加”系列苹果果肉总酚含量变化

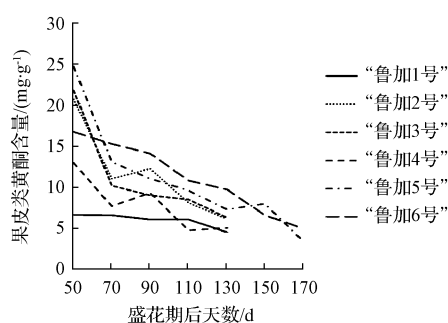


图3 “鲁加”系列苹果果皮类黄酮含量变化

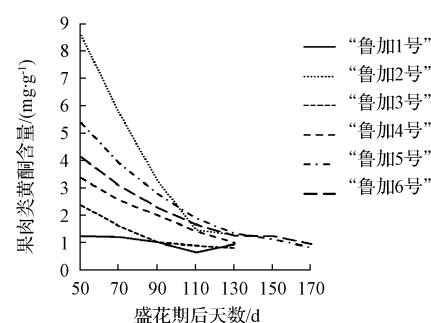


图4 “鲁加”系列苹果果肉类黄酮含量变化

### 2.2 “鲁加”系列苹果果皮花青苷含量变化规律

由图 5 可以看出,在盛花期后 50~70 d,“鲁加”苹果果皮花青苷含量呈小幅度下降,从盛花期后 70 d 至果实成熟,花青苷含量呈上升趋势。“鲁加 1 号”和“鲁加 4 号”果皮花青苷含量上升幅度较大,“鲁加 2 号”、“鲁加 3 号”、“鲁加 5 号”和“鲁加 6 号”果皮花青苷含量变化平

缓,上升幅度较小。

### 2.3 “鲁加”系列苹果果皮类胡萝卜素含量变化规律

由图 6 可以看出,“鲁加”系列果皮类胡萝卜素幼果期较高,随着果实生长发育含量不断下降。其中“鲁加 1 号”和“鲁加 4 号”下降迅速,“鲁加 5 号”和“鲁加 6 号”在盛花期后 50~130 d 下降迅速,130 d 至成熟下降缓慢,

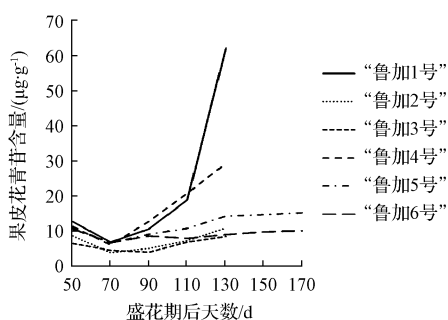


图5 “鲁加”系列苹果果皮花青苷含量变化

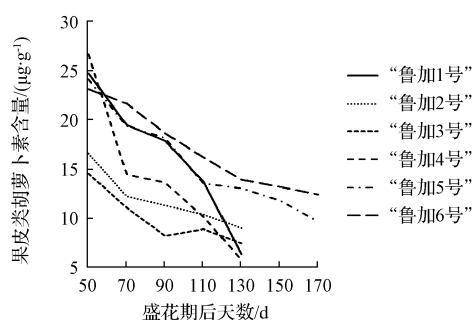


图6 “鲁加”系列苹果果皮类胡萝卜素含量变化

“鲁加 2 号”在盛花期后 50~70 d 下降迅速,之后下降较慢,“鲁加 3 号”在盛花期后 50~90 d 下降较快,在盛花期后 90~110 d 略有上升,在 110 d 之后至成熟少有下降。“鲁加”系列果皮类胡萝卜素与果皮花青苷含量变化趋势相反。

### 3 讨论

同砧木的“鲁加”系列苹果果实生长发育期总酚、类黄酮和类胡萝卜素含量均为下降,花青苷含量上升,但不同品种的变化趋势却不同。接穗品种不同,同一发育时期的“鲁加”果皮和果肉总酚、类黄酮、花青苷和类胡萝卜素含量不同,且果皮总酚和类黄酮含量总是高于果肉。“鲁加”系列苹果作为制汁品种,制汁过程中会产生大量的废弃果渣,以此作为多酚物质的提取原料,极具开发价值。

“鲁加”幼果期果皮和果肉总酚、类黄酮和类胡萝卜素含量最高,随着果实生长发育,含量逐渐降低,而花青素含量与其它指标含量呈负相关。早期的幼果中总酚和类黄酮含量均较高,因此利用早期疏果时废弃的幼果提取多酚物质,具有极大的开发价值和广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1] 戴洪义. 三个制酸汁苹果新品种‘鲁加 1 号、鲁加 5 号、鲁加 6 号’[J]. 果农之友, 2005(4): 15.
- [2] 苹果新品种—鲁加 2 号[J]. 科技致富向导, 2010(1): 20.
- [3] 苹果新品种—鲁加 4 号[J]. 科技致富向导, 2010(10): 19.
- [4] 孙海峰, 戴洪义. 鲁加系列苹果品种加工适性的评价[C]//2008 园艺学进展(第 8 辑)—中国园艺学会第八届青年学术讨论会暨现代园艺论坛论文集. 中国园艺学会, 2008: 2.
- [5] 倪勤学, 霍艳荣, 陆国权, 等. 花色苷保健功能的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(35): 20025-20028, 20453.
- [6] 李福枝, 刘飞, 曾晓希, 等. 天然类胡萝卜素的研究进展[J]. 食品工业科技, 2007, 28(9): 227-232.
- [7] 郭新竹, 宁正祥. 天然酚类化合物及其保健作用[J]. 食品工业, 2002(3): 28-29.
- [8] 刘春辉. 苹果品种制汁适性及浓缩汁贮藏稳定性的研究[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2007.
- [9] 孙海峰. 苹果浓缩汁后混浊影响因素的研究[D]. 青岛: 青岛农业大学, 2008.
- [10] 宋静, 夏玲玲, 张玉刚, 等. 苹果酒发酵工艺对比研究[J]. 中国酿造, 2014, 33(4): 71-74.
- [11] 王英, 张玉刚, 戴洪义. 超声波法提取苹果果实中类黄酮最佳条件研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(2): 24-27.
- [12] 李静, 聂继云, 李海飞, 等. Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J]. 果树学报, 2008, 25(1): 126-131.
- [13] 董爱文, 向中, 李立君, 等. 爬山虎红色素的定性定量分析[J]. 无锡轻工大学学报, 2003, 22(6): 99-102.
- [14] Revilla E, Ryan J M. Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(11): 4592-4597.
- [15] Fuleki T, Francis F J. Quantitative methods for anthocyanins[J]. Journal of Food Science, 1968, 33(3): 266-274.
- [16] 杨万政, 曹秀君, 李金淑, 等. 紫外分光光度法测定沙棘油中总类胡萝卜素方法改进[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2009, 18(3): 5-8.

## Study on Change of Phenols and Pericarp Pigment Content During Growth Period of ‘Lujia’ Apple Series

SONG Yi-zhen, ZHANG Yu-gang, ZHU Jun, DAI Hong-yi

(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** A survey was made on the dynamic changes of total phenols, flavonoids and pericarp pigment content of ‘Lujia’ apple grafted on *Malus robusta* during growth and development period. The results showed that from 50 days after full bloom to the fruit maturity, the total phenols and flavonoids content in fruit pericarp and sarcocarp of ‘Lujia’ declined gradually. The content of total phenolic and flavonoids in same variety fruit pericarp showed same change trend, and the obvious decline was found during 50 days to 70 days after full bloom. The content of total phenolic and flavonoids in same variety fruit sarcocarp showed same change trend, and the obvious decline was found during 50 days to 90 days after full bloom. The content of total phenolic and flavonoids of ‘Lujia No. 1’ changed gently. The anthocyanins content in fruit pericarp of ‘Lujia’ declined during 50 days to 70 days after full bloom; and rose during 70 days after full bloom to the fruit maturity. The rise of ‘Lujia No. 1’ and ‘Lujia No. 4’ were larger.

**Keywords:** ‘Lujia’ apple; total phenols; flavonoids; pericarp pigment