

- 3 Senter S D, Callahan A. Variability in the quantities of condensed tannins and other major phenols in peach fruit during maturation. *Journal of Food Science*, 1990, 55 (6): 1585 ~ 1587
- 4 Sanoner P, Guyot S, Mamet N, Molle D, Drilleau J P. Polyphenol profiles of French cider apple varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 47: 4847 ~ 4853
- 5 Hertog M G L, Holman P C H, Katan M B. Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in the Netherlands. *Nutrition and Cancer*, 1993, 20: 21 ~ 29
- 6 Award M A, Jager A, Westing L M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Scientia Horticulturae*, 2000, 86: 249 ~ 263
- 7 Michà G L, Hertog, Peter C H, Holman, Dini P, Venema. Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1992, 40: 1591 ~ 1598
- 8 Deshpande S, Cheryan M. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science*, 1985, 50: 905 ~ 910
- 9 Tandon K S, Baldwin E A, Shewfelt R L. Aroma perception of individual volatile compounds in fresh tomatoes as affected by the medium of evaluation. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, 20: 261 ~ 268
- 10 Lea A G H, Arnold G M. The phenolics of ciders: bitterness and astringency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1978, 29: 478 ~ 483
- 11 Ozawa T, Terence H L, Haslam E. Polyphenol interactions: astringency and the loss of astringency in ripening fruit. *Phytochemistry*, 1987, 26 (11): 2937 ~ 2942

杨桃果实生长发育过程中营养品质的变化

胡志群 周碧燕* 陈杰忠 林小冰 蓝永辉 (华南农业大学园艺学院南方果树生理研究室, 广州 510642)

Changes of Nutrient Components of *Averrhoa carambola* during Fruit Development

Hu Zhiquan, Zhou Biyan*, Chen Jiezhong, Lin Xiaobing, and Lan Yonghui (College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

关键词: 杨桃; 糖; 有机酸; 维生素 C; 单宁

中图分类号: S 667.9 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2005) 05-0782-01

杨桃 (*Averrhoa carambola* L.) 为华南地区重要的热带水果。本试材为华南农业大学园艺分场种植的 3 年生盆栽马来西亚甜杨桃, 砧木为酸杨桃。在杨桃的开花期, 选择生长势、开花数量和时间较一致 45 株为试材, 再选择受精时间一致的果实做标记。采样时间从开花后 (2003 年 7 月 15 日) 至杨桃充分成熟 (2003 年 10 月 25)。测定杨桃果实中的糖 (蒽酮比色法)、有机酸 (HPLC 法)、维生素 C (2, 6-二氯酚钠滴定法) 和单宁 (高锰酸钾滴定法) 的含量。

结果 (表 1) 表明, 杨桃果实在生长发育期间, 各种糖的含量在花后 30 d 以内没有明显的增加; 花后 44 ~ 93 d, 果糖、蔗糖和葡萄糖的含量均呈上升趋势; 果糖含量均最高, 而蔗糖的含量均很低, 接近成熟时有明显增加的趋势, 至花后 99 d, 蔗糖和葡萄糖的含量相当。有机酸主要是草酸、苹果酸和酒石酸, 而柠檬酸、琥珀酸、马来酸基本检测不到。果实成熟时各种酸的含量都明显下降, 但苹果酸比草酸多, 与前人的研究结果不一致, 这可能是采样分析时的成熟度不同造成的。维生素 C 含量在幼果期较高, 之后下降至最低值后又逐渐增加。幼果中的可溶性单宁含量高, 在果实发育中期以后至成熟均处于低水平, 可溶性的单宁是果实涩感的主要来源。根据本研究结果, 认为在花后 80 d 左右为杨桃可采收的时期, 此时的草酸含量已明显下降; 花后 95 ~ 100 d 为食用品质最佳的时期, 此时的糖、维生素 C 含量最高, 有机酸含量最低。

表 1 杨桃果实发育期间糖、有机酸、维生素 C 和单宁含量的变化

Table 1 Chang of sugars, organic acids, vitamin C and tannin in fruit of *Averrhoa carambola* during fruit development (mg/g FM)

花后天数 Days after anthesis	果糖 Fructose	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	草酸 Oxalic acid	酒石酸 Tartaric	苹果酸 Malic acid	维生素 C Vitamin C	单宁 Tannin
17	9.60 ± 1.22	0.86 ± 0.06	9.41 ± 1.30	2.48 ± 0.19	0.51 ± 0.14	2.50 ± 0.34	0.2656 ± 0.0242	0.20 ± 0.020
30	9.56 ± 0.94	0.70 ± 0.10	6.30 ± 0.60	2.33 ± 0.11	0.58 ± 0.06	5.15 ± 0.28	0.1469 ± 0.0214	0.14 ± 0.004
44	11.92 ± 0.32	1.95 ± 0.11	8.07 ± 0.32	2.60 ± 0.16	0.76 ± 0.15	2.20 ± 0.45	0.1172 ± 0.0142	0.06 ± 0.005
58	17.63 ± 0.92	2.82 ± 0.22	11.32 ± 0.30	2.30 ± 0.08	0.40 ± 0.037	1.98 ± 0.02	0.1008 ± 0.0054	0.05 ± 0.002
72	22.52 ± 2.57	4.41 ± 0.38	13.75 ± 1.33	2.49 ± 0.08	0.40 ± 0.043	1.98 ± 0.21	0.1633 ± 0.0178	0.04 ± 0.006
79	22.99 ± 2.57	9.02 ± 0.31	14.75 ± 1.39	0.98 ± 0.07	0.34 ± 0.06	1.92 ± 0.12	0.1732 ± 0.0236	0.03 ± 0.001
93	28.38 ± 1.59	13.63 ± 0.84	18.43 ± 1.83	0.73 ± 0.02	0.40 ± 0.04	1.48 ± 0.05	0.2560 ± 0.0429	0.03 ± 0.002
99	29.81 ± 1.49	16.93 ± 0.68	15.75 ± 1.24	0.65 ± 0.04	0.34 ± 0.10	1.07 ± 0.15	0.2657 ± 0.0224	0.03 ± 0.001

注: 表中数据为平均值 ± 标准误 (n=3)。 Note: Values in the table are means ± SE (n=3).

收稿日期: 2005 - 07 - 04; 修回日期: 2005 - 09 - 25

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhoubiyan209@mail.china.com)