

信息与资料 **Information and Data**

柚果实不同部位的柚皮苷含量分析

杨爽¹, 苏智先^{2,*}, 边清泉³, 王劲², 胡进耀²¹西华师范大学环境科学与生物多样性保护省级重点实验室, 四川南充 637002; ²绵阳师范学院²生态基因中心, ³天然产物研究所, 四川绵阳 621000**Analysis of Naringin Content in Different Part of *Citrus grandis* Fruit**YANG Shuang¹, SU Zhi-Xian^{2,*}, BIAN Qing-Quan³, WANG Jin², HU Jin-Yao²¹Sichuan Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Biodiversity Conservation, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002, China; ²Center of Ecology and Gene, ³The Research Division of Natural Products, Mianyang Teacher's College, Mianyang, Sichuan 621000, China

摘要: 用HPLC方法测定柚果实中柚皮苷含量的结果表明: 果皮中柚皮苷含量最高, 占总含量的92%以上, 果肉高于种子。果皮中柚皮苷合成和积累主要在膨大期之前, 而果肉和种子中柚皮苷在幼果期至膨大期间大量积累。果实趋于成熟时, 不同品种间柚皮苷含量变化趋势不同, 贮藏期的柚皮苷含量减少。

关键词: 柚; 柚皮苷; HPLC; 苦味; 积累规律

我国柚类品种繁多, 根据不完全统计约有120种(张太平等 2001), 品种之间的口味差异较大, 有些具有严重的苦味, 影响果实品质(Hagen等 1966)。柚类果实的鲜食风味受果汁的含糖量、含酸量、固酸比、香气、有无苦麻味和肉质脆嫩化渣程度等因素综合影响(吴涛等 2004)。评判柚类果实品质的好坏主要根据含糖量、固酸比和维生素C含量多寡, 而柚中影响品质的苦味物质的定性定量分析很少。柚皮苷是一种次生代谢产物, 是柚、酸橙、葡萄柚果实中的主要苦味物质, 其含量高低会影响果汁的色泽和口味(Gil-Izquierdo等 2002), 其积累规律及其在不同品种间的差异尚未见报道。本文用HPLC方法测定了7个柚品种不同发育时期果实不同部位中的柚皮苷含量变化, 并对柚果实不同部位柚皮苷的积累规律做了分析。

材料与amp;方法

柚(*Citrus grandis* Osbeck)采自重庆市重庆江津果树研究所30年果龄柚树。品种分别有‘晚白柚’、‘梁平柚’、‘垫江白柚’、‘安江香柚’、‘锅魁柚’、‘蓬溪柚’和‘长寿沙田柚’。每个品种选3棵长势一致的树, 每棵树

从树冠4个方向外围和中部分别采摘。试验于2006年4~12月进行。

分别采摘幼果期(5月21日, 第1次生理落果之前), 膨大期(8月1日, 2次生理落果之后), 成熟期和贮藏期(10月16日成熟期果实在室温18℃中贮藏半个月)的果实。果实分三部分: 果皮、果肉和种子。于50℃恒温下干燥, 干燥后粉碎, 过40目筛, 得到柚的部分粉样。

各样品取0.25 g置于50 mL锥形瓶中, 加入约10 mL甲醇后超声(功率200 W, 频率40 kHz)1 h, 然后过滤, 残渣再超声3次(每次加5 mL甲醇, 超声10 min), 提取液定容于25 mL容量瓶中, 以微孔滤膜(0.45 μm)过滤后提取各样品中柚皮苷。提取后用高效液相色谱(HPLC, 日本岛津公司, LC-6AD)测定柚皮苷含量, 每份样品重复3次。测试条件为: 色谱柱为Diamonsil™C18 (4.6 mm×150 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈:磷酸水(pH=3.5) (V:V)=22:78, 流速1.0 mL·min⁻¹; UV检测: 283 nm; 进样量为5 μL; 柱温30℃;

收稿 2007-04-20 修定 2007-08-28
资助 四川省教育厅项目(2003A175), 四川省科技攻关项目(03NG001-019)和绵阳市科技攻关项目(2005BN001-1)。
* 通讯作者(E-mail: zxsu@mnu.edu.cn; Tel: 0816-8883666)。

室温 26℃, 灵敏度为 0.050 AU FS (杨爽等 2007)。另外, 精确称取柚皮苷对照样品 1.4 mg, 置于 25 mL 量瓶中, 加甲醇溶液定容, 作为对照品溶液。分别吸取 1、3、5、7、9 μL 对照品溶液, 在上述高效液相色谱条件下测定, 以进样量(μL)为横坐标(x), 峰面积为纵坐标(y), 进行线性回归得回归方程 $y_{\text{柚皮苷}} = 115940.6x - 18144$ ($r = 0.9998$), 线性范围: 0.056~0.504 μg。

数据采用 SPSS 14.0 统计分析软件分析。

结果与讨论

1 果实中柚皮苷含量的变化

表 1 和图 1 显示:(1)不同生长时期果实中柚皮苷含量[g·100 g⁻¹ (DW)]随果实发育时间的延长而下降。幼果期间柚皮苷含量极高, 随着果实的膨大, 比重直线下降; 成熟期略有减少; 贮藏期间含量有所增长(表 1)。这显然是储藏过程中营

表 1 不同发育时期柚品种果实中柚皮苷含量

品种	柚皮苷含量/g·100 g ⁻¹ (DW)			
	幼果期	膨大期	成熟期	贮藏期
‘晚白柚’	35.29	3.45	2.45	4.67
‘梁平柚’	33.46	2.24	1.49	1.28
‘垫江白柚’	16.50	1.29	0.84	0.92
‘安江香柚’	28.60	2.61	2.29	1.80
‘锅魁柚’	27.69	1.53	1.22	1.31
‘蓬溪柚’	22.07	1.41	1.42	1.92
‘长寿沙田柚’	27.71	1.83	1.01	1.49

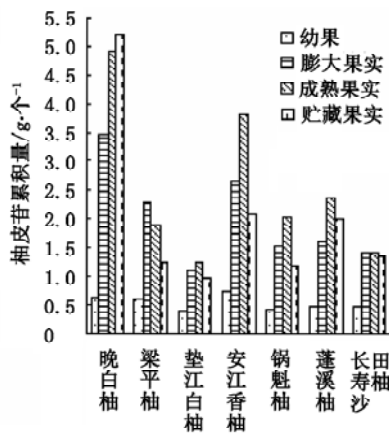


图 1 不同品种柚的不同发育时期果实中柚皮苷累积量

养物质消耗, 致使干重下降而含量增高之果。

(2)果实膨大期之前各品种果实中柚皮苷大量积累(果实柚皮苷累积量以果实柚皮苷含量和同期果实平均单果干重量乘积计算)。幼果期至膨大期间, 虽然 7 个柚品种果实中柚皮苷含量直线下降(表 1), 而这一阶段果实中柚皮苷累积量却均迅速增加。膨大期至成熟期间, 7 个柚品种果实间柚皮苷累积量变化差异较大, ‘晚白柚’、‘安江香柚’和‘蓬溪柚’累积量持续增长, 增长幅度小于前一时期, ‘垫江白柚’、‘锅魁柚’和‘长寿沙田柚’累积量基本上没有变化, 而‘梁平柚’累积量开始减少。这可能与品种间成熟程度有关。成熟期至贮藏期间, 除‘晚白柚’累积量继续增长以外, 其余品种的柚皮苷累积量均下降(图 1)。

2 成熟果实中柚皮苷的分布规律

各品种之间成熟果实柚皮苷含量由高到低依序为: ‘晚白柚’、‘安江香柚’、‘梁平柚’、‘蓬溪柚’、‘锅魁柚’、‘长寿沙田柚’、‘垫江白柚’(表 1)。图 2 显示, 成熟果实中各部分柚皮苷含量差异显著, 大小依序为: 果皮>果肉>种子。果皮中柚皮苷含量最高; 果肉中柚皮苷含量居中; 种子中柚皮苷含量最小, 仅占果皮的 1%~6%。果皮中‘晚白柚’含量最高, ‘安江香柚’次之, ‘垫江白柚’最低。果肉中‘安江香柚’含量最高, ‘梁平柚’次之, ‘蓬溪柚’最低。种子中以‘安江香柚’的含

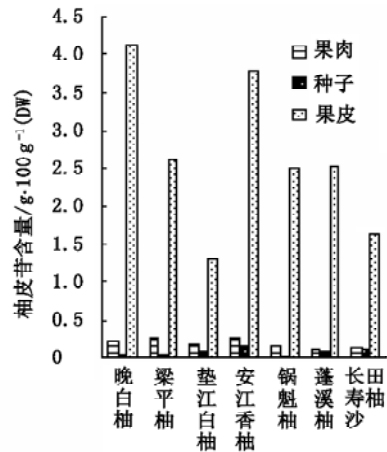


图 2 不同品种柚的成熟果实不同部位的柚皮苷含量

量为最高、‘长寿沙田柚’次之,‘锅魁柚’最低。

3 果皮中柚皮苷积累量变化

果皮中柚皮苷积累量(以果皮柚皮苷含量和同期平均单果果皮干重量乘积计算)变化与果实一致,均在膨大期之前大量积累(图3)。幼果期间,果实还未完全分化为果肉和种子,果实主要由果皮组成,果皮柚皮苷在此时就开始迅速合成。幼果期至膨大期间,果皮中柚皮苷积累量持续增加,这一时期果皮积累大量的柚皮苷;从膨大期开始,‘梁平柚’和‘长寿沙田柚’果皮柚皮苷积累量开始下降,‘长寿沙田柚’下降的幅度很小,‘晚白柚’则表现出持续的增长,其余品种果皮中柚皮苷积累量变化趋势表现为先增长后下降,增长幅度小于前一时期,不同品种之间增减幅度略有不同。果实不同发育时期,各品种间果皮柚皮苷积累量差异显著。

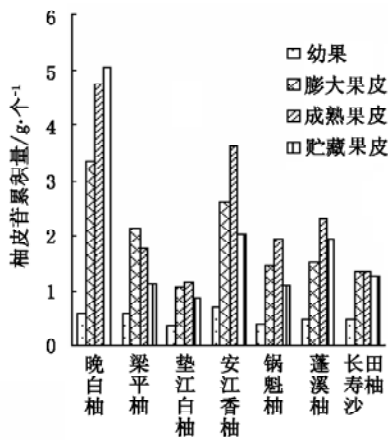


图3 不同品种柚的不同时期果皮中柚皮苷积累量

4 种子中柚皮苷积累量变化

从图4可以看出,种子中柚皮苷积累量极少,7个柚品种成熟期种子柚皮苷积累量为0.0054~0.0225 g·个⁻¹果实,各品种间积累量差异显著。膨大期至成熟期,‘垫江白柚’和‘安江香柚’种子柚皮苷积累量持续增加,成熟期达到最高,‘安江香柚’种子柚皮苷积累量增长2倍,‘垫江白柚’增长近1倍,‘锅魁柚’略有增加,其余品种有不同程度的减少。成熟期至贮藏期,

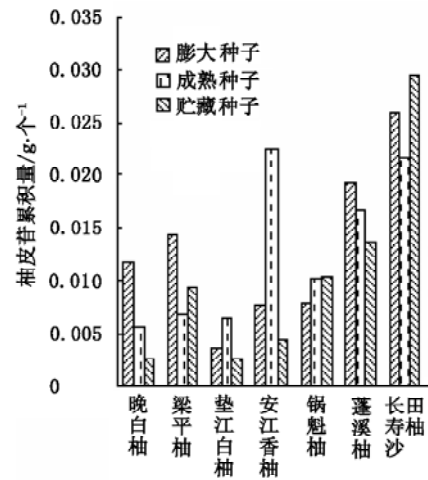


图4 不同品种柚的不同发育时期种子中柚皮苷积累量

不同品种种子柚皮苷积累量有增有减,变化最大的‘安江香柚’柚皮苷积累量减少了80%。除‘安江香柚’种子柚皮苷在膨大期至成熟期大量积累外,其余均在幼果期至膨大期间大量积累。

5 果肉中柚皮苷积累量变化

从图5可以看出,膨大期至成熟期间,除‘蓬溪柚’果肉中柚皮苷积累量减少外,其余柚品种果肉中柚皮苷积累量均有增加,‘安江香柚’增加幅度最大,其他品种略有增加;成熟期至贮藏期间,7个柚品种果肉中柚皮苷积累量均有减少,贮藏期间‘锅魁柚’果肉中柚皮苷积累量下降为成熟期的19%,‘安江香柚’下降为49%,其余品种略有减少。除‘安江香柚’

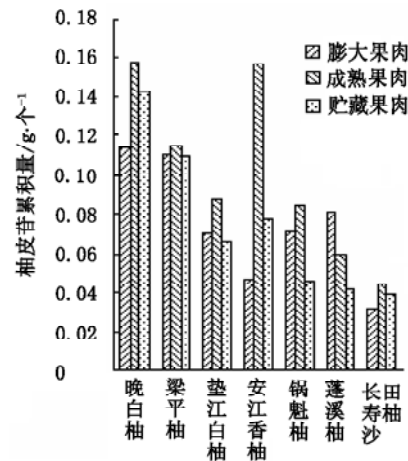


图5 不同品种柚的不同发育时期果肉柚皮苷积累量

果肉中柚皮苷在膨大期至成熟期大量积累外, 其余品种则均在幼果期至膨大期间大量积累。

参考文献

吴涛, 王应旭, 陈云, 章瑾, 张放, 李治飞, 董朝菊, 饶述军, 王树良 (2004). 中国柑橘实用技术文献精编 (上). 重庆: 中国南方果树杂志社, 83

杨爽, 苏智先, 边清泉, 王劲, 胡进耀 (2007). 柚果中柚皮苷含量与果实苦味相关性研究. 四川大学学报(自然科学版), (5)待

刊

张太平, 彭少麟, 王峥嵘 (2001). 柚类种质资源研究与保护概况. 生态科学, (9): 8~13

Hagen RE, Dunlap WJ, Wender SH (1966). Seasonal variation of naringin and certain other flavanone glycosides in juice sacs of Texas Ruby Red grapefruit. Food Sci, 31: 542~547

Gil-Izquierdo A, Gil MI, Ferreres F (2002). Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. J Agric Food Chem, 50: 5107~5114