

不同品种桃叶不同生长期总黄酮含量的差异比较

杨慧珍¹, 王安柱², 慕小倩^{1*}

(1. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:以4—10月7批次采收的6个品种桃叶为试验材料,采用超声波辅助萃取法提取,紫外分光光度计法测定,分析比较了桃叶的总黄酮含量。结果表明,桃叶片中总黄酮含量依生长期存在显著性差异,6个试验品种生长期总黄酮月均值高低排序为4月(42.79 mg·g⁻¹)>10月(28.36 mg·g⁻¹)>7月(26.70 mg·g⁻¹)>5月(24.11 mg·g⁻¹)>8月(23.98 mg·g⁻¹)>9月(23.07 mg·g⁻¹)>6月(19.05 mg·g⁻¹)。不同品种桃叶的总黄酮含量也差异显著,其平均值从高到低排序为:中油8号(31.34 mg·g⁻¹)>瑞蟠7号(29.52 mg·g⁻¹)>京春(29.45 mg·g⁻¹)>早硕蜜(26.24 mg·g⁻¹)>早黄(23.91 mg·g⁻¹)>燕红11(20.72 mg·g⁻¹)。同一生长期不同品种总黄酮含量差异显著,其中6月初的差异最大。综合考虑桃树生长需要和品种间差异,建议对4月份修剪掉的桃树嫩叶和9月底或10月初桃子采收后的桃叶中的黄酮加以开发利用。

关键词:桃叶;总黄酮;品种;生长期

中图分类号:S713 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2014)05-0133-04

Comparison of the Differences in Flavonoid Contents in the Leaves of Different Peach Cultivars in Different Growing Periods

YANG Hui-zhen¹, WANG An-zhu², MU Xiao-qian^{1*}

(1. College of Life Sciences, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. College of Horticulture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The contents of flavonoids in peach leaves of 6 different cultivars collected 7 times from April to October were measured to examine the differences among different cultivars and collected time. Significant differences in the average contents of all the cultivars were found among different growing periods: April (42.79 mg·g⁻¹) > October (28.36 mg·g⁻¹) > July (26.70 mg·g⁻¹) > May (24.11 mg·g⁻¹) > August (23.98 mg·g⁻¹) > September (23.07 mg·g⁻¹) > June (9.05 mg·g⁻¹), either among different cultivars: Zhongyou8 (31.34 mg·g⁻¹) > Ruipan7 (29.52 mg·g⁻¹) > Jingchun (29.45 mg·g⁻¹) > Zaoshuomi (26.24 mg·g⁻¹) > Zaohuang (23.91 mg·g⁻¹) > Yanhong11 (20.72 mg·g⁻¹). Within the same growing period, differences were significant among different cultivars, especially in June. Considering peach growth demands, the trimmed tender peach leaves in April and the leaves after the collection of fruit in late September and early October were recommended to collect peach leaves for use.

Key words: peach leaf; total flavonoid; cultivar; growing period

桃(*Prunus persica*)属于蔷薇科(Rosaceae)落叶果树。对桃树的研究,大多集中在种质资源、新品种选育、栽培技术、果实的保鲜和病虫害防治^[1-3]等方

面,关于桃叶的化学成分及其药用价值方面的研究很少。据《本草纲目》记载,桃叶有杀虫止痒、抗菌消炎、生肌等功能。研究报道,桃叶中含有大量的柚皮素等

收稿日期:2014-01-13 修回日期:2014-03-07
基金项目:国家桃产业技术体系西安综合试验站(CARS-31-Z-14)。
作者简介:杨慧珍,女,在读硕士,研究方向:药用植物资源与利用。E-mail: yanghuizhen890502@163.com
* 通信作者:慕小倩,女,教授,硕士生导师,研究方向:生物多样性保护与利用。E-mail: muxiaoqian@126.com

黄酮类物质,这些物质具有抗菌、抗炎、抗癌、解痉和利胆作用^[4-6],文献还报道了桃叶总黄酮的提取方法^[5,7]。但实际中,目前对桃叶的利用很少,大量的桃叶资源在采果后落地废弃,造成了自然资源的浪费。为了科学利用废弃桃叶资源,本研究采用紫外分光光度计法对有代表性的3大类6个品种桃树4月到10月份的叶片总黄酮含量进行了检测,比较了不同品种桃叶不同生长期的总黄酮含量的差异。

1 材料与方法

1.1 选材、取样及预处理

1.1.1 供试桃叶种植地 西北农林科技大学北校区国家桃产业技术体系试验站(桃种质资源圃)。桃园占地1.33 hm²,共有300个资源品种,树龄13 a,株行距5 m×2 m,行间套种白三叶草。

1.1.2 供试6个品种桃介绍 普通桃(*Prunus*

persica)、蟠桃(*P. persica* var. *compressa*)和油桃(*P. persica* var. *nucipersica*)是经济上常见的3大类桃,3类桃的6个代表试验品种(表1),其中中油8号为晚熟品种,成熟期在8月上旬,早硕蜜为极早熟品种,成熟期在5月底6月初,其他4个品种成熟期集中在6月。

1.1.3 试验桃叶采收及预处理 供试桃叶分别采于2013年4月1日、5月1日、6月1日、7月1日、8月1日、9月1日、10月1日。选取长势良好且较为一致的桃树,分别从所选各品种树冠外围四周、中部从上至下分层随机采摘大小均匀、叶色较为一致、无伤病、无虫害的叶片约10 g,后混合均匀。样品分别装入编号的塑料袋中密封。将采集的叶片清理干净,并于105℃烘箱中杀青20 min;将所有样品转至75℃烘箱烘干至恒质量,粉碎,过60目筛,分别装入自封袋贮存备用。

表1 供试桃品种介绍

Table 1 Peach cultivars used in the study

| 品种 | 果实类型 | 成熟期 | 果皮颜色 | 果肉颜色 |
|------|------|------------|--------------|------|
| 早黄 | 普通桃 | 6月下旬,早熟 | 果皮黄绿色 | 黄色 |
| 京春 | 普通桃 | 6月中旬,早熟 | 果皮底色黄白,着玫瑰红色 | 白色 |
| 中油8号 | 油桃 | 8月上旬,晚熟 | 果皮底色黄,着鲜红色 | 黄色 |
| 燕红11 | 油桃 | 6月上旬,早熟 | 果皮底色黄,着鲜红色 | 黄色 |
| 瑞蟠7号 | 蟠桃 | 5月底6月初,极早熟 | 果皮乳黄,有红晕 | 白色 |
| 早硕蜜 | 蟠桃 | 6月上旬,早熟 | 果皮黄绿色 | 白色 |

1.2 测定方法与数据图表处理

桃叶中总黄酮的提取采用乙醇溶解超声波辅助萃取法,定量测定采用紫外分光光度计法,按NaNO₂-Al(NO₃)₃-NaOH方法操作步骤测定总黄酮含量^[8]。数据处理采用Microsoft Excel 2003与DPSv7.05版软件,差异显著性分析采用Duncan新复极差法。

1.2.1 标准曲线的建立 配置200 mg·L⁻¹芦丁标准溶液。取芦丁标准溶液配置浓度梯度溶液,加入显色剂,于510 nm波长检测吸光度,建立标准曲线。所得标准溶液浓度与吸光度的标准曲线方程为: $A=0.009\ 3C+0.006\ 4$, $R^2=0.999\ 2$ 。式中: A 为吸光度, C 为质量浓度($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)。芦丁标品的乙醇提取液在0~96 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 呈现良好的线性关系。

1.2.2 桃叶中总黄酮含量的提取与定量 取1.1.3所得烘干样品0.1 g 3份,置于25 mL刻度试管中,加入60%乙醇溶液5 mL,摇匀后超声提取30 min,过滤,倒出上清液至10 mL容量瓶中,再加入60%乙醇溶液5 mL重复提取1次,合并上清液,用60%乙醇溶液定容至10 mL,即为样品总黄酮提取液。取总黄酮提取液1 mL,替代芦丁标准溶液,按

上述标曲方法操作,于510 nm波长测吸光度,根据标准曲线计算总黄酮含量。

1.2.3 桃叶中总黄酮含量的计算 桃叶中总黄酮含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)= $T\times10\times V_1\cdot(M\times1)^{-1}$; T 为测定样品液中总黄酮质量浓度($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$); $T=[A(\text{吸光值})-0.006\ 4]\cdot(0.009\ 3\times10^{-3})^{-1}$; M 为桃叶干质量(g); V_1 为样品最后定容体积(mL); 1为测定时加入提取液量(mL); 10为测定时提取液定容体积(mL),试验所测桃叶总黄酮含量均为干重相对含量。

2 结果与分析

2.1 不同生长期7批次桃叶总黄酮含量差异比较

从表2可看出,桃叶片中总黄酮含量依生长期存在显著性差异,月均值高低排序为4月(42.79 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>10月(28.36 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>7月(26.70 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>5月(24.11 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>8月(23.98 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>9月(23.07 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)>6月(19.05 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)。其中,4月初的总黄酮含量均最高,其中以瑞蟠7号最高,干重相对含量高达50.69 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。5月初、6月初与4月初相比,所选6个品种总黄酮含量均有大幅度下降,且均达到生长期最低值,但下降

到最低点的时间依品种有差异,其中,中油 8 号与早硕蜜 5 月初含量达到整个生长期最低值,分别为 25.67 mg · g⁻¹和 20.24 mg · g⁻¹;早黄、京春、燕红 11、瑞蟠 7 号这 4 个品种 6 月初含量达到整个生长期最低值,分别为 15.03,15.99,9.62 mg · g⁻¹和 17.39 mg · g⁻¹。7、8、9 月初所选 6 个品种桃叶的总黄酮含量值均有所上升但又低于 4 月初最高含

量,且所选 6 个品种这 3 个月月份间均无显著差异。10 月初的总黄酮含量变化依品种不同,其中早黄、京春、燕红 11、瑞蟠 7 号这 4 个品种与 7、8、9 月初的相比均有不同程度上升,分别达到了 28.90、31.27、28.72、33.27 mg · g⁻¹;而中油 8 号与早硕蜜 10 月初与 7、8、9 月初的相比有不同程度下降,分别为 25.91 mg · g⁻¹和 22.06 mg · g⁻¹。

表 2 桃叶不同生长期总黄酮含量比较及差异分析

Table 2 A comparison of the total flavonoid-content in peach leaves during growing periods

| 类型 | 品种 | 总黄酮含量/(mg·g ⁻¹) | | | | | | | | 平均值 |
|-----|--------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------|-----|
| | | 采收时间 | | | | | | | | |
| | | 4.1 | 5.1 | 6.1 | 7.1 | 8.1 | 9.1 | 10.1 | | |
| 普通桃 | 早黄 | 34.77±1.00cB | 21.59±1.00abA | 15.03±0.38dD | 23.94±0.76dD | 22.6±0.80abAB | 20.53±0.28cC | 28.90±1.97abAB | 23.91 | |
| | 京春 | 50.16±3.54aA | 24.45±3.19abA | 15.99±0.74cdCD | 31.77±0.26aA | 27.3±0.63aA | 25.20±1.47bB | 31.27±1.27aAB | 29.45 | |
| 油桃 | 中油 8 号 | 43.96±1.78abA | 25.67±0.45abA | 34.38±0.28aA | 29.82±0.77bB | 29.95±0.44aA | 29.68±1.63aA | 25.91±0.11bcBC | 31.34 | |
| | 燕红 11 | 34.87±1.17cB | 22.69±0.82abA | 9.62±0.54eE | 18.04±0.43eE | 16.41±0.63bB | 14.72±0.46dD | 28.72±2.77abAB | 20.72 | |
| 蟠桃 | 瑞蟠 7 号 | 50.69±3.70aA | 29.99±7.61aA | 17.39±0.74cC | 29.05±0.07bBC | 23.00±5.82abAB | 23.26±1.25bcBC | 33.27±1.14aA | 29.52 | |
| | 早硕蜜 | 42.27±2.49bAB | 20.24±2.01bA | 21.89±1.01bB | 27.56±0.55cC | 24.59±4.23aAB | 25.04±1.45bB | 22.06±1.68cC | 26.24 | |
| | 平均值 | 42.79 | 24.11 | 19.05 | 26.70 | 23.98 | 23.07 | 28.36 | | |

注.同一列无相同字母者,表示组间差异显著,有相同字母者,表示组间差异不显著。标有不同大写字母者表示组间差异极显著($p<0.01$),标有不同小写字母者表示组间差异显著($p<0.05$),而标有相同小写字母者表示组间差异不显著($p>0.05$)。

整个生长期的总黄酮含量动态变化趋势所测试 6 个品种不完全一致,其中早黄、京春、燕红 11、瑞蟠 7 号 4 个品种一致,而其他 2 个品种(中油 8 号与早硕蜜)的则不同。

2.2 不同品种间桃叶总黄酮含量差异比较

从表 2 可以看出,不同品种桃叶的总黄酮含量差异显著,6 个品种 7 次采收叶片的总黄酮含量平均值从高到低排序为中油 8 号(31.34 mg · g⁻¹)>瑞蟠 7 号(29.52 mg · g⁻¹)>京春(29.45 mg · g⁻¹)>早硕蜜(26.24 mg · g⁻¹)>早黄(23.91 mg · g⁻¹)>燕红 11(20.72 mg · g⁻¹),方差分析表明,品种间达到极显著差异。

桃叶总黄酮含量品种间的差异依叶片采样时间而不同,其中 6 月初的差异最大,从高到低依次为中油 8 号(34.38 mg · g⁻¹)>早硕蜜(21.89 mg · g⁻¹)>瑞蟠 7 号(17.39 mg · g⁻¹)>京春(15.99 mg · g⁻¹)>早黄(15.03 mg · g⁻¹)>燕红 11(9.62 mg · g⁻¹),其中油 8 号的总黄酮含量约是燕红 11 的 3.6 倍。方差分析表明,品种间达到极显著差异。

3 结论与讨论

3.1 不同生长期桃叶的总黄酮含量差异显著

4 月初的新叶中总黄酮含量最高,到 5 月初都有大幅度的下降。这与陈全斌^[9]等对荔枝叶总黄酮含量的测定结果类似。费学谦^[10]在柿树的研究及田呈瑞^[11]与江德安^[12]等在银杏叶中的研究也有相似的结论。桃树在 4 月初展叶期总黄酮含量出现最

大值,这在很大程度上是上一年树体储存的营养物质丰富,黄酮合成底物丰富所致。5 月份是新梢和叶片的速生期,叶片总黄酮含量下降可能是此时叶片干物质的迅速积累导致黄酮合成速率降低所致。7、8、9 月初,6 个品种桃叶中总黄酮含量均无显著差异,且均高于整个生长期总黄酮含量最低值,这与果实采摘之后黄酮总量又有逐渐升高的趋势^[9,12]这一结论一致。这种变化可能是由于果实发育期营养物竞争以果实为中心,导致叶片中总黄酮含量下降。关于叶片与果实中总黄酮含量是否存在负相关性有待进一步试验研究确认。10 月初总黄酮含量回升可能与光照增强有关。有研究^[12-14]表明:黄酮积累随光照强度增加而增加。10 月份秋高气爽的季节,较大的日温差和充足的光照使叶片的干物质积累明显增加导致叶片的总黄酮含量也有所回升。

3.2 不同品种桃叶总黄酮含量差异显著

6 个品种在 6 月初总黄酮含量差异最大,这种差异可能与品种本身的遗传性^[13],果实本身发育的差异和成熟期前后不一致有关。不同品种桃树果实成熟时间不同,试验品种中,中油 8 号为晚熟品种,成熟期在 8 月上旬,早硕蜜为极早熟品种,成熟期在 5 月底 6 月初,这 2 个品种总黄酮含量在 6 月初相对较高,其他 4 个品种成熟期集中在 6 月,总黄酮含量相对较低。江德安^[12]与程水源^[15]等对银杏叶片总黄酮的研究表明:果实的发育对叶片中总黄酮的合成有影响,主要是果实的发育需要大量合成花青苷和黄酮类物质,光合产物根据营养分配中心进行

运转,黄酮合成前体物质在果实发育旺盛期大量运输进入果实,导致叶片中总黄酮含量的降低^[16-17]。另外,叶总黄酮向果实转移可能是叶总黄酮含量下降的另外一个重要原因^[15,18]。当然,叶总黄酮与果实总黄酮之间是否存在运转与再分配关系以及分配多少、强度与时间周期等规律,还需进一步作深入探讨。

10 月份个别品种总黄酮含量没有回升,如中油 8 号与早硕蜜这 2 个品种,可能还是由于果实发育规律所致,这种同时期内不同品种间的总黄酮含量差异原因还是与品种自身代谢差异有关。

本试验 3 大类桃的叶片总黄酮含量不存在明显的种类间差异,如就油桃的 2 个品种而言,燕红 11 的叶片总黄酮含量为 6 个品种中最低,而中油 8 号则为最高。

3.3 桃叶中黄酮资源利用的最佳采收时间

虽然试验测试结果表明,4 月份桃叶中总黄酮含量最高,但此时桃叶承担重要光合作用功能,不能大量采收,当然如果结合此时期桃树修剪,建议收集此时修剪掉的幼嫩桃叶加以开发利用。9 月初桃子收获后的桃叶总黄酮含量趋于稳定,10 月初部分品种的总黄酮含量还有升高,因而 9、10 月份是废弃桃叶中黄酮成分再利用的最佳采收期。其中早硕蜜与中油 8 号总黄酮含量 10 月份与 9 月份相比有下降,因而推荐 9 月份为最佳利用期。其他 4 个品种则推荐 10 月。关于其他品种桃叶是否也是符合 9、10 月采收利用有待扩大测试品种进行验证。

参考文献:

[1] 张建国,俞益武,孙勤龙,等. 赏食兼用桃种质创新研究进展与发展趋势[J]. 西北林学院学报,2008, 23(2): 100-104.
ZHANG J G, YU Y W, SUN Q L, *et al.* Research progress and development trends of dual-purpose peach germplasm[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(2): 100-104. (in Chinese)

[2] 赵彩平,韩明玉,王安柱,等. 桃分子遗传图谱构建与重要性状基因定位研究进展[J]. 西北林学院学报,2009, 24(6): 38-42.
ZHAO C P, HAN M Y, WANG A Z, *et al.* Advances in the construction of molecular genetic map and mapping of important traits in *Amygdalus persica* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(6): 38-42. (in Chinese)

[3] 朱晓燕,淡宏基. 桃树建园栽培技术[J]. 现代农业科技, 2014 (2): 31-32.

[4] 陈雪峰,班黎黎,吴丽萍. 有机溶剂提取桃叶中柚皮素的工艺研究[J]. 食品科技, 2009, 34(5): 209-212.
CHEN X F, BAN L L, WU L P. Naringenin in the organic solvent extraction and separation attempt[J]. Food Science and Technology, 2009, 34(5): 209-212. (in Chinese)

[5] 刘迪,陈雪峰. 超声波辅助萃取法提取桃叶中总黄酮的工艺研

究[J]. 现代食品科技, 2006, 22(2): 141-143.
LIU D, CHEN X F. Ultrasonic-assisted extraction process of flavones from peach leaf[J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 22(2): 141-143. (in Chinese)

[6] 强志鹏,时吉萍,谢光. 桃叶药用临床研究及其开发前景[J]. 甘肃中医学院学报, 1994, 11(3): 47.

[7] 陈雪峰,吕小丽,徐敏强. 桃叶中总黄酮的提取工艺研究[J]. 食品科技, 2011, 36(2): 207-211.
CHEN X F, LV X L, XU M Q. Extraction process of total flavonoids from peach leaves[J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 36(2): 207-211. (in Chinese)

[8] 张志良,翟伟箴. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 173-175.

[9] 陈全斌,彭小燕,董朝敏,等. 荔枝叶黄酮含量在不同生长周期的变化规律[J]. 广西林业科学, 2005, 34(4): 181-183.

[10] 费学谦,周立红,龚榜初. 不同柿种柿叶维生素 C 和酚类物质的差异[J]. 林业科学研究, 2004, 17(5): 616-622.
FEI X Q, ZHOU L H, GONG B C. The variations of vitamin C and phenolics contents in leaves of *Diospyros* L. [J]. Forest Research, 2004, 17(5): 616-622. (in Chinese)

[11] 田呈瑞,李昀. 银杏叶黄酮的乙醇提取方法研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(3): 556-561.
TIAN C R, LI Y. Studies on the alcohol extracting technology of flavonoids in *Ginkgo biloba* leaves[J]. Acta Bot. Boreal. - Occident. Sin., 2001, 21(3): 556-561. (in Chinese)

[12] 江德安,庾明枝. 不同营养部位、树龄银杏叶黄酮含量的比较[J]. 孝感学院学报, 2006, 26(3): 9-12.
JIANG D A, TUO M Z. Comparison of the contents of flavone of *Ginkgo* leaves of different location and age of tree[J]. Journal of Xiaogan University, 2006, 26(3): 9-12. (in Chinese)

[13] 徐文燕,高微微,何春年,等. 紫花苜蓿不同品种和不同季节黄酮量的比较研究[J]. 中草药, 2009, 40(5): 815-817.

[14] 徐文燕,高微微,何春年. 环境因子对植物黄酮类化合物生物合成的影响[J]. 世界科学技术, 2006, 8(6): 68-72.
XU W Y, GAO W W, HE C N. The influences of environmental factors on flavonoid biosynthesis[J]. World Science and Technology, 2006, 8(6): 68-72. (in Chinese)

[15] 程水源,王燕,李俊凯,等. 不同栽培方式对叶黄酮含量的影响及盆栽银杏根内黄酮含量变化[J]. 湖北农业科学, 2001(4): 63-65.

[16] 冯晨静,关军锋,杨建民,等. 草莓果实成熟期花青苷、酚类物质和类黄酮含量的变化[J]. 果树学报, 2003, 20(3): 199-201.
FENG C J, GUAN J F, YANG J M, *et al.* Changes of the content of anthocyanin, phenolic and flavonoid compounds in strawberries during the maturation[J]. Journal of Fruit Science, 2003, 20(3): 199-201. (in Chinese)

[17] 程水源,顾曼如,束怀瑞. 银杏叶黄酮类化合物研究进展[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 110-115.
CHENG S Y, GU M R, SHU H R. Advances in research on flavonoids in *Ginkgo biloba* leaf[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2000, 36(6): 110-115. (in Chinese)

[18] 程水源. 影响银杏叶黄酮形成的主要因子及调控技术的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2001.