

# 枣叶中黄酮类化合物含量及其动态变化

邹玲, 周新萍, 白红进\*

(塔里木大学 生命科学学院, 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源  
保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

**[摘要]** **目的:**研究新疆阿拉尔骏枣叶、灰枣叶、酸枣叶中芦丁、柚皮苷、野黄芩苷、橙皮苷、槲皮素、山柰酚含量在一个生长周期内的动态变化,确定适宜的采摘时期,为综合开发利用枣叶提供科学依据。**方法:**应用高效液相色谱法测定3种枣叶中6种黄酮类成分的含量及动态变化,采用cosmosil C<sub>18</sub>色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm),以乙腈(A)-0.2%甲酸水(B)溶液为流动相,梯度洗脱,体积流量1.0 mL·min<sup>-1</sup>,检测波长280 nm,柱温25℃。**结果:**6种黄酮类化合物均得到良好分离,线性关系良好( $r \geq 0.999$ );所检测的6个黄酮苷类成分中质量分数范围分别为芦丁1.33~11.59 mg·g<sup>-1</sup>,柚皮苷0.35~3.51 mg·g<sup>-1</sup>,野黄芩苷0.61~1.74 mg·g<sup>-1</sup>,橙皮苷0.11~2.81 mg·g<sup>-1</sup>,槲皮素0.008~0.37 mg·g<sup>-1</sup>,山柰酚0.01~0.03 mg·g<sup>-1</sup>;不同品种枣叶中的黄酮类化合物成分含量不一样,发育阶段显著影响着枣叶片的黄酮类成分质量分数,在发芽期和花期比较高,果实成熟期降到最低。**结论:**建立的HPLC含量测定方法简便快速,结果准确可靠、重复性好;如果以利用枣叶黄酮类化合物为目的,可以在4月初采集枣叶芽,有望获得较高的得率。

**[关键词]** 枣叶; 骏枣; 灰枣; 酸枣; 黄酮

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)17-0063-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2017170063

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170612.1014.028.html>

**[网络出版时间]** 2017-06-12 10:14

## Flavonoid Content and Its Dynamic Changes in Jujube Leaves

ZOU Ling, ZHOU Xin-ping, BAI Hong-jin\*

(College of Life Sciences/Key Laboratory of Protection & Utilization of Biological Resources in  
Tarim Basin of Xinjiang Production and Construction Corps, Tarim University, Alar 843300, China)

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the dynamic changes of rutin, naringin, scutellarin, hesperidin, quercetin and kaempferol contents in three jujube leaves ('Huizao', 'Junzao' and 'Suanzao') from Xinjiang within one growth cycle, determine their appropriate picking periods, and provide a scientific basis for comprehensive development and utilization of jujube. **Method:** High performance liquid chromatography (HPLC) was used to determine the content and dynamic changes of 6 flavonoids in 3 jujube leaves, and the chromatographic separation was performed on cosmosil C<sub>18</sub> column (4.6 mm×250 mm, 5 μm) with acetonitrile-0.2% formic acid solution as the mobile phase for gradient elution, at a flow rate of 1.0 mL·min<sup>-1</sup>. The detection wavelength was set at 280 nm and column temperature was 25℃. **Result:** Six flavonoids components were well separated at baseline with good linearity ( $r \geq 0.999$ ), and their mass fraction range was as follows: rutin 1.33-11.59 mg·g<sup>-1</sup>, naringin 0.35-3.51 mg·g<sup>-1</sup>, scutellarin 0.61-1.74 mg·g<sup>-1</sup>, hesperidin 0.11-2.81 mg·g<sup>-1</sup>, quercetin 0.008-0.37 mg·g<sup>-1</sup> and kaempferol 0.01-0.03 mg·g<sup>-1</sup>. Flavonoid contents were different in three kinds of jujube leaves, and their mass fraction was influenced significantly by ripening stages, which was higher in the germination

**[收稿日期]** 20170104(012)

**[基金项目]** 浙江大学馥莉食品研究院基金项目(KY201004)

**[第一作者]** 邹玲,在读硕士,从事天然产物分子结构与功能研究,Tel:13779475605,E-mail:zouling638@163.com

**[通讯作者]** \*白红进,硕士,教授,从事天然产物研究与开发,Tel:13657568055,E-mail:bhj67@163.com

period and flowering period, and was lowest at fruit-setting period. **Conclusion:** The established HPLC method is simple, accurate and repeatable for content determination. For the purpose of using flavonoids, jujube leaf bud can be collected at the beginning of April to get higher yield.

**[Key words]** jujube leaves; *Zizyphus jujube* cv. Junzao; *Zizyphus jujube* cv. Huizao; *Zizyphus jujube* var. *spinosa*; flavonoid

枣树是鼠李科枣属多年生落叶果树,现有研究表明,枣叶中有丰富的黄酮类<sup>[1-3]</sup>、维生素<sup>[4]</sup>、金属元素<sup>[5-6]</sup>、三萜类<sup>[7]</sup>、糖类<sup>[8]</sup>、皂苷<sup>[9]</sup>,具有抗菌、抗氧化、抗癌等生物活性<sup>[10]</sup>,枣叶还被民间用来治疗出血和腹泻<sup>[11]</sup>。枣叶茶还能改善睡眠,舒缓神经<sup>[2]</sup>,此外已经证实枣叶还是一种环保的绿色缓释剂<sup>[12]</sup>。

枣叶中的黄酮类化合物主要成分是芦丁,徐变娜等<sup>[13]</sup>检出梨枣叶中的酚类物质主要是没食子酸、儿茶素、芦丁和槲皮素,他们的含量在不同时期存在显著性差异,其中芦丁是含量最高的黄酮类物质。裴香萍等<sup>[14]</sup>对酸枣叶中所含的芦丁进行报道,发现酸枣叶中芦丁的含量一般以 5~6 月含量最高,7~8 月芦丁含量有所下降,9~10 月又有所升高。

本课题前期研究工作表明枣叶黄酮对衰老小鼠有抗衰老作用,枣叶中芦丁、槲皮素、山柰酚等是枣叶黄酮的主要成分。枣叶是枣树的一部分,常作为无作用部分弃之,本文旨在充分利用资源,提高枣叶的利用率,同时为了进一步分析枣叶黄酮的药效基础,采用 HPLC 同时测定新疆种植面积较广的灰枣叶、骏枣叶以及酸枣叶中 6 种黄酮类成分,观察其全年生长周期中的动态变化规律,确定枣叶的适宜收获期,以期枣叶资源在新药和食品领域的研究开发提供参考依据。

## 1 材料

供试材料为塔里木大学园艺试验站红枣资源圃内多年生的枣树叶片(骏枣叶、灰枣叶、酸枣叶),采集时间为 2015 年 4 月的萌芽期到 10 月熟果期(分别是 4 月 23 日,5 月 7 日,5 月 21 日,6 月 4 日,6 月 18 日,7 月 2 日,7 月 16 日,7 月 30 日,8 月 13 日,8 月 27 日,9 月 10 日,9 月 24 日,10 月 8 日),3 种枣叶在以上时间点均有采集,供试材料经植物科学学院吴翠云教授鉴定为鼠李科枣属植物骏枣(*Zizyphus jujube* cv. Junzao),灰枣(*Z. jujube* cv. Huizao)和酸枣(*Z. jujube* var. *spinosa*)的叶片,经 50 °C 干燥恒重后粉碎,过 40 目筛;密封,室温储藏备用。

对照品芦丁、橙皮苷、野黄芩苷、山柰酚(批号 150906,150902,150827,150819,纯度均 > 98%,上

海融合医药科技发展有限公司),柚皮苷(批号 60922,纯度 > 98%,德国 Dr. Ehrenstorfer 公司),槲皮素(批号 C20J6Y1722,纯度 > 98%,上海原叶生物科技有限公司);乙醇、氢氧化钠、亚硝酸钠、硝酸铝、碳酸钠、福林酚试剂、甲酸均为国产分析纯,乙腈为色谱纯(美国 Sigma 公司),娃哈哈纯净水。

LD500 型摇摆式中中药粉碎机(长沙市岳麓区常宏制药机械设备有限公司),BS124S 型 1/10 万电子天平(北京赛多利斯科学仪器有限公司),TU-1901 型双光束紫外-可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司),KQ2200E 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),LXJ-II B 型离心机(上海安亭科学仪器厂),1260 系列液相色谱仪(美国安捷伦公司)。

## 2 方法与结果

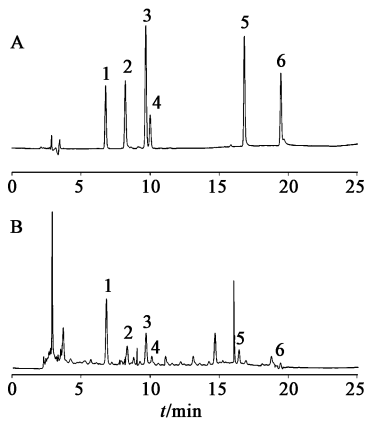
**2.1 对照品溶液的制备** 精密称取对照品芦丁、柚皮苷、野黄芩苷、橙皮苷、槲皮素、山柰酚各 10 mg,用 70% 乙醇定容于 50 mL 量瓶,摇匀,制成质量浓度为 0.2 g·L<sup>-1</sup> 的储备液,分别精密移取各储备液 1 mL 到 10 mL 量瓶,70% 乙醇定容,制成质量浓度为 0.02 g·L<sup>-1</sup> 的混合对照品溶液,0.45 μm 微孔滤膜过滤,备用。

**2.2 供试品溶液的制备** 精密称取枣叶粉末 1.0 g(40 目),置于 50 mL 锥形瓶中,加入 70% 乙醇溶液 10 mL,称定质量,在室温下 60 W 超声提取 20 min,用 70% 乙醇补足减失的质量,离心,收集滤液后旋转蒸发至干,用甲醇分别转移至 10 mL 量瓶中,定容至刻度,摇匀,进样前用 0.45 μm 微孔滤膜过滤。

**2.3 色谱条件** 参考文献[15-16]方法,cosmosil C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm × 250 mm,5 μm),以乙腈(A)-0.2% 甲酸水(B)溶液为流动相梯度洗脱(0~10 min,20%~30% A;10~15 min,30%~45% A;15~20 min,45% A;20~30 min,45%~100% A),检测波长 280 nm,流速 1.0 mL·min<sup>-1</sup>,柱温 20 °C,经 0.45 μm 微孔滤膜过滤后,进样 40 μL。对照品溶液及样品溶液 HPLC 色谱见图 1。

## 2.4 方法学考察

**2.4.1 标准曲线及线性方程** 将制备的混合对照品溶液分别精密量取 0.5,1,1.5,2,2.5,3 mL 至



1. 芦丁; 2. 柚皮苷; 3. 野黄芩苷; 4. 橙皮苷; 5. 槲皮素; 6. 山柰酚;  
A. 对照品; B. 供试品

图 1 枣叶样品 HPLC 色谱

Fig. 1 HPLC of jujube leaves

5 mL 量瓶中, 70% 乙醇定容至刻度, 制成不同质量浓度的对照品溶液, 进样 10  $\mu\text{L}$ , 按 2.3 项下色谱条件测定, 取峰面积平均值。以峰面积  $Y$  为纵坐标, 进样量为横坐标。进行线性回归, 得回归方程分别为芦丁  $Y = 6\ 280X + 20.807 (r = 0.999\ 6)$ , 柚皮苷  $Y = 9\ 557.1X + 37.6 (r = 0.999\ 7)$ , 野黄芩苷  $Y = 18\ 556X + 0.426\ 7 (r = 0.999\ 7)$ , 橙皮苷  $Y = 11\ 983X + 56.553 (r = 0.999)$ ; 槲皮素  $Y = 15\ 873X + 41.24 (r = 0.999\ 7)$ , 山柰酚  $Y = 12\ 684X + 43.293 (r = 0.999\ 2)$ 。结果表明 6 种成分均在 0.02 ~ 0.12  $\mu\text{g}$  线性关系良好。

**2.4.2 精密度试验** 取同 1 份混合对照品溶液进样, 重复进样 6 次, 按照 2.3 项下色谱条件测定, 结果芦丁、柚皮苷、野黄芩苷、橙皮苷、槲皮素、山柰酚峰面积 RSD 分别为 0.5%, 0.9%, 1.1%, 0.7%, 0.7%, 0.9%, 表明仪器精密度良好。

**2.4.3 重复性试验** 按照 2.2 项下方法平行制备 6 份供试品溶液, 按 2.3 项下色谱条件测定。结果测定该样品中芦丁、柚皮苷、野黄芩苷、橙皮苷、槲皮素、山柰酚 6 种成分质量分数分别为 11.36, 0.58, 1.19, 2.81, 0.007, 0.003  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , RSD 分别为 0.2%, 0.2%, 0.02%, 0.04%, 0.000 5%, 0.000 9%, 表明样品重复性良好。

**2.4.4 稳定性试验** 取同一枣叶供试品溶液, 按照 2.3 项下色谱条件, 分别在 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 h 测定, 结果 6 种成分峰面积 RSD 分别是 0.6%, 0.2%, 0.06%, 0.09%, 0.000 3%, 0.000 6%, 表明供试品在 24 h 内稳定性良好。

**2.4.5 加样回收率试验** 精密称取 6 份已测含量的枣叶供试品, 分别加入质量浓度为 0.2  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的

芦丁对照品溶液 0.5 mL, 按 2.3 项下色谱条件测定。芦丁平均回收率为 99.2%, RSD < 2%。

**2.5 样品测定** 取枣叶样品, 按照 2.2 项下方法制备供试品溶液。按照 2.3 项下色谱条件测定, 进样 40  $\mu\text{L}$ , 重复 3 次, 以对照品为参照, 计算枣叶中 6 种黄酮类成分的含量。

**2.5.1 3 种枣叶片中芦丁含量的动态变化** 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶芦丁含量检测结果见图 2。总体上酸枣叶的芦丁含量大于灰枣叶和骏枣叶。3 种枣叶片芦丁含量最高值都在 4 月 23 日, 分别是  $(13.37 \pm 0.61)$ ,  $(9.66 \pm 0.57)$ ,  $(11.59 \pm 0.23)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 其中酸枣叶芦丁含量高于裴香萍等<sup>[14]</sup>测定的阳高、黎城的酸枣叶样品, 低于太谷、昔阳酸枣叶中样品。整个生长过程中 3 种枣叶片芦丁含量呈现递减趋势, 果实成熟期芦丁含量最低。

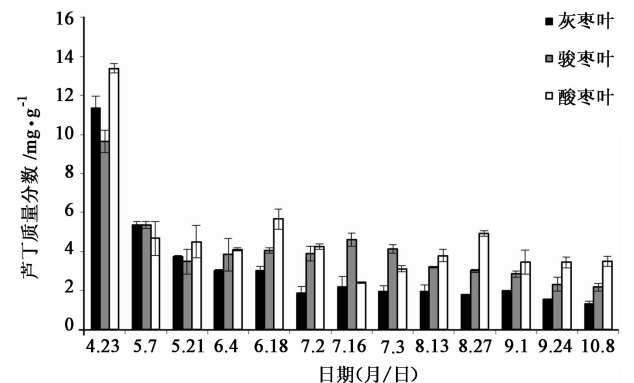


图 2 不同生长期 3 种枣叶片中芦丁含量变化 ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

Fig. 2 Content of rutin in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

**2.5.2 3 种枣叶片中柚皮苷含量的动态变化** 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶柚皮苷含量检测结果如图 3 所示。灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶柚皮苷质量分数最高值均在 5 月 7 日, 分别是  $(3.27 \pm 0.22)$ ,  $(1.69 \pm 0.01)$ ,  $(3.52 \pm 0.26)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 其中酸枣叶柚皮苷含量在 7 月 2 日之前都是高于骏枣叶和灰枣叶。一个生长周期枣叶柚皮苷含量大体呈现逐渐降低的趋势, 果实成熟期降到最低值。

**2.5.3 3 种枣叶片中野黄芩苷含量的动态变化** 野黄芩苷含量在 5 ~ 7 月间稳定, 7 月以后逐渐呈现下降的趋势, 骏枣叶片中的含量显著高于灰枣叶片和酸枣叶片, 一个生长周期野黄芩苷含量变化不大, 见图 4。总体上骏枣叶片中野黄芩苷含量要高于灰枣叶和酸枣叶。灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶野黄芩苷质量分数最高值分别是  $(1.74 \pm 0.16)$ ,  $(1.36 \pm 0.11)$ ,  $(1.12 \pm 0.03)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

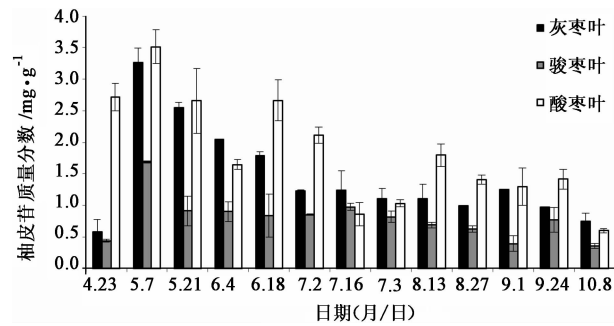


图 3 不同生长期 3 种枣叶片柚皮苷质量分数 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Fig. 3 Content of naringin in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

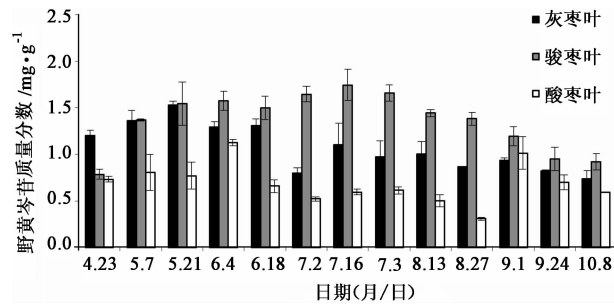


图 4 不同生长期 3 种枣叶片野黄芩苷质量分数 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Fig. 4 Content of scutellarin in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

**2.5.4 3 种枣叶片中橙皮苷含量的动态变化** 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶橙皮苷含量检测结果如图 5 所示。灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶 3 种枣叶片中橙皮苷质量分数最高均在枣叶发芽期 (4 月末), 分别是  $(2.81 \pm 0.17)$ ,  $(2.45 \pm 0.11)$ ,  $(1.50 \pm 0.04)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 1 个生长周期呈现递减的趋势, 总体上来看, 骏枣叶片的橙皮苷含量要高于灰枣叶和酸枣叶。

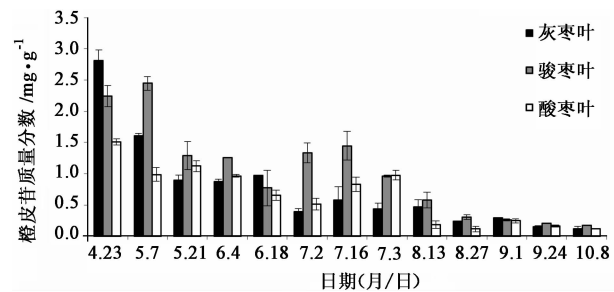


图 5 不同生长期 3 种枣叶片橙皮苷质量分数 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Fig. 5 Content of hesperidin in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

**2.5.5 3 种枣叶片中槲皮素含量的动态变化** 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶槲皮素含量检测结果如图 6 所示。3 种枣叶在一个生长周期内呈现先上升再下降的趋势, 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶槲皮素质量分数最高分别为  $(0.37 \pm 0.03)$ ,  $(0.15 \pm 0.01)$ ,  $(0.15 \pm$

$0.01)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 灰枣叶含量显著高于骏枣叶和酸枣叶。

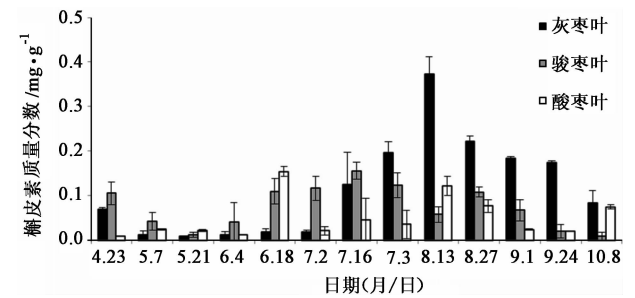


图 6 不同生长期 3 种枣叶片槲皮素质量分数 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Fig. 6 Content of quercetin in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

**2.5.6 3 种枣叶片中山柰酚含量的动态变化** 灰枣叶、骏枣叶、酸枣叶山柰酚含量检测结果如图 7 所示。一个生长周期内骏枣叶山柰酚含量变化趋势较稳定, 最高值为  $(0.0192 \pm 0.0021)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 最低值为  $(0.0107 \pm 0.0034)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 灰枣叶山柰酚含量波动较大, 4 月到 8 月 13 日显现逐渐降低趋势, 8 月 13 日后又上升, 然后趋于稳定状态, 最高值为  $(0.0309 \pm 0.0006)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 最低值为  $(0.01 \pm 0.0001)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 酸枣叶山柰酚含量总体呈现逐渐降低的趋势, 最高值为  $(0.0242 \pm 0.0013)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 最低值为  $(0.0106 \pm 0.0005)$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

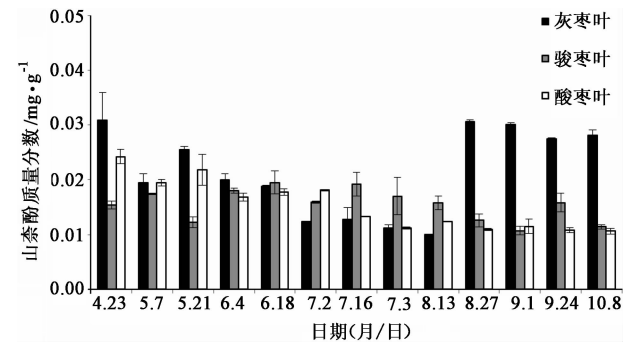


图 7 不同生长期 3 种枣叶片山柰酚质量分数 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Fig. 7 Content of kaempferol in three jujube leaves in different period ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

### 3 讨论

黄酮类化合物是在植物中分布比较广的一种天然化合物, 关于黄酮类化合物在植物不同时期的分布研究的也较多, 而关于枣叶动态变化做的非常少, 本研究结果也表明, 新疆 3 种枣叶片中黄酮类化合物的含量很高, 比其他地区枣叶片<sup>[17]</sup> 的黄酮含量高。枣叶中 6 种黄酮成分中芦丁含量最大, 其次是橙皮苷、野黄芩苷、柚皮苷、槲皮素、山柰酚, 说明芦丁是枣叶的主要黄酮类成分。枣叶中 6 种黄酮成分

含量呈现出一定的季节性变化规律,在枣叶发芽和盛花期6种黄酮类含量都很高,这可能是4~5月是枣叶片生长高峰期,枣叶各黄酮含量均表现出较高水平,且芦丁含量较高,达到 $(13.37 \pm 0.61) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,张茹潭等<sup>[18]</sup>研究了酸枣叶茶中芦丁的含量,证明饮用酸枣叶茶2.0 g所摄取得芦丁即相当于服用1.2片复方芦丁片;在果实从花期以后开始到果实成熟期,枣叶中黄酮类成分逐渐降低。新疆阿拉尔枣叶中含有丰富的黄酮类,可以变废为宝,从而增加枣叶生物资源的利用率。

[参考文献]

[1] 李全国. 乐陵枣叶总黄酮的提取、分离纯化、鉴定及其抗氧化活性的研究[D]. 济南: 齐鲁工业大学, 2014.

[2] ZHANG R T, CHEN J H, SHI Q, et al. Quality control method commercially available wild Jujube leaf tea based on HPLC characteristic fingerprint analysis of flavonoid compounds[J]. J Sep Sci, 2014, 37(1/2): 45-52.

[3] Kim Y J, Son D Y. Antioxidant effect of solvent extracts from the dried jujube (*Zizyphus jujube*) sarcocarp, seed, and leaf via sonication[J]. Food Sci Biotechnol, 2011, 20(1): 167-173.

[4] 李喜悦, 高哲, 崔同, 等. 枣叶黄酮类成分的分离鉴定及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(10): 135-138.

[5] 车振明. 红枣叶中Vc的提取及稳定性研究[J]. 食品工业科技, 2000, 21(2): 27-28.

[6] 肖忠峰, 赵西梅. 原子吸收光谱法测定冬枣叶茶中的八种金属元素[J]. 广东微量元素科学, 2011, 18(2): 57-60.

[7] 于雁灵, 汪学昭, 王运革. 不同消化方法对测定酸枣叶中部分金属元素的含量的比较[J]. 广东微量元素科学, 2000, 7(1): 44-46.

[8] 陈朋, 隋月红, 刘丹, 等. 大孔树脂纯化枣叶中三萜类

化合物的研究[J]. 食品工业, 2015, 36(6): 212-215.

[9] 沈志刚, 李翠芹, 秦铭, 等. 陕北红枣叶片中几种生物物质的含量分析[J]. 延安大学学报: 自然科学版, 1997, 16(3): 63-64.

[10] Preeti T, Shalini T. *Ziziphus jujuba*: a phytopharmacological review[J]. Int J Res Dev Pharm L Sci, 2014, 3(1): 959-966.

[11] Mahajan R T, Chobda M Z. Phyto-pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill. A plant review[J]. Pharmacogn Rev, 2009, 3(6): 320-329.

[12] Sirajunnisa A, Fazal Mohamed M I F, Subramani A. Vitex negundo leaves extract as green inhibitor for the corrosion of aluminium 1N NaOH solution[J]. J Chem Pharmaceut Res, 2014, 61: 580-588.

[13] 徐变娜, 王敏, 曹静, 等. 不同时期梨枣叶茶抗氧化成分及其活性差异的分析[J]. 食品科学, 2013, 34(13): 34-38.

[14] 裴香萍, 杜晨晖, 闫艳, 等. HPLC-UV测定不同产地及不同采收时期的酸枣叶中芦丁的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(21): 94-96.

[15] ZHANG R T, CHEN J H, SHI Q, et al. Phytochemical analysis of Chinese commercial *Ziziphus jujube* leaf tea using high performance liquid chromatography-electrospray ionization-time of flight mass spectrometry[J]. Food Res Int, 2014, 56(1): 47-54.

[16] DU Q H, ZHANG Q Y, JIANG T P, et al. Dynamic change of flavonoids in actinidia valvata leaves at different growing stages measured by HPLC-MS/MS[J]. Chin J Nat Med, 2016, 14(1): 66-72.

[17] 赵欣, 张进帮, 张丽, 等. 枣叶芽中黄酮含量测定及其清除DPPH自由基的作用[J]. 甘肃农业大学学报, 2015, 50(4): 135-140.

[18] 张茹潭, 陈军晖, 史倩, 等. 崂山酸枣叶茶中芦丁含量测定及芦丁利用研究[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(1): 13-15.

[责任编辑 顾雪竹]