

不同月份白子菜叶片中酚类成分含量的变化

陈 剑, 鲜 新, 吕 寒, 刘 艳, 任冰如, 李维林^①

[江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园) 江苏省抗糖尿病药物筛选技术服务中心, 江苏 南京 210014]

Change of phenolics content in leaves of *Gynura divaricata* in different months CHEN Jian, XIAN Xin, LYU Han, LIU Yan, REN Bingru, LI Weilin^① (Jiangsu Provincial Service Center for Anti-diabetic Drugs Screening, Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2021, 30(5): 75-77

Abstract: Contents of ten representative phenolics (including six caffeoylquinic acids of neochlorogenic acid, chlorogenic acid, cryptochlorogenic acid, 3,4-dicaffeoylquinic acid, 3,5-dicaffeoylquinic acid and 4,5-dicaffeoylquinic acid and four flavonoids of rutin, isoquercitrin, nicotiflorin and astragalgin) in leaves of *Gynura divaricata* (Linn.) DC. from April to November were assayed by using HPLC method. The results show that there are evident variations in total contents of caffeoylquinic acids and flavonoids in leaves of *G. divaricata* in different months, in which, total contents of caffeoylquinic acids and flavonoids both have two peak values in April and August. In the same month, total content of flavonoids is higher than that of caffeoylquinic acids in leaves of *G. divaricata*. Contents of total phenolics in leaves of *G. divaricata* are relatively high in April and August, which are 3.317 2 and 2.716 0 mg · g⁻¹ respectively, and are significantly higher than those in other months. Combined with yield, August is considered as the best harvest period of *G. divaricata*.

关键词: 白子菜; 酚类成分; 采收期

Key words: *Gynura divaricata* (Linn.) DC.; phenolics; harvest period

中图分类号: Q946.8; S567.23⁺9 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2021)05-0075-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2021.05.10

白子菜[*Gynura divaricata* (Linn.) DC.]又名白背三七,隶属于菊科(Asteraceae)菊三七属(*Gynura* Cass.),为多年生草本^[1]。白子菜是中国传统中草药,用于治疗咳嗽、疮疡、跌打损伤以及风湿疼痛等^[2],在部分地区亦基于其保健作用作为蔬菜栽培。现代药理研究表明,白子菜具有降血压、降血糖、降血脂和治疗糖尿病等功效^[3-6]。白子菜中丰富的酚类成分是其主要的生理活性物质,如黄酮类和咖啡酰奎宁酸类等^[6-8]。药用植物次生代谢产物含量与气候和季节变化等外部因子密切相关^[9]。本研究选择白子菜中含量较高的10个代表性酚类成分,利用高效液相色谱法对同一生长周期4月至11月白子菜叶片中酚类成分含量进行测定,以期确定白子菜的最佳采收时期提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试白子菜栽种于南京中山植物园苗圃地,经江苏省中

国科学院植物研究所任冰如研究员鉴定。分别于2020年4月至11月每月10日采集白子菜健康生长全叶500 g,然后于40℃烘干5 h,粉碎后过50目筛,-20℃保存、备用。

主要仪器: Ultimate3000 高效液相色谱仪(美国 DIONEX 公司); Direct-Q[®] UV 超纯水机(美国 Millipore 公司); EL204 型电子天平[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司]; FE20 型 pH 计[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司]; Welchrom[®] C₁₈ E 固相萃取柱[月旭科技(上海)股份有限公司]; FG-24 固相萃取仪(天津市富城达科技有限公司)。

主要试剂: 新绿原酸(批号 X-014-110822)、绿原酸(批号 L-007-160504)、隐绿原酸(批号 Y-067-110825)、3,4-二咖啡酰奎宁酸(批号 Y-069-141122)、3,5-二咖啡酰奎宁酸(批号 Y-068-160726)、4,5-二咖啡酰奎宁酸(批号 Y-070-161102)、异槲皮苷(批号 Y-076-180517)、烟花苷(批号 S-065-180314)和紫云英苷(批号 Z-020-171205)均购于成都瑞芬思生物科技有限公司,纯度大于98%;芦丁(批号 C2/H30016)购于南京春秋生物工程有限公司,纯度大于

收稿日期: 2021-06-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31770366)

作者简介: 陈 剑(1980—),男,浙江杭州人,博士,副研究员,主要从事药用植物活性成分的发掘与利用方面的研究。

^①通信作者 E-mail: lwlcnb@cnbg.net

引用格式: 陈 剑, 鲜 新, 吕 寒, 等. 不同月份白子菜叶片中酚类成分含量的变化[J]. 植物资源与环境学报, 2021, 30(5): 75-77.

98%;甲醇(色谱纯)和乙腈(色谱纯)购于美国 Tedia 公司;其他常规试剂为分析纯。

1.2 方法

色谱条件:InertSustain C₁₈液相色谱柱(4.6 mm×250 mm×5 μm,日本 GL Science 公司);以乙腈(A)-磷酸缓冲液(pH 2.0, B)为流动相梯度洗脱(0~20 min,体积分数 10% A;20~25 min,体积分数 10%~18% A;25~65 min,体积分数 18% A;65~70 min,体积分数 18%~25% A;70~75 min,体积分数 25% A;75~80 min,体积分数 25%~90% A),流速 1.0 mL·min⁻¹,柱温 30 ℃,进样量 10 μL。新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、3,4-二咖啡酰奎宁酸、3,5-二咖啡酰奎宁酸和 4,5-二咖啡酰奎宁酸的检测波长为 325 nm,芦丁和异槲皮苷的检测波长为 254 nm,烟花苷和紫云英苷的检测波长为 265 nm。

对照品溶液制备和标准曲线绘制的方法和结果与文献[10]一致。

分别称取各样品 2.0 g,精密称量后加入 70.0 mL 体积分数 90%乙醇,加热回流提取 60 min,过滤,滤液于 40 ℃减压浓缩至无醇,用体积分数 50%甲醇复溶,于室温、10 000 r·min⁻¹离心 10 min,取上清液滴入固相萃取柱,用体积分数 50%甲醇洗脱,洗脱液合并后于 40 ℃减压浓缩蒸干后用甲醇溶解并定容至 5 mL,用 0.45 μm 有机滤头过滤,滤液为供试品溶液。按上述色谱条件进样测定并根据峰面积和标准曲线计算样品中各成分的质量浓度,根据公式“某成分含量=(该成分质量浓度×稀释体积)/样品质量”计算叶片中各成分含量。每个样品

重复测定 3 次。样品中总酚类成分含量为上述 10 个酚类成分含量之和。

方法学考察的方法和结果与文献[10]一致。

1.3 数据处理

采用 EXCEL 2016 和 Graphpad Prism 7 软件对实验数据进行处理和差异显著性分析(one-way ANOVA)。

2 结果和分析

不同月份白子菜叶片中酚类成分含量的比较结果见表 1。

由表 1 可见:不同月份白子菜叶片的咖啡酰奎宁酸类成分中,新绿原酸和绿原酸含量在 8 月份达到最高值,分别为 0.206 9 和 0.451 6 mg·g⁻¹;隐绿原酸仅在 7 月份检出,含量为 0.014 8 mg·g⁻¹,其他月份未检出;3,4-二咖啡酰奎宁酸和 3,5-二咖啡酰奎宁酸含量在 10 月份最高,分别为 0.021 4 和 0.368 9 mg·g⁻¹;4,5-二咖啡酰奎宁酸含量在 4 月份最高,为 0.041 6 mg·g⁻¹;咖啡酰奎宁酸类成分总含量分别在 4 月份和 8 月份有 2 个峰值,其中在 8 月份最高,为 0.847 5 mg·g⁻¹。

由表 1 还可见:不同月份白子菜叶片的黄酮类成分中,芦丁含量在 8 月份达到最高值,为 1.017 5 mg·g⁻¹;异槲皮苷、烟花苷和紫云英苷含量在 4 月份最高,分别为 1.763 2、0.256 3 和 0.066 3 mg·g⁻¹;黄酮类成分总含量在 4 月份和 8 月份有 2 个峰值,其中在 4 月份最高,为 2.673 5 mg·g⁻¹。

同一月份白子菜叶片中黄酮类成分总含量均高于咖啡酰

表 1 不同月份白子菜叶片中酚类成分含量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 1 Comparison on phenolics content in leaves of *Gynura divaricata* (Linn.) DC. in different months ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

月份 Month	各咖啡酰奎宁酸类成分含量/(mg·g ⁻¹) Content of each caffeoylquinic acid						总和 Total
	新绿原酸 Neochlorogenic acid	绿原酸 Chlorogenic acid	隐绿原酸 Cryptochlorogenic acid	3,4-二咖啡酰 奎宁酸 3,4-dicaffeoylquinic acid	3,5-二咖啡酰 奎宁酸 3,5-dicaffeoylquinic acid	4,5-二咖啡酰 奎宁酸 4,5-dicaffeoylquinic acid	
4 月 April	0.082 6±0.009 8	0.211 9±0.089 1	—	0.017 2±0.000 4	0.290 5±0.006 6	0.041 6±0.001 9	0.643 6±0.107 8a
5 月 May	0.051 8±0.004 4	0.157 0±0.003 2	—	0.011 6±0.000 7	0.114 5±0.006 1	0.017 1±0.000 2	0.352 0±0.005 9b
6 月 June	0.035 7±0.000 3	0.070 2±0.003 2	—	0.011 3±0.000 2	0.105 3±0.004 4	0.014 3±0.000 2	0.236 8±0.001 5b
7 月 July	0.081 0±0.006 0	0.130 4±0.018 4	0.014 8±0.008 6	0.010 9±0.000 5	0.048 3±0.068 3	0.009 8±0.007 0	0.295 2±0.100 8b
8 月 August	0.206 9±0.002 0	0.451 6±0.264 4	—	0.017 1±0.000 5	0.151 3±0.036 0	0.020 7±0.000 0	0.847 5±0.311 0a
9 月 September	0.095 4±0.005 3	0.126 9±0.021 8	—	—	0.119 9±0.001 8	—	0.342 1±0.029 0b
10 月 October	0.055 7±0.000 7	0.137 6±0.028 2	—	0.021 4±0.000 2	0.368 9±0.013 7	—	0.583 6±0.006 7a
11 月 November	0.036 0±0.006 0	0.077 8±0.024 4	—	—	0.094 0±0.034 7	—	0.207 8±0.065 0b

月份 Month	各黄酮类成分含量/(mg·g ⁻¹) Content of each flavonoid				总和 Total	总酚类成分含量/(mg·g ⁻¹) Content of total phenolics
	芦丁 Rutin	异槲皮苷 Isoquercitrin	烟花苷 Nicotiflorin	紫云英苷 Astragaln		
4 月 April	0.587 7±0.076 1	1.763 2±0.235 2	0.256 3±0.035 8	0.066 3±0.000 9	2.673 5±0.346 2a	3.317 2±0.454 0a
5 月 May	0.442 7±0.007 9	1.107 2±0.081 7	0.149 8±0.018 8	0.048 4±0.001 2	1.748 2±0.053 9a	2.100 1±0.059 8b
6 月 June	0.166 9±0.009 7	0.155 9±0.045 4	0.001 7±0.000 1	—	0.324 5±0.035 8c	0.561 3±0.034 3c
7 月 July	0.351 2±0.188 2	0.122 5±0.029 4	0.045 2±0.003 3	—	0.518 9±0.221 0c	0.814 1±0.321 7c
8 月 August	1.017 5±0.158 8	0.656 2±0.021 0	0.160 1±0.007 3	0.034 7±0.003 9	1.868 5±0.331 6a	2.716 0±0.020 6a
9 月 September	0.350 1±0.068 9	0.092 4±0.028 9	0.060 4±0.023 0	—	0.502 9±0.120 8c	0.845 0±0.149 7c
10 月 October	0.522 6±0.068 8	0.466 1±0.080 8	0.131 6±0.030 7	—	1.120 3±0.180 4b	1.703 9±0.173 7b
11 月 November	0.249 2±0.006 5	0.625 2±0.212 3	0.054 4±0.049 0	0.037 3±0.001 1	0.966 1±0.253 7b	1.173 9±0.188 7c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P<0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant ($P<0.05$) difference. —: 未检出 Undetected.

奎宁酸类成分总含量。以总酚类成分计算,白子菜叶片中总酚类成分含量在4月份最高,为 $3.3172\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,8月份次之,为 $2.7160\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,且4月份和8月份的总酚类成分含量显著($P<0.05$)高于其他月份。

3 讨论和结论

黄酮类和咖啡酰奎宁酸类等酚类成分为植物中常见的次生代谢产物。4月份是白子菜萌发生长初级阶段,此时植物体内代谢活动较强,次生代谢产物含量处于高水平状态。开花是植物发育过程中的重要环节,包含一系列极为复杂的生理生化过程。植物开花阶段的代谢活动呈明显的规律变化^[11]。8月份是白子菜花期,白子菜叶片中黄酮类成分总含量和咖啡酰奎宁酸类成分总含量也较高,推测其含量增加可能与植物花期特殊的代谢变化有关。吴菊兰等^[12]对来源于中国浙江和南美地区的白子菜叶片中总黄酮含量进行了测定,结果显示:8月初白子菜叶片中总黄酮含量最高。南京地区的5月份至7月份为梅雨季节,雨水较多而光照较少,白子菜叶片中黄酮类成分总含量和咖啡酰奎宁酸类成分总含量处于低水平状态,可能与该时期低光照、高降水有关。9月份和10月份进入秋季,气温逐渐降低,植物体代谢水平降低;11月份白子菜生长基本进入休眠期,这可能是该时期白子菜叶片中酚类次生代谢产物含量降低的原因。

本研究结果表明:白子菜叶片中黄酮类成分总含量和咖啡酰奎宁酸类成分总含量均在4月份和8月份有2个峰值,其中,黄酮类成分总含量在4月份最高,而咖啡酰奎宁酸类成分总含量在8月份最高。由于4月份气温偏低,白子菜生长缓慢,叶生长量较低,而8月份气温高、晴好天气多,白子菜叶生长量高,从实际生产的角度考虑,8月份为白子菜的最佳采收期。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第七十七卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 317-318.

- [2] 南京中医药大学. 中药大辞典: 上册[M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 1031-1032.
- [3] LI W L, REN B R, ZHUO M, et al. The anti-hyperglycemic effect of plants in genus *Gynura* Cass. [J]. The American Journal of Chinese Medicine, 2009, 37(5): 961-966.
- [4] LI J, FENG J, HONG W, et al. The aqueous extract of *Gynura divaricata* (L.) DC. improves glucose and lipid metabolism and ameliorates type 2 diabetes mellitus [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2018: 8686297.
- [5] 吴 霞, 张钱钱, 王忠震, 等. 白子菜叶片中酸性多糖的降血糖作用及其对相关指标的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(2): 115-117.
- [6] CHEN J, MANGELINCKX S, LÜ H, et al. Profiling and elucidation of the phenolic compounds in the aerial parts of *Gynura bicolor* and *G. divaricata* collected from different Chinese origins[J]. Chemistry and Biodiversity, 2015, 12(1): 96-115.
- [7] CHEN J, MANGELINCKX S, MA L, et al. Caffeoylquinic acid derivatives isolated from the aerial parts of *Gynura divaricata* and their yeast α -glucosidase and PTP1B inhibitory activity [J]. Fitoterapia, 2014, 99: 1-6.
- [8] WAN C, YU Y, ZHOU S, et al. Isolation and identification of phenolic compounds from *Gynura divaricata* leaves [J]. Pharmacognosy Magazine, 2011, 7(26): 101-108.
- [9] 苏文华, 张光飞, 李秀华, 等. 植物药材次生代谢产物的积累与环境的关系[J]. 中草药, 2005, 36(9): 1415-1418.
- [10] 鲜 新, 吕 寒, 孟秀花, 等. 红凤菜不同器官中黄酮类和奎宁酸类成分的 HPLC 法测定[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(6): 66-68.
- [11] 王小红, 周祖基. 水竹开花期间碳氮代谢特性[J]. 林业科学, 2008, 44(4): 35-40.
- [12] 吴菊兰, 李维林, 汪洪江, 等. 红凤菜和白子菜总黄酮含量的动态变化[J]. 植物资源与环境学报, 2009, 18(4): 79-81.

(责任编辑: 张明霞)