

红凤菜和白子菜总黄酮含量的动态变化

吴菊兰, 李维林^①, 汪洪江, 梁呈元, 任冰如

(江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014)

Dynamic change of total flavonoids content in *Gynura bicolor* and *G. divaricata* WU Ju-lan, LI Wei-lin^①, WANG Hong-jiang, LIANG Cheng-yuan, REN Bing-ru (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(4): 79-81

Abstract: The dynamic change of total flavonoids content in above-ground part of *Gynura bicolor* (Willd.) DC. and *G. divaricata* (L.) DC. from two locations was researched. The result shows that the total flavonoids content in *G. bicolor* and *G. divaricata* leaf is lower in June and July, higher in the beginning and the middle of August and then has a certain decrease with a great fluctuation. Total flavonoids content in leaf of *G. bicolor* reaches the highest with a value of 12.031 mg · g⁻¹ at the 15th August, and that in leaf of *G. divaricata*-1 (from Zhejiang of China) and *G. divaricata*-2 (from South America) is the highest at the 1st August with a value of 17.381 and 19.935 mg · g⁻¹, respectively. The total flavonoids content in leaf of *G. bicolor* and *G. divaricata* is higher than that in stem. Except leaf of *G. divaricata*-2, the total flavonoids content in stem and leaf appears decreasing trend from upper to lower part gradually. Therefore, taking total flavonoids content for an index, it is suitable to harvest upper leaf of *G. bicolor*, upper leaf and stem of *G. divaricata*-1, and whole leaf of *G. divaricata*-2 in August.

关键词: 红凤菜; 白子菜; 总黄酮含量; 动态变化

Key words: *Gynura bicolor* (Willd.) DC.; *G. divaricata* (L.) DC.; total flavonoids content; dynamic change

中图分类号: S567.23; Q949.783.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0978(2009)04-0079-03

红凤菜 [*Gynura bicolor* (Willd.) DC.] 和白子菜 [*G. divaricata* (L.) DC.] 均为菊三七属 (*Gynura* Cass.) 植物^[1]。红凤菜的嫩茎叶中含有丰富的营养成分, 可作蔬菜食用^[2]; 白子菜叶片在民间用于治疗糖尿病, 动物实验证明其有显著的降血糖作用^[3]。目前, 已从这 2 种植物的地上部分分别提取出总黄酮, 并进一步分离得到黄酮苷类成分 3-O-β-D-吡喃葡萄糖(6→1)-α-L-鼠李糖山柰素^[4-5]。从红凤菜和白子菜地上部分获得的总黄酮和单体黄酮苷均可降低正常及四氧嘧啶糖尿病模型小鼠的血糖水平^[3], 表明黄酮类成分是红凤菜和白子菜降血糖作用的有效成分之一。

作者对红凤菜和来源于 2 个不同产地的白子菜生长过程中叶片总黄酮含量的动态变化以及总黄酮在植株地上部分不同部位中的分布状况进行了分析, 为确定红凤菜和白子菜的适宜采收时间和采收部位提供实验数据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试红凤菜于 2003 年 7 月引自中国重庆, 凭证标本号 0648614; 供试的 2 个产地的白子菜分别记为白子菜-1 和白

子菜-2, 其中, 白子菜-1 于 2002 年 5 月引自中国浙江, 凭证标本号 0647663, 白子菜-2 于 2000 年 6 月引自南美地区, 凭证标本号 0648505。均由江苏省·中国科学院植物研究所郭荣麟研究员鉴定, 凭证标本均保存于江苏省·中国科学院植物研究所标本馆(NAS)。

所有植物均种植于江苏省·中国科学院植物研究所实验苗圃内。于 2007 年 4 月 24 日进行分株移栽, 露地生长; 待植株定根并恢复生长后, 从 2007 年 6 月 15 日起, 每隔 15 天左右采摘 1 次, 每次取样均选择长势一致的 3 个单株, 收集植株的所有叶片用于总黄酮含量测定, 直至 12 月中旬地上部分枯萎为止。于 2007 年 8 月 17 日采集植株整个地上部分, 分成上、中、下 3 等份, 并分别将 3 个部分的叶片与茎分开, 用于不同部位总黄酮含量的测定。

样品洗去尘土, 摊晾过夜后, 60℃处理 8 h 至干燥, 用电动磨粉机粉碎至能过 1 mm 孔径的筛, 粉碎的样品置于干燥器中保存、备用。

实验所用仪器包括 METTLER AE-240 型十万分之一电子天平、双圈牌 MP120-2 型电子天平、KQ-100DE 型数控超声波清洗器及 TU-1810 型紫外可见分光光度计。芦丁标准品购自中国药品生物制品检定所, 纯度在 98% 以上; 其他

收稿日期: 2009-03-12

基金项目: 南京市科技计划项目(200501015; 200601052)

作者简介: 吴菊兰(1956—), 女, 江苏南京人, 大专, 实验师, 主要从事植物化学成分分析工作。

^①通信作者 E-mail: lwlcnb@mail.cnbg.net

化学试剂均为分析纯级。

1.2 方法

1.2.1 标准曲线的绘制 按文献[6]的方法配制芦丁标准溶液,并于波长 510 nm 处测定溶液的吸光值,以标准溶液的吸光值为自变量 x 、芦丁的质量(mg)为因变量 y ,对标准曲线的回归方程进行拟合,并绘制标准曲线。

1.2.2 样品中总黄酮的提取与含量测定 参照刘晔玮[7]的方法进行。精密称取样品粉末 1.000 g,置于 100 mL 三角瓶中,加入石油醚(60 °C ~ 90 °C) 20 mL,浸泡 30 min,超声波脱脂 20 min,重复提取 1 次,过滤,残渣挥干至无石油醚;在残渣中加入 20 mL 体积分数 70% 乙醇,超声波提取 20 min,重复提取 1 次,过滤,合并 2 次滤液并定容至 50 mL,即为总黄酮提取液。

吸取 3 mL 总黄酮提取液,按标准曲线测定方法测定样品溶液在波长 510 nm 处的吸光值,根据标准曲线回归方程计算总黄酮含量。

1.2.3 重复性实验 精密称取 2007 年 7 月 26 日采集的白子菜-1 样品粉末 1.000 g,按上述方法提取并测定总黄酮含量,3 次重复,计算总黄酮含量平均值及 RSD 值。

2 结果和分析

2.1 标准曲线及实验重复性分析

经拟合,芦丁标准曲线的回归方程为: $y = 0.8503x, r^2 = 0.9996 (n=3)$ 。在 0.0000 ~ 0.8503 mg 范围内,芦丁质量与吸光值呈良好的线性关系。重复性实验测得的总黄酮平均含量为 14.861 mg · g⁻¹,RSD 为 0.351%,说明采用本实验方法测定红凤菜和白子菜总黄酮含量重复性好,实验结果可靠。

2.2 红凤菜和白子菜叶片总黄酮含量的动态变化

红凤菜和来源于 2 个不同产地的白子菜叶片中总黄酮含量的动态变化见表 1。由表 1 可见,在 6 月至 7 月间,红凤菜和白子菜叶片总黄酮含量均较低,8 月初总黄酮含量急剧增加,达到最高值,之后含量有所下降,且有较大幅度的波动。红凤菜整株叶片总黄酮含量的最高值为 12.031 mg · g⁻¹(8 月 15 日采摘),白子菜-1 和白子菜-2 整株叶片总黄酮含量的最高值分别为 17.381 和 19.935 mg · g⁻¹(8 月 1 日采

摘),即红凤菜叶片中总黄酮含量最低,白子菜-1 叶片中总黄酮含量较高,白子菜-2 叶片中总黄酮含量最高。

2.3 红凤菜和白子菜地上部分总黄酮的分布

红凤菜、白子菜-1 和白子菜-2 不同部位茎和叶的总黄酮含量见表 2。如表 2 所示,红凤菜和 2 个白子菜种源叶片中的总黄酮含量均高于相应部位茎的总黄酮含量。红凤菜上部叶片中的总黄酮含量最高,达 11.987 mg · g⁻¹,中部叶片次之,下部叶片最低,即总黄酮含量自上而下逐渐减少;茎中的总黄酮含量也是自上而下逐渐减少。红凤菜上部叶片中的总黄酮含量最高,其次为中部叶片和上部茎,其他部位含量较低。

表 1 红凤菜和白子菜叶片总黄酮含量的动态变化
Table 1 Dynamic change of total flavonoids content in leaf of *Gynura bicolor* (Willd.) DC. and *G. divaricata* (L.) DC.

采样日期 Sampling date (MM-DD)	不同样品中的总黄酮含量/mg · g ⁻¹ Total flavonoids content in different samples		
	红凤菜 <i>G. bicolor</i>	白子菜-1 <i>G. divaricata</i> -1	白子菜-2 <i>G. divaricata</i> -2
06-15	2.575	6.231	3.363
07-02	2.419	4.644	2.860
07-16	2.291	4.303	5.493
08-01	9.721	17.381	19.935
08-15	12.031	9.283	12.270
08-30	9.764	7.530	5.277
09-16	4.988	11.571	6.347
09-29	3.294	4.913	4.559
10-16	2.961	7.242	9.632
10-30	4.171	8.504	3.345
11-15	3.714	3.827	5.659
11-30	12.086	6.461	5.734
12-14	4.483	5.366	7.131

不同产地白子菜地上部分总黄酮含量的分布规律有一定的差异,白子菜-1 叶片及茎中的总黄酮含量分布情况与红凤菜一致,均是自上而下逐渐减少;上部和下部叶片中的总黄酮含量都分别高于上部茎和下部茎,但中部茎中的总黄酮含量高于中部叶片;白子菜-1 上部叶片中的总黄酮含量最高,为 12.405 mg · g⁻¹,其次为上部茎和中部茎,其余部分含量较低。白子菜-2 叶片中的总黄酮含量分布与红凤菜和白子菜-1 有所不同,上、中、下 3 个部位叶片的总黄酮含量

表 2 红凤菜和白子菜地上部分不同部位叶和茎中总黄酮含量的比较
Table 2 Comparison of total flavonoids content in leaf and stem at different parts of above-ground part of *Gynura bicolor* (Willd.) DC. and *G. divaricata* (L.) DC.

样品 Sample	不同部位总黄酮含量/mg · g ⁻¹ Total flavonoids content in different parts					
	上部叶 Upper leaf	中部叶 Middle leaf	下部叶 Lower leaf	茎上部 Upper of stem	茎中部 Middle of stem	茎下部 Lower of stem
红凤菜 <i>G. bicolor</i>	11.987	6.567	3.316	6.184	4.322	2.830
白子菜-1 <i>G. divaricata</i> -1	12.405	7.261	5.532	9.536	8.621	4.204
白子菜-2 <i>G. divaricata</i> -2	9.023	11.512	10.103	3.990	2.696	1.474

相近,而茎中的总黄酮含量仍是自上而下逐渐减少;叶片中的总黄酮含量均明显高于相应部位茎中的总黄酮含量;白子菜-2中部叶片中的总黄酮含量最高,为 $11.512 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次为下部叶片和上部叶片,上、中、下3个部位茎中的总黄酮含量均较低。

总体上看,就叶片中的总黄酮含量而言,白子菜-2最高,白子菜-1居中,红凤菜最低;而茎中的总黄酮含量则为白子菜-1最高,红凤菜居中,白子菜-2最低。

3 讨论和结论

不同植物体内的总黄酮分布情况已有大量文献报道,多数研究结果显示,植物叶片中的总黄酮含量最高,推测叶片可能是合成黄酮类物质的主要器官^[8-9]。作者对菊三七属的红凤菜和2个不同产地的白子菜地上部分总黄酮含量进行分析,叶片中的总黄酮含量基本都高于相应部位茎的总黄酮含量,与文献报道的结果基本一致。进一步的分析结果表明,红凤菜上部叶片的总黄酮含量最高,白子菜-1上部叶片和上部茎的总黄酮含量较高,白子菜-2所有部位叶片的总黄酮含量均较高。因此,在以总黄酮含量为指标时,采收红凤菜的上部叶片、白子菜-1的上部叶片和上部茎以及白子菜-2的全部叶片均可获得总黄酮含量较高的植物原料,有利于提高总黄酮的提取效率。

自2007年4月24日分株移栽后,由于气温偏低,红凤菜和白子菜生长缓慢,直至7月初,单株叶片的干质量仍在5g以下(数据未列出),此时测得的总黄酮含量也很低,因此,这一阶段不宜进行采收。随着气温升高,植株生长速率迅速加快,7月中旬时单株叶片干质量约达10g,至8月初,叶片总黄酮含量也急剧上升。供试植物叶片的含水量较高,均在90%以上^[2],且叶片呈肉质,难以干燥,而南京地区8月份的气温高、雨水少、晴好天气多,有利于植物材料采收晒干。根据总黄酮含量的测定结果,并综合考虑叶片收获量及南京当地气象因素,认为在8月份选择晴好天气采摘红凤菜和白子菜叶片用于提取总黄酮比较适宜。

迄今为止,有关次生代谢产物在植物体内形成和积累的诱导机制假说较多,且这些假说都认为,当植物受到环境胁迫时,其体内的次生代谢产物数量会增加^[10]。在11月30日,红凤菜叶片总黄酮含量出现1个较高值的现象可能与强

烈的寒流袭击使植株受到低温胁迫有关,具体原因还需进一步的研究。

植物中总黄酮含量的高低受多种因素影响,包括自身的遗传特性、生长发育进程以及外界环境的光照、温度和降雨量^[11-14]等。研究结果表明,在整个生长过程中,红凤菜和2个白子菜种源叶片中的总黄酮含量有较大幅度的波动,可能与多种因素有关,具体原因尚有待进一步的深入研究。

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 第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 309-322.
- [2] 汪洪江, 梁呈元, 卓敏, 等. *Gynura* 属3个野生蔬菜营养成分的比较及评价[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23(5): 48-49.
- [3] 胡勇, 李维林, 林厚文, 等. 白背三七地上部分降血糖作用研究[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(1): 55-58.
- [4] 卓敏, 吕寒, 任冰如, 等. 红凤菜化学成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(1): 30-32.
- [5] 胡勇, 李维林, 林厚文, 等. 白背三七地上部分的化学成分[J]. 中国天然药物, 2006, 4(2): 156-158.
- [6] 吴菊兰, 任冰如, 李维林, 等. 不同产地乌韭地上部分总黄酮含量的比较分析[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(1): 77-78.
- [7] 刘晔玮, 王勤, 宋海, 等. 沙枣叶中总黄酮的含量测定方法研究[J]. 现代中药研究与实践, 2006, 20(1): 42-44.
- [8] 任爱农, 鞠建明. 野菊不同部位的总黄酮含量测定[J]. 中草药, 1999, 30(8): 589.
- [9] 金则新, 李钧敏, 朱小燕. 夏蜡梅总黄酮、总绿原酸含量及其环境因子相关性分析[J]. 浙江大学学报: 理学版, 2007, 34(4): 459-464.
- [10] 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.
- [11] 苏文华, 陆洁, 张光飞, 等. 短葶飞蓬总黄酮含量的生态生物学分析[J]. 中草药, 2001, 32(12): 1119-1121.
- [12] 冯定霞, 陈勃, 党承林, 等. 短葶飞蓬总黄酮含量变化研究[J]. 中草药, 2003, 34(4): 362-365.
- [13] 苏文华, 张光飞, 李秀华, 等. 光强和光质对灯盏花生长与总黄酮量影响的研究[J]. 中草药, 2006, 37(8): 1244-1247.
- [14] 何维明, 钟章成. 绞股蓝种群次生代谢产物的动态及其生态学意义[J]. 云南植物研究, 1998, 20(4): 434-438.