

# 蕨根茎及老嫩叶中黄酮含量的比较\*

张莉 陈乃富 吴美

(皖西学院化学与生命科学系,六安,237012)

**摘要** 采集同一环境不同生长时期的蕨,经过杀青、烘干、粉碎、脱脂、乙醇浸提,再用亚硝酸钠-硝酸铝比色法测定不同生长期蕨各部位黄酮含量。结果表明:在同一生长期,根状茎的黄酮含量较高,其次是叶柄的地下部分;在同一部位,黄酮化合物的含量随生长期的变化发生变化,在隔年蕨的叶柄地上部分黄酮化合物含量最高达8.13%。

**关键词** 蕨,黄酮,生长期,不同器官

蕨科蕨属中的蕨(*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw)生长在林缘或山地阳坡,海拔200~1 200 m,分布广泛。其根状茎富含淀粉,嫩叶可作为蔬菜食用,近年来已经成为深受人们喜爱的野菜<sup>[1]</sup>。研究表明,蕨菜具有清热、化痰、利尿安神等多种功效和保健作用<sup>[2~4]</sup>。蕨中含有较高黄酮类物质<sup>[5]</sup>。关于其黄酮类化合物的提取已有相关文献,但研究对象是蕨的幼嫩叶及叶柄即通常所称的蕨菜,未见对蕨不同生期及植株不同部位黄酮类化合物含量比较研究的报道。本文采用体积分数70%乙醇浸提法对不同生活时期,蕨的不同部位黄酮含量进行比较研究,得到黄酮含量较高的部位和生活时期,为蕨黄酮化合物的开发和利用提供新的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

蕨分别于2006-04-21~2006-05-06采自六安市金寨县响洪甸水库附近的山地。按以下标准划分为5个生长期:幼叶拳卷期即所有叶片均未展开定为生长期I;叶片完全展开的定为生长期IV;隔年的蕨定为生长期V;植株中部以下叶片展开定为生长期II;叶片展开介于生长期II和IV之间的定为生长期III。

### 1.2 仪器与试剂

#### 1.2.1 仪器

TU-1201紫外可见分光光度计(北京普析通

用仪器设备有限公司),101AS-2型不锈钢数显电热鼓风干燥箱(上海浦东跃欣科学仪器厂),HH-4数显恒温水浴锅(国华电器有限公司),FA1004电子天平(上海精科天平),LG100B理化干燥箱(上海市实验仪器总厂)等。

#### 1.2.2 试剂

芦丁(rutin,上海试剂二厂);亚硝酸钠(AR),Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(AR),NaOH(AR),体积分数95%乙醇(AR),无水乙醚(AR)等。

### 1.3 蕨黄酮类化合物的提取<sup>[6~10]</sup>

#### 1.3.1 蕨的处理

取各个生长期的新鲜蕨样,水蒸气杀青5 min,103℃的烘箱中烘干。分离各个不同部位(根状茎、叶柄的地下部分、叶柄的地上部分、叶片部分),用粉碎机分别粉碎成粉末状,过40目筛,干燥保存。

#### 1.3.2 黄酮化合物的提取

##### 1.3.2.1 脱脂

分别准确称取约3 g各干粉样品,用折成筒状的滤纸包好,细线扎紧,封口处加少许脱脂棉,称量后置于索式提取器的浸提管内,滤纸包高度不超过虹吸管,采用 Soxhlet 提取法,以无水乙醚为脱脂剂,于45℃脱脂约20 h,充分除去样品中游离脂类和脂溶性色素。取出样品滤纸包先用电吹风吹干,再将滤纸包置烘箱中103℃烘2 h后称重。

##### 1.3.2.2 浸提

拆开脱脂后的滤纸包,把样品粉末和滤纸一并放入三角烧瓶中,加入一定体积分数70%乙醇,在90℃水浴加热的条件下冷凝回流浸提,共浸提10次,第1次浸提固液比为1:15(g:mL),以后每次固液比为1:7(g:mL),浸提时间每次均为2 h。合并10次浸提液,定容至250 mL待测。

第一作者:硕士,讲师。

\*安徽省高校省级自然科学研究重点资助项目(No. 2006KJ064A)

收稿日期:2006-09-19,改回日期:2006-10-16

### 1.3.3 提取液中黄酮类化合物含量的测定

采用亚硝酸钠-硝酸铝比色法测定各提取液中的黄酮含量,其原理是利用黄酮类化合物与铝盐反应生成红色络合物,以芦丁为标准在 510 nm 处测吸光度。

#### 1.3.3.1 标准曲线制作

准确称取 10 mg 经 103℃ 烘干至恒重的芦丁标准品,用体积分数 70% 乙醇溶解并定容至 100 mL 即为标准液。精确吸取芦丁标准液 0.0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 分别置于 6 支具塞试管中,用水定容至 5 mL,加质量分数 5%  $\text{NaNO}_2$  溶液 0.3 mL,摇匀,放置 6 min 后,加质量分数 10%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  溶液 0.3 mL,摇匀,放置 6 min 后,再加质量分数 4%  $\text{NaOH}$  溶液 4 mL,加水 0.4 mL,摇匀,放置 15 min 后,在 510 nm 处测吸光度,绘制标准曲线。回归方程  $Y = 12.877X - 0.006$ , 相关系数  $r = 0.999\ 8$ , 式中:  $Y$ , 吸光值;  $X$ , 芦丁浓度, mg/mL。

#### 1.3.3.2 黄酮类化合物含量的测定

取一定体积的粗黄酮提取液在 5 000 r/min 下离心 10 min,精确吸取上层清液 0.5 mL 放入洁净干燥的具塞试管中,补水至 5 mL,以下操作同 1.3.3.1。利用回归方程进行计算即可。

## 2 结果与分析

### 2.1 同生长期不同部位黄酮含量差异

#### 2.1.1 生长期 I 蕨各个部位黄酮含量

生长期 I 各部位黄酮含量见表 1,根状茎的黄酮含量最高,其次是叶片部分和叶柄的地下部分,叶柄地上部分的黄酮含量最低。叶柄地下部分的黄酮含量与叶柄地上部分的差异极显著,与根状茎差异显著,叶柄地上部分与其他 3 部分的差异都极显著;叶片部分与叶柄地上部分的差异极显著;根状茎与叶柄地上部分的差异极显著;与叶柄地下部分差异显著。

表 1 生长期 I 结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
叶柄地下部分	3.0038 ± 0.0026	0.1306 ± 0.0158 <sup>(a)</sup>	5.5567 ± 0.5629 <sup>(a)</sup>
叶柄地上部分	3.0053 ± 0.0029	0.1282 ± 0.0057 <sup>(ad)</sup>	2.9967 ± 0.3153 <sup>(b)</sup>
叶片部分	3.0054 ± 0.0012	0.1796 ± 0.0215 <sup>(b)</sup>	5.7167 ± 0.6191 <sup>(ac)</sup>
根状茎	3.0059 ± 0.0033	0.0428 ± 0.0201 <sup>(c)</sup>	6.3683 ± 0.6341 <sup>(c)</sup>

注:表 1 中同一列数字后不同字母表示它们差异极显著( $P < 0.01$ ),相同字母的表示没有统计学差异。表 2~表 8 同。

#### 2.1.2 生长期 II 蕨各个部位黄酮含量

生长期 II 各部位黄酮含量见表 2。根状茎的黄酮含量最高,其次是叶柄地下部分和叶片部分,叶

柄地上部分的黄酮含量最低。叶柄地下部分与叶柄地上部分和叶片部分的差异极显著;叶柄地上部分与其他 3 部分的差异都极显著;叶片部分与其他 3 部分的差异都极显著;根状茎与叶柄地上部分和叶片的差异极显著。

表 2 生长期 II 结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
叶柄地下部分	3.0058 ± 0.0012	0.7308 ± 1.5737 <sup>(a)</sup>	6.0667 ± 0.6257 <sup>(a)</sup>
叶柄地上部分	3.0055 ± 0.0028	0.1039 ± 0.0128 <sup>(a)</sup>	1.9000 ± 0.1243 <sup>(b)</sup>
叶片部分	3.0060 ± 0.0023	0.1575 ± 0.0498 <sup>(a)</sup>	4.1283 ± 0.4369 <sup>(c)</sup>
根状茎	3.0059 ± 0.0033	0.0428 ± 0.0201 <sup>(a)</sup>	6.3683 ± 0.6341 <sup>(a)</sup>

#### 2.1.3 生长期 III 蕨各个部位黄酮含量

生长期 III 各部位黄酮含量见表 3。根状茎的黄酮含量最高,其次是叶柄地下部分和叶片部分,叶柄地上部分的黄酮含量最低。叶柄地下部分与叶柄地上部分和叶片部分的差异极显著;叶柄地上部分与其他 3 部分的差异都极显著;叶片部分与其他 3 部分的差异都极显著;根状茎与叶柄地上部分和叶片部分的差异极显著。

表 3 生长期 III 结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
叶柄地下部分	3.0053 ± 0.0022	0.0406 ± 0.0214 <sup>(a)</sup>	6.3567 ± 0.8004 <sup>(a)</sup>
叶柄地上部分	3.0048 ± 0.0031	0.0444 ± 0.0131 <sup>(a)</sup>	1.7767 ± 0.2057 <sup>(b)</sup>
叶片部分	3.0036 ± 0.0021	0.1632 ± 0.0417 <sup>(b)</sup>	3.9283 ± 0.9573 <sup>(c)</sup>
根状茎	3.0059 ± 0.0033	0.0428 ± 0.0201 <sup>(a)</sup>	6.3683 ± 0.6341 <sup>(a)</sup>

#### 2.1.4 生长期 IV 蕨各个部位黄酮含量

生长期 IV 各部位黄酮含量见表 4,根状茎的黄酮含量最高,其次是叶片部分和叶柄地上部分,叶柄地下部分的黄酮含量最低。叶柄地下部分与叶片部分和叶片部分的差异极显著;叶柄地上部分与叶片部分和根状茎的差异极显著;叶片部分与叶柄地下部分和叶柄地上部分的差异极显著;根状茎与叶柄地下部分和叶柄地上部分的差异极显著。

表 4 生长期 IV 结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
叶柄地下部分	3.0064 ± 0.0019	0.0730 ± 0.0058 <sup>(a)</sup>	0.8933 ± 0.0250 <sup>(a)</sup>
叶柄地上部分	3.0049 ± 0.0031	0.0955 ± 0.0030 <sup>(b)</sup>	1.2533 ± 0.0821 <sup>(a)</sup>
叶片部分	3.0068 ± 0.0017	0.1344 ± 0.0126 <sup>(c)</sup>	6.2133 ± 0.1258 <sup>(b)</sup>
根状茎	3.0059 ± 0.0033	0.0428 ± 0.0201 <sup>(d)</sup>	6.3683 ± 0.6341 <sup>(b)</sup>

#### 2.1.5 生长期 V 蕨各个部位黄酮含量

生长期 V 各部位黄酮含量见表 5,叶柄地上部分的黄酮含量最高,其次是根状茎和叶柄地下部分,叶片部分的黄酮含量最低。叶柄地下部分与其他 3

部分的差异都极显著;叶柄地上部分与其他3部分的差异都极显著;叶片部分与其他3部分的差异都极显著;根状茎与其他3部分的差异都极显著。

表5 生长期V结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
叶柄地下部分	3.0054 ± 0.00248	0.1400 ± 0.00549 <sup>(a)</sup>	5.0600 ± 0.11009 <sup>(a)</sup>
叶柄地上部分	3.0045 ± 0.00276	0.1264 ± 0.01542 <sup>(a)</sup>	8.1317 ± 0.20566 <sup>(b)</sup>
叶片部分	3.0061 ± 0.00258	0.0629 ± 0.01500 <sup>(b)</sup>	3.3317 ± 0.61943 <sup>(c)</sup>
根状茎	3.0059 ± 0.00327	0.0428 ± 0.02006 <sup>(c)</sup>	6.3683 ± 0.63414 <sup>(d)</sup>

## 2.2 同一部位不同生长期的黄酮含量差异

### 2.2.1 不同生长期蕨的叶柄地下部分的黄酮含量

如表6所示,在前3个生长期叶柄地下部分的黄酮含量逐渐增加,在生长期IV时黄酮含量急剧下降,最后又上升。生长期I与生长期IV的差异极显著,与生长期III的差异显著;生长期II与生长期IV、V的差异极显著;生长期III与生长期IV、V的差异极显著;生长期IV与其他四个生长期的差异都极显著;生长期V与生长期II、III、IV的差异极显著。

表6 叶柄地下部分结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
生长期I	3.0038 ± 0.0026	0.1306 ± 0.0158 <sup>(a)</sup>	5.5567 ± 0.5629 <sup>(ad)</sup>
生长期II	3.0058 ± 0.0012	0.7308 ± 1.5737 <sup>(a)</sup>	6.0667 ± 0.6257 <sup>(bd)</sup>
生长期III	3.0053 ± 0.0022	0.0406 ± 0.0214 <sup>(a)</sup>	6.3567 ± 0.8004 <sup>(b)</sup>
生长期IV	3.0064 ± 0.0019	0.0730 ± 0.0058 <sup>(a)</sup>	0.8933 ± 0.0250 <sup>(c)</sup>
生长期V	3.0054 ± 0.0025	0.1400 ± 0.0055 <sup>(a)</sup>	5.0600 ± 0.1101 <sup>(a)</sup>

### 2.2.2 不同生长期蕨叶柄地上部分的黄酮含量差异

如表7所示,在前4个生长期叶柄地上部分的黄酮含量一直处于较低的水平,并逐渐下降,在生长期V时又有大幅度的上升。生长期I与其他4个生长期的差异都极显著;生长期II与生长期I、IV、V的差异极显著;生长期III与生长期I、IV、V的差异极显著;生长期IV与其他4个生长期的差异都极显著;生长期V与其他4个生长期的差异都极显著。

表7 叶柄地上部分结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
生长期I	3.0053 ± 0.0029	0.1282 ± 0.0057 <sup>(a)</sup>	2.9967 ± 0.3153 <sup>(a)</sup>
生长期II	3.0055 ± 0.0028	0.1039 ± 0.0128 <sup>(bd)</sup>	1.9000 ± 0.1243 <sup>(bc)</sup>
生长期III	3.0048 ± 0.0031	0.0444 ± 0.0131 <sup>(c)</sup>	1.7767 ± 0.2057 <sup>(c)</sup>
生长期IV	3.0049 ± 0.0031	0.0955 ± 0.0030 <sup>(d)</sup>	1.2533 ± 0.0821 <sup>(d)</sup>
生长期V	3.0045 ± 0.0028	0.1264 ± 0.0154 <sup>(a)</sup>	8.1317 ± 0.2057 <sup>(e)</sup>

### 2.2.3 不同生长期蕨叶片部分的黄酮含量差异

如表8所示,在前3个生长期叶柄地下部分的黄酮含量一直逐渐下降,在生长期IV时黄酮含量有所上

升,最后又有下降。生长期I与生长期II、III、V的差异极显著;生长期II与生长期I、IV的差异极显著,与生长期V的差异显著;生长期III与生长期I、IV的差异极显著;生长期IV与生长期II、III、V的差异极显著;生长期V与生长期I、IV的差异极显著,与生长期II的差异显著。

表8 叶片部分结果分析( $\bar{X} \pm S$ )

	净重/g	脂重/g	黄酮含量/%
生长期I	3.0054 ± 0.00118	0.1796 ± 0.02153 <sup>(a)</sup>	5.7167 ± 0.61912 <sup>(a)</sup>
生长期II	3.0060 ± 0.00230	0.1575 ± 0.04980 <sup>(ab)</sup>	4.1283 ± 0.43692 <sup>(b)</sup>
生长期III	3.0036 ± 0.00207	0.1632 ± 0.04171 <sup>(a)</sup>	3.9283 ± 0.95727 <sup>(bd)</sup>
生长期IV	3.0068 ± 0.00169	0.1344 ± 0.01255 <sup>(b)</sup>	6.2133 ± 0.12580 <sup>(a)</sup>
生长期V	3.0061 ± 0.00258	0.0629 ± 0.01500 <sup>(c)</sup>	3.3317 ± 0.61943 <sup>(cd)</sup>

## 3 小结

根状茎的黄酮含量普遍很高,除了在生长期V的植株中是低于叶柄地上部分,其余4个生长期都比其他的部位高;其次,叶柄地下部分的黄酮含量比其他2个部位高,最低的是叶柄的地上部分。在同一部位不同生长期,由于蕨是多年生草本植物,因此它的根状茎中的黄酮含量在各个生长期中没有很大的变化,但是其他3个部位的黄酮含量的变化与生活时期有着很大关系,在前3个生长期叶柄地下部分的黄酮含量逐渐增加,在生长期IV黄酮含量急剧下降,最后在生长期V黄酮含量又有上升;在前4个生活时期叶柄地上部分的黄酮含量一直处于较低的水平,并逐渐下降,在生长期V又有大幅度上升;在前3个生活时期叶柄地下部分的黄酮含量一直逐渐下降,在生长期IV黄酮含量有所上升,最后又有下降。

在隔年的蕨植株中叶柄地上部分的黄酮含量达到8.13%,不仅是这个生活时期黄酮含量最高的部位,也是各组中最高的,这可能是由于在过冬的过程中叶柄地上部分中的糖类物质在分解的过程中产生黄酮类物质,导致黄酮类化合物含量增加。综上所述可知,在同一生活时期不同部位之间的黄酮含量是存在着显著差异的,这可能是由于在各个不同的部位之间黄酮的化合物存在着转移的现象,也可能是由于某些其他物质转化为黄酮类物质导致它的含量升高,或者由于黄酮类物质转化为某些其他物质导致它的含量降低。至于究竟这种变化的机理是什么还有待于进一步研究。

在不同时期的不同部位,它的脂类的含量也不同,存在着显著的差异,但是脂类含量与黄酮含量的

高低并没有明显的因果关系。

开发蕨中黄酮类物质,并不一定要取处于幼嫩时期的蕨菜作为原料,处于其他生活时期的蕨中也含有一定数量的黄酮,且不一定比幼嫩时期少,这就扩充了蕨菜黄酮开发的原料范围,有利于降低生产成本。就不同部位而言,根状茎含量通常是最高,但是大量的挖掘蕨菜的根状茎作为开发蕨菜黄酮的原料,势必会造成蕨菜资源的大量减少,影响物种的可持续发展。综合考虑,可以利用隔年枯死植株的叶片作为开发蕨黄酮的原料,总生物量最大,黄酮含量又最高,这样既可以降低加工的生产成本,又不会造成对蕨菜这一资源的破坏,实现资源可持续利用。

#### 参 考 文 献

1 安徽植物志协作组. 安徽植物志(第一卷)[M]. 合肥:安

徽科学技术书出版,1985.69~70

- 2 邢湘臣. 山珍之王蕨菜[J]. 森林与人类,2004(4):46
- 3 冯玉斌,孙 华,姜淑兰,等. 蕨菜和薇菜的利用[J]. 吉林农业,2000(10):14
- 4 姜 坤. 蕨菜罐头新工艺[J]. 保鲜与加工,2001,1(5):30
- 5 陈乃富. 蕨菜黄酮类化合物的提取及其抗氧化作用[J]. 食品与发酵工业,2003,29(11):63~66
- 6 罗伟强,黄润均,邓光辉. 苦蕒菜茎黄酮类化合物提取方法研究[J]. 广西民族学院学报,2003,9(1):31~32
- 7 徐雅琴,孙艳梅,付 红,等. 穗醋栗叶片中黄酮类物质的研究[J]. 天然产物研究与开发,2001,13(2):21~23
- 8 王兰珍,马希汗,王姝清,等. 元宝枫叶总黄酮提取方法研究[J]. 西北林学院学报,1997,12(4):64~67
- 9 唐春红. 野生橄榄总黄酮提取方法研究[J]. 渝州大学学报,2000,17(4):70~73
- 10 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

## Comparative Research on Flavanone Content in Rhizome and Old Tender Leaf of *Pteridium aquilinum*

Zhang Li Chen Naifu Wu Mei

(Department of Chemistry and Life Science, West Anhui University, Lu'an 237012, China)

**ABSTRACT** The *Pteridium aquilinum* of different growing periods in the same place was picked. After extracting by ethanol, the flavanoids content in different part were determined by colorimetric analysis of  $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ . The results showed that the flavanoids content in the rhizome was highest, next is in the underground part of petiole; the flavanoids content changed with the growing periods, and reached to as high as 8.13% in the aerial part of bracken's petiole in 2 years old plants.

**Key words** *Pteridium aquilinum*, flavanone, growing period, different organs

#### 市场动态

### 2006年欧亚饮料市场情况综述

2006年,西欧能量饮料的消费总量达到4.28亿kg,增长幅度为12%,相当于人均消费1.5kg。

2005年3大能量饮料消费市场是英国、德国和西班牙,这3个国家占西欧消费总量的50%以上。虽然法国的基数很小,但却是发展最快的市场,其次是挪威、芬兰和爱尔兰,这几个国家的增长率都超过了20%。Zenith负责调查的董事GaryRoethenbaugh表示,促进增长的主要因素包括:强势的营销推广、广泛的市场销售、新品牌的挑战和消费者认可度的增长。

尽管红牛仍然保持了最大的优势,但是,各种其他品牌和超市的自有品牌都开拓了属于他们自己的市场空间。不管怎样,红牛产品仍然占据着60%以上的西欧市场。只有芬兰Hartwall公司的ED和嘉士伯公司的Battery能够与之抗衡。在英国,能量饮料和刺激性饮料的广告费用为1200万英镑,高于2004年的水平。其中,红牛和GSK(Lucozade)公司的投资占95%。

在很多亚洲市场,运动饮料的消费增长很快。Zenith今年早期的统计显示,2005年,中国运动饮料消费总量达到15亿L,增长了20%。而越南市场,尽管起点不高,但是增长速度很快。2005年消费总量为1050万L,增长了17%。

2006年Zenith西欧能量饮料报告还发现,2005年世界5大饮料品牌的市场占有率为71%,而排名前20的饮料所占份额达到84%。Zenith报告预测,今后5年,西欧能量饮料消费的平均年增长率为8%,到2010年,将达到5.65亿L。