

华重楼皂苷含量测定及累积规律研究

方洁, 程文亮, 周君美, 潘俊杰, 成伟, 吕群丹, 程科军* (丽水市农林科学研究院, 浙江 丽水 323000)

摘要: 目的 测定华重楼不同栽培年限、龄段、栽培模式及产地主要重楼皂苷的含量, 分析重楼皂苷在华重楼生长过程中的累积规律。方法 采用 HPLC 同时测定华重楼 5 种重楼皂苷 (I、II、VI、VII、H) 的含量。结果 华重楼总皂苷成分以重楼皂苷 VII 和 H 为主, 重楼皂苷 VI、II 和 I 为辅。不同栽培年限华重楼根部皂苷 (I、II、VII) 含量差异具有统计学意义, 6 年生以上的含量可达到中国药典 2020 年版的标准, 8 年生的含量最高; 根茎 4a 龄段和 5a 龄段的皂苷 (I、II、VII) 含量较高, 显著高于其他龄段; 不同栽培模式下皂苷 (I、II、VII) 含量范围在 0.354%~0.765%, 从高到低排列为针叶林>竹林>阔叶林>大棚; 不同产地的皂苷 (I、II、VII) 含量在 0.592%~0.741%, 庆元百坎最高, 仅福建三明的含量略低于中国药典 2020 年版的标准。结论 栽培年限、不同龄节、不同栽培模式及不同产地对华重楼皂苷的累积有明显影响, 可为华重楼的人工栽培提供参考。

关键词: 华重楼; 皂苷; 高效液相色谱法; 累积规律

中图分类号: R284.1 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2024)02-0236-06

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20233132

引用本文: 方洁, 程文亮, 周君美, 等. 华重楼皂苷含量测定及累积规律研究[J]. 中国现代应用药学, 2024, 41(2): 236-241.

Study on the Content Determination and Accumulation Law of Saponins in *Paris Polyphylla* Smith Var. *Chinensis* (Franch.) Hara

FANG Jie, CHENG Wenliang, ZHOU Junmei, PAN Junjie, CHENG Wei, LYU Qundan, CHENG Kejun* (Lishui Institute of Agriculture and Forestry Sciences, Lishui 323000, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To analyze the accumulation law of saponins during growth in *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara, determine the content of the main saponins in different cultivation years, age groups, cultivation modes and provenances. **METHODS** The content of 5 kinds saponins (I, II, VI, VII, H) was simultaneous determined by HPLC. **RESULTS** The total saponins in *P. polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara were mainly composed of saponin VII and H, supplemented by saponin VI, I and II. The content of saponins (I, II, VII) was significantly different among different cultivation years rhizome, while it reached the standard of Chinese Pharmacopoeia 2020 Edition after 6 years old, 8-year-old rhizome was the highest. The saponins (I, II, VII) content in 4a rhizome and 5a rhizome was significant higher than others, and it ranged from 0.354% to 0.765% in different cultivation modes, from high to low as follows: coniferous forest>bamboo forest>broadleaf forest>greenhouse. In different provenances, it ranged from 0.592% to 0.741%, reached the highest level in Qingyuan Baikan, and was slightly lower than the standard of Chinese Pharmacopoeia 2020 Edition in Sanming Fujian. **CONCLUSION** There are remarkable correlations among saponins accumulation amounts and cultivation years, age groups, cultivation modes and provenances, which can provide reference for the artificial cultivation of *P. polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara.

KEYWORDS: *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara; saponins; HPLC; accumulation law

华重楼 [*Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara] 是百合科 (Liliaceae) 重楼属 (*Paris* L.) 的多年生植物, 为七叶一枝花变种之一, 主要分布于浙江、江苏和福建等地。华重楼和云南重楼 [*P. polyphylla* var. *yunnanensis* (Franch.) Hand. - Mazz.] 的干燥根茎被中国药典 2020 年版收录为重楼药材^[1]。华重楼具有清热解毒、消肿止痛、凉肝定惊的功效, 早期用来治疗咽喉肿痛、蛇虫咬

伤、跌扑伤痛等症状, 现代药理研究表明其具有止血、镇静镇痛、免疫调节和抗肿瘤等作用^[2], 也是云南白药等中成药的主要原料。随着华重楼药用范围不断扩大, 野生资源遭遇掠夺式采挖, 药材供需矛盾突出, 市场缺口巨大。近年来, 华重楼的人工种植越来越多, 但因根茎生长周期长、生长速度缓慢等, 仍制约着人工种植业的发展。

华重楼主要药效成分为重楼皂苷, 中国药典

基金项目: 丽水市科技计划项目 (2021ZDYF06, 2022ZDYF14)

作者简介: 方洁, 女, 硕士, 助理研究员 E-mail: zsdjf01@163.com

*通信作者: 程科军, 男, 博士, 研究员 E-mail: chengkejun2011@

126.com

· 236 ·

Chin J Mod Appl Pharm, 2024 January, Vol.41, No.2

中国现代应用药学 2024 年 1 月第 41 卷第 2 期

2020年版中规定重楼的含量标准为重楼皂苷 I($C_{44}H_{70}O_{16}$)、重楼皂苷 II($C_{51}H_{82}O_{20}$)和重楼皂苷 VII($C_{51}H_{82}O_{21}$)的总量 $\geq 0.60\%$ 。中药材有效成分累积是渐进的过程,不同生长年份和不同生长年限根茎的皂苷单体种类及含量都是有所差别的^[3],但华重楼的相关报道较少。因此,本研究采用 HPLC 测定华重楼不同栽培年限、不同龄段、不同栽培模式和不同产地主要重楼皂苷的含量,分析重楼皂苷在华重楼生长过程中的累积规律,可为华重楼科学种植和采收提供参考。

1 仪器与试剂

1.1 样品

华重楼样品采自项目组在浙江丽水庆元(百坎、荷地)、龙泉(八都)的种植基地,基地的管理基本保持一致。另外,从福建三明、江西抚州和陕西汉中收集重楼样品。所有样品经丽水市质量检验检测研究院主任中药师李水福鉴定为华重楼。按不同栽培年限、不同龄段、不同栽培模式和不同产地分别取样,进行重楼皂苷含量测定。

1.2 仪器

Agilent 1200 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司);XS104 电子天平(上海恒刚衡器天平有限公司);DK-S24 型电热恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司);KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

1.3 试剂

重楼皂苷 I(批号:PS010979;纯度:98%)、重楼皂苷 II(批号:PS012948;纯度:98.5%)、重楼皂苷 VI(批号:PS010976;纯度:98%)、重楼皂苷 VII(批号:PS012370;纯度:98.5%)、重楼皂苷 H(批号:PS012586;纯度:98%)均购自成都普思生物技术有限公司;乙腈购于美国 Fisher 公司;水为二重蒸馏水;其余试剂均为分析纯。

2 方法

2.1 方法学考察

2.1.1 色谱条件 色谱柱为 Waters Sunfire C_{18} 分析柱(150 mm \times 4.6 mm, 5 μ m);流动相为乙腈(A)-0.1% 磷酸水溶液(B),梯度洗脱。洗脱程序为 0~8 min, 20% \rightarrow 40%A, 8~39 min, 40% \rightarrow 44%A, 39~49 min, 44% \rightarrow 47%A;流速为 1.0 mL \cdot min⁻¹;柱温为 30 $^{\circ}$ C;进样体积为 10 μ L;检测波长为 203 nm。

2.1.2 对照品溶液的制备 精密称取重楼皂苷 I、重楼皂苷 II、重楼皂苷 VI、重楼皂苷 VII、重

楼皂苷 H 对照品各适量,加甲醇溶解,并定容,分别制成浓度为 0.372, 0.296, 0.333, 0.630, 0.804 g \cdot L⁻¹ 的对照品储备液,备用;再精密量取上述对照品储备液适量,用甲醇制成浓度分别为 0.053 2, 0.147 8, 0.047 6, 0.090 1, 0.114 8 g \cdot L⁻¹ 的混合对照品溶液。

2.1.3 供试品溶液的制备 样品在 40 $^{\circ}$ C 烘箱中干燥至恒定质量,粉碎,过 100 目筛,精密称取药材粉末 0.5 g 于 10 mL 三角瓶中,加入 75% 乙醇 4 mL,于 60 $^{\circ}$ C, 53 kHz 超声处理 60 min,滤过,滤液置于 10 mL 量瓶中;向药材滤渣中加 75% 乙醇 4 mL,放置过夜,相同参数超声处理 60 min,滤过,加 75% 乙醇定容,得供试品溶液^[4]。

2.1.4 专属性考察 在“2.1.1”项色谱条件下,分别取对照品溶液和供试品溶液进行测定,得到特征峰,供试品溶液与杂质分离良好,无干扰,见图 1。

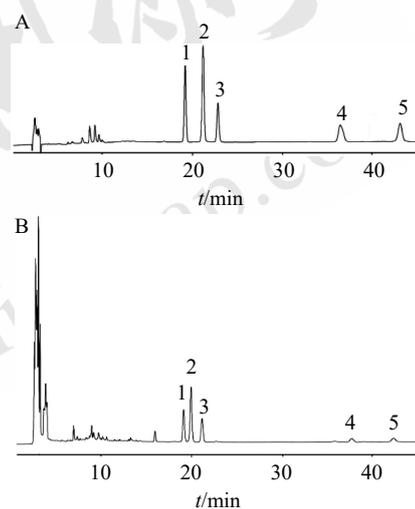


图 1 混合对照品(A)和典型样品(B)的 HPLC 色谱图
1-重楼皂苷 VII; 2-重楼皂苷 H; 3-重楼皂苷 VI; 4-重楼皂苷 II; 5-重楼皂苷 I。

Fig. 1 HPLC chromatogram of reference substances(A) and typical samples(B)

1-saponin VII; 2-saponin H; 3-saponin VI; 4-saponin II; 5-saponin I.

2.1.5 线性关系考察 将对照品溶液在“2.1.1”项色谱条件下,分别进样 1, 5, 10, 15, 20, 25 μ L, 分别测定重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 对照品峰面积。以对照品进样量对峰面积进行线性回归,绘制标准曲线,得到回归方程。同时以信噪比 3 和 10 为标准考察检测限(limit of detection, LOD)和定量限(limit of quantification, LOQ),结果见表 1。

表 1 5 种皂苷对照品标准曲线、LOD与 LOQ

Tab. 1 Calibration curves, LOD and LOQ of five saponin reference substances

化合物	标准曲线	r	线性范围/ μg	LOD/ng	LOQ/ng
重楼皂苷VII	$y = 276.58x - 3.89$	0.9990	0.090~2.251	26.2	40.6
重楼皂苷H	$y = 359.93x + 4.83$	0.9999	0.115~2.870	52.9	143.1
重楼皂苷VI	$y = 310.25x + 1.72$	1.0000	0.047~1.190	36.5	60.8
重楼皂苷II	$y = 265.69x + 0.60$	1.0000	0.148~3.694	46.5	83.4
重楼皂苷I	$y = 314.66x - 2.44$	0.9998	0.053~1.330	36.8	98.9

2.1.6 仪器精密度试验 将对照品溶液按“2.1.1”项下色谱条件，每次进样 10 μL ，重复进样 6 次，测得重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 的峰面积 RSD 值分别为 0.20%，0.23%，0.43%，0.31%，0.65% ($n=6$)，表明仪器密度良好。

2.1.7 重复性试验 精密称取同一批样品 6 份，按“2.1.3”项方法分别制备 6 份供试品溶液，按“2.1.1”项下色谱条件，每次进样 10 μL ，分别对 6 份供试品溶液中重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 进行含量测定，测得 RSD 分别为 0.29%，0.35%，0.49%，0.81%，0.83%，表明方法的重复性良好。

2.1.8 稳定性试验 取供试品溶液 1 份，按“2.1.1”项下色谱条件，每次进样 10 μL ，分别在 0，4，8，12，16，20，24 h 进样，对供试品溶液中重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 进行测定，测得 RSD 分别为 1.36%，0.90%，1.34%，0.59%，1.06%，结果表明供试品溶液在 24 h 内稳定性较好。

2.1.9 加样回收率试验 精密称取同一批样品 6 份，每份约 0.25 g，分别精密加入重楼皂苷 VII 0.9683 mg、重楼皂苷 H 0.5646 mg、重楼皂苷 VI 0.0322 mg、重楼皂苷 II 0.0620 mg、重楼皂苷 I 0.399 8 mg，按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，测得重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 平均加样回收率分别为 99.5%，100.7%，99.9%，99.6%，100.7%，RSD 分别为 1.60%，0.92%，1.13%，1.03%，1.55%。

2.2 样品测定

2.2.1 不同栽培年限华重楼根茎皂苷含量的比较分析 在同一栽培区块分别随机取 4 年生、6 年生、8 年生的华重楼各 12 个单株，采集后统一清洗，按“2.1.3”项下方法分别制备供试品溶液，按“2.1.1”项下色谱条件测定各样品中重楼皂苷 VII、H、VI、II、I 的含量，设 3 次重复。

2.2.2 华重楼根茎 1~5a 龄段中皂苷含量的差异性分析 在同一栽培区块随机选取 8 年生的 21 个华重楼单株，采集后统一清洗，分别按根茎 1 年生、2 年生、3 年生、4 年生和 5 年生部分切下，根茎的 1 年生、2 年生等各组织区分用根茎 1~5a 龄段表示，见图 2。相同部位混样后进行皂苷含量测定，设 3 次重复。



图 2 华重楼根茎 1~5a 龄段

Fig. 2 1-5a rhizome of *P. polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara

2.2.3 不同栽培模式下华重楼根茎皂苷含量的比较分析 分别取不同栽培模式下相同年份各 12 个华重楼单株，采集后统一清洗，随机混样干燥后进行皂苷含量测定，设 3 次重复。

2.2.4 不同产地华重楼根茎皂苷含量的比较分析 分别取不同产地相同年份华重楼 12 个单株，采集后统一清洗，随机混样干燥后进行皂苷含量测定，设 3 次重复。

2.2.5 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计软件对不同组间重楼皂苷 (VII、H、VI、II、I) 含量进行单因素方差分析，运用 Microsoft Office Excel 2010 软件对数据进行分析 and 图表制作。

3 结果

华重楼根茎中重楼皂苷 VII、H、VI、II、I、中国药典 2020 年版规定的 3 种重楼皂苷 (VII、II、I) 及 5 种皂苷 (VII、H、VI、II、I) 的含量见表 2~5。华重楼总皂苷成分以重楼皂苷 VII 和 H 为主，重楼皂苷 VI、II 和 I 为辅。

3.1 不同栽培年限华重楼根茎皂苷含量的比较分析

4 年生、6 年生和 8 年生的华重楼中，随着栽培年限的增加，根茎中重楼皂苷 (VII、II、I) 的含量逐年增加，其中 4 年生的含量为 0.509%，略低

表 2 不同栽培年限根茎中重楼皂苷的含量

Tab. 2 Contents of saponins in the samples collected in different cultivation years %

不同年份	皂苷VII	皂苷H	皂苷VI	皂苷II	皂苷I	皂苷VII+II+I	5种皂苷
4年生	0.496±0.005 ^a	0.119±0.004 ^a	0.000±0.000 ^a	0.013±0.001 ^b	0.000±0.000 ^a	0.509±0.006 ^a	0.627±0.007 ^a
6年生	0.577±0.004 ^b	0.241±0.002 ^c	0.017±0.001 ^b	0.008±0.000 ^a	0.031±0.001 ^b	0.617±0.005 ^b	0.875±0.005 ^c
8年生	0.614±0.008 ^c	0.165±0.001 ^b	0.018±0.000 ^c	0.009±0.000 ^a	0.032±0.001 ^b	0.654±0.008 ^c	0.837±0.008 ^b

注：不同字母表示差异具有统计学意义($P<0.05$)。

Note: Different letters indicated statistically significant differences($P<0.05$).

表 3 华重楼不同龄段中重楼皂苷的含量

Tab. 3 Contents of saponins in the samples collected in different age groups %

部位	皂苷VII	皂苷H	皂苷VI	皂苷II	皂苷I	皂苷VII+II+I	5种皂苷
1a龄段	0.330±0.005 ^b	0.424±0.006 ^c	0.017±0.002 ^a	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.330±0.005 ^b	0.771±0.013 ^b
2a龄段	0.519±0.008 ^c	0.292±0.012 ^a	0.021±0.008 ^a	0.037±0.000 ^b	0.000±0.000 ^a	0.556±0.009 ^c	0.869±0.013 ^c
3a龄段	0.292±0.006 ^a	0.386±0.022 ^b	0.021±0.001 ^a	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.292±0.006 ^a	0.700±0.027 ^a
4a龄段	0.663±0.006 ^d	0.459±0.009 ^d	0.012±0.000 ^a	0.038±0.001 ^b	0.213±0.001 ^c	0.914±0.007 ^d	1.384±0.015 ^c
5a龄段	0.648±0.035 ^d	0.397±0.025 ^{b,c}	0.020±0.006 ^a	0.041±0.000 ^c	0.196±0.003 ^b	0.885±0.035 ^d	1.302±0.024 ^d

注：不同字母表示差异具有统计学意义($P<0.05$)。

Note: Different letters indicated statistically significant differences($P<0.05$).

表 4 不同栽培模式下华重楼根茎中重楼皂苷的含量

Tab. 4 Contents of saponins in the samples collected in different cultivation modes %

不同栽培模式	皂苷VII	皂苷H	皂苷VI	皂苷II	皂苷I	皂苷VII+II+I	5种皂苷
大棚	0.354±0.002 ^a	0.227±0.001 ^b	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.354±0.002 ^a	0.581±0.004 ^a
针叶林	0.717±0.009 ^d	0.177±0.003 ^a	0.000±0.000 ^a	0.009±0.000 ^b	0.039±0.001 ^c	0.765±0.009 ^d	0.942±0.012 ^c
阔叶林	0.376±0.001 ^b	0.438±0.007 ^c	0.000±0.000 ^a	0.009±0.000 ^b	0.034±0.000 ^b	0.419±0.001 ^b	0.857±0.005 ^b
竹林	0.615±0.009 ^c	0.544±0.017 ^d	0.058±0.004 ^b	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.615±0.009 ^c	1.217±0.023 ^d

注：不同字母表示差异具有统计学意义($P<0.05$)。

Note: Different letters indicated statistically significant differences($P<0.05$).

表 5 不同产地华重楼根茎中重楼皂苷的含量

Tab. 5 Contents of saponins in the samples collected in different provenances %

不同产地	皂苷VII	皂苷H	皂苷VI	皂苷II	皂苷I	皂苷VII+II+I	5种皂苷
福建三明	0.524±0.000 ^a	0.526±0.013 ^d	0.026±0.002 ^c	0.020±0.000 ^d	0.048±0.002 ^c	0.592±0.002 ^a	1.144±0.016 ^c
江西抚州	0.589±0.011 ^b	0.470±0.017 ^c	0.022±0.004 ^{b,c}	0.028±0.000 ^e	0.098±0.001 ^d	0.715±0.011 ^d	1.206±0.021 ^d
陕西汉中	0.609±0.004 ^c	0.574±0.008 ^c	0.024±0.000 ^{b,c}	0.009±0.001 ^b	0.048±0.001 ^c	0.667±0.003 ^c	1.264±0.005 ^d
浙江庆元(荷地)	0.717±0.009 ^c	0.177±0.003 ^a	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.717±0.009 ^d	0.894±0.012 ^a
浙江庆元(百坎)	0.693±0.005 ^d	0.289±0.002 ^b	0.020±0.001 ^b	0.010±0.000 ^c	0.038±0.001 ^b	0.741±0.006 ^c	1.050±0.006 ^b
浙江龙泉(八都)	0.615±0.009 ^c	0.544±0.017 ^d	0.058±0.004 ^d	0.000±0.000 ^a	0.000±0.000 ^a	0.615±0.009 ^b	1.217±0.023 ^d

注：不同字母表示差异具有统计学意义($P<0.05$)。

Note: Different letters indicated statistically significant differences($P<0.05$).

于中国药典 2020 年版规定的 0.60% 的标准，8 年生的含量最高；5 种皂苷 (VII、H、VI、II、I) 的含量是先增加后降低，6 年生的含量最高，结果见表 2。方差和单因素变量分析结果表明，不同栽培年限的华重楼根茎两两之间的重楼皂苷 (VII、II、I) 和 5 种皂苷含量差异具有统计学意义。

3.2 华重楼根茎 1~5a 龄段中皂苷含量的比较分析

华重楼根茎 1~5a 龄段中各重楼皂苷的含量见表 3。重楼皂苷 (VII、II、I) 含量的范围在 0.292%~0.914%，其中根茎 4a 龄段和根茎 5a 龄段含量较高，大于中国药典 2020 年版规定的 0.60% 的质量

控制标准, 根茎 1a 和根茎 3a 龄段含量较低, 根茎 4a 龄段和根茎 5a 龄段之间差异不具有统计学意义, 其他根茎龄段两两之间的含量差异具有统计学意义。5 种皂苷 (VII、H、VI、II、I) 含量在 0.700%~1.384%, 其中根茎 4a 龄段和根茎 5a 龄段含量较高, 根茎 1a 和根茎 3a 龄段含量较低, 不同根茎龄段两两之间的含量差异具有统计学意义。

3.3 不同栽培模式下华重楼根茎皂苷含量的比较分析

不同栽培模式下华重楼根茎的重楼皂苷含量结果见表 4。重楼皂苷 (VII、II、I) 的含量在 0.354%~0.765%, 两两之间含量差异具有统计学意义, 从高到低排列为针叶林>竹林>阔叶林>大棚, 其中大棚和阔叶林的含量未达到中国药典的标准。5 种皂苷 (VII、H、VI、II、I) 的含量在 0.581%~1.217%, 两两之间的含量差异具有统计学意义。

3.4 不同产地华重楼根茎皂苷含量的比较分析

不同产地华重楼根茎中重楼皂苷的含量见表 5。重楼皂苷 (VII、II、I) 的含量在 0.592%~0.741%, 其中庆元百坎的含量最高, 福建三明的含量最低, 略低于中国药典 2020 年版的标准, 江西抚州和浙江庆元 (荷地) 的含量差异不具有统计学意义, 其他产地两两之间差异均具有统计学意义。5 种皂苷 (VII、H、VI、II、I) 的含量范围在 0.894%~1.264%, 其中浙江庆元 (荷地) 的含量最低, 陕西汉中的最高, 江西抚州、陕西汉中和浙江龙泉 (八都) 的含量差异不具有统计学意义, 其他产地两两之间差异均具有统计学意义。不同产地华重楼主要成分存在一定的差异, 但总体品质较好。

4 讨论

生长年限是影响华重楼药材质量的关键因素, 种植年限不同往往会直接影响药材的有效成分含量。尹显梅等^[5]研究发现, 华重楼 5 种皂苷含量随着生长年限呈“V”字型, 2 年和 8 年时含量最高。任江剑等^[6]研究发现, 随着栽培时间的增加, 重楼皂苷含量呈先升后降的趋势, 5 年生时总含量最大, 5 年之后趋于平缓甚至略有下降。本研究发现, 6 年生及以上华重楼根茎的重楼皂苷 (VII、II、I) 才能达到中国药典 2020 年版规定, 8 年生的含量更高, 表示生长年限的增长有助于有

效成分的累积。并且在生产过程中发现, 随着生长时间的增长, 华重楼根茎的根部会发生腐烂, 影响产量, 因此, 建议最佳采收期为 6~8 年。

本研究测定了华重楼根茎 1~5a 龄段中重楼皂苷含量, 研究显示, 根茎 4a 龄段和 5a 龄段的重楼皂苷 (VII、II、I) 含量较高, 高于中国药典 2020 年版的标准。根据冯丽丽等^[7]提出的重楼皂苷主要在植物的叶绿体中合成并向下运输后储存在根茎中的结论, 推测重楼皂苷合成并运输到根茎后, 逐渐从低龄段转移到高龄段。因此, 建议采收时, 可采收高龄段根茎作为商品药材, 前端根茎作为种苗。但本研究结果与其他文献^[3]的结果不同, 后续可进一步开展重楼皂苷合成代谢通路研究, 通过分子生物学手段进行验证。

不同栽培模式下重楼皂苷含量的结果表明, 大棚和阔叶林的重楼皂苷含量较低, 低于中国药典的标准, 针叶林含量最高。推测可能是大田的肥力较好, 根茎长势过快, 导致次生代谢产物重楼皂苷的含量偏低。而阔叶林下荫蔽度过高, 影响华重楼生长。王鹏程等^[8]研究发现, 野生华重楼种植过程中, 林下华重楼长势最好, 荫棚下次之, 全光照下最差。丽水为典型的山区市, 具有“九山半水半分田”的地貌特征, 山地资源优势突出。结合丽水的地形和华重楼的生物学特性, 可以选择合适荫蔽度的林地种植华重楼, 从而达到仿生态种植效果, 不仅有利于提高根茎有效成分, 而且能促进森林资源的可持续发展和华重楼的产业发展。

本研究对 6 批不同产地华重楼根茎中重楼皂苷含量的测定结果表明, 除了福建三明, 其余产地均达到了中国药典 2020 年版规定的 0.60% 的质量控制标准。周爱存等^[9]测定了浙江不同采集地华重楼的重楼皂苷, 发现不同样品间重楼皂苷的含量存在显著差异, 且有一半样品的重楼皂苷含量达不到中国药典 2020 年版规定的标准。本实验中 6 个华重楼样品中, 只有 1 个不合格, 且达到 0.592%, 推测是因为采集的华重楼年份高, 质量较好。

随着临床需求不断增大和长期掠夺式采挖, 目前很多中药材, 尤其是以根及根茎部位入药的多年生药用植物, 面临野生资源匮乏的问题。人工栽培是缓解野生资源压力的有效途径, 栽培过

程中遵循科学的种植方法、保证药材质量尤为重要。本研究采用 HPLC 对不同栽培年限、不同龄段、不同栽培模式和不同产地的华重楼药材质量进行评价, 提出药材种植和采收的合理建议, 从而保证华重楼药材质量, 为中医临床安全有效用药提供保障。

REFERENCES

- [1] 中国药典. 一部[S]. 2020: 271-272.
- [2] MAN S L, WANG Y L, LI Y Y, et al. Phytochemistry, pharmacology, toxicology, and structure-cytotoxicity relationship of *Paris Rhizome Saponin*[J]. *Chin Herb Med*, 2013, 5(1): 33-46.
- [3] XU Y Y, LI K, JIAO R, et al. study on the content determination and accumulation law of saponins in *Paris polyphylla* var. *yunnanensis*[J]. *J Southwest Forest Univ(西南林业大学学报: 自然科学)*, 2023, 43(3): 169-174.
- [4] JIN L, WU Y Y, DAI X W, et al. Determination of multi-marker components and HPLC fingerprint for quality evaluation of multiple stems *Paris polyphylla* var. *yunnanensis*[J]. *Chin Tradit Herb Drugs(中草药)*, 2019, 50(13): 3178-3186.
- [5] YIN X M, ZHANG K Y, JIANG G H, et al. Effect of dynamic distribution of steroid saponins from *Paris polyphylla* var. *chinensis* on medical material quality[J]. *Chin Tradit Herb Drugs(中草药)*, 2017, 48(6): 1199-1204.
- [6] REN J J, SUN J, SHEN X X, et al. Analysis on yield and quality of *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis*(Franch.) Hara from Zhejiang province with different growth years and germplasms[J]. *Bull Sci Technol(科技通报)*, 2020, 36(10): 10-14.
- [7] FENG L L, ZHANG L, LI H F, et al. Quality evaluation of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* and accumulation law analysis of its steroidal saponins[J]. *Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志)*, 2015, 21(13): 41-45.
- [8] WANG P C, YANG Z R, PEI F, et al. Domestication cultivation technique of wild *Paris polyphylla* var. *chinensis*[J]. *Guizhou Agricult Sci(贵州农业科学)*, 2018, 46(1): 90-93.
- [9] ZHOU A C, YAN D L, HUANG Y, et al. Chemical evaluation of germplasm resources of *Paris polyphylla* Smith var. *chinensis* (Franch.) Hara in Zhejiang province[J]. *Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学)*, 2015, 32 (9): 1065-1069.

收稿日期: 2023-10-26
(本文责编: 沈倩)



青年编委: 程科军

程科军, 复旦大学药学学士、药物化学博士, 美国埃默里大学博士后, 研究员。现任丽水市农林科学研究院中药材所所长、国家级博士后科研工作站负责人。国家首届重大农业人才计划入选者, 浙江省有突出贡献中青年专家。主要从事道地中药资源评价与功效成分高效利用研究, 主持国家自然科学基金、浙江省“尖兵”“领雁”研发攻关计划、浙江省农业新品种选育重大专项、农业农村部优势特色产业集群项目等各类项目 12 项, 在 *Trends in Food Science & Technology*、*Chemical Engineering Journal*、*The Plant Journal*、*Food Chemistry*、*Food Research International*、*Journal of Agricultural and Food Chemistry*、*Phytomedicine* 等期刊发表论文 80 余篇, 授权发明专利 10 项, 主编专著 4 部。以第一完成人获浙江省科技进步奖三等奖 2 项 (2017, 2020) 以及中国民族医药协会科学技术奖一等奖、中国商业联合会科学技术奖一等奖等国家级社会力量奖 4 项。获全国“杰出青年农业科学家”、全国青年岗位能手、浙江省五一劳动奖章、浙江省农业科技先进工作者、浙江省优秀科技特派员等荣誉。