

华重楼皂苷类化学成分与生态因子的相关性

陈铁柱^{1*}, 文飞燕¹, 张涛¹, 薛丹², 夏燕莉¹, 杨玉霞¹, 张浩²

(1. 四川省中医药科学院, 成都 610041; 2. 四川大学华西药学院, 成都 610041)

[摘要] 目的:明确华重楼皂苷类成分与生态因子的相关性。方法:利用 HPLC 测定了不同华重楼样品中重楼皂苷的含量;利用数字高程模型和 ArcGIS 软件提取生态因子数据(年平均气温,海拔,相对湿度,年日照时数,年降水量,7月最高气温,7月平均气温,1月最低气温和1月平均气温);应用主成分分析方法确定了偏诺皂苷-3-O-β-D-glu(1→3)[α-L-rha(1→2)]-β-D-glu(PGGR),重楼皂苷Ⅶ, H, I 和 V 是华重楼的主要有效成分;采用回归分析法分析了这些生态因子与重楼药材皂苷类化学成分之间的相关性和变量投影重要性,应用 SPSS 22.0 偏最小二乘回归方法建立了回归方程。结果:青川、洪雅、巴中的重楼皂苷 I, II, VI, VII 的总量达到了 2015 年版《中国药典》重楼项下 0.6% 的最低限量标准,认为这几个产地华重楼品质较优;生态因子中日照时数,7月最高气温,7月平均温度与重楼皂苷Ⅶ和 PGGR 呈负相关关系,1月最低气温和1月平均气温与重楼皂苷Ⅶ和 PGGR 呈正相关关系。日照时数,7月最高气温,7月平均气温与重楼皂苷 H, I 和 V 呈正相关关系,海拔高度,相对湿度,年均降水量,1月平均气温与重楼皂苷 H, I 和 V 呈负相关关系。结论:明确了华重楼化学成分与气象因子之间的相关性,为培育质优、高产的华重楼提供理论基础,同时为华重楼的规范化生产提供理论支持。

[关键词] 华重楼;皂苷类成分;生态因子;偏最小二乘回归;变量投影重要性指标

[中图分类号] R284.1; R931.2; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)09-0046-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20180809

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180123.1531.014.html>

[网络出版时间] 2018-01-25 18:31

Correlation Between Saponins and Ecological Factors of *Paris polyphylla* var. *chinensis*

CHEN Tie-zhu^{1*}, WEN Fei-yan¹, ZHANG Tao¹, XUE Dan^{2*}, XIA Yan-li¹, YANG Yu-xia¹, ZHANG Hao²

(1. Sichuan Academy of Traditional Chinese Medicine Sciences, Chengdu 610041, China;

2. West China School of Pharmacy Sichuan University, Chengdu 610041, China)

[Abstract] **Objective:** To study on the relationship between saponins and ecological factors of different habitats of *Paris polyphylla* var. *chinensis*. **Method:** The saponins ingredient of *P. polyphylla* var. *chinensis* from different samples were measured by HPLC. Nine ecological factors including temperature, altitude, moisture and light in different provinces were obtained from the ecological suitability database of the Digital Elevation Model and ArcGIS software packages. The regression equation of the ecological factors and PGGR, polyphyllin VII, H, I and V contents were established by SPSS 22.0 software using principal component and partial least squares regression method. **Result:** The total amount of VII, VI, II and I reached the minimum standard of 0.6% in the 2015 edition of *Chinese Pharmacopoeia*, the general quality of the herbs are higher growing in the Qingchuan, Hongya, Bazhong in Sichuan province. Ecological factors, such as annual sunshine time, maximum air temperature in July, average air temperature in July were a negative correlation with polyphyllin VII and PGGR, the minimum air temperature in January and average air temperature in January showed a positive correlation with the two saponins

[收稿日期] 20170914(024)

[基金项目] 中央本级重大增减支项目(2060302);四川省科技创新创业苗子工程项目(2017RZ0051);四川省应用基础研究项目(2016JY0081);四川省科技扶贫产业发展类专项(2016NFP0073);四川省公益性科研院所基本科研业务专项(2016YSKY0084);四川省中医药管理局科技专项(2010-46)

[通信作者] *陈铁柱,博士,副研究员,从事中药品种、栽培、品种及质量研究, E-mail:945734@qq.com

ingredients. Annual sunshine time and maximum air temperature in July and average air temperature in July were a positive correlation with polyphyllin H, I and V; elevation, relative humidity, annual precipitation, average air temperature in January showed a negative correlation with the three saponins ingredients. **Conclusion:** The results provided theoretical support for good quality cultivation of *P. polyphylla* var. *chinensis*.

[Key words] *Paris polyphylla* var. *chinensis*; saponins; ecological factors; partial least squares regression; variable importance in projection

华重楼,又名七叶一枝花,与云南重楼同为 2015 年版《中国药典》收录的重楼药材的基原植物,以干燥根茎入药,具有清热解毒、消肿止痛、凉肝定惊的功效^[1]。重楼药材中含有多种甾体皂苷类成分,薯蓣皂苷和偏诺皂苷是其中的两大主要成分及活性成分^[2]。

药材质量受到生态因子的影响,多变的生态因子和复杂的地形地貌导致药材质量差异较大^[3]。中药材有效成分的次生代谢产物是由遗传、环境因素等因子决定的。研究表明,苦参叶中的生物碱含量受生态因子的影响,其中相对湿度和年均温对其影响最大^[4];桃儿七中鬼臼毒素、总木脂素含量受到纬度、年均降雨量和年均温的影响^[5];甘草中的甘草酸、甘草苷和异甘草苷的含量受到温度的影响^[6];羌活化学成分累积受到海拔和年降水量等生态因子的影响,在一定范围内,海拔越高,年降水量越大,越能促进羌活醇的积累,而不利于异欧前胡素含量富集^[7]。何忠俊等^[8]曾对滇重楼根茎皂苷含量与生态因子的关系进行了研究,研究发现经度和纬度是影响滇重楼根茎总皂苷含量的主导生态因子,总皂苷含量与经纬度呈显著负相关。

然而目前,关于华重楼中皂苷类化学成分含量是否受到生态因子的影响,尚未清楚。因此,笔者以 2015 年版《中国药典》收录的法定品种华重楼为例进行研究,分析其皂苷类成分与生态因子的相关性,探讨影响华重楼皂苷类成分合成富集的主导生态因子,以为华重楼人工种植技术的规范化和科学管理提供参考依据。

1 材料

通过查询相关文献记载、中国自然标本馆、中国数字植物标本馆以及其他国内知名数字标本馆,确定华重楼生长的产地,根据产区地理位置确定调查路线,形成以四川成都平原、云南盐津、重庆南川、广西金秀、湖北恩施、湖南宣恩等点为中心辐射周边的网状调查路线。共采集不同产地的华重楼药材样品 21 个,实地采样并记录样地的海拔及经纬度,因所采集样品均为野生移栽,于花期采集根茎在 5 年以

上的华重楼样品,采挖时确保挖出全部地下根茎,所有华重楼药材均由四川大学华西药学院生药学教研室张浩教授鉴定为百合科植物七叶一枝花 *Paris polyphylla* var. *chinensis* 多年生草本植物。采集信息见表 1。

表 1 华重楼采集点信息

Table 1 Acquisition point information of *Paris polyphylla* var. *chinensis*

No.	产地	经度	纬度	No.	产地	经度	纬度
1	四川什邡	104.058	31.246	12	四川洪雅	103.036	29.666
2	四川邛崃	103.258	30.402	13	四川巴中	106.770	31.850
3	四川大邑	103.257	30.559	14	四川通江	107.210	31.920
4	四川北川	104.153	32.107	15	重庆南川	107.174	29.109
5	四川安县	104.570	31.530	16	云南盐津	104.164	28.243
6	四川彭州	103.930	30.980	17	湖北宣恩	109.570	29.696
7	四川崇州	103.670	30.630	18	湖北恩施	109.750	30.175
8	四川青川	105.210	32.580	19	湖南怀化	110.560	27.126
9	四川天全	102.750	30.070	20	广西金秀	110.321	24.033
10	四川庐山	102.920	30.150	21	广西乐业	106.550	24.780
11	四川宝兴	102.814	30.370				

2 方法与结果

2.1 重楼皂苷有效成分测定^[9] 重楼皂苷 VII, 偏诺皂苷-3-O-β-D-glu(1→3)[α-L-rha(1→2)]-β-D-glu(PGGR), 重楼皂苷 H, 重楼皂苷 VI, 重楼皂苷 II, 重楼皂苷 I, 纤细薯蓣苷, 重楼皂苷 V, 采用 HPLC 法测定。色谱条件的确立、对照品溶液制备、供试品溶液的制备、线性关系考察、精密密度试验、重复性试验、稳定性试验、加样回收试验、样品测定方法同文献中记载的方法一致。

2.2 气象数据获取 应用数字高程模型和 ArcGIS 软件包获取华重楼 21 个产地的生态因子数据。包括年均温 X_1 , 海拔高度 X_2 , 相对湿度 X_3 , 年日照时数 X_4 , 年均降水量 X_5 , 7 月最高气温 X_6 , 7 月均温 X_7 , 1 月最低气温 X_8 和 1 月均温 X_9 。

2.3 生态因子权重的确定 应用 SPSS 22.0 软件

进行数据分析,其中应用主成分分析方法分析不同产地华重楼有效成分含量的主成分;应用相关分析和偏最小二乘回归方法,建立重楼皂苷类化学成分

与生态因子的线性回归方程,通过回归方程计算的变量投影重要性指标(VIP)值,归一化处理后的得到的VIP值作为各生态因子的权重系数。见表2。

表 2 华重楼产地生态因子数据

Table 2 Climatic factors of *Paris polyphylla* var. *chinensis* from different habitats

No.	年均温 /℃	海拔 /m	相对湿度 /%	日照时数 /h	年均降水量 /mm	7月最高温 /℃	7月均温 /℃	1月最低温 /℃	1月均温 /℃
1	16.4	657	81.0	1 247.0	948.0	29.5	25.7	2.2	5.8
2	17.0	568	83.0	1 107.9	1 374.0	30.2	26.2	3.5	6.7
3	16.9	902	83.0	1 076.5	1 299.0	30.2	26.1	3.2	5.5
4	14.3	1 015	79.0	935.6	917.0	27.9	21.6	-0.4	4.0
5	16.7	516	82.0	1 059.0	928.0	30.0	26.2	2.1	5.8
6	15.7	1 020	82.0	1 180.0	1 009.0	29.4	26.2	2.1	7.5
7	15.9	600	84.0	1 161.0	1 179.0	29.9	25.0	2.9	5.4
8	15.6	904	80.0	1 292.0	785.0	30.4	25.5	0.2	4.7
9	16.3	1 025	70.0	860.0	1 271.0	29.4	21.7	2.8	5.0
10	16.7	771	85.0	949.0	1 533.0	30.0	25.8	3.5	6.8
11	13.7	1 200	80.0	789.4	1 109.0	26.5	22.6	0.0	4.5
12	17.2	1 092	82.0	1 006.1	1 680.0	30.4	25.5	4.1	6.0
13	17.0	413	80.0	1 462.0	1 143.0	31.6	27.0	2.1	5.6
14	16.3	493	83.0	2 405.2	1 090.0	31.4	26.9	1.5	5.0
15	16.6	2 081	81.0	1 080.0	1 103.0	32.1	27.4	3.6	6.3
16	16.2	900	81.0	952.0	970.0	29.9	25.0	2.6	6.3
17	15.8	619	81.0	1 136.2	1 447.0	30.9	26.4	1.5	4.6
18	16.9	1 570	82.0	1 300.0	1 397.0	32.1	27.6	2.6	5.6
19	17.1	842	81.0	1 200.0	1 315.0	32.4	28.0	1.9	5.3
20	16.4	955	83.0	1 169.0	1 573.0	27.8	28.5	2.9	5.2
21	16.3	1 026	83.0	1 386.0	1 275.0	29.0	25.0	4.7	8.9

3 结果和分析

3.1 华重楼药材样品中皂苷类化学成分含量 青川、洪雅、巴中的重楼皂苷 I, II, VI, VII 的总量达到了 2015 年版《中国药典》重楼项下重楼皂苷 I, II, VI, VII 的总量最低 0.6% 的限量标准,见表 3。其中重楼皂苷 VII,重楼皂苷 H,重楼皂苷 VI,重楼皂苷 II 含量分别以洪雅、崇州、巴中、通江的含量最高;PGGR,纤细薯蓣皂苷含量以盐津最高;重楼皂苷 I 和重楼皂苷 V 以青川最高。除天全外,其他产地华重楼样品均检测出重楼皂苷 VII;除安县、天全、乐业外,其他样品均检测出重楼皂苷 H;除了天全、庐山和乐业的样品外的其他样品均检测出重楼皂苷 V。

3.2 不同产地华重楼有效成分含量的主成分分析 对华重楼的 8 个皂苷类化学成分进行了主成分分析,成分 1,成分 2,成分 3 的特征根的累计贡献率在 82.88%,可以提取出 3 个主成分来表征华重楼的质

量,见表 4。第一主成分中重楼皂苷 I 和重楼皂苷 V 贡献最大;第二主成分中 PGGR 的贡献最大;第二主成分中重楼皂苷 VII 和重楼皂苷 H 的贡献最大。因此认为重楼皂苷 VII,PGGR,重楼皂苷 H、重楼皂苷 I 和重楼皂苷 V 是华重楼的主要有效成分。

3.3 华重楼皂苷类化学成分与生态因子的相关性分析

3.3.1 生态因子间相关性检验 对 21 个华重楼产地的生态因子进行相关检验,其 Person 相关系数见表 5。年均温与年均降水量,7 月最高气温,7 月均温等多个生态因子在 0.01,0.05 水平上呈极显著相关、显著相关;年均降水量与 1 月最低气温之间,7 月最高气温与 7 月均温之间,1 月最低气温与 1 月均温之间,均呈现极显著相关。因此,可见华重楼产地生态因子间存在共线性。

3.3.2 偏最小二乘回归模型的建立 偏最小二乘回归模型可以有效解决多元共线性对回归模型的干

表 3 华重楼样品中各种重楼皂苷的含量

Table 3 Content of saponins in *Paris polyphylla* var. *chinensis* from different habitats

No.	重楼皂苷 VII	PGGR	重楼皂苷 H	重楼皂苷 VI	重楼皂苷 II	纤细薯蓣皂苷	重楼皂苷 I	重楼皂苷 V	I + II + VI + VII
1	0.049	-	0.065	-	-	-	-	0.005	0.049
2	0.311	0.210	0.539	-	-	0.002	-	0.004	0.311
3	0.159	0.058	0.298	-	0.028	0.016	0.082	0.008	0.269
4	0.174	0.009	0.069	-	-	0.005	-	0.014	0.174
5	0.019	-	-	-	-	0.001	-	0.014	0.019
6	0.397	0.518	0.313	-	0.001	0.074	-	0.004	0.398
7	0.213	0.493	0.801	0.042	-	0.039	-	0.001	0.255
8	0.044	0.027	0.148	0.004	0.089	0.167	0.885	0.735	1.022
9	-	0.031	-	0.016	-	-	-	-	0.016
10	0.033	0.031	0.095	-	-	0.076	-	-	0.033
11	0.103	-	0.028	-	-	0.016	-	0.010	0.103
12	0.752	0.118	0.259	0.001	0.041	0.005	0.021	0.020	0.814
13	0.072	0.092	0.108	0.193	0.078	0.192	0.676	1.407	1.019
14	0.040	-	0.062	0.003	0.109	0.066	0.390	0.547	0.542
15	0.032	0.005	0.035	-	0.071	0.046	0.409	0.469	0.511
16	0.194	3.256	0.162	0.011	0.006	0.532	-	0.018	0.212
17	0.007	-	0.037	-	-	-	-	0.006	0.007
18	0.033	-	0.032	-	0.019	-	-	0.002	0.051
19	0.117	-	0.053	-	0.002	0.003	-	0.006	0.119
20	0.051	1.061	0.177	-	-	0.149	-	0.006	0.051
21	0.134	-	-	-	-	0.080	-	-	0.134

注：“-”表示没有在最低检测限下检出。

表 4 不同产地华重楼有效成分含量主成分分析特征根、累计方差贡献率及特征向量

Table 4 Characteristic values, accumulated variance contribution rate, and feature vector of principal component analysis of *Paris polyphylla* var. *chinensis* from different habitats

主成分	特征根	方差贡献率 /%	累计贡献率 /%	特征向量							
				重楼皂苷 VII	PGGR	重楼皂苷 H	重楼皂苷 VI	重楼皂苷 II	纤细薯蓣皂苷	重楼皂苷 I	重楼皂苷 V
成分 1	3.29	41.15	41.16	-0.15	-0.06	-0.10	0.38	0.47	0.17	0.52	0.54
成分 2	1.97	24.56	65.72	0.22	0.68	0.27	0.12	-0.07	0.59	-0.04	0.00
成分 3	1.37	17.16	82.88	0.63	-0.22	0.65	0.18	0.12	-0.28	0.06	0.08

表 5 华重楼生态因子间的 Person 相关系数

Table 5 Person correlation coefficient between ecological factors of *Paris polyphylla* var. *chinensis*

生态因子	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
X_1	1.000								
X_2	-0.141	1.000							
X_3	0.251	-0.198	1.000						
X_4	0.131	-0.229	0.125	1.000					
X_5	0.435 ¹⁾	0.094	0.281	-0.145	1.000				
X_6	0.677 ²⁾	0.058	0.040	0.392	0.081	1.000			
X_7	0.662 ²⁾	0.004	0.316	0.407	0.296	0.655 ²⁾	1.000		
X_8	0.763 ²⁾	0.032	0.350	-0.135	0.554 ²⁾	0.256	0.299	1.000	
X_9	0.491 ¹⁾	-0.091	0.416 ¹⁾	-0.079	0.174	0.099	0.145	0.790 ²⁾	1.000

注：²⁾ $P < 0.01$, 极显著相关；¹⁾ $P < 0.05$, 显著相关。

扰^[10]。故本文采用偏最小二乘回归方法,分别建立了不同产地华重楼皂苷类的 5 个主成分,重楼皂苷 VII, PGGR, 重楼皂苷 H, 重楼皂苷 I 和重楼皂苷 V 的回归方程。其方程如下:

$$Y_{皂苷VII} = -0.015X_1 + 0.035X_2 - 0.212X_3 - 0.021X_4 + 0.115X_5 - 0.007X_6 - 0.087X_7 + 0.028X_8 + 0.019X_9$$

$$Y_{PGGR} = 0.004X_1 - 0.043X_2 + 0.079X_3 - 0.128X_4 - 0.072X_5 - 0.113X_6 - 0.019X_7 + 0.080X_8 + 0.101X_9$$

$$Y_{皂苷H} = -0.051X_1 - 0.014X_2 - 0.198X_3 + 0.067X_4 - 0.065X_5 + 0.041X_6 + 0.020X_7 - 0.082X_8 - 0.103X_9$$

$$Y_{皂苷I} = 0.111X_1 - 0.050X_2 - 0.025X_3 + 0.164X_4 - 0.205X_5 + 0.222X_6 + 0.122X_7 - 0.22X_8 + 0.022X_9$$

$$Y_{皂苷V} = 0.061X_1 - 0.060X_2 - 0.017X_3 + 0.254X_4 - 0.156X_5 + 0.206X_6 + 0.126X_7 - 0.104X_8 - 0.074X_9$$

从重楼皂苷 VII 和 PGGR 的回归方程可以看出, X_4, X_6 和 X_7 的回归系数均为负值,表明日照时数,7 月最高气温,7 月均温与重楼皂苷 VII 和 PGGR 呈负相关关系,即在一定日照时数范围内,7 月适度的低温有利于重楼皂苷 VII 和 PGGR 的累积。 X_8 和 X_9 的回归系数均为正值,说明 1 月最低气温和 1 月平均气温与重楼皂苷 VII 和 PGGR 呈正相关关系,即在 1 月适度的低温有利于重楼皂苷 VII 和 PGGR 的累积。

从重楼皂苷 H, I 和 V 3 个回归方程可以看出, X_4, X_6 和 X_7 的回归系数均为正值,说明日照时数,7 月最高气温,7 月均温与重楼皂苷 H, I 和 V 呈正相关关系,即在一定日照时数范围内,适度的高温有利于重楼皂苷 H, I 和 V 的累积。 X_2, X_3, X_5 和 X_8 的回归系数均为负值,说明海拔高度、相对湿度、年均降水量和 1 月均温与重楼皂苷 H, I 和 V 呈负相关关系。

另外,上述 5 个回归方程的各个因子回归系数的绝对值大小可知, X_2 的回归系数绝对值较小,说明海拔高度对重楼皂苷累积的影响较小,与贾光林等^[11]对人参生态因子对有效成分的研究结论一致。

3.3.3 变量投影重要性分析 9 个生态因子对重楼皂苷 VII, H, I, V, PGGR 的解释,可通过 VIP 值大小反映,其 VIP 值见表 6。对重楼皂苷 VII 积累影响的变量, X_3 和 X_5 的 VIP 值较大(VIP > 1),即相对湿度和年降雨量对重楼皂苷 VII 的积累有较大影响;对 PGGR 积累影响的变量 X_4, X_6 和 X_9 的 VIP 值较大,

即年日照时数,7 月最高温度和 1 月均温对 PGGR 的积累有较大影响;对重楼皂苷 H 积累影响的变量 X_3 和 X_9 的 VIP 值较大,即相对湿度和 1 月均温对重楼皂苷 H 积累影响较大;对重楼皂苷 I 和 V 的积累影响的变量 X_4, X_5 和 X_6 的 VIP 值较大,即年日照时数、年降水量和 7 月最高气温对重楼皂苷 I 和 V 的积累影响较大。

表 6 重楼皂苷的变量投影重要性指标 VIP 值

Table 6 Variable importance in projection of polyphyllin

生态因子	重楼皂苷 VII	PGGR	重楼皂苷 H	重楼皂苷 I	重楼皂苷 V
X_1	0.17	0.05	0.58	0.86	0.44
X_2	0.40	0.53	0.16	0.39	0.43
X_3	2.42	0.98	2.24	0.19	0.12
X_4	0.27	1.57	0.76	1.27	1.84
X_5	1.31	0.89	0.74	1.59	1.13
X_6	0.08	1.39	0.46	1.72	1.49
X_7	0.99	0.24	0.22	0.95	0.91
X_8	0.32	0.98	0.93	0.17	0.75
X_9	0.22	1.24	1.16	0.17	0.54

4 讨论与结论

4.1 华重楼皂苷类化学成分含量和种类 华重楼(七叶一枝花)作为历版《中国药典》收录的法定品种,其皂苷类成分的报道不多^[11-13]。笔者历时 5 年,以县级为单位,在西南、华南、华中地区,于 4~6 月份花期,采集根茎痕在 5 年以上的华重楼药材。对其皂苷类化学成分测定发现,华重楼样品中质量合格率较低,仅为 14.3%,其余的 18 个样品均未达到 2015 年版《中国药典》的最低限量标准。在采集时,排除了物种、生长年限和采收时间的误差性。因此认为 2015 年版《中国药典》中重楼项下重楼皂苷 I, II, VI, VII 的总量最低 0.6% 的限量标准对于重楼质量评价的适用性有待商榷。

重楼皂苷种类主成分分析结果显示,重楼皂苷 VII, PGGR, 重楼皂苷 H, 重楼皂苷 I 和重楼皂苷 V 这 5 个成分是不同的产地华重楼皂苷类主要成分,而非皂苷类主要成分的重楼皂苷 VI 和重楼皂苷 I 恰恰是 2015 年版《中国药典》重楼项下含量限量标准需要测定的指标成分。因此,2015 年版《中国药典》华重楼质量评价的标准以重楼皂苷 I, II, VI, VII 总量的限量为评价指标,规定的这 4 种成分是否确切,值得进一步商榷。

4.2 华重楼采样点生态因子 华重楼在我国的西南、华中、华南均有分布,其生态幅度较广,研究发现华重楼从海拔413~2 081 m均有分布,主要分布在相对湿度较大、日照时数较少、年降水量较低、温度较高的地区。

4.3 华重楼皂苷类成分与生态因子的相关性 通过偏最小二乘回归模型研究发现,相对湿度和年降水量对重楼皂苷Ⅶ的影响较大;年日照时数,7月最高温度和1月均温对PGGR的积累有较大影响;相对湿度和1月均温对重楼皂苷H积累影响较大;年日照时数、年均降水量和7月最高气温对重楼皂苷I和V的积累影响较大。在华重楼样品采集过程中,发现产地均为野生引种驯化,引种驯化的年限不统一反映出华重楼对栽培地的适应性的不一致,除了四川省大邑县和崇州市外大规模栽培外,其他均为小规模栽培,采样栽培基地面积不足50 m²,因此尚不能完全证明,华重楼在当地气候、土壤等各项环境因子的适应性;若能在各采样点所在地实施栽培实验,引种驯化多年并形成规模,保证生长年限和生长状态的相似性,分析结果将会更加有意义。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:260.
[2] 李恒. 重楼属植物[M]. 北京:科学出版社,1998:158.
[3] 谢彩香,索凤梅,贾光林,等. 人参药材中人参皂苷与生态因子的相关性及其人参生态区划[J]. 生态学报,2011,31(24):7551-7563.
[4] 陆平祝,常楚瑞,龙庆德,等. 黔产苦参根、茎、叶中生

物碱含量累积与生态因子的相关性[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(6):43-47.

[5] 李敏,钟国跃,伍奥林,等. 桃儿七中鬼臼毒素、总木脂素的含量与生态因子的相关性研究[J]. 中国中药杂志,2015,40(9):1831-1836.
[6] 杨辉,贾光林,刘志英,等. 不同产地甘草主要有效成分与生态因子的相关性研究[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2013,30(4):289-294.
[7] 黄林芳,李文涛,王珍,等. 濒危高原植物羌活化学成分与生态因子的相关性[J]. 生态学报,2013,33(24):7667-7678.
[8] 何忠俊,黄希,梁社往,等. 滇重楼根茎皂苷含量与生态因子的关系[J]. 生态环境学报,2016,25(3):409-414.
[9] 陈铁柱,文飞燕,张涛,等. 华重楼子根茎种苗规格对植株生长、根系、产量、质量影响研究[J]. 中药材,2016,39(12):2691-2694.
[10] 黄圆圆,刘大会,彭华胜,等. 15种重楼属植物中8种甾体皂苷的含量测定[J]. 中国中药杂志,2017,42(18):3443-3451.
[11] 贾光林,黄林芳,索凤梅,等. 人参药材中人参皂苷与生态因子的相关性及其人参生态区划研究[J]. 植物生态学报:自然科学版,2012,36(4):302-312.
[12] 尹显梅,张开元,蒋桂华,等. 华重楼皂苷类成分的动态分布规律对药材质量的影响[J]. 中草药,2017,48(6):1199-1204.
[13] 李燕敏,丁立帅,王晶晶,等. 基于茎痕判定的不同生长年限重楼药材中皂苷含量分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(12):42-46.

[责任编辑 顾雪竹]