



# 环境因子与远志脂溶性和水溶性成分的相关性分析

房敏峰, 吴洋, 岳明, 唐文婷, 付艳婷, 赵桂仿\*

(西北大学 生命科学学院 西部资源生物与现代生物技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710069)

**[摘要]** 目的:分析环境因子与远志脂溶性成分及水溶性成分之间的相关性。方法:采集18个产地的远志药材,分别用石油醚提取其脂溶性成分并经GC-MS分析;50%甲醇提取其水溶性成分并经LC-MS分析;通过实地调查结合查阅文献,获取远志生长地的环境因子数据;在此基础上,应用SPSS 18.0软件分析生态因子与远志脂溶性成分、水溶性成分之间的关系。结果:远志脂溶性成分含量与7月均温、1月均温呈线性关系;远志水溶性成分含量与年均气温、纬度、年均降水量呈线性关系。结论:对远志总脂溶性成分积累影响最大的是7月均温,其次是1月均温;每个组分其影响因子也不尽相同。影响远志水溶性成分含量的主要地理气候因子是年均气温、纬度及年均降水量。该研究为远志栽培及质量评价提供参考。

**[关键词]** 远志;环境因子;脂溶性成分;水溶性成分;相关性

远志为远志科植物远志 *Polygala tenuifolia* Willd. 或卵叶远志 *P. sibirica* L. 的干燥根,用于心肾不交引起的失眠多梦、健忘惊悸,神志恍惚,咳痰不爽,疮疡肿毒,乳房肿痛<sup>[1]</sup>。生于向阳山坡、田埂,分布于东北、华北、西北等地,其中陕西和山西是传统道地产区<sup>[2]</sup>。远志含有皂苷、■酮、寡糖酯、脂肪油、多糖和生物碱等成分,其功效与多类成分的综合作用有关<sup>[3]</sup>。王光志等<sup>[4]</sup>以远志酸为指标,分析了环境因子与远志药材质量的相关性。本文采用SPSS 18.0软件分析了不同产地远志的脂溶性成分及水溶性成分与环境因子的相关性,为远志质量控制和资源研究提供依据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

Agilent 6890-5973N 气相色谱仪-质谱联用仪; GC-MS post-run Analysis 色谱工作站; Agilent DB-35ms 弹性石英毛细管柱(0.25 m × 0.25 mm × 30 m); NIST98 标准质谱库。

Agilent 1100 系列高效液相色谱-电喷雾-离子阱质谱联用仪; 岛津 LC-10AT vp 高效液相色谱仪

(SPD-10A vp 紫外检测器, SHIMADZU CBM-102 色谱工作站, 日本 Shimadzu Corporation)。

### 1.2 试药

远志药材于2007年7月21日—8月28日采自陕西、山西、河北、河南、内蒙古、山东、安徽、四川、辽宁和黑龙江10个省区共18个产地,采挖全株,剪取根部,阴干。经西安市药品监督管理局谢志民研究员鉴定为远志科植物远志 *P. tenuifolia* 的干燥根。乙腈为色谱纯,其余试剂均为分析纯。

### 1.3 基础数据

**1.3.1 脂溶性成分数据** 参考文献<sup>[5]</sup>,称取12个产地远志药材粉末(20~60目)6.0 g,置于250 mL 圆底烧瓶中,加入石油醚(60~90℃)100 mL 冷浸过夜,加热回流5 h,收集提取液,无水硫酸钠脱水,减压浓缩回收石油醚,浓缩液加正己烷溶解,所得样品用GC-MS分析得到31个组分及其含量,作为脂溶性成分基础数据。主要组分及其含量见表1。

**1.3.2 水溶性成分数据** 参考文献<sup>[6-8]</sup>,分别用50%甲醇超声提取18个产地远志药材,乙腈-0.05%磷酸水溶液梯度洗脱得HPLC指纹图谱,通过多点校正取得共有模式,共有色谱峰24个,记录各产地样品共有峰面积,获得水溶性成分基础数据。LC-MS分析4个特征峰,即色谱峰2(4.228 min)、色谱峰7(21.69 min)、色谱峰16(63.11 min)、色谱峰22(89.61 min)。远志水溶性成分特征图谱见图1。4个主要特征峰的组成比例见表2。

**[稿件编号]** 20110120013

**[基金项目]** 陕西省社发攻关项目(2008K16-03);陕西省教育厅产业化培育项目(07JC17)

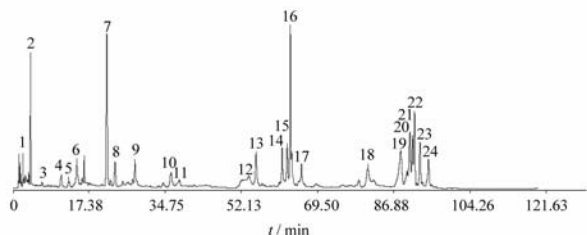
**[通信作者]** \* 赵桂仿, Tel: (029) 88305207, E-mail: gzhao@nwu.edu.cn

**[作者简介]** 房敏峰,主要从事中药炮制与资源研究, Tel: (029) 88302686, E-mail: fmf885@126.com

表1 不同产地远志6个主要脂溶性成分组成及相对含量(n=3)

No.	$t_R$	卢氏	商州	长安	合阳	永济	平顺	平遥	涑源	围场	呼市	费县	萧县
1	11.763	8.46	10.642	38.456	25.049	17.987	5.215	5.672	14.356	24.28	16.851	10.374	11.119
2	35.348	0.718	0.739	1.055	0.193	0.485	0.358	0.049	0.217	2.513	0.937	0.317	-
3	62.663	9.363	11.25	6.202	6.381	1.854	7.295	6.728	8.829	9.088	3.724	11.847	10.811
4	66.754	0.195	0.287	0.809	0.402	0.574	0.130	0.132	0.385	0.426	0.64	0.612	0.235
5	69.706	65.84	62.195	41.978	55.013	52.33	86.06	85.15	40.896	25.495	33.157	60.39	54.861
6	70.151	14.682	13.627	9.302	12.109	17.547	0.011	0.02	33.000	33.493	1.128	13.819	21.526

注:1. 甲苯;2. 水杨苏酸甲酯;3. 棕榈酸;4. 环氧化邻苯二甲酰丁辛酯;5. 油酸;6. 亚麻油酸;- 未检出。



2. ■ 酮Ⅱ;7. 3, 6'-二芥子酰基蔗糖酯;  
16. 远志皂苷 A;22. 远志皂苷 B。

图1 18个产地远志药材水溶性组分HPLC指纹图谱共有模式

**1.3.3 环境因子参数** 通过实地调查获得远志18个产地的经度、纬度和海拔高度数据,通过文献及官方网站,获得相应产地气象因子数据,见表3。

## 2 方法

### 2.1 脂溶性成分与环境因子的相关性分析

选取12个产地远志共有的且相对含量较高的6个成分:甲苯、水杨酸甲酯、棕榈酸、环氧化邻苯二甲酰丁辛酯、油酸和亚油酸及脂溶性成分总含量,采用逐步回归分析方法,与环境因子进行相关性分析。

表2 不同产地远志4个主成分的组成比例

样品	产地	4个主成分分配比	样品	产地	4个主成分分配比	
s1	陕西	合阳	0.39:1:0.80:1.03	s10	河南 辉县	0.31:1:0.21:0.95
s2		商州	0.40:1:0.50:0.96	s11	内蒙古 呼和浩特	0.38:1:0.35:0.32
s3		长安	0.41:1:0.29:0.71	s12	包头	0.53:1:0.49:0.39
s4	山西	平遥	0.51:1:0.93:1.28	s13	山东 费县	0.44:1:2.04:0.34
s5		平顺	1.14:1:0.28:1.33	s14	辽宁 锦州	0.54:1:0.00:0.43
s6		永济	0.39:1:0.72:1.01	s15	北票	0.33:1:0.04:0.08
s7	河北	涑源	0.06:1:1.33:1.37	s16	黑龙江 肇东	0.48:1:0.30:0.09
s8		围场	3.28:1:0.00:2.66	s17	四川 茂县	0.41:1:0.33:0.61
s9	河南	卢氏	0.34:1:0.57:0.11	s18	安徽 萧县	0.63:1:0.75:1.19

## 2.2 水溶性成分与环境因子的相关性分析

选取18个产地远志水溶性成分中4个主要特征成分:■ 酮Ⅱ(峰2)、3, 6'-二芥子酰基蔗糖(峰7)、皂苷A(峰16)和皂苷B(峰22)及其总面积,以3, 6'-二芥子酰基蔗糖(峰7)为参比进行标准化后,见表2。采用逐步回归分析方法,与环境因子进行相关性分析。

## 2.3 分析软件

逐步回归分析计算和相关分析均在SPSS 18.0软件上进行,其中逐步回归分析采用的变量引入和剔除显著性概率标准分别为 $\alpha = 0.05, \alpha = 0.10$ 。

## 3 结果

### 3.1 脂溶性成分与环境因子的相关性

脂溶性成分总含量与7月均温呈显著负相关,而与1月平均温度呈显著正相关。甲苯和环氧化不饱和酸含量均与1月均温呈显著负相关,而与7月均温呈显著正相关;结合变量顺序,能够看出1月均温是这2种脂溶性成分积累的主导因子。水杨酸甲酯和棕榈酸的含量均与年平均气温呈显著负相关,同时,棕榈酸的积累与年降水量呈显著正相关,可见,年降水量是棕榈酸积累的主导因子。油酸与亚麻酸的积累分别与无霜期和年均日照时数呈正相关,见表3。

表3 远志18个产地环境因子参数

No.	产地	海拔 /m	纬度 N	经度 E	年均日照 时数/h	年降水量 /mm	年均气温 /℃	1月均温 /℃	7月均温 /℃	无霜期 /d
1	陕西合阳	575.3 ± 10.0	35°07.984'	110°17.459'	2 500	533.1	11.8	-2.9	25.0	205
2	陕西长安	705.6 ± 9.2	34°01.255'	108°59.401'	2 033.5	654	13.3	-17.1	43.4	219
3	陕西商州	836.8 ± 10.4	33°53.526'	109°46.536'	2 123.8	715	12.9	0.3	29	206
4	山西平遥	826.2 ± 14.1	37°12.459'	112°16.035'	2 324.3	548	10.1	21.4	39.1	178
5	山西永济	604.7 ± 48.1	34°50.747'	110°34.000'	2 263.7	530	13.5	-7.3	27	216
6	山西平顺	1 134.0 ± 10.6	36°11.514'	113°26.067'	2 500	600	9.1	3.1	20.5	150
7	河北围场	1 004.0 ± 8.3	41°56.976'	117°46.497'	2 832.7	500	-3.1	-13.2	20.7	105
8	河北涞源	957.2 ± 5.7	39°20.187'	114°34.693'	2 696.1	644.4	7.4	-2.8	21.8	130
9	河南卢氏	674.5 ± 4.5	34°05.068'	111°04.241'	2 118	622.3	12.5	-0.3	26.5	184
10	河南辉县	100.0 ± 5.7	35°27.277'	113°48.555'	2 020.1	589.1	13.5	-0.6	27.1	214
11	山东费县	248.9 ± 5.1	35°10.121'	117°52.764'	2 532.1	850.0	13.5	-6.5	30.6	197
12	安徽萧县	74.5 ± 4.1	34°12.236'	116°56.134'	2 350	811.2	14.4	-0.2	27.3	208.3
13	四川茂县	1 568.0 ± 51.3	31°41.087'	103°50.101'	1 557.1	490.7	11.1	-2.8	22	215.8
14	内蒙古呼市	1 734.0 ± 9.4	41°38.217'	122°09.281'	1 600	397.9	6.7	-11.6	22.6	104
15	内蒙古包头	1 452.0 ± 7.2	40°38.704'	110°20.832'	2 806	262.9	8.5	-27.6	35.5	126
16	辽宁锦州	108.0 ± 14.0	41°12.024'	121°05.704'	2 682.4	567.7	9.5	-7.9	24.3	180
17	辽宁北票	166.6 ± 4.3	41°37.174'	121°00.068'	2 861	509	8.6	-11.1	24.7	153
18	黑龙江肇东	143.6 ± 4.7	46°10.310'	125°45.164'	2 763.5	444.1	4.8	-18.2	21.3	140

表4 脂溶性成分与环境因子相关性分析相关回归方程

No.	化学成分	最优逐步回归方程	r	F
1	甲苯	$Y = -5.994 - 0.749X_7 + 0.672X_8$	0.786	7.260
2	水杨苯酸甲酯	$Y = 1.571 - 0.095X_6$	0.786	16.191
3	棕榈酸	$Y = -4.362 + 0.024X_5 - 0.278X_6$	0.887	16.539
4	环氧化邻苯二甲酰丁辛酯	$Y = -0.088 - 0.018X_7 + 0.015X_8$	0.829	9.859
5	油酸	$Y = -25.404 + 0.360X_9$	0.602	5.677
6	亚麻油酸	$Y = -33.809 + 0.021X_4$	0.606	5.803
7	总脂溶性成分	$Y = 100.451 - 0.016X_8 + 0.009X_7$	0.934	30.507

注:  $X_1$ . 海拔;  $X_2$ . 纬度;  $X_3$ . 经度;  $X_4$ . 年均日照时数;  $X_5$ . 年均降水量;  $X_6$ . 年平均气温;  $X_7$ . 1月均温;  $X_8$ . 7月均温;  $X_9$ . 无霜期(表5同)。

### 3.2 水溶性成分与环境因子的相关性

对水溶性成分各色谱峰面积标准化,将3, 6'-二芥子酰基蔗糖酯(峰7)的值定义为1,其他成分与之比较得到相对含量,见表2。

远志总水溶性成分含量与年均降水量呈显著正

相关,而与年平均气温和纬度呈负相关。远志水溶性成分酮II含量与年均气温、纬度、经度成负相关,其中年均气温对其影响最大;皂苷B与年均气温、纬度成负相关;皂苷A的积累量与年降水量呈负相关。结果见表5。

表5 水溶性成分与环境因子相关性分析回归方程

No.	化学成分	最优逐步回归方程	r	F
1	酮II	$Y = 7.678 - 0.199X_6 - 0.130X_2 - 0.000X_3$	0.926	27.866
2	皂苷A	$Y = -0.528 + 0.002X_5$	0.521	5.969
3	皂苷B	$Y = 7.279 - 0.140X_6 - 0.136X_2$	0.761	10.332
4	总水溶性成分	$Y = 11.085 - 0.302X_6 - 0.196X_2 + 0.004X_5$	0.860	13.271



#### 4 讨论

以脂溶性成分为基础,对远志12个产地进行聚类分析<sup>[5]</sup>,结果远志本草道地产区(山东、河南)和现今道地产区(陕西)被聚为一类,说明脂溶性组分与远志分布的纬度地带性有关。该结果提示,脂溶性成分可能是远志药材的活性成分之一,其组分特征与远志质量之间有密切关系。而影响远志脂溶性成分含量的主要影响因素是温度,其次是年均日照时数、年均降水量等。

以水溶性成分含量为基础,对远志18个产地进行聚类<sup>[6]</sup>,结果区分出了现今远志道地与非道地产区,并且区分出了本草记载的道地产区山东费县,特殊产区围场。通过远志水溶性成分中4个主要组分的地理变异分析,进一步印证了聚类结果。远志50%甲醇提取物主要含有皂苷、黄酮和寡糖酯等有效成分群,是远志多种药理作用和临床疗效的物质基础<sup>[9]</sup>。远志总水溶性成分含量与年均气温、纬度、年均降水量呈线性关系,且年均气温对其积累贡献最大,其次依次是纬

度、年均降水量。对于具体每个成分,其影响因素不尽相同。

#### [参考文献]

- [1] 中国药典. 一部[S]. 2010: 146.
- [2] 胡世林. 中国道地药材[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1989.
- [3] 赵云生, 严铸云, 李占林, 等. 远志属药用植物有效物质群结构特点及其生理活性[J]. 中医药学刊, 2005, 23(8): 1420.
- [4] 王光志, 马云桐. 环境因子与远志药材质量相关性分析[J]. 中国药房, 2009, 20(27): 2147.
- [5] 房敏峰, 王启林, 付志玲, 等. 不同产地远志脂溶性成分的GC-MS分析[J]. 西北大学学报: 自然科学版(增刊), 2010, 40(186): 127.
- [6] 房敏峰, 张文娟, 滕红梅, 等. 远志质量控制及资源评价研究[J]. 中草药, 2009, 40(4): 644.
- [7] 姜勇, 张娜, 崔振, 等. 远志药材的HP LC指纹图谱[J]. 药学学报, 2006, 41(2): 179.
- [8] 刘艳芳, 杨晓娟, 田昕, 等. HPLC法同时测定远志中2种活性成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(5): 806.
- [9] 李萍, 闫明, 李平亚. 远志属植物化学成分及生物活性研究进展[J]. 特产研究, 2004(3): 56.

## Correlation between environmental factors and liposoluble and hydrophilic constituents of Polygalae Radix

FANG Minfeng, WU Yang, YUE Ming, TANG Wenting, FU Yanting, ZHAO Guifang\*  
(Key Laboratory of Resource Biology and Biotechnology in Western China, Ministry of Education,  
The College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China)

[Abstract] **Objective:** To analyze the correlation between environmental factors and the lipophilic and hydrophilic constituents of Polygalae Radix. **Method:** The contents of lipophilic constituent were determined by GC-MS and hydrophilic constituents by HPLC. Geographical factors were collected by on-site inspection and climate factors by the local meteorological data. The relationship between the content of the lipophilic and hydrophilic constituents and the factors were analyzed by SPSS 18.0. **Result:** There was linear relationship between the content of lipophilic constituent and climate factors such as average temperature of July, average temperature of January. There was also linear relationship between hydrophilic constituents and climate factors such as annual average temperature, latitude, annual average rainfall. **Conclusion:** The main climate factors that affect liposoluble constituent content were average temperature of July, average temperature of January, and the main climate factors that affect hydrophilic constituent content were annual average temperature, latitude, annual average rainfall. The study would contribute to the quality evaluation and suitability of origin of Polygalae Radix.

[Key words] Polygalae Radix; liposoluble constituent; hydrophilic constituents; environmental factors; correlation

doi:10.4268/cjcm20111421

[责任编辑 吕冬梅]