

· 药材与资源 ·

北京西部山地黄芩主要有效成分与不同环境条件的关系研究

肖雁青, 江源*, 李磊, 张文涛, 李俞萍, 张文生

(北京师范大学 中药资源保护与利用北京市重点实验室, 北京师范大学 地表过程与资源生态国家重点实验室,
北京师范大学资源学院, 北京 100875)

摘要:目的 通过分析北京西部山区黄芩主要有效成分在海拔梯度上的变化规律,揭示生态因子对黄芩有效成分量的影响。方法 于2007年8~9月在北京西部山地采集了800~1800 m 8个海拔上85株黄芩样本,经HPLC分析得到黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素以及千层纸素A的量;同时,实验测定了垂直梯度上各采样地的土壤养分指标,并获取了各样地相应的气候条件。结果 只有黄芩苷和汉黄芩苷的量与海拔呈极显著正相关;垂直梯度上土壤养分对黄芩主要有效成分的量影响不明显,决定山地所生长黄芩质量的主要因素不是土壤养分,而是气候条件;黄芩生境的年均温和年均降水量与黄芩的黄芩苷及汉黄芩苷的量呈极显著负相关,年均太阳辐射量与这两种成分呈极显著正相关。结论 年均温在2~6℃的生境,有利于提高黄芩有效成分的量,年均温在3~4℃的生境,生长的黄芩质量很有可能达到最佳,与黄芩的传统道地产区吻合。

关键词:黄芩;有效成分的量;生态因子;最适生境;北京西部山区

中图分类号:R282.6 **文献标识码:**A **文章编号:**0253-2670(2009)08-1291-06

Relationship between active components in *Scutellaria baicalensis* and environmental factors
in mountainous region of Western Beijing

XIAO Yan-qing, JIANG Yuan, LI Lei, ZHANG Wen-tao, LI Yu-ping, ZHANG Wen-sheng

(Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Resource Protection and Utilization, Beijing Municipality

State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology College of Resources

Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract : Objective To reveal the influence of environmental factors on the active components in *Scutellaria baicalensis* through analyzing the data sampled from the herbal plants along the altitudinal gradient in mountainous region of Western Beijing. **Methods** In total 85 individuals of *S. baicalensis* herbs were collected and the surface soils under each of the plant were also sampled from eight different habitats, with an interval of about 100—150 m vertically ranging from 800 to 1800 m in August through September, 2007. The contents of active components in the herbal samples, namely baicalin, wogonoside, baicalein, wogonin, and oroxylin A were determined by HPLC. The organic matter and the total nitrogen contents in the soil samples were analyzed through standard measurement process. The various habitat conditions represented by temperature were estimated through a vertical lapse rate of $-0.56^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, and those by precipitation and solar radiation calculated according to the isoline maps. **Results** The significant positive correlations were observed only between the contents of baicalin, wogonoside and the elevation. Both those two contents showed the significant negative correlations with the annual mean temperature and precipitation, while showed positive with annual mean solar radiation. No correlation with any statistical significance was observed between the contents of active components in *S. baicalensis* and the soil parameters in this study. **Conclusion** It seems that the plants of *S. baicalensis* growing in a habitat with annual mean temperature within a range of $2-6^{\circ}\text{C}$ could concentrate relatively rich contents of active components. Within the natural distribution areas of *S. baicalensis*, the habitats with an annual temperature averaged at $3-4^{\circ}\text{C}$ tend to be the most fitting sites for growing best quality *S. baicalensis* rich in active components, and those sites are almost coincident with the environment for trueborn production area of traditional *S. baicalensis* herbs.

* 收稿日期:2008-12-04

基金项目:国家科技支撑课题(2006BAI09B02-5);国家自然科学基金项目(40571001)

作者简介:肖雁青(1982—),女,湖南衡阳人,在读博士,研究方向为自然资源生态学。

Tel: (010) 80996541 E-mail: xiaoyanqing@ires.cn

*通讯作者 江源 E-mail: jiangy@bnu.cn

Key words: *Scutellaria baicalensis* Georgi; contents of active components; environmental factors; fitting habitats; mountainous region of Western Beijing

黄芩 *Scutellaria baicalensis* Georgi 以干燥根入药,为我国常用中药,始载于《神农本草经》,列为中品。其味苦、性寒,归肺、胆、脾、胃、大小肠经。具有清热燥湿、泻火解毒、止血、安胎等功效^[1]。黄芩的化学成分主要为黄酮类化合物,现已从黄芩中分离出的黄酮类物质有 47 种^[2],最为主要的药用成分有黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、千层纸素 A 等,其中黄芩苷的质量分数是判断黄芩质量的主要标准。不少研究者都做过对黄芩有效成分的研究,研究内容主要集中在比较不同来源的黄芩、不同生长年龄的黄芩、黄芩的不同部位、野生黄芩与种植黄芩等的有效成分(主要是黄芩苷)的质量分数的差异^[3~8],得出在不同条件下黄芩的有效成分确实存在差异的结论,但对于有关形成这些差异的原因等问题的深入研究尚不多见。

药用植物的有效成分为植物的次生代谢产物,受初级代谢过程的调控,这些生化过程都受到植物外界环境条件的影响,所以,要研究植物的有效成分,不能脱离植物生长的生态环境。黄芩的主要有效成分是黄酮类物质,对植物体内黄酮类成分与环境的关系已经有不少人进行过研究,如赵修德等^[9]研究了雪莲愈伤组织生产最高黄酮的量和黄酮生产率时的光质和光照强度的配比,张成军等^[10]研究得出干旱可促进银杏叶内黄酮苷和萜类内酯量增加,杨世海等^[11]研究发现添加一定浓度的稀土元素可以促进甘草愈伤组织内黄酮类成分的生成。虽然研究对象不同,但这些研究都得到环境因子变化会影响植物黄酮类成分量的结论。

黄芩在我国分布广泛,海拔高度跨越 60~2 000 m^[12]。由于海拔高度的变化影响了光、温、水等生态因子的空间分布,也由于海拔梯度具有使较大幅度的生态因子变化体现在较小空间范围内的特征,因此,研究在海拔梯度下的黄芩有效成分量的变化规律,有助于揭示影响黄芩主要有效成分量的环境因子,识别黄芩最佳生境以及为制定黄芩栽培中的最佳管理方案提供科学依据。

北京是野生黄芩的主要自然分布区域之一,西部山地尤为适宜黄芩生长,近年来,位于北京市西部的门头沟区已经将黄芩种植作为特色产业之一给予支持。本研究于 2007 年 8~9 月期间,在北京西部山地海拔 800~1 800 m 采得 8 个海拔高度上的 85

株黄芩样本,以 HPLC 法测定了各个海拔黄芩的 5 种有效成分的量,以便分析黄芩主要有效成分在海拔梯度上的变化规律,并进一步揭示生态因子对黄芩有效成分量的影响。

1 研究区域和采样情况

1.1 采样区域介绍:本研究采样地点为位于北京市西部山区的东灵山和妙峰山,二者都位于门头沟区,属太行山系小五台山余脉。

东灵山地区位于北纬 39°48'~40°00',东经 115°24'~115°36',海拔多在 1 000 m 以上。妙峰山地理坐标为北纬 39°48'~40°10',东经 115°25'~116°10'。土壤类型主要为褐土和棕壤,植被以暖温带阔叶林为主。本研究采样范围年均气温约为 2~8 °C,年均降水为 452.8~576.4 mm,年太阳辐射值为 5 637.72~5 900.76 Mega·J/m²(表 1)。

表 1 北京西部山地黄芩海拔梯度样地的气候条件

Table 1 Climate conditions of plots for sampling *S. baicalensis* herbs at different elevations in mountainous region of Western Beijing

梯度	经度/ E	纬度/ W	海拔/ m	年均温/ °C	年均降水/ mm	年太阳辐射/ (M·J·m ⁻²)
1	40°03'19.5"	116°02'23.0"	827	7.68	576.4	5 637.72
2	40°04'25.1"	116°01'34.4"	971	6.88	571.4	5 671.15
3	40°04'37.7"	116°02'39.2"	1 225	5.45	575.4	5 707.43
4	39°59'59.1"	115°26'18.4"	1 420	4.36	468.1	5 838.40
5	40°00'06.8"	115°26'26.9"	1 494	3.95	467.0	5 838.40
6	40°00'26.2"	115°26'15.3"	1 590	3.42	464.9	5 853.34
7	40°02'43.4"	115°29'01.6"	1 728	2.64	454.5	5 900.76
8	40°02'48.1"	115°29'02.4"	1 800	2.23	452.8	5 865.76

1.2 黄芩海拔梯度采样地的气象值获取方法:研究区域位于门头沟区,据 1959—1990 年的气象数据,门头沟区年均温度为 11.8 °C,台站海拔高度 91.8 m,依据海拔每上升 100 m,气温降低 0.56 °C 的规律^[13],可以换算得到各个采样点的大致年均温度。

研究区域的年均降水和年太阳辐射值从中国农业科学院农业自然资源与农业区划研究所制作的气象数据栅格图直接读取。

1.3 野外采样:2007 年 8 月在东灵山进行野外采样,在黄芩生长范围之内(1 400~1 800 m)选择地形基本一致的生境,相对海拔每相距约 100 m 随机采 10 株黄芩样本,采得 1 420、1 494、1 590、1 728、1 800 m 共 5 个海拔高度上的 55 株黄芩样本。同年 9 月,在妙峰山采样,采得 827、971、1 225 m 共 3

个海拔高度上的 30 株黄芩样本。采样时记录采样地生境条件,并在每株黄芩样本根系分布范围内,采集 10 cm 深处土壤样本。黄芩样本采集处生境条件概况见表 2。

表 2 北京西部山区黄芩海拔梯度采样地的生境条件

Table 2 Habitat conditions of plots for sampling
S. baicalensis herbs at different elevations
in mountainous region of Western Beijing

梯度	海拔/m	坡向	坡度/°	坡位	土壤质地	砾石质量分数/%	所在群落类型
1	827	正南	30	中	砂石土壤	>50	灌丛
2	971	东偏北 30°	10	上	砂石土壤	25~50	灌丛
3	1 225	南偏西 40°	12	上	砂石土壤	<25	灌丛
4	1 420	南偏西 40°	25	坡背	砂石土壤	30~40	草地
5	1 494	南偏西 18°	39	中上	砂石土壤	10	灌草丛
6	1 590	南偏西 30°	24	上	粗骨棕壤	20	灌草丛
7	1 728	正南	19	下	砂石土壤	5	草甸
8	1 800	/	/	顶	砂石土壤	70	草甸

2 黄芩有效成分测定

2.1 仪器和药品:采用美国 Waters 公司出品的 Waters 2695-2996 联盟高效液相色谱仪。

对照品黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素,来源为中国药品生物制品检定所;汉黄芩苷、千层纸素 A (质量分数 ≥98%),来源为上海友思生物技术有限公司。

试剂:甲酸分析纯、乙腈色谱纯、纯净水、乙醇分析纯等。

2.2 色谱条件:色谱柱为 Symmetry Shield TM RP18 (250 ×4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈-0.1% 甲酸 (梯度洗脱),0~20 min,乙腈从 32% 变化到 45%,20~25 min,乙腈从 45% 变到 50%,25~32 min,乙腈保持在 50%;检测波长:275 nm;体积流量:1.0 mL/min;柱温:27 °C;进样量:10 μL。

2.3 待测样品处理:将所采黄芩样品风干后撞去外层泥土与粗皮。黄芩是多年生植物,随着生长年限增加,其主根逐年增粗^[14],而不同年龄段的黄芩有效成分的量有一定差别^[6,15],故在测定有效成分量之前,按根粗对样品进行筛选。将根粗在 0~1 cm 的黄芩样品 (多为子芩) 与根粗在 1~2 cm 内的黄芩样品 (基本都为枯芩) 分为两类,每个海拔高度上选取同样数量的两种根粗的样品,以保证被测样品根的粗细程度基本相同,尽量消除年龄差距对测量结果的影响。之后,将挑选出来的黄芩根粉碎,过 65 目筛,待测。

2.4 待测样品溶液制备:精密称取粉碎过筛后的黄芩粗品 0.1 g,置于锥形瓶中,加 70% 乙醇 50 mL,超声 40 min,静置至上层溶液澄清,取上清液过 0.45 μm 滤膜,供测。

2.5 对照品溶液制备:精密称取黄芩苷 30 mg,汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、千层纸素 A 各 5 mg,分别置于 10 mL 量瓶中,加适量 70% 乙醇,超声至溶解,将汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、千层纸素 A 溶液以 70% 乙醇定容。取配好的黄芩素溶液 5 mL、汉黄芩苷溶液 1.5 mL、汉黄芩素溶液 1 mL、千层纸素 A 溶液 0.4 mL 混合至黄芩苷溶液中,用 70% 乙醇定容,制成对照品溶液。

2.6 线性关系考察:将对照品溶液配制成与原溶液比为 1:2,1:4,1:10,1:20,1:40,1:100,1:200 的 7 个不同质量浓度溶液,每个质量浓度溶液进样 10 μL,按上述色谱条件测定峰面积,以进样量为横坐标 (X),以峰面积值为纵坐标 (Y) 进行线性回归,得回归方程。黄芩苷: $Y = 3 \times 10^7 X - 370\,694$, $r^2 = 0.999\,9$ (0.014 92~1.492 mg/mL); 汉黄芩苷: $Y = 4 \times 10^7 X - 97\,660$, $r^2 = 0.999\,5$ (0.002 695~0.269 5 mg/mL); 黄芩素: $Y = 5 \times 10^7 X - 39\,469$, $r^2 = 0.999\,1$ (0.000 8~0.079 95 mg/mL); 汉黄芩素: $Y = 6 \times 10^7 X - 19\,918$, $r^2 = 0.999\,6$ (0.000 556~0.055 6 mg/mL); 千层纸素 A: $Y = 5 \times 10^7 X - 5\,517.2$, $r^2 = 0.999\,6$ (0.000 209~0.020 88 mg/mL)。

2.7 精密度试验:取同一样品溶液依照上述实验条件,每次进样 10 μL,重复进样 6 次,5 个成分的峰面积的 RSD 值均小于 2%。

2.8 重现性试验:精密称取同一黄芩药材粉末 6 份,每份 0.1 g,按“2.4”项下方法制备供试品溶液,在上述色谱条件下进行分析测定,5 个成分量的 RSD 值均小于 3%。

2.9 稳定性试验:取同一供试品溶液分别在 0、2、4、6、8、12 h 进样分析,5 个成分的峰面积的 RSD 值均小于 1.1%,说明供试品溶液在 12 h 内稳定。

2.10 回收率试验:取同一样品 6 份,精密称取 0.05 g,加入对照品溶液,其余依照 2.4 项制备溶液,检测结果 5 个成分的回收率值在 95%~104%。

3 土壤样品分析和数据处理方法

按照土壤学实验方法,测定了土壤样品的有机质的量和全氮量。其中土壤有机质的量采用水合热重铬酸钾氧化-比色法测定,土壤有机质的量采用凯氏定氮法测定。实验数据处理在 EXCEL 和 SPSS 13.0 软件上进行。

4 研究结果

4.1 黄芩 5 种有效成分质量分数与海拔高度的关系分析:用 SPSS 13.0 软件对海拔及黄芩的 5 种有

效成分进行相关性分析,结果显示,黄芩苷和汉黄芩苷质量分数与海拔高度的相关性通过 0.01 水平的差异性检验,表现为极显著的正相关关系,也就是说随着海拔升高,黄芩内黄芩苷和汉黄芩苷的质量分数逐渐增加。而黄芩素、汉黄芩素和千层纸素 A 的质量分数与海拔关系没有通过 0.05 水平的差异性检验,这 3 种成分的质量分数与海拔的关系不显著(表 3)。

表 3 黄芩 5 种有效成分质量分数与海拔的相关分析

Table 3 Correlation between elevations and contents of five active components in *S. baicalensis*

海拔/m	pearson 相关性 显著性(双侧)	质量分数/%				
		黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素	千层纸素 A
		0.485 **	0.445 **	-0.014	0.114	0.026
		0.002	0.004	0.929	0.483	0.872

** 在 0.01 水平上显著相关

** Correlation is significant at 0.01 level

从各海拔的平均水平上看,黄芩的 5 种有效成分质量分数随着海拔的变化,呈现曲线变化。其中黄芩苷和汉黄芩苷的质量分数变化趋势一致,首先随着海拔增加质量分数降低,在 971 m 处质量分数均达到最低值。随后,随着海拔增加,呈现较为平缓的趋势,海拔 1 225~1 494 m 处的黄芩所含的黄芩苷和汉黄芩苷的质量分数相差不多,这个范围内生长的黄芩质量较为接近。随后,海拔上升到 1 590 m 处时,黄芩苷和汉黄芩苷质量分数均达到最大值,且与低海拔处的差异较大,这个海拔上的黄芩质量最佳。而当海拔继续增加,黄芩苷和汉黄芩苷的质量分数逐渐下降,但仍比 1 590 m 以下地区的质量分数要高(图 1、2)。

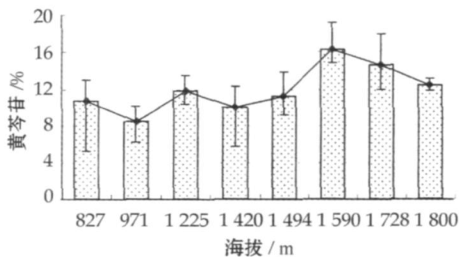


图 1 不同海拔高度的黄芩所含黄芩苷的平均质量分数

Fig. 1 Average contents of baicalin in *S. baicalensis* from different elevation habitats

应用 SPSS 软件分别对黄芩苷质量分数与海拔高度、汉黄芩苷质量分数与海拔高度进行回归分析,得到黄芩苷的质量分数和汉黄芩的质量分数分别与海拔高度的线性方程,黄芩苷: $Y = 0.005 X + 5.418$, $r^2 = 0.231$; 汉黄芩苷: $Y = 0.001 X + 1.335$,

$r^2 = 0.197$ 。

黄芩素、汉黄芩素以及千层纸素 A 质量分数随海拔变化的趋势则要复杂一些,曲线变化不太规律。黄芩素和汉黄芩素质量分数最低的海拔为 971 m,千层纸素 A 质量分数最低的海拔为 1 225 m,3 种有效成分质量分数最高点都出现在 1 494 m (图 3)。

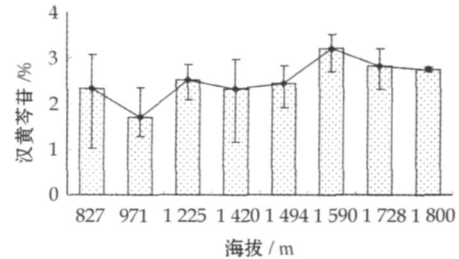


图 2 不同海拔高度的黄芩所含汉黄芩苷的平均质量分数

Fig. 2 Average contents of wogonoside in *S. baicalensis* from different elevation habitats

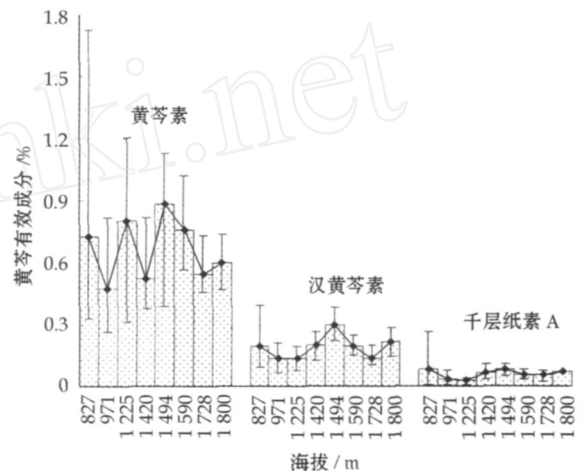


图 3 不同海拔高度的黄芩所含黄芩素、汉黄芩素、千层纸素 A 的平均质量分数

Fig. 3 Average contents of baicalein, wogonin, and oroxylin A in *S. baicalensis* from different elevation habitats

总体上,海拔 1 590 m 处的黄芩质量最好,这个海拔上的黄芩苷、汉黄芩苷的质量分数都是最高,且样品个体之间的量较为稳定;而 971 m 处的黄芩中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素均为最低值,千层纸素 A 仅高于 1 225 m 处的样品,在此海拔生长的黄芩样品质量最差。

4.2 黄芩 5 种有效成分质量分数与环境因子的关系

4.2.1 黄芩有效成分质量分数与环境因子的相关分析:分析结果表明,黄芩苷与汉黄芩苷的质量分数与温度因子为极显著的负相关,与降水因子呈显著

的负相关,与辐射量呈极其显著的正相关,而黄芩素、汉黄芩素与千层纸素的质量分数与气候因子无显著相关关系。黄芩有效成分质量分数与土壤有机质的量及土壤全氮量的关系均不显著(表 4)。

表 4 北京西部山区不同海拔的黄芩 5 种有效成分质量分数与环境因子的相关分析

Table 4 Correlations between environment factors and contents of five active components in *S. baicalensis* in mountainous region of Western Beijing

环境因子		质量分数/%				
		黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素	千层纸素 A
年均温/℃	Pearson 相关性	-0.471 **	-0.449 **	0.030	-0.092	-0.042
	显著性(双侧)	0.001	0.003	0.851	0.569	0.790
年均降水/mm	Pearson 相关性	-0.360 *	-0.379 *	0.063	-0.216	-0.175
	显著性(双侧)	0.018	0.012	0.694	0.175	0.268
年均太阳辐射 ($M \cdot J \cdot m^{-2}$)	Pearson 相关性	0.418 *	0.409 **	-0.059	0.136	0.096
	显著性(双侧)	0.005	0.006	0.710	0.395	0.544
土壤有机质/%	Pearson 相关性	0.184	0.335	0.090	-0.080	0.094
	显著性(双侧)	0.401	0.118	0.684	0.716	0.670
土壤全氮/%	Pearson 相关性	0.311	0.468	0.213	0.058	0.245
	显著性(双侧)	0.148	0.024	0.330	0.792	0.259

* 在 0.01 水平上显著相关 * 在 0.05 水平上显著相关

** Correlation is significant at 0.01 level * Correlation is significant at 0.05 level

可见,在研究区域中,土壤养分条件并不是黄芩有效成分发生变化的主要原因,也就是说,黄芩在山地生长时对土壤养分的要求并不严格。而气候条件是黄芩质量的决定因素,在适合的气候条件的配比下,才能得到黄芩苷和汉黄芩苷质量分数最高的优质黄芩。

4.2.2 气候条件对黄芩有效成分质量分数影响分析:因为在研究的海拔梯度上年均降水量与年均太阳辐射量的跨度不大,只是黄芩实际地理分布区域内年均降水量和年均太阳辐射量的一小部分,所以此次研究只能得到在年均降水 450~580 mm 的大致范围内,黄芩苷和汉黄芩苷质量分数随年均降水量的增加而减少;在年均太阳总辐射量 5 600~5 900 $M \cdot J / m^2$ 的大致范围内,黄芩苷和汉黄芩苷质量分数随着年太阳辐射量的增加而增加。

本研究区域的年均温大致在 2~8℃,从黄芩的分布图上看,黄芩大多数分布在这个年均温范围内,本研究具有一定的代表性。研究表明,黄芩的黄芩苷、汉黄芩苷在年均温 2~6℃的条件下质量分数较高,尤其是年均温在 3~4℃的区域,黄芩苷质量分数普遍比其他区域要高,当年平均温度高于 6℃时,这两种有效成分质量分数相对降低。

其他 3 种成分没有表现出与气候因子的明显相

关性,气候条件对这几种有效成分的影响有待进一步研究。

5 结论与讨论

5.1 通过笔者研究,得到了京西山地黄芩 5 种主要有效成分与海拔高度的关系。结果表明,在黄芩生长的海拔范围内,随着海拔升高,黄芩苷和汉黄芩苷质量分数总体上呈增长趋势;黄芩素、汉黄芩素和千层纸素 A 的质量分数与海拔的相关性不明显。因为目前黄芩苷是判定黄芩质量的主要标准,可以初步得出在山区种植黄芩通过适当提高种植地的海拔,可以得到质量更好的黄芩。

5.2 土壤养分对黄芩主要成分质量分数的影响不明显。分析数据表明,在垂直梯度上,土壤养分有可能协同其他环境因子共同影响黄芩的生长及其有效成分合成,但并非主要因子。

5.3 海拔与黄芩有效成分质量分数之间的关系主要反映了气象因子对黄芩有效成分质量分数的影响。年均温在 2~6℃的生境,有利于提高黄芩有效成分质量分数,年均温在 3~4℃的生境,生长的黄芩质量很有可能达到最高。如果根据这一温度范围对我国黄芩分布区域进行评估,由黑龙江南部、吉林西部、内蒙赤峰及锡林郭勒盟、河北承德等地的野生黄芩可能在平均水平上比其他地区野生黄芩具有更高的有效成分的量。中药界公认,黄芩的传统道地产区为河北承德及其周边地区,研究结果以实测数据对这一传统认识给予了肯定。

5.4 在研究区域内,黄芩的黄芩苷和汉黄芩苷的量随着年均降水的增加而降低,随着年均太阳辐射量的增加升高,但因为在研究的海拔梯度上年均降水量与年均太阳辐射量的跨度并不太大,相对于黄芩的地理分布区域仅仅是其中一小部分,所以不能仅由此次研究而推测出具体的优质黄芩分布范围,需加大研究尺度进行深入研究。

5.5 本研究仅仅局限于北京地区,得出的结论也许并不能完全代表一般规律。因此,有必要在不同地区或者在更大尺度上继续研究各种生态因子对黄芩主要有效成分质量分数的影响。只有综合对比分析不同地区、不同尺度上的研究结果,才能最终正确揭示有利于提高黄芩有效成分质量分数的最佳生境条件。

参考文献:

- [1] 中国药典[S].一部.2005.
- [2] 李作平,卫恒巧.黄芩属植物化学成分的研究概况[J].国外医药·植物药分册,1994,9(4):147-156.
- [3] 李化,黄璐琦,杨滨,等.黄芩不同生长发育期有效成

- 分的变化规律[J]. 中草药, 2008, 39(4): 604-607.
- [4] 于晶, 陈君, 肖新月, 等. 不同来源黄芩产量及质量性状比较研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(7): 491-494.
- [5] 方阵, 王康才. 黄芩生长特性与有效成分积累[J]. 中药材, 2002, 25(2): 84-85.
- [6] 刘萍, 古今, 周文斌, 等. RP-HPLC法考察枯芩与子芩不同部位中黄芩苷含量和不同炮制方法的影响[J]. 中国药物应用与监测, 2007, 4(2): 23-25.
- [7] 徐纪文, 罗素珍. HPLC法测定黄芩中不同部位的黄芩苷含量[J]. 中国药科大学学报, 2001, 32(3): 235-236.
- [8] 苏淑欣, 李世尚, 尚文艳, 等. 家种黄芩与野生黄芩及黄芩主根不同部位的黄芩苷含量研究[J]. 承德民族职业技术学院学报, 2003(3): 79-80.
- [9] 赵德修, 李茂寅, 邢建民, 等. 光质、光强和光期对水母雪莲愈伤组织生长和黄酮生物合成的影响[J]. 植物生理学报, 1999, 25(2): 127-132.
- [10] 张成军, 郭佳秋, 陈周祥, 等. 高温和干旱对银杏光合作用、叶片中黄酮苷和萜类内酯含量的影响[J]. 农村生态环境, 2005, 21(3): 11-15.
- [11] 杨世海, 刘晓峰, 果德安, 等. 不同附加物对甘草愈伤组织培养中黄酮类化合物形成的影响[J]. 中国药理学杂志, 2006, 41(2): 96-99.
- [12] 中国植物志编写委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1977, 65(2): 194.
- [13] 洪志强, 高明, 宋春波, 等. 黄芩的人工栽培及质量研究述评[J]. 中医药学刊, 2006, 24(4): 630-633.
- [14] 谢琴, 华晓东, 王菊美. 不同产地、不同部位黄芩的黄芩苷含量测定[J]. 上海中医杂志, 2001(3): 39-40.
- [15] 武吉华, 张绅, 江源, 等. 植物地理学(第四版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

益母草种质资源遗传多样性的 AFLP 分析

余琪², 沈晓霞², 沈宇峰^{1,2}, 陈加红^{1*}, 石从广¹, 王志安^{2*}

(1. 浙江大学农业与生物技术学院, 浙江 杭州 310029; 2. 浙江省中药研究所, 浙江 杭州 310023)

摘要:目的 通过对9份益母草种质资源AFLP分析, 探求各种质间的遗传多样性。方法 采用扩增片段长度多态性(AFLP)标记, 在DNA水平上进行遗传多样性研究, 筛选了32对选择性扩增引物, 将扩增出的条带作为原始矩阵, 用NTSYS-PC软件计算并分析了益母草种质间的相似性, 构建了遗传系统进化树。结果 SDS法提取的益母草基因组DNA质量较佳, 能够满足AFLP分析的要求; 从32对选择性扩增引物中, 筛选出10对多态性较强、带型较好、分辨率较高的组合, 构建了益母草AFLP指纹图谱, 将9个益母草种质全部区分开来; 通过构建进化树, 把9个种质分成2类。结论 益母草种质资源有丰富的遗传多样性, 某些形态特征差异和基因型存在相关性。

关键词: 益母草; 种质资源; AFLP; 遗传多样性

中图分类号: R282.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2670(2009)08-1296-04

AFLP Analysis of genetic diversity of *Leonurus japonicus* germplasm resources

YU Qi², SHEN Xiao-xia², SHEN Yu-feng^{1,2}, CHEN Jia-hong¹, SHI Cong-guang¹, WANG Zhi-an²

(1. College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. Zhejiang Research Institute of Chinese Materia Medica, Hangzhou 310023, China)

Abstract: **Objective** The AFLP analysis of nine accessions of *Leonurus japonicus* was conducted to explore genetic diversities among germplasm. **Methods** Genetic diversities at DNA level among the germplasm of *L. japonicus* were studied by the amplified fragment length polymorphism (AFLP) marker, and 32 pairs of selective amplification primer were identified. The similarities among the germplasm of *L. japonicus* were calculated and analyzed by the software of NTSYS-PC, and genetic evolution tree was developed, using amplified fragments as primary matrix. **Results** The quality of genomic DNA of *L. japonicus* extracted by SDS method was good enough to meet the requirement of AFLP analysis. Ten combinations with multiple morphologies, clear bands, and high discrimination rate were identified from 32 pairs of selective amplification primers. The AFLP fingerprinting was developed, which could differentiate each of nine accessions of *L. japonicus*. Nine accessions of *L. japonicus* could be classified into two types based on the evolution tree. **Conclusion** There are richer genetic diversities among the germplasm resources of *L. japonicus*, and certain relationships are found between some of morphological characteristics and genotypes.

* 收稿日期: 2008-11-10

基金项目: 浙江省科技厅重大项目 (2005C12002-02)

作者简介: 余琪 (1965—), 男, 浙江, 学士, 高级工程师, 研究方向为中药制剂工艺和质量标准。

Tel: (0571) 85229698 E-mail: yuqi917@hotmail.com

* 通讯作者 陈加红 Tel: (0571) 85241074 E-mail: chenjiarong@hz.cn