

不同产地丹参 ITS 序列及有效成分差异分析

王娟, 邵远洋, 晋小雁, 马双双, 张驰, 王学勇*, 刘春生*
(北京中医药大学 中药学院, 北京 100102)

[摘要] **目的:**比较不同产地丹参的 ITS 序列差异,并结合其有效成分含量,分析 ITS 序列、有效成分含量与产地之间的关系,为探索不同产地丹参质量差异机制奠定基础。**方法:**提取不同产地丹参样品 DNA,采用 PCR-测序技术,应用序列分析软件分析各个产地之间 ITS 序列差异。采用 UPLC 方法检测不同产地丹参有效成分含量。**结果:**发现不同产地丹参 ITS 序列在 152 bp 处存在变异位点,且经诱导子诱导后的 ITS 序列位点在 152 bp 处存在“A”和“G”两种变异类型;各地丹参有效成分含量存在差异。**结论:**初步得出不同诱导子诱导后丹参 ITS 序列 152 bp 处的变异导致更多“G”型转变;山东丹参分别经壳聚糖、水杨酸处理后水溶性成分均增加,联合诱导则对有效成分的增加无显著效用。

[关键词] 丹参; ITS; 有效成分

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)11-0040-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017110040

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170309.1014.056.html>

[网络出版时间] 2017-03-09 10:14

Analysis of ITS Sequence and Effective Components of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from Different Origins

WANG Juan, SHAO Yuan-yang, JIN Xiao-yan, MA Shuang-shuang,
ZHANG Chi, WANG Xue-yong*, LIU Chun-sheng*

(College of Traditional Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China)

[Abstract] **Objective:** To compare the differences in ITS sequence of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins, analyze the relationship between ITS sequence, effective composition content and origins by detecting its effective composition content, and lay a foundation for exploring the quality differences mechanism of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different regions. **Method:** DNA was extracted from the *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins, and PCR-sequencing technology was adopted, then the sequence analysis software was used to analyze the gene sequence differences between different origins. UPLC method was used to measure the effective composition content in *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins. **Result:** It was found that there were some differences in ITS sequences among different origins, then the ITS sequences after being induced by the elicitor showed two types of obvious mutations (A and G); in addition, the effective composition content also showed obvious differences between different origins. **Conclusion:** It was concluded that the mutations at 152 bp of *Salvia Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* induced by different elicitors could lead to more ‘G’-shaped transformation. The water-soluble constituents of *Salvia Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* were increased after being processed by chitosan and salicylic acid respectively. No significant effect on

[收稿日期] 20161208(012)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81274011)

[第一作者] 王娟, 硕士, 从事药用植物与分子生药方向研究, Tel: 17888808665, E-mail: wangjing729819@163.com

[通讯作者] * 王学勇, 博士, 教授, 从事药品鉴定、民族药药效和物质基础研究, Tel: 010-64287660, E-mail: wxyph.d@163.com;

* 刘春生, 博士, 教授, 从事药用植物鉴定及分子生药研究, Tel: 010-84738624, E-mail: max_liucs@263.net

the increase of the active ingredients was found after combined induction by chitosan and salicylic acid.

[Key words] *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma*; ITS; active ingredient

丹参是唇形科植物丹参的干燥根及根茎,具有清心除烦,活血通经的功效^[1],作为中药常用药之一,在我国已有 2 000 多年的临床应用历史,其年需求量超过 2 万多吨,丹参类药物的销售额更是惊人^[2]。其质量的重要性自然不言而喻,而市场上存在的丹参饮片质量参差不齐,其中一些饮片的丹酚酸 B 和丹参酮 II_A 含量甚至不符合 2010 年版《中国药典》一部规定^[3]。目前丹参的种植主要集中于陕西、山东、河南、河北、四川等省,其中陕西商洛、四川中江、河南内乡、山东日照、山东泰安等市县已经成为我国丹参的主要产地^[4]。另有文献报道^[5],不同产地丹参之间的有效成分含量差异较大,产地因素对丹参次生代谢成分含量有显著的影响。与形态学水平、细胞学水平和蛋白质水平需要通过检测基因的表达产物从而确定遗传多样性的特点不同,分子水平上的遗传多样性分析是通过核酸分子的碱基序列变化进行直接分析从而确定遗传多样性的方法。研究发现,不同产地,不同繁殖方法下,丹参脂溶性成分含量存在较大差异,并对不同产地丹参中丹参酮 I,丹参酮 II_A,隐丹参酮研究,结果表明山东野生丹参丹参酮含量较高;另有研究采用高效液相对 5 个产地丹参进行了丹参素儿茶醛含量进行测定,各地含量差异存在统计学意义^[6-8]。分子水平上,李贝宁等^[9]对不同产地丹参的功能基因表达水平对丹参酮的影响进行了研究,发现 SmAACT, SmCMK 对丹参酮的积累存在积极作用。本研究利用诱导子诱导对丹参有效成分含量及 ITS 序列位点变异的影响,运用聚合酶链式反应(PCR)测序技术,分析了几个产区丹参的 ITS 序列位点差异及利用超高效液相色谱(UPLC)技术检测丹参中丹参酮类和酚酸类含量。该研究可为丹参资源的收集保存,开发利用等奠定基础,并对丹参品种选育具有重大指导意义。

1 材料

丹参样品分别来自山东济南、河南方城、四川中江,经北京中医药大学王学勇教授鉴定为唇形科植物丹参 *Salvia miltiorrhiza* 的干燥根及根茎,见表 1。

广谱植物基因组 DNA 快速提取试剂盒,2 × Taq plus pcr mastermix(含染料)(北京博迈德科技发展有限公司,批号分别为 DL116-01,MT201-02)。对照品丹酚酸 B(中国食品药品检定研究院,批号

表 1 丹参样品采集及处理信息

Table 1 *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* samples information

样品号	采集地点	处理方式	样本数/株
SD	山东济南	无处理	14
HN	河南方城	无处理	16
SC	四川中江	无处理	6
SDT	山东济南	壳聚糖诱导	11
SDK	山东济南	水杨酸诱导	3
SDHK	山东济南	水杨酸联合壳聚糖诱导	8

注:采集时间均为 9 月。

111562-200504);丹参酮 II_A(批号 130602),隐丹参酮(批号 121013)均购自成都普菲德生物技术有限公司,质量分数均 ≥ 98%;二氢丹参酮(批号 13082317),丹参酮 I(批号 13050701)均购自成都曼思特生物科技有限公司,质量分数均 ≥ 98%;迷迭香酸(批号 1189-060824),丹酚酸 A(批号 1073-060113)均购自中药固体制剂制造技术国家工程中心,质量分数均 > 98%;紫草酸(批号 20216-201107,质量分数 > 98%)购自南昌贝塔生物科技有限公司。甲醇(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

BIO-RAD T100 Thermal Cycler PCR 仪(德国 Biomerta 公司);Bio-Rad 型电泳仪, JY-SPDT 型水平电泳槽(北京君意东方电泳设备有限公司);JS-680B 型全自动凝胶成像分析仪(上海培清科技有限公司);BP110S 型分析天平(赛多利斯科学仪器有限公司);3K-15 型低温高速离心机(德国 Sigma 有限公司);SY-601 型超级恒温水浴(天津欧诺仪器仪表有限公司);WFZ UV-2100 型紫外-可见分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司];KQ5200E 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);UPLC Accuracy 系统(包括二元超高压溶剂系统,自动进样恒温样本管理器,二极管阵列检测器,Empower 3 色谱工作站,美国 Waters 公司);NANO-pure Diamond Ro + 纯水系统(美国 Thermo Fisher Scientific 公司);U-3010 型紫外-可见分光光度计(日本日立高新技术公司)。

2 方法与结果

诱导丹参处理方法对山东丹参进行诱导子处理。诱导子分别于开花期前 1 周、盛花期后 1 周、种

子成熟期喷洒 3 次,诱导子质量浓度分别为壳聚糖 $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,水杨酸 $0.0138 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,壳聚糖-*g*-水杨酸 $0.0001 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,每亩地喷 80 L。其他丹参苗均以 80 L 水作对照处理。

2.1 丹参 ITS 序列获得

2.1.1 总 DNA 的提取 液氮研磨法来处理丹参样品,取适量植物组织,液氮研磨,转入 1.5 mL 离心管中,加入 AP1 和 RNase,涡旋震荡,65 °C 温育 1 h 后,离心,按照说明书依次加入 AP2, AP3, WB 等去除蛋白质等杂质,离心,保留离心柱,最后离心柱中加入 70 °C 预热的 EB,离心,洗脱即得到的洗脱液为 DNA。

2.1.2 PCR 扩增 PCR 反应液 50 μL 体系进行 PCR 扩增,引物各 2 μL ,DNA 原液 5 μL ,灭菌水 16 μL ,MIX 聚合酶 25 μL ;其中引物序列为 P1:5'-AGAAGTCGTAAGGTTTCCGT-3', P4:5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3',引物长度为 20 bp。反应液置于 BIO-RAD T100 Thermal Cycler 中进行反应,PCR 扩增的循环条件为 94 °C 5 min 至 94 °C 1 min,54 °C 1 min,72 °C 1 min,共 34 个循环,至 72 °C 10 min,PCR 产物在 4 °C 保存。

2.1.3 电泳跑胶 称取琼脂糖 0.2 g,加入经稀释的 TAE 缓冲液 20 mL,加热至澄清后再加入 Golden view 染料 0.2 μL ,稍凉后倒入含梳子的胶槽中,待冷凝后,拔出梳子,点样 5 μL ,同时点 Maker 5 μL ,电泳条件为 110 V,30 min。结果在 750 bp 左右出现亮的条带。

2.1.4 DNA 测序 PCR 产物由上海生物工程技术有限公司进行测序,每个样品均采用双向测序。

2.1.5 结果 采用 Contig Express 软件进行碱基的修改及序列拼接,将所有序列置于 DNAMAN 中进行序列比对,3 个产地的序列相似度达 83% 以上,在 152 bp 处,ITS 序列呈现出规律性差异,见表 2,图 1。

表 2 不同产地丹参 ITS 序列 152 bp 处样本数汇总

Table 2 ITS sample summary at 152 bp for *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins

样品	A 型	G 型
SD	12	2
HN	9	7
SC	5	1
SDT	5	6
SDK	1	2
SDHK	3	5

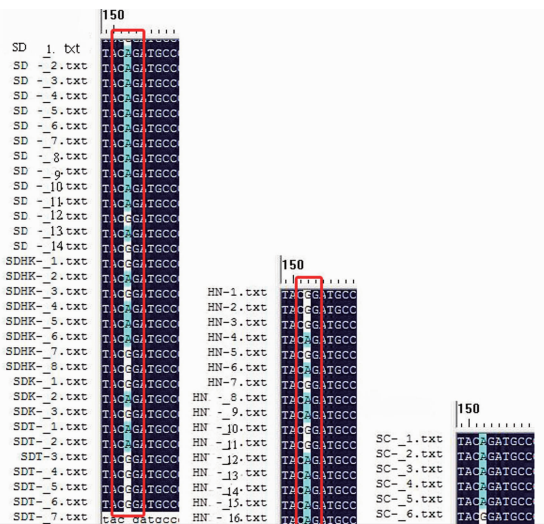


图 1 各产地丹参 ITS 序列

Fig. 1 ITS sequences of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins

2.2 丹参诱导处理及有效成分含量的测定 采用已建立 UPLC 方法^[10]对有效成分含量进行测定,主要测定迷迭香酸,紫草酸,丹酚酸 B,丹酚酸 A,二氢丹参酮,丹参酮 I,丹参酮 II_A,隐丹参酮 8 种成分。其中 4 种水溶性成分于 280 nm 检测,4 种脂溶性成分于 265 nm 检测,采用外标一点法计算样品有效成分含量。

2.2.1 供试品溶液的制备 取过 50 目筛的丹参粉末,精密称取 0.5 g,置于具塞锥形瓶中,精密加入 75% 甲醇溶液 50 mL,称定质量,超声处理 30 min (功率 200 W,频率 40 kHz),放置冷却至室温,用 75% 甲醇溶液补足减失的质量,摇匀,溶液过 0.22 μm 微孔滤膜,续滤液作为供试品溶液。

2.2.2 对照品溶液的制备 精密称取对照品粉末,以甲醇溶解并将对照品溶液分别稀释至迷迭香酸 $0.0202 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,紫草酸 $0.358 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,丹酚酸 B $0.87 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,丹酚酸 A $0.05 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,二氢丹参酮 $0.0109 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,丹参酮 I $0.0532 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,隐丹参酮 $0.0256 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,丹参酮 II_A $0.023 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.2.3 色谱条件 Waters ACQUITY UPLC BEH C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 50 mm, 1.7 μm); 流动相为 0.5% 甲酸溶液 (A)-乙腈 (B) 系统,梯度洗脱 (0 ~ 1 min, 4% B; 1 ~ 2.5 min, 4% ~ 13% B; 2.5 ~ 7.5 min, 13% ~ 22% B; 7.5 ~ 8.5 min, 22% ~ 48% B; 8.5 ~ 12 min, 48% ~ 60% B; 12 ~ 13 min, 60% ~ 90% B; 13 ~ 14 min, 90% B); 流速 0.4 mL · min⁻¹; 进样量 2 μL ; 柱温 35 °C; 样品管理器温度 4 °C。

2.2.4 含量测定结果 UPLC 测得的 3 个产地丹参

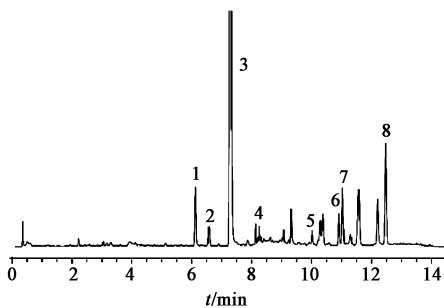
各有效成分具体质量分数见表 3。迷迭香酸、紫草酸和丹酚酸 B 3 个成分的质量分数,均表现为四川 > 河南 > 山东,对于丹参酮类成分含量多具有四川 > 山东 > 河南的趋势,其中四川和山东的成分

含量差异不明显。诱导处理对迷迭香酸、紫草酸和丹酚酸 B 的作用明显。对于山东丹参,经壳聚糖处理后,迷迭香酸、丹酚酸 B 含量最高;水杨酸处理作用与壳聚糖相似。

表 3 各个产地丹参有效成分质量分数

Table 3 Effective component content in *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins

									mg·g ⁻¹								
No.	迷迭香酸	紫草酸	丹酚酸 B	丹酚酸 A	二氢丹参酮 I	丹参酮 I	隐丹参酮	丹参酮 II _A	No.	迷迭香酸	紫草酸	丹酚酸 B	丹酚酸 A	二氢丹参酮 I	丹参酮 I	隐丹参酮	丹参酮 II _A
SD-1	2.17	2.40	45.18	0.53	0.19	0.17	0.72	0.56	SDT-3	5.46	2.31	86.89	0.56	0.12	0.00	0.16	0.17
SD-2	2.28	2.16	43.69	0.47	0.37	0.36	1.12	1.07	SDT-4	2.36	1.57	35.92	0.35	0.38	0.21	0.92	0.55
SD-3	1.62	2.64	40.17	0.55	0.52	0.45	2.40	1.42	SDT-5	1.75	2.25	43.24	0.47	0.29	0.22	0.66	0.57
SD-4	2.65	2.10	52.56	0.56	0.42	0.39	1.47	1.02	SDT-6	3.68	3.20	69.94	0.85	0.73	0.62	1.12	1.40
SD-5	1.54	1.69	32.74	0.42	0.32	0.21	0.69	0.52	SDT-7	3.88	2.63	73.07	0.58	0.13	0.09	0.26	0.31
SD-6	1.28	1.37	28.60	0.31	0.28	0.16	0.76	0.46	HN-1	2.09	2.57	43.41	0.49	0.12	0.07	0.23	0.26
SD-7	1.29	2.22	36.05	0.44	0.28	0.33	1.06	0.98	HN-2	2.88	3.66	67.29	0.75	0.00	0.06	0.11	0.15
SD-8	1.37	1.77	28.13	0.37	0.32	0.22	1.24	0.61	HN-3	3.11	2.96	60.01	0.73	0.19	0.16	0.58	0.48
SD-9	1.28	1.22	27.06	0.28	0.32	0.21	1.05	0.62	HN-4	1.59	2.16	39.81	0.49	0.09	0.10	0.16	0.23
SD-10	1.46	1.14	30.12	0.29	0.37	0.28	0.96	1.04	HN-5	3.04	2.11	37.57	0.42	0.33	0.20	0.71	0.49
SD-11	3.48	2.11	54.35	0.45	0.18	0.10	0.61	0.35	HN-6	2.39	2.29	45.13	0.60	0.22	0.12	0.48	0.37
SD-12	2.02	2.76	39.67	0.49	0.20	0.12	0.36	0.31	HN-7	1.67	2.11	36.28	0.44	0.43	0.46	1.02	1.28
SD-13	2.53	2.26	46.95	0.51	0.31	0.23	1.36	0.81	HN-8	2.88	2.43	64.66	0.60	0.40	0.21	1.58	0.78
SD-14	2.27	2.19	40.42	0.45	0.49	0.22	2.48	0.76	HN-9	2.20	2.10	52.72	0.41	0.19	0.12	1.08	0.43
SDK-1	2.43	2.20	50.69	0.44	0.55	0.44	1.60	1.56	HN-10	3.10	2.40	63.14	0.55	0.00	0.08	0.32	0.22
SDK-2	2.25	2.59	48.92	0.61	0.55	0.33	1.92	0.85	HN-11	3.10	2.70	68.53	0.52	0.21	0.12	0.55	0.39
SDK-3	3.60	3.20	59.92	0.76	0.16	0.14	0.70	0.48	HN-12	2.70	2.11	55.97	0.47	0.29	0.15	1.40	0.36
SDHK-1	2.87	1.68	40.93	0.38	0.66	0.46	1.00	1.21	HN-13	3.56	3.05	68.92	0.68	0.19	0.18	0.34	0.40
SDHK-2	2.81	1.73	35.18	0.43	0.45	0.52	1.04	1.40	HN-14	1.65	1.73	36.75	0.37	0.12	0.07	0.21	0.18
SDHK-3	1.82	1.22	26.07	0.29	0.15	0.14	0.22	0.28	HN-15	3.81	2.28	77.09	0.65	0.23	0.17	0.43	0.49
SDHK-4	2.11	2.58	51.85	0.64	0.38	0.28	1.50	0.74	HN-16	2.52	1.97	59.12	0.43	0.35	0.18	1.25	0.69
SDHK-5	2.41	2.18	51.87	0.54	0.35	0.27	1.25	0.77	SC-1	2.86	2.02	53.46	0.49	0.28	0.20	1.06	0.70
SDHK-6	1.70	2.30	38.83	0.49	0.42	0.32	1.38	1.08	SC-2	1.82	1.79	35.01	0.39	0.15	0.11	0.30	0.28
SDHK-7	3.41	1.94	40.01	0.46	0.14	0.11	0.51	0.42	SC-3	2.63	3.95	70.77	0.86	0.27	0.30	1.25	1.22
SDHK-8	2.80	1.79	42.63	0.42	0.29	0.22	0.43	0.30	SC-4	2.70	3.16	57.69	0.73	0.32	0.24	0.78	0.99
SDT-1	3.69	1.90	71.58	0.44	0.35	0.19	0.54	0.53	SC-5	1.94	2.58	46.05	0.55	0.84	0.50	2.30	1.18
SDT-2	3.05	2.07	45.32	0.39	0.16	0.08	0.29	0.13	SC-6	2.75	2.94	55.79	0.63	0.19	0.14	0.45	0.30



1. 迷迭香酸;2. 紫草酸;3. 丹酚酸 B;4. 丹酚酸 A;5. 二氢丹参酮 I;
6. 丹参酮 I;7. 隐丹参酮;8. 丹参酮 II_A

图 2 丹参样品 UPLC

Fig. 2 UPLC chromatograms of *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* samples

为进一步探讨不同产地丹参中有效成分含量分布规律,对含量进行了方差分析。除二氢丹参酮 I,

其余成分方差齐。对二氢丹参酮 I 单因素方差分析(表 4),结果表明,对于山东产地丹参,壳聚糖对水溶性成分具有较明显的增加作用,而对脂溶性成分具有较明显的下调作用,尤其对隐丹参酮和丹参酮 II_A 的下调作用比较强。而水杨酸作用与壳聚糖相似,对水溶性成分多具上调作用,对迷迭香酸作用明显;对丹参酮脂溶性成分均下调。壳聚糖-g-水杨酸共同处理之后,对各种成分的上调或下调作用均很弱。总而言之,水杨酸和壳聚糖 2 种诱导子对丹参中部分成分的含量有影响,而壳聚糖联合水杨酸诱导则对各种成分均没有显著影响。对其他成分采用 LSD 法(表 5)。分析结果表明,对于迷迭香酸、紫草酸和丹酚酸 B 3 个成分的含量,均表现为四川 > 河南 > 山东,丹酚酸 A 含量则表现为河南 > 四川 > 山东,其中山东较其他 2 个产地的 4 种酚酸类成分含

量明显减少,大多可表现出显著差异,而四川和河南 2 个产地的酚酸类成分差异并不明显。

表 4 二氢丹参酮 I 的单因素方差分析

Table 4 Single factor variance analysis of dihydrotanshinone I

组 I	组 J	MD	SE	P
山东	河南	0.130 00 ¹⁾	0.048 42	0.046
山东	四川	-0.073 00	0.087 99	0.809
河南	四川	-0.203 00	0.091 33	0.129

注:¹⁾均值差的显著性水平为 0.05(表 5 同)。

表 5 不同产地丹参的 LSD 法单因素方差分析

Table 5 Single factor variance analysis with LSD method for *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma* from different origins

因变量	组 I	组 J	MD	SE	P
迷迭香酸	山东	河南	-0.431	0.237 57	0.081
	山东	四川	-0.521 00 ¹⁾	0.237 57	0.037
	河南	四川	-0.09	0.237 57	0.708
紫草酸	山东	河南	-0.682 00 ¹⁾	0.287 33	0.025
	山东	四川	-0.700 00 ¹⁾	0.287 33	0.022
	河南	四川	-0.018	0.287 33	0.951
丹酚酸 B	山东	河南	-10.273 00 ¹⁾	4.763 41	0.040
	山东	四川	-11.488 00 ¹⁾	4.763 41	0.023
	河南	四川	-1.215	4.763 41	0.801
丹酚酸 A	山东	河南	-0.153 00 ¹⁾	0.066 25	0.029
	山东	四川	-0.128	0.066 25	0.064
	河南	四川	0.025	0.066 25	0.709
丹参酮 I	山东	河南	0.107	0.062 03	0.096
	山东	四川	-0.01	0.062 03	0.873
	河南	四川	-0.117	0.062 03	0.070
隐丹参酮	山东	河南	0.654 00 ¹⁾	0.242 6	0.012
	山东	四川	0.025	0.242 6	0.919
	河南	四川	-0.629 00 ¹⁾	0.242 6	0.015
丹参酮 II _A	山东	河南	0.383 00 ¹⁾	0.172 91	0.035
	山东	四川	-0.005	0.172 91	0.977
	河南	四川	-0.388 00 ¹⁾	0.172 91	0.033

3 讨论

对比先前的研究,本研究进行了不同产地丹参 ITS 序列的比较分析,并研究了诱导子诱导对丹参有效成含量的影响。通过丹参 ITS 序列比对分析,不同产地丹参 ITS 序列在 152 bp 处存在较为规律的变异。山东及四川丹参 80% 以上在 152 bp 处为“A”型,河南“A”型“G”型比例相差不大。经诱导处理的山东丹参整体呈现出“G”型趋向变异。另外,丹参成分的差异存在一定的规律性,就丹参中丹参酮类、酚酸类含量而言,四川产地的丹参综合来看质量较为上乘,其次为河南产丹参酚酸类含量较多,

丹参酮类则相对含量偏低。山东产丹参则相反,丹参酮类含量较高,酚酸类含量则低。对山东、河南和四川 3 个产地的样品间有效成分含量进行相关性分析,分析结果表明除丹酚酸 A 外,酚酸类成分间均呈极显著正相关,丹参酮类成分之间也均呈极显著的正相关。但是,丹酚酸 A 则表现得比较特殊,处于二氢丹参酮 I 和隐丹参酮表现出极显著的正相关外,与其他成分的相关性表现均比较弱。丹参酮类和酚酸类成分之间则几乎均为负相关但相关性都比较弱。近代以来,四川产丹参被视为佳品,《中国道地药材》更是将丹参列为川产道地药材^[11-12],这也与本研究结果一致。因此本研究对于特定丹参种质的优选具有重要的指导意义,但实验条件限制,选取的各个产地样本量不够丰富,因此后期通过增加样本量来进一步探讨其变异规律。

[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,2015:76.
- [2] 王庆浩,陈爱华,张伯礼. 丹参:一种中药研究的模式生物[J]. 中医药学报,2009,37(4):1-3.
- [3] 郭琪,慕磊,杨莹,等. 217 批次复方丹参片的质量分析[J]. 解放军医药杂志,2012,24(11):30-32.
- [4] 赵魁,郭晓恒,宋杰,等. 全国丹参生产现状的调查和分析[J]. 时珍国医国药,2010,21(9):2307-2310.
- [5] 刘洋,石任兵,刘斌,等. 丹参药材化学成分 HPLC 指纹图谱研究[J]. 北京中医药大学学报,2006,29(3):188-192.
- [6] 安睿,王新宏,周思丽,等. HPLC 测定不同产地丹参药材中脂溶性成分[J]. 中成药,2004,26(4):294-297.
- [7] 孔祥文,韩杰. 不同产地丹参中隐丹参酮、丹参酮 I 和丹参酮 II_A 的含量比较[J]. 中国药房,2011,22(19):1794-1796.
- [8] 黄敬群,张秀巧,郭军,等. 高效液相色谱法测定 5 种不同产地丹参中丹参素和原儿茶醛含量[J]. 安徽中医药大学学报,2005,24(1):37-40.
- [9] 李贝宁,周晓丽,黄璐琦,等. 不同产地丹参功能基因表达水平对丹参酮类成分积累的影响[J]. 中国中药杂志,2011,36(24):3406-3409.
- [10] 李耿,孟繁蕴,杨洪军,等. UPLC 法同时测定丹参中 11 种成分的含量[J]. 中国药房,2014,25(19):1766-1768.
- [11] 胡世林. 中国道地药材[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1989:161.
- [12] 李晓琳,展晓日,李颖,等. 丹参种子的生物学特性[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(18):27-30.

[责任编辑 邹晓翠]