

不同产地野生远志中 5 种主要成分的含量测定及质量分析

张琳, 杨冰月, 王晶, 张岗, 颜永刚, 高静, 杨新杰, 胡本祥, 彭亮*

陕西中医药大学药学院 陕西省秦岭中草药应用开发工程技术研究中心, 陕西 西安 712046

摘要: 目的 研究不同产地野生远志 *Polygala tenuifolia* 中 5 种主要成分的含量差异, 为远志多成分质量评价体系提供基础。方法 采用 HPLC 法测定 20 个产地野生远志中远志呋喃 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷的含量, 运用 SPSS 20.0 和 SIMCA 11.5 进行差异性、聚类、相关性和主成分分析。结果 不同产地野生远志中 5 种主要成分的含量差异显著, 聚类分析和主成分分析可将所有样品聚为 2 类, 第 I 类所含 3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志呋喃 III、远志皂苷元和细叶远志皂苷含量较高, 来自陕西渭南、陕西咸阳和山西新绛, 其余样品则聚为第 II 类。结论 陕西渭南、陕西咸阳和山西新绛所产野生远志中主要成分含量较高, 与其他产地存在极显著性差异, 可为远志质量评价、优良种质及栽培基地选择等提供依据。

关键词: 远志; 质量评价; 远志呋喃 III; 3,6'-二芥子酰基蔗糖; 远志酸; 远志皂苷元; 细叶远志皂苷

中图分类号: R286.2 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2020)06-1609-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2020.06.030

Content determination and quality analysis of five main components in *Polygala tenuifolia* from different habitats

ZHANG Lin, YANG Bing-yue, WANG Jing, ZHANG Gang, YAN Yong-gang, GAO Jing, YANG Xin-jie, HU Ben-xiang, PENG Liang

Shaanxi Qinling Application Development and Engineering Center of Chinese Herbal Medicine, College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xi'an 712046, China

Abstract: Objective The contents of five main components in *Polygala tenuifolia* from different habitats were determined, which provided certain data support and theoretical basis for the quality evaluation system of *P. tenuifolia*. **Methods** The contents of polygalaxanthone III, 3,6'-disinapoyl sucrose, polygalacic acid, senegenin and tenuifolin of roots from different wild samples were determined by HPLC. Then SPSS 20.0 and SIMCA 11.5 were used for difference analysis, correlation analysis, hierarchical cluster analysis (HCA), and principal component analysis (PCA). **Results** The content of the five main components in wild *P. tenuifolia* samples from different habitats was significantly different. The 20 samples were placed into two clusters (I, II) by HCA and PCA. Cluster I comprised three samples with higher content of 3,6'-disinapoyl sucrose, polygalaxanthone III, senegenin and tenuifolin from Weinan, Xianyang in Shanxi Province, and Xinjiang in Shanxi Province, whereas cluster II contained the other 17 samples. **Conclusion** The results showed that the main components of *P. tenuifolia* from Weinan, Xianyang in Shanxi Province and Xinjiang in Shanxi Province were significantly higher than other origins, and which provided a reference for the quality control, selection of excellent germplasm and cultivation bases of *P. tenuifolia*.

Key words: *Polygala tenuifolia* Willd.; quality evaluation; polygalaxanthone III; 3,6'-disinapoyl sucrose; polygalacic acid; senegenin; tenuifolin

远志为远志科植物远志 *Polygala tenuifolia* Willd. 的干燥根, 系我国常用大宗中药材品种之一, 始载于《神农本草经》, 被列为上品。远志味

苦、辛, 性温, 归心、脾、肾经, 具有安神益智, 祛痰消肿之功效, 有“养命之要药”之称, 临床上多用于治疗心肾不交引起的失眠多梦、健忘惊悸

收稿日期: 2019-08-09

基金项目: 公益性行业(中医药)科研专项经费项目(201507002-1-08); 陕西中医药大学“秦药”品质评价及资源开发学科创新团队项目(2019-QN01); 2019 年医疗服务与保障能力提升补助资金(中医药事业传承与发展部分)“全国中药资源普查项目”(财社[2019]39 号); 2018 全国中药特色技术传承人才(20184828005)

作者简介: 张琳(1980—), 女, 高级实验师, 研究方向为中药质量标准研究及中药资源的开发与利用。E-mail: z-l-1980@126.com

***通信作者** 彭亮(1985—), 男, 副教授, 研究方向为中药资源评价与开发利用、中药材质量控制研究。E-mail: ppengliang@126.com

等症^[1]。现代药理研究表明,远志具有抗抑郁、抗痴呆、脑保护活性、抗心肌缺血、抗肿瘤等作用^[2-4],主要活性成分为皂苷类、吡啶类、寡糖酯类,其中皂苷类成分主要有远志皂苷元、细叶远志皂苷、远志酸、远志皂苷 B 等;吡啶类成分主要为远志吡啶 III;寡糖酯类成分主要为 3,6'-二芥子酰基蔗糖^[5-7]。《中国药典》2015 年版收载的远志和饮片以远志吡啶 III、酰基蔗糖以及远志皂苷元的含量来作为控制质量的成分标准,相关研究也多数对远志吡啶 III、酰基蔗糖以及远志皂苷元的含量进行检测,但是远志中还含有很多其他的有效成分,如远志酸和细叶远志皂,此 2 种成分在远志中含量客观且具有较好的药理活性^[8-10]。因此,为了更全面地控制远志的质量,结合远志酸、细叶远志皂与药典指标性成分来评估远志质量具有重要意义。

近年来,随着人们对远志药理活性尤其是抗抑郁、抗痴呆等研究的不断深入,其开发利用的领域越加宽广,市场需求量和出口量不断增加,人工栽培面积不断扩大,野生资源也开始匮乏^[11]。同时,由于远志药材受产地、栽培条件、加工方法、药用部位(药典收载为远志根,市售药材则多以抽去木心的远志筒为主),使其质量参差不齐,对于其优良种质的筛选与评价极为需求^[12]。目前,远志的研究仍集中于化学成分、药理作用、栽培品远志的品质评价且含量测定多以药典指标为主,对于野生远志的质量评价研究较少。基于此,本研究以全国远志主要分布区野生远志为研究对象,采用 HPLC 法测定不同来源野生远志中远志吡啶 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷的含量,以期为多成分综合评价远志药材品质、筛选优良远志种质及种植基地选择提供数据支持和理论依据。

1 仪器、试剂与材料

1.1 仪器

电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);Waterse-2695 高效液相色谱仪;色谱柱 Agilent 5TC-C18 (250 mm×4.6 mm, 5 μm);检测器(Waters 2998 PDA Detector);KQ-200DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);FA2104 型电子分析天平(上海民桥精密科学仪器有限公司)。

1.2 试剂

远志吡啶 III(批号 120989,质量分数≥

98%)、远志酸(批号 201201,质量分数≥96.5%)、远志皂苷元(批号 200702,质量分数≥98.7%)、细叶远志皂苷(批号 201504,质量分数≥95.6%)购于中国食品药品检定研究院;3,6'-二芥子酰基蔗糖对照品(批号 160506,质量分数≥98%)购自北京北纳创联生物技术研究院;色谱级乙腈、甲醇、磷酸(赛默飞世尔科技有限公司);纯净水(杭州娃哈哈集团有限公司);其他试剂均为分析纯(天津市天力化学试剂有限公司)。

1.3 材料

野生远志采挖于陕西、河北、河南、山西、甘肃、山东等地,药材详细信息见表 1,经陕西中医药大学药学院胡本祥教授鉴定为远志 *Polygala tenuifolia* Willd. 的干燥根。

2 方法与结果

2.1 对照品溶液的制备

分别精密称取远志吡啶 III 对照品 2.20 mg、3,6'-二芥子酰基蔗糖对照品 2.50 mg、远志酸对照品 6.50 mg、远志皂苷元对照品 6.0 mg、细叶远志皂苷元对照品 3.0 mg,置于量瓶中,加甲醇溶解并定容至刻度,临进样前用 0.22 μm 微孔滤膜滤过,即得含远志吡啶 III 0.22 mg/mL、3,6'-二芥子酰基蔗糖 0.25 mg/mL、远志酸 0.65 mg/mL、远志皂苷元 0.24 mg/mL、细叶远志皂苷 0.30 mg/mL 的混合对照品溶液。

2.2 供试品溶液的制备

2.2.1 远志吡啶 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖测定供试品溶液的制备 精密称取药材粉末(过 6 号筛)约 1.000 g,置于 50 mL 三角瓶中,加入 70%甲醇 25 mL,称定质量,加热回流 1.5 h,待冷却至室温后再次称定质量并补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液于 25 mL 量瓶中并定容至刻度,进样前过 0.22 μm 微孔滤膜,即得供试品溶液。

2.2.2 远志酸、远志皂苷元测定供试品溶液的制备 精密称取药材粉末(过 6 号筛)约 1.000 g,置于 50 mL 三角瓶中,精密加入 60%乙醇 15 mL,称定质量,超声处理 30 min,待冷却至室温后摇匀,滤过,取续滤液于 10 mL 于蒸发皿中,将其蒸干,再加入 10 mL 10% HCL 溶解皿底渣滓,再转移至 50 mL 锥形瓶中沸水加热回流 2 h,冷却至室温过滤,可得褐色沉淀于滤纸上,再用甲醇溶解定容至 25 mL 量瓶中,进样前过 0.22 μm 微孔滤膜,即得供试品溶液。

表 1 远志样品信息

Table 1 Sample information of *P. tenuifolia*

编号	产地	经度 (E)	纬度 (N)	海拔/m	平均根长/cm	平均根粗/cm	平均株高/cm	采收时间
PL	甘肃平凉	107°20'43"	35°26'26"	1 254.00	52.80	0.680	32.50	2015-07-06
LX	甘肃临夏	103°30'56"	36°00'21"	2 180.00	20.00	0.500	30.10	2015-07-10
QY	甘肃庆阳	107°46'50"	35°53'27"	1 302.00	44.20	0.450	28.60	2015-07-13
DX	甘肃定西	104°53'14"	34°44'19"	1 538.00	15.20	0.500	18.50	2015-07-14
LN	甘肃陇南	105°01'19"	35°53'27"	1 977.00	16.50	0.400	19.00	2015-07-18
BD	河北保定	115°32'18"	38°41'25"	33.50	16.00	0.640	43.50	2015-08-02
CD	河北承德	116°63'90"	41°19'35"	703.40	12.00	0.430	32.00	2015-08-05
QHD	河北秦皇岛	118°94'90"	40°37'75"	280.70	72.00	0.430	21.00	2015-08-06
SJZ	河北石家庄	114°10'00"	38°35'90"	266.00	14.00	0.440	44.00	2015-08-11
XT	河北邢台	114°50'08"	37°06'44"	63.80	16.50	0.380	34.00	2015-08-13
LY	河南洛阳	112°28'21"	34°33'05"	177.00	7.00	0.410	45.00	2015-08-19
ZZ	河南郑州	121°44'11"	29°54'56"	1 003.00	39.00	0.420	48.50	2015-08-21
LC	山东聊城	116°00'00"	36°59'40"	34.90	13.50	0.350	48.50	2015-08-12
YA	陕西延安	109°48'37"	36°57'75"	970.90	30.56	0.681	38.56	2015-07-13
WN	陕西渭南	109°16'23"	35°04'54"	1 012.31	29.78	0.852	42.42	2016-07-15
XY	陕西咸阳	108°58'39"	34°78'45"	1 054.21	23.52	0.894	38.53	2016-07-12
BJ	陕西宝鸡	107°87'81"	34°37'41"	1 142.59	25.12	0.512	27.98	2016-07-18
XJ	山西新绛	112°09'11"	36°39'39"	514.23	30.00	0.550	40.16	2016-07-19
WX	山西闻喜	112°54'83"	37°43'22"	631.11	29.48	0.625	39.02	2016-07-22
TY	山西太原	112°24'81"	37°29'39"	867.55	28.50	0.590	38.00	2016-07-23

2.2.3 细叶远志皂苷测定供试品溶液的制备 精密称取本品粉末（过 6 号筛）0.500 g，置于具塞锥形瓶中，精密加入 70%甲醇溶液 50 mL，超声处理 1 h，放冷，再称定质量，用 70%甲醇补足减失的质量，摇匀，滤过，精密量取续滤液 25 mL，置于蒸发皿中，将其蒸干，残渣加 10%氢氧化钠溶液 25 mL，加热回流 2 h，放冷，用盐酸调节 pH 值为 4~5，用水饱和的正丁醇溶液振摇萃取 3 次，每次 50 mL，最后合并正丁醇液，回收溶剂至干，残渣加甲醇适量溶解并转移至 25 mL 量瓶中，加甲醇至刻度并摇匀，进样前过 0.22 μm 微孔滤膜，即得供试品溶液。

2.3 色谱条件

2.3.1 远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖含量测定 参照《中国药典》2015 年版第一部远志项下的高效液相色谱法测定。色谱条件：乙腈-0.05%磷酸（20：80）为流动性，等度洗脱。体积流量 1.0 mL/min，检测波长 316 nm，柱温 30 ℃，进样量 10 μL；运行时间 30 min。色谱图见图 1。

2.3.2 远志酸、远志皂苷元含量测定 参照《中国药典》2015 年版第一部远志项下的高效液相色谱法测定。色谱条件为以乙腈-0.1%磷酸水溶液（41：59）为流动相，等度洗脱，体积流量 1 mL/min；检测波长 210 nm；柱温 30 ℃，进样量 10 μL；运行时间 40 min。色谱图见图 2。

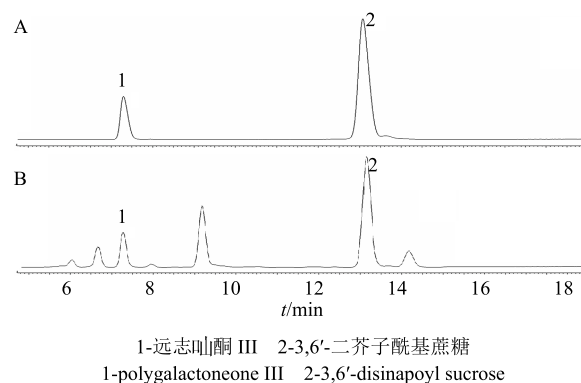


图 1 远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖对照品 (A) 及远志样品 (B) HPLC 色谱图

Fig. 1 Chromatogram of polygalactoneone III, 3,6'-disinapoyl sucrose (A) and sample (B)

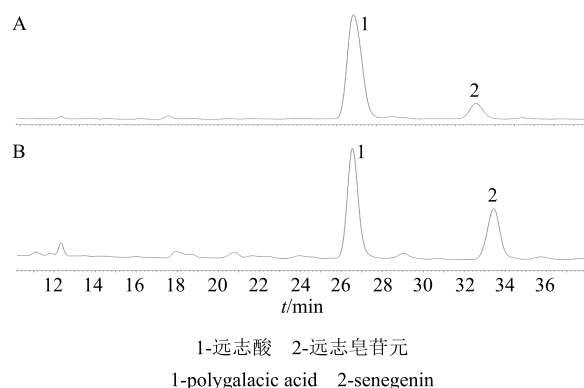


图 2 远志酸、远志皂苷元对照品 (A) 及远志样品 (B) HPLC 图

Fig. 2 Chromatogram of polygalacic acid, senegenin (2) and sample (B)

2.3.3 细叶远志皂苷含量测定 参照《中国药典》2015 年版第一部“远志”项下的高效液相色谱法测定。色谱条件为以甲醇-0.05%磷酸溶液 (70:30) 为流动相, 等度洗脱, 体积流量 1 mL/min; 检测波长 210 nm; 柱温 30 °C, 进样量 10 μL; 运行时间 15 min, 见图 3。

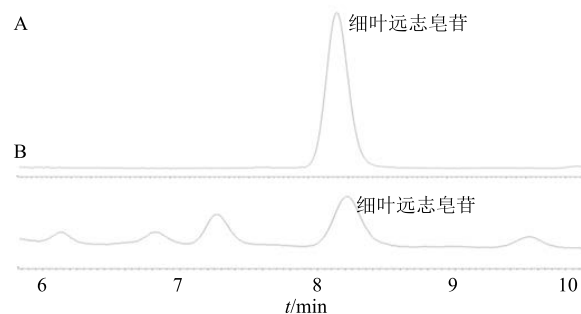


图 3 细叶远志皂苷对照品 (A) 及远志样品 (B) HPLC 图
Fig. 3 Chromatogram of tenuifolin (A) and sample (B)

2.4 线性关系考察

取远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、细叶远志皂苷、远志酸及远志皂苷元对照品溶液, 分别进样, 按上述色谱条件注入色谱仪, 记录峰面积, 分别以各成分的峰面积 (Y) 对进样量 (X, μg) 作回归分析, 计算回归方程, 见表 2。

2.5 精密度试验

精密称取已干燥至恒定质量的同一产地远志粉末 (XY) 1.000 g, 按“2.2”项下方法分别制样,

表 2 5 种主要活性成分的线性关系考察结果

Table 2 Linear relationship of five effective chemical components

活性成分	进样体积/μL	回归方程	r	线性范围/μg
远志呋酮 III	1、2、4、6、8、12、20	$Y=1 \times 10^6 X-114\ 418$	0.999 2	0.22~4.40
3,6'-二芥子酰基蔗糖	1、2、4、6、8、12、20	$Y=2 \times 10^6 X-83\ 190$	0.999 1	0.50~5.00
远志酸	1、2、4、6、8、12、20	$Y=171\ 196 X-13\ 143$	0.999 2	0.65~5.20
远志皂苷元	1、2、4、6、8、12、20	$Y=856\ 303 X-12\ 314$	0.999 5	0.48~4.80
细叶远志皂苷	1、2、4、6、8、10、12	$Y=330\ 180 X-19\ 621$	0.999 4	0.30~3.60

在“2.3”项下, 重复进样 6 次进行测定并计算各对照品峰面积变化情况, 结果显示远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷峰面积的 RSD 分别为 1.09%、1.08%、0.80%、0.42%和 0.12%。

2.6 稳定性试验

取同一供试品溶液 (XY) 适量, 在 0、2、4、8、12、24 h 6 个时间点精密吸取 10 μL, 按“2.3”项下条件分别测定并计算对照品峰面积变化情况, 结果显示远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷峰面积的 RSD 分别为 0.82%、0.69%、1.04%、0.95%和 1.25%。

2.7 重复性试验

精密称取同一产地远志粉末 (XY) 共 6 份,

各约 1.000 g, 按“2.2”项下方法分别制样, 在“2.3”项下的条件下测定并计算样品中 5 种成分的含量变化情况, 结果显示远志样品中远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷质量分数的 RSD 分别为 0.69%、0.58%、0.69%、0.58%和 0.85%。

2.8 加样回收率试验

精密称取已知含量远志粉末 (XY) 共 6 份, 按“2.2”项下方法分别制样, 并精密加入已知浓度的远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷对照品溶液各 3 mL, 在“2.3”项下的色谱条件进行测定, 计算加样回收率。远志呋酮 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元和细叶远志皂苷加样回收率分

别为 98.42%、98.98%、98.14%、97.95% 和 98.89%，RSD 分别为 1.64%、1.51%、1.13%、1.15%、1.36%。

2.9 样品含量测定

取 20 个不同产地的远志（每产地随机选取 5 个单株，按单株粉碎后分别进行含量测定），按“2.2”项下方法分别制样，按“2.3”项下条

件检测，记录峰面积，并计算各成分质量分数，结果见表 3。

3 结果分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行显著性差异分析、相关性分析和聚类（HCA）分析，数据统计分析，并以 5 个主要活性成分含量为变量，将数据导入 SIMCA-P 13.0 软件进行主成分分析（PCA）。

表 3 远志主要化学成分含量差异性分析 ($\bar{x} \pm s, n = 5$)

Table 3 Difference analysis of main chemical components in *P. tenuifolia* ($\bar{x} \pm s, n = 5$)

编号	远志呋酮 III/%	3,6'-二芥子酰基蔗糖/%	远志酸/%	远志皂苷元/%	细叶远志皂苷元/%
PL	0.183±0.090 B	0.524±0.078 EFG	1.513±0.195 BCD	2.056±0.027 A	2.244±0.467 CDEF
NX	0.094±0.013 B	0.888±0.245 BC	0.738±0.066 G	2.104±0.043 A	2.224±0.413 CDEF
QY	0.880±0.690 A	0.775±0.227 BCDE	1.231±0.175 DEF	2.060±0.046 A	2.046±0.259 CDEF
DX	0.220±0.031 B	0.752±0.106 BCDE	0.996±0.101 EFG	2.066±0.643 A	2.855±0.992 BC
LN	0.144±0.061 B	0.374±0.083 G	0.939±0.172 FG	2.067±0.023 A	2.469±0.321 BCD
BD	0.104±0.017 B	1.020±0.164 B	1.570±0.223 BC	2.014±0.073 A	2.073±0.095 CDEF
CD	0.094±0.010 B	0.461±0.101 FG	0.953±0.228 EFG	2.036±0.022 A	1.923±0.216 DEF
QHD	0.092±0.019 B	1.372±0.062 A	1.466±0.396 BCD	2.074±0.067 A	2.162±0.215 CDEF
SJZ	0.166±0.051 B	0.621±0.297 CDEFG	1.039±0.188 EFG	2.012±0.122 A	1.553±0.233 EF
XT	0.188±0.034 B	0.580±0.074 DEFG	0.972±0.110 EFG	1.986±0.227 A	2.443±0.826 BCD
LY	0.208±0.054 B	0.621±0.113 CDEFG	1.189±0.292 DEF	2.042±0.038 A	1.492±0.249 F
ZZ	0.171±0.054 B	0.718±0.171 CDEF	1.679±0.133 B	1.472±0.725 B	2.244±0.447 CDEF
LC	0.324±0.089 B	0.784±0.229 BCDE	0.819±0.017 G	2.050±0.045 A	2.113±0.255 CDEF
YA	0.280±0.041 B	0.437±0.062 FG	1.303±0.127 CDE	2.026±0.175 A	2.372±0.488 BCDE
WN	0.804±0.008 A	1.348±0.031 A	1.586±0.094 BC	2.110±0.085 A	3.944±0.309 A
XY	0.298±0.031 B	0.821±0.061 BCD	2.644±0.121 A	2.058±0.050 A	3.098±0.383 B
BJ	0.295±0.041 B	0.447±0.083 FG	1.208±0.135 DEF	2.054±0.069 A	2.411±0.327 BCD
XJ	0.325±0.029 B	0.621±0.193 CDEFG	1.221±0.123 DEF	2.321±0.029 A	3.742±0.102 A
WX	0.338±0.043 B	0.809±0.131 BCD	1.465±0.256 BCD	2.190±0.112 A	2.923±0.142 B
TY	0.400±0.024 B	0.786±0.104 BCDE	1.024±0.158 EFG	2.096±0.023 A	2.865±0.192 BC

表中不同大写字母表示极显著性差异 ($P < 0.01$)

Different capital letters in the table indicate significant differences ($P < 0.01$)

3.1 主要成分含量差异性分析

由表 3 可知，不同产地远志野生药材的 5 种主要成分含量存在差异。远志呋酮 III 的质量分数为 0.092%~0.880%，以甘肃庆阳产远志中质量分数最高（0.880%），陕西渭南次之（0.804%），与其余 18 个产地存在极显著性差异 ($P < 0.01$)；其余产地远志中远志呋酮 III 质量分数无显著性差异，以甘肃临夏、河北保定、河北承德、河北秦皇岛 4 个产地的含量最为接近。3,6'-二芥子酰基蔗糖的质量分数为 0.374%~1.372%，以河北秦皇岛产远志中质量分数最高（1.372%），陕西渭南次之（1.348%），与其

余 18 个产地存在极显著性差异 ($P < 0.01$)。远志酸的质量分数为 0.738%~2.644%，以陕西咸阳产远志中质量分数最高（2.644%），与其余 19 个产地存在极显著性差异 ($P < 0.01$)，河南郑州、陕西渭南、河北保定、河北秦皇岛、山西闻喜、甘肃平凉的远志酸质量分数依次降低，6 个产地之间不存在极显著性差异，以甘肃临夏产远志中质量分数最低（0.738%）。远志皂苷元的质量分数为 1.472%~2.321%，以山西新绛县产远志质量分数最高（2.321%）；甘肃、河北产远志含量尤其稳定，集中在 2.0%~2.1%；河南郑州产远志皂苷元质量分数最

低 (1.472%), 与其余 19 个产地存在极显著性差异 ($P < 0.01$)。细叶远志皂苷的质量分数为 1.492%~3.944%, 以陕西渭南产远志质量分数最高 (3.944%), 山西新绛县的质量分数次之 (3.742%), 二者间无显著性差异 ($P < 0.01$), 河南洛阳产远志的细叶远志皂苷质量分数最低为 (1.492%)。

3.2 聚类分析

将 20 个不同产地远志野生药材中 5 种主要成分的含量数据导入 SPSS 20.0 统计软件, Z 标准化后选用组内联接聚类法, 以欧式平方距离度量标准, 计算样品相似度。聚类结果表明, 当欧式平方距离为 22 时, 所有样品首先聚为 2 大类, 渭南、新绛、咸阳样品聚为第 II 大类, 其余 17 个产地均聚为第 I 大类, 见图 4。当欧式平方距离为 12 时, 第 I 大类可分为 3 个小类, 石家庄、洛阳、承德样品聚为 Ib 类, 保定、秦皇岛、郑州聚为 Ic 类, 其余则聚为 Ia 类。

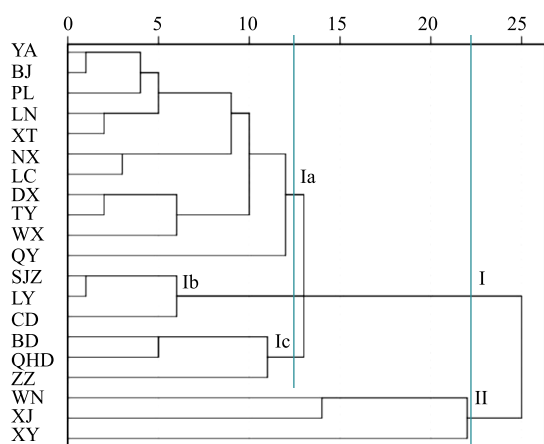


图 4 不同产地远志中 5 种活性成分含量聚类分析树状图
Fig. 4 Cluster analysis of five active ingredients in *P. tenuifolia* from different origins

3.3 PCA

将 20 批远志样品中 5 个主要成分含量平均值为变量, 得到 20×5 阶数据矩阵。采用 SIMCA-P 13.0 统计软件对收集的 20 批野生远志样品进行 PCA。前 3 个主成分的累积贡献率达到 78.669%, 说明前 3 个因子在反映产地与共有成分的相互关系中起主导作用, 能够揭示样品中大多数的变异信息 (表 4)。提取前 3 个主成分作得分图, 见图 5, 可知 PCA 得分图能够很好地将不同产地远志样品区分开来 (图中每个点代表一个

表 4 主成分载荷表

Table 4 Loading in first three principal components

指标	PC1	PC2	PC3
远志呋酮 III	0.706	0.132	-0.137
3,6'-二芥子酰基蔗糖	0.630	-0.316	-0.640
远志酸	0.487	-0.706	0.398
远志皂苷元	0.427	0.774	0.061
细叶远志皂苷	0.823	0.145	0.340
特征值	1.992	1.235	0.707
贡献率/%	39.833	24.705	14.131
累积贡献率/%	39.833	64.538	78.669

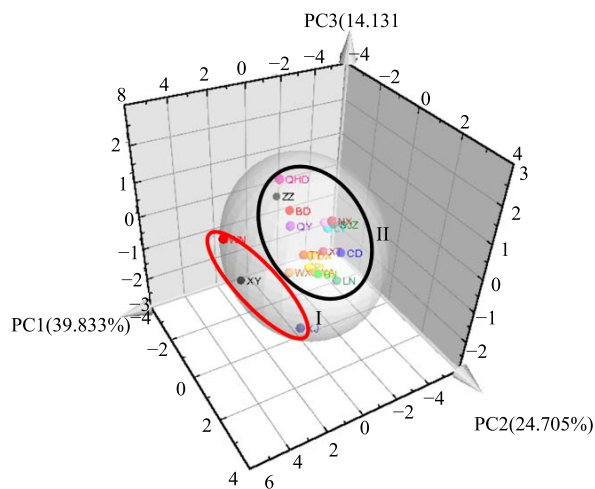


图 5 不同产地远志样品 PCA 图

Fig. 5 Principal component analysis of *P. tenuifolia* samples from different areas

产地), 所有远志样品聚为 2 大类, 陕西咸阳、陕西渭南和山西新绛聚为第 I 类, 其余 17 个产地聚为第 II 类, 与聚类分析的分类结果一致, 表明 20 个产地远志的内在质量特征稳定, 分类清晰, 2 种方法均为归纳反映药材质量特性和综合分类的有力判断手段, 当进行复杂样本的分析时可相互印证。

3.4 相关性分析

利用 SPSS 20.0 作不同成分含量及药材性状间的相关性分析, 结果见表 5, 远志呋酮 III 与株高之间存在显著性相关关系, 远志酸与根粗之间存在极显著性相关关系, 远志皂苷元与株高之间存在显著性相关关系, 细叶远志皂苷与根粗之间存在极显著性相关关系, 3,6'-二芥子酰基蔗糖与上述指标均无相关性关系。可知, 远志成分含量的高低与其根粗、株高的关系相近, 也从侧面反映了

表 5 远志主要成分与性状指标相关性分析

Table 5 Correlation analysis between main components and traits of *P. tenuifolia*

指标	相关系数							
	远志呋喃 III	3,6'-二芥子酰基蔗糖	远志酸	远志皂苷元	细叶远志皂苷	根长	根粗	株高
远志呋喃 III	1.000	0.282	0.147	0.206	0.441	0.180	0.336	-0.504*
3,6'-二芥子酰基蔗糖	0.282	1.000	0.304	0.078	0.297	0.405	0.305	-0.110
远志酸	0.147	0.304	1.000	-0.176	0.319	0.329	0.717**	-0.161
远志皂苷元	0.206	0.078	-0.176	1.000	0.382	-0.068	0.247	-0.375*
细叶远志皂苷	0.441	0.297	0.319	0.382	1.000	0.127	0.612**	-0.407
根长	0.180	0.405	0.329	-0.068	0.127	1.000	0.156	-0.198
根粗	0.336	0.305	0.717**	0.247	0.612**	0.156	1.000	-0.510*
株高	-0.504*	-0.110	-0.161	-0.375*	-0.407	-0.198	-0.510*	1.000

*在 0.05 水平上显著相关; **在 0.01 水平上显著相关

*Significantly correlated at 0.05 level; **Significantly correlated at 0.01 level

药材质量优劣与其外观性状之间存在一定的相关性。

4 讨论

本研究以来源于不同产地的远志野生药材为研究对象,测定了药材中的远志呋喃 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、远志皂苷元、细叶远志皂苷 5 种有效成分的含量,对药材有效成分提取研究思路避免了常规混合打粉提取的模糊性和混沌性,以单株为对象进行含量分析,试图最大程度地反映具体药材的品质评价,使药材研究结果更有具体性和准确性,一定程度上可以宏观估算各产地远志药材的蕴藏量以及有效成分的总体含量。研究表明,糖酯和呋喃类成分易受外界因素的影响,远志呋喃 III、3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志酸、细叶远志皂苷 4 种成分的含量在不同产地间差异显著。远志皂苷元的质量则较为稳定,20 个产地中有 18 批远志的皂苷元质量分数在 2.00%~2.20%,推测其成分受不同地理环境的影响较弱。因此,采用多指标含量测定的方法来评价远志药材的质量更为科学。

分析含量测定结果可知,陕西渭南、咸阳,山西新绛所产野生远志中 3,6'-二芥子酰基蔗糖、远志呋喃 III、远志皂苷元和细叶远志皂苷含量较高,优于其他产地,表现为整体质量优、品质佳,可作为远志基地规范化种植及优良种质筛选的优选地区。而陕西和山西作为远志的道地产区和主产区,较早就开始了远志的栽培种植,所产远志品质优良,与本研究结果一致^[13]。同时,不同产地远志的主要成分含量差异明显,同一省份不同区域的样品主要成分含量差异也较大,分析其原因可能与

生长环境、气候或生长年限有关,建议远志药材在市场流通时,须尽可能清楚地注明产地、生产批号等信息。

产地是影响中药材质量的重要因素,具有明显的本草学特点。大多数药材经过千百年来的筛选,已将产地和中药质量紧密结合在一起,优质药材的产地为“道地”^[14]。远志药材遍布全国,不同地理位置对应着不同环境因素,其差异必定会造成远志形态及化学成分上的差异,进而产生药效上的差异。产地所有的生态因子(立地因素)均与药材质量有关,包括土壤、气温、降雨、光照、生态群落构成等。因此,产地作为中药质量的本草学属性在中药质量评价中有着不可或缺的重要地位,本研究采集了远志主产区 5 个省份 20 个不同地区的远志样本,能在一定程度上反映其品质与产地间的关系,为远志品质评价、优良种植的筛选、种植基地的选择提供了实验数据,但其品质与气候等环境因素的相关性分析有待进一步研究。

参考文献

- [1] 蒲雅洁,王丹丹,张福生,等.远志的本草考证[J].中草药,2017,48(1):211-218.
- [2] 张陶珍,荣巍巍,李清,等.远志的研究进展[J].中草药,2016,47(13):2381-2389.
- [3] Li S, Liu S, Liu Z, et al. Bioactivity screening, extraction, and separation of lactate dehydrogenase inhibitors from *Polygala tenuifolia* Willd. based on a hyphenated strategy [J]. *J Separ Sci*, 2017, 40(6): 1385-1395.
- [4] Bai Y J, He X R, Sun Y, et al. *Polygala tenuifolia*-*Acori tatarinowii* herbal pair as an inspiration for substituted cinnamic α -asaronol esters: Design, synthesis,

- anticonvulsant activity, and inhibition of lactate dehydrogenase study [J]. *Eur J Med Chem*, 2019, 183:111650.
- [5] Wang C C, Yen J H, Cheng Y C, *et al.* *Polygala tenuifolia* extract inhibits lipid accumulation in 3T3-L1 adipocytes and high-fat diet-induced obese mouse model and affects hepatic transcriptome and gut microbiota profiles [J]. *Food Nutr Res*, 2017, 61(1): 1379861.
- [6] 王海波, 栾泽柱, 刘 勇, 等. HPLC 法测定远志饮片中 7 种指标成分含量 [J]. *中药材*, 2018, 41(6): 1404-1407.
- [7] Liu J Y, Liu A L, Mao F Y, *et al.* Determination of the active ingredients and biopotency in *Polygala tenuifolia* Willd. and the ecological factors that influence them [J]. *Industr Crops amp*, 2019, 134: 113-123.
- [8] 王媛媛, 彭 亮, 胡本祥. 不同商品等级远志药材的质量分析研究 [J]. *中草药*, 2017, 48(18): 3833-3840.
- [9] Xu R, Mao F, Zhao Y, *et al.* UPLC Quantitative analysis of multi-components by single marker and quality evaluation of *Polygala tenuifolia* Willd. extracts [J]. *Molecules*, 2017, 22(12): 2276.
- [10] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [11] 彭 亮, 杨冰月, 张 琳, 等. 野生与栽培远志 HPLC 指纹图谱及化学模式识别研究 [J]. *中草药*, 2018, 49(21): 4998-5003.
- [12] 彭 亮, 杨冰月, 程虎印, 等. 不同干燥方法对远志筒及根中主要化学成分的影响 [J]. *中草药*, 2018, 49(21): 5010-5017.
- [13] 刘艳芳, 姜 勇, 屠鹏飞. 不同来源远志药材有效成分的定量分析 [J]. *中国药理学杂志*, 2011, 46(24): 1879-1883.
- [14] 黄林芳, 张 翔, 陈士林. 道地药材品质生态学研究进展 [J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2019, 21(5): 844-853.