

新疆伊贝母有效成分含量与土壤因子相关性分析

叶琪琪¹, 杜冰洁¹, 张鹏葛¹, 盛萍^{1,2 *}

(1. 新疆医科大学 中医学院, 乌鲁木齐 830011;
2. 新疆名医名方重点实验室, 乌鲁木齐 830011)

[摘要] **目的:**研究伊贝母有效成分含量与土壤因子的相关性,筛选影响其有效成分含量的主导因子。**方法:**理化分析法进行土壤因子(pH,总盐,有机质,全氮,全磷,全钾,速效氮,速效磷,速效钾)的测定,应用主成分分析、聚类分析、相关分析及灰色关联度分析进行综合分析。**结果:**新疆不同产地土壤因子的含量存在较大差异,在同一产地的土壤因子含量也存在一定差异。总生物碱含量与速效钾有极显著正相关($P < 0.01$),与总盐有显著正相关($P < 0.05$);西贝母碱与 9 种土壤因子无明显的相关性;西贝母碱苷含量与总盐有显著正相关($P < 0.05$);水溶性成分腺苷含量与总盐、有机质、全氮、速效氮、速效钾有极显著正相关($P < 0.01$), β -胸苷含量与全氮有显著正相关($P < 0.05$)。上述相关分析结果与灰色关联度分析结果一致。伊贝母最佳适宜生长的土壤条件为 pH 6.4 ~ 6.9,总盐 2.3 ~ 5.6 g·kg⁻¹,有机质 118 ~ 231 g·kg⁻¹,全氮 5.8 ~ 11.9 g·kg⁻¹,全磷 0.85 ~ 1.28 g·kg⁻¹,全钾 10.4 ~ 29 g·kg⁻¹,速效氮 428 ~ 906 mg·kg⁻¹,速效磷 31 ~ 57 mg·kg⁻¹,速效钾 424 ~ 494 mg·kg⁻¹。**结论:**综合考虑,土壤中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐对伊贝母中有效成分的合成和积累起到了关键性作用。因此,无论选择土壤,还是生产中施肥,都应重视和合理使用速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐对伊贝母质量的影响。

[关键词] 伊贝母;有效成分;土壤因子;相关性分析;灰色关联度分析

[中图分类号] R282.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)13-0041-07

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017130041

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170420.0954.030.html>

[网络出版时间] 2017-04-20 9:54

Relations Between Soil Factors and Active Ingredient Content of Fritillariae Pallidiflorae Bulbus in Xinjiang

YE Qi-qi¹, DU Bing-jie¹, ZHANG Peng-ge¹, SHENG Ping^{1,2 *}

(1. School of Traditional Chinese Medicine, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China;
2. Xinjiang Key Laboratory of Famous Prescription, Urumqi 830011, China)

[Abstract] **Objective:** To study the correlation between soil factors and contents of ingredient of Fritillariae Pallidiflorae Bulbus, to screen out the leading affecting factor. **Method:** Physicochemical analysis was used to detect soil factors, including pH, total salt, organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium, available nitrogen, available phosphorus and available potassium. Principal component analysis, cluster analysis, correlation analysis and gray correlation analysis were applied in a comprehensive analysis. **Result:** It shows that the content varies greatly in different producing areas in Xinjiang, the content of ingredient was different in the same producing areas. The content of total alkaloids was positively correlated with that of available potassium ($P < 0.01$) and total salt ($P < 0.05$). Sipeimine was not significantly correlated with the nine soil factors. The content of sipeimine was positively correlated with that of total salt ($P < 0.05$). The content of water-soluble component adenosine was positively correlated with that of total salt, organic matter, total nitrogen, available

[收稿日期] 20161213(010)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81160544)

[第一作者] 叶琪琪,在读硕士,从事特色中药资源质量标准研究,Tel: 13699369095, E-mail: 751663005@qq.com

[通讯作者] * 盛萍,博士,教授,从事特色中药资源质量标准研究,Tel: 15809914391, E-mail: xjsphwy@163.com

nitrogen and available potassium ($P < 0.01$). The content of β -thymidine was positively correlated with that of total nitrogen ($P < 0.05$). The results were consistent with the gray correlation analysis results. According to the best soil conditions for *Fritillariae Pallidiflorae Bulbus*, pH was 6.4-6.9, total salt was 2.3-5.6 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, organic matter was 118-231 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, total nitrogen was 5.8-11.9 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, total phosphorus was 0.85-1.28 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, total potassium was 10.4-29 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, available nitrogen was 428-906 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, available phosphorus was 31-57 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, and available potassium was 424-494 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. **Conclusion:** Total salt, total nitrogen, available nitrogen, organic matter and available potassium in soil played the most important roles in synthesis and metabolism of effective ingredient in *Fritillariae Pallidiflorae Bulbus*. Therefore, special attentions should be paid to the effects of total salt, total nitrogen, available nitrogen, organic matter and available potassium on the quality of *Fritillariae Pallidiflorae Bulbus* in soil selection and fertilization.

[**Key words**] *Fritillariae Pallidiflorae Bulbus*; active ingredient; soil factor; correlation analysis; gray correlation analysis

伊贝母为临床常用药材,收录于历版《中国药典》中,为百合科植物新疆贝母或伊犁贝母的干燥鳞茎。具有清热润肺,化痰止咳之功效。临床上常用于治疗肺热燥咳,干咳少痰,阴虚劳咳,咳痰带血等证^[1]。现代研究表明,伊贝母中总生物碱成分是其抗炎、止咳化痰的主要活性成分^[2],其中,西贝母碱和西贝母碱苷是总生物碱中的主要成分。同时,近年的研究表明贝母中水溶性成分核苷和腺苷,具有抗炎、抑制血小板凝聚、降压、松弛平滑肌等作用^[3-4],是贝母止咳化痰的药理学基础^[5]。

新疆是野生伊贝母药材资源的道地产区和唯一生长分布地,由于过度采挖作药用,野生伊贝母药材资源破坏严重,为有效缓解伊贝母药材资源的紧缺,新疆各地对伊犁贝母和新疆贝母开展了人工培育种植工作^[6-7]。因伊贝母不同生长地区土壤环境存在差异性,不同的土壤条件对药材品质及成分含量具有重要影响^[8],但目前关于不同产地土壤因子与伊贝母中有效成分含量的相关性研究尚未见系统报道。因此,本课题采集不同产地多批伊贝母药材样品及相应土壤样品,运用统计方法,综合分析伊贝母中有效成分含量与土壤因子之间的相关性,拟筛选出影响伊贝母中有效成分含量的主导因子,阐释土壤因子对伊贝母活性成分和质量的影响,为日后有效选择土壤条件控制伊贝母药材质量及合理栽培伊贝母提供科学依据。

1 材料

超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司 ACQUITY Ultra Performance LC 系统),ACQUITY UPLCR 蒸发光散射(ELSD)检测器,高效液相色谱柱 Kromasil C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),超高效液相色谱柱 Acquity UPLCTM BEH C₁₈

(2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm)均购自美国 Waters 公司;GBC-40 型紫外-可见分光光度计(澳大利亚 GBC 科学仪器公司);Z-2000 型火焰原子吸收分光光谱仪(日本日立公司);空心阴极灯(Ca, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb 和 Zn)(北京曙光明电子光源仪器有限公司)。对照品西贝母碱(批号 110767-201005),西贝母碱苷(批号 111917-201001),腺苷(批号 110879-200202), β -胸苷(批号 89270-1G)均购自中国食品药品检定研究院;液相色谱仪用乙腈及甲醇均为色谱纯(美国 Sigma 公司)。

试验所用的 20 批伊贝母药材样品(生长年限均为 3 年生)分别采自新疆不同产地,经新疆医科大学医学院中药资源教研室主任盛萍教授鉴定为百合科植物新疆贝母 *Fritillaria walujewii* 或伊犁贝母 *F. pallidiflora* 的干燥鳞茎,凭证标本存放于新疆医科大学医学院中药资源教研室。每个产地随机选取药材样品,干燥,粉碎,过 10 目筛,备用,试验样品品种、产地信息见表 1。同时,以随机多点采样法采集不同产地伊贝母生长的土壤,土壤样品为所取植株 0 ~ 20 cm 土层的土壤,同一生长地土壤充分混合,经挑拣杂物和过筛,带回实验室,自然风干后保存,备用。

2 方法与结果

2.1 总生物碱,西贝母碱,西贝母碱苷,腺苷, β -胸苷含量测定 按照课题组前期文献[9]的研究方法,紫外分光光度法测定总生物碱的含量,HPLC 法测定西贝母碱及西贝母碱苷含量色谱条件为 Waters ACQUITY UPLCTM BEH C₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm)色谱柱,流动相 A(乙腈)-B(0.02% 三乙胺),梯度洗脱(0 ~ 3 min, 70% ~ 40% B; 3 ~ 4 min, 40% ~ 20% B; 4 ~ 10 min, 20% ~ 0% B),流速

0.25 mL·min⁻¹,柱温 25 ℃,样品室温度为室温,进样量 2 μL,ELSD 漂移管温度 40 ℃,喷雾器参数 40%,增益值 500,气体压力 30 psi。HPLC 法测定腺苷,β-胸苷含量色谱条件为 Kromasil C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×150 mm,5 μm)色谱柱,流动相 A(甲醇)-B(水),梯度洗脱(0~20 min,93% B;20~25 min,

93%~80% B;25~55 min,80%~70% B;55~80 min,70%~50% B,80~90 min,50%~30% B,90~100 min,30%~20% B),流速 0.5 mL·min⁻¹,柱温 25 ℃,检测波长 260 nm,进样量 15 μL。对来源于不同产地伊贝母样品中的总生物碱,西贝母碱,西贝母碱苷,腺苷,β-胸苷有效成分进行含量测定,结果见表 1。

表 1 不同产地伊贝母品种基源及伊贝母有效成分含量测定

Table 1 Contents of ingredient of Fritillariae Pallidiflorae Bulbus in different habitats and origins

编号	品 种	产地	总生物碱 /g·kg ⁻¹	西贝母碱 /g·kg ⁻¹	西贝母碱苷 /g·kg ⁻¹	腺苷 /g·kg ⁻¹	β-胸苷 /g·kg ⁻¹
S1	新疆贝母 <i>Fritillaria walujewii</i>	新疆木垒县照壁山	7.71	0.28	2.38	6.89	0.21
S2	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆奇台县吉布库	7.85	0.32	2.53	6.93	0.12
S3	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆吉木萨尔县大有乡	7.93	0.35	2.49	7.28	0.29
S4	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆米泉林场	7.21	0.16	1.54	4.41	0.13
S5	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆呼图壁雀尔沟	7.93	0.43	0.63	2.93	0.19
S6	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆玛纳斯清水河乡	8.36	0.17	1.74	3.63	0.17
S7	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆沙湾县林场	6.46	0.21	1.56	3.69	0.15
S8	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆乌苏县四棵树白杨沟	7.45	0.34	1.23	2.64	0.09
S9	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆新源县那拉提 A	3.91	0.26	0.28	2.74	0.04
S10	新疆贝母 <i>F. walujewii</i>	新疆新源县那拉提 B	4.33	0.26	0.32	2.56	0.08
S11	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆霍城县果子沟	8.69	0.77	2.43	3.84	0.21
S12	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆霍城县芦草沟	8.65	0.42	2.59	3.9	0.11
S13	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆伊犁赛里木湖	7.18	0.5	4.28	2.9	0.24
S14	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆巩留县莫乎尔乡 A	5.26	0.62	1.11	2.7	0.13
S15	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆巩留县莫乎尔乡 B	5.5	0.31	1.51	2.83	0.09
S16	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆巩留县莫乎尔乡 C	5.41	0.48	1.12	2.9	0.09
S17	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆新源县那拉提 A	3.08	0.45	1.1	1.9	0.09
S18	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆新源县那拉提 B	3.21	0.33	1.34	2.32	0.08
S19	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆温泉县栽培基地	7.05	0.97	2.04	4.55	0.07
S20	伊犁贝母 <i>F. pallidiflora</i>	新疆温泉县边防哨所	7.06	0.89	2.17	4.49	0.07

2.2 土壤样品分析 采用文献[10-11]中的方法,电位测定法测定土壤 pH;烘干法测定土壤含水量;质量法测定水溶性总盐含量;重铬酸钾容量法测定土壤有机质;凯氏定氮法测定土壤全氮;NaOH 熔融-钼锑抗比色法测定土壤全磷;NaOH 熔融-火焰原子吸收分光光度法测定土壤全钾;碱解扩散法测定土壤速效氮;碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定土壤速效磷;醋酸铵-火焰原子吸收分光光度法测定土壤速效钾。对土壤中 pH,总盐,有机质,全氮,全磷,全钾,速效氮,速效磷,速效钾进行含量测定,结果见表 2。

由表 2 可知,不同生长伊贝母产地的土壤因子

含量和同一生长伊贝母产地的土壤因子含量均存在一定差异。其中,土壤中速效磷变化最大,其变异系数为 131%;土壤中 pH 变化最小,变异系数为 5%。而总盐、有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾这些土壤因子含量的变异系数均在 30%~70%。分析比较,生长伊贝母的土壤因子平均含量由大到小依次为速效氮>速效钾>有机质>速效磷>全钾>全氮>总盐>全磷。

2.3 土壤因子主成分分析 主成分分析(principal component analysis, PCA)是利用降维的思想,在损失很少信息的前提下把多个指标转化为几个综合指标的多元统计方法^[12],即用尽可能少的土壤因子,

表 2 不同产地伊贝母生长地区土壤因子含量测定

Table 2 Contents of soil factors from *Fritillariae Pallidiflorae* Bulbus different habitats

项目	pH	总盐 /g·kg ⁻¹	有机质 /g·kg ⁻¹	全氮 /g·kg ⁻¹	全磷 /g·kg ⁻¹	全钾 /g·kg ⁻¹	速效氮 /mg·kg ⁻¹	速效磷 /mg·kg ⁻¹	速效钾 /mg·kg ⁻¹
S1	6. 89	5. 60	230. 89	11. 90	1. 28	10. 91	862. 70	57. 20	494. 00
S2	6. 53	5. 20	118. 21	6. 63	1. 06	13. 51	906. 40	31. 40	424. 00
S3	6. 72	2. 30	175. 24	10. 16	1. 09	10. 47	428. 60	51. 40	494. 00
S4	7. 20	2. 10	123. 05	6. 07	0. 98	13. 15	419. 10	18. 70	424. 00
S5	6. 65	1. 90	84. 35	4. 89	0. 85	18. 29	318. 00	13. 00	529. 00
S6	6. 35	4. 60	160. 42	8. 79	1. 01	13. 37	78. 40	40. 10	320. 00
S7	6. 55	3. 20	143. 27	8. 30	1. 11	10. 20	666. 10	37. 80	634. 00
S8	7. 04	0. 90	40. 48	2. 39	0. 31	12. 19	109. 20	6. 70	389. 00
S9	6. 13	1. 70	64. 81	3. 79	1. 18	13. 81	316. 70	62. 90	162. 00
S10	6. 42	2. 40	73. 51	3. 42	1. 08	12. 55	260. 70	51. 00	180. 00
S11	6. 44	4. 50	134. 95	7. 24	1. 09	29. 00	633. 40	36. 00	424. 00
S12	7. 21	2. 30	37. 20	1. 85	1. 72	12. 66	99. 60	287. 80	320. 00
S13	7. 02	2. 40	58. 80	2. 88	1. 16	10. 77	188. 40	12. 60	64. 00
S14	7. 16	3. 20	49. 94	2. 50	2. 03	12. 67	188. 40	351. 40	250. 00
S15	6. 63	1. 30	112. 26	6. 03	1. 45	21. 51	352. 20	104. 90	459. 00
S16	6. 95	2. 30	49. 16	2. 24	1. 00	9. 73	158. 30	29. 40	285. 00
S17	6. 81	1. 70	144. 07	8. 03	1. 01	13. 84	264. 80	43. 60	215. 00
S18	6. 45	2. 30	55. 56	2. 73	0. 96	14. 01	234. 80	51. 80	116. 00
S19	6. 55	4. 80	158. 32	7. 03	0. 85	11. 59	636. 80	41. 10	489. 00
S20	6. 76	4. 20	172. 44	5. 83	1. 20	14. 71	528. 40	32. 70	437. 00
平均值	6. 72	2. 95	109. 35	5. 63	1. 12	13. 95	382. 55	68. 08	355. 45
标准差	0. 31	1. 39	55. 17	2. 90	0. 34	4. 48	248. 21	89. 25	153. 10
变异系数	0. 05	0. 47	0. 50	0. 51	0. 31	0. 32	0. 65	1. 31	0. 43

来解释观测到的变量,主成分的特征值及贡献率是选择主成分的依据^[13]。

本实验采用 SPSS 19. 0 统计分析软件对不同产地 20 批伊贝母土壤样品中 9 个变量成分(表 2)的原始数据矩阵经标准化处理,再对其进行运算,主成分个数提取原则为主成分对应的特征值 > 1 的前 *m* 个主成分。从运算的方差贡献率来看,λ₁ = 3. 773,贡献率为 41. 918%,贡献率最大,包含的信息最多;λ₂ = 1. 898,贡献率为 21. 093%;λ₃ = 1. 192,贡献率为 13. 243%;λ₄ = 1. 086,贡献率为 9. 604%。第 1, 2, 3, 4 个主成分累计贡献率达到 85. 859%, > 80%, 因此,对前 4 个主成分分析已经能反映伊贝母生长环境土壤因子的基本特征。表 3 为初始因子载荷矩阵,表明每一个载荷量表示主成分与对应变量的相关系数。从表 4 中的主成分特征向量结果得知土壤

• 44 •

中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐的含量与第 1 主成分的相关性较强。

2. 4 土壤因子聚类分析 聚类分析是一种可将一组数据按照本身内在的规律较合理地分为几类的探索性的分类方法,此方法可以大大缩小了以往全凭主观判断所造成的误差,使数据分析结果客观性更强^[14]。

本实验以不同产地 20 批伊贝母生长土壤样品中的 9 个土壤因子成分含量的数值为特征变量,到 20 × 9 阶原始数据矩阵,采用 SPSS 19. 0 软件中的系统聚类方法对其进行分析,所用聚类方法为组间交联法(between groups), 距离公式为欧氏距离(Euclidean)。结果显示(图 1),当阈值为 20 时,20 个不同产地土壤样品聚类为两组,其中新疆木垒县、奇台县、吉木萨尔县、沙湾县林场、霍城县果子沟和温泉县产地生长的土壤样品聚为 I 组,其余土壤样

表 3 主成分初始因子载荷矩阵

Table 3 Initial factor loading matrix of principal components

主成分	pH	总盐	有机质	全氮	全磷	全钾	速效氮	速效磷	速效钾
1	-0.387	0.696	0.912	0.895	-0.244	0.166	0.843	-0.483	0.689
2	0.415	0.385	0.160	0.121	0.893	-0.049	0.186	0.824	0.154
3	-0.604	0.080	-0.130	-0.112	0.239	0.829	0.035	0.123	-0.174
4	0.404	-0.375	-0.050	-0.014	-0.112	0.469	-0.010	0.029	0.570

表 4 主成分特征向量

Table 4 Eigenvector of principal components

主成分	pH	总盐	有机质	全氮	全磷	全钾	速效氮	速效磷	速效钾
1	-0.199	0.358	0.47	0.461	-0.126	0.085	0.434	-0.249	0.355
2	0.301	0.279	0.116	0.088	0.648	-0.036	0.135	0.598	0.112
3	-0.553	0.073	-0.119	-0.103	0.219	0.759	0.032	0.113	-0.159
4	0.435	-0.403	-0.054	-0.015	-0.12	0.505	-0.011	0.031	0.613

品聚为Ⅱ组。值得注意的是此次这项研究结果与课题组前期发表的文献[15]不同产地伊贝母生长环境的气象因子聚类研究结果完全一致。

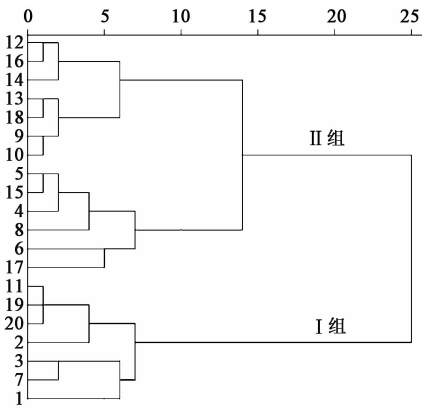


图 1 不同产地伊贝母生长地区土壤因子聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of soil factors from Fritillariae Pallidiflorae Bulbus different origins

表 5 伊贝母有效成分与其生长产地土壤因子含量相关性分析

Table 5 Correlation coefficient of soil factors and contents of ingredient of Fritillariae Pallidiflorae Bulbus

有效成分	pH	总盐	有机质	全氮	全磷	全钾	速效氮	速效磷	速效钾
总生物碱	0.235	0.438 ¹⁾	0.306	0.304	-0.066	0.153	0.276	-0.046	0.570 ²⁾
西贝母碱	0.079	0.328	0.100	-0.095	0.095	0.259	0.165	0.115	0.072
西贝母碱苷	0.312	0.399 ¹⁾	0.252	0.213	0.137	-0.041	0.263	-0.031	0.047
腺苷	0.031	0.612 ²⁾	0.648 ²⁾	0.645 ²⁾	0.037	-0.168	0.707 ²⁾	-0.112	0.543 ²⁾
B-胸苷	0.159	0.219	0.357	0.475 ¹⁾	0.049	0.065	0.179	-0.106	0.257

注: ¹⁾ $P < 0.05$, ²⁾ $P < 0.01$ 。

2.6 不同产地伊贝母有效成分含量与土壤因子灰色关联度分析 利用数据分析软件 DPS 7.05 对 20 个产地伊贝母有效成分含量与土壤因子进行灰色关

2.5 不同产地伊贝母有效成分含量与土壤因子相关性分析 运用 SPSS 19.0 对伊贝母中的 5 个有效成分含量与土壤因子中的 9 个成分含量进行相关性分析,结果见表 5。从表 5 可以看出,总生物碱与土壤因子中的速效钾有极显著正相关($r = 0.570, P < 0.01$),与总盐有显著正相关($r = 0.438, P < 0.05$);西贝母碱与 9 种土壤因子无明显的相关性;西贝母碱苷与土壤因子中的总盐有显著正相关($r = 0.399, P < 0.05$);而水溶性成分腺苷与土壤因子中的总盐、有机质、全氮、速效氮、速效钾均有极显著正相关($r = 0.612, 0.648, 0.645, 0.707, 0.543, P < 0.01$), β -胸苷与全氮有显著正相关($r = 0.475, P < 0.05$),但土壤中的 pH、全磷、全钾、速效磷成分与有效成分的积累相关性均不显著。该研究结果表明,土壤中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐含量的增高对促进伊贝母有效成分的形成和积累有积极作用。

联分析,结果见表 6。从表 6 可以看出,从总生物碱含量角度考虑,9 个因子关联度数据大小排序为 $\gamma_9 > \gamma_3 > \gamma_4 > \gamma_2 > \gamma_1 > \gamma_7 > \gamma_5 > \gamma_6 > \gamma_8$,影响总生物

表 6 伊贝母有效成分含量与土壤因子灰色关联分析
Table 6 Gray correlation analysis of soil factors and contents of ingredient of Fritillariae Pallidiflorae Bulbus

关联矩阵	r_1 pH	r_2 总盐	r_3 有机质	r_4 全氮	r_5 全磷	r_6 全钾	r_7 速效氮	r_8 速效磷	r_9 速效钾
总生物碱	0.687 1	0.689 2	0.702 3	0.695 0	0.651 8	0.640 5	0.679 1	0.624 6	0.779 1
西贝母碱	0.722 1	0.648 0	0.619 3	0.618 0	0.669 2	0.758 1	0.640 3	0.698 7	0.602 6
西贝母碱苷	0.715 0	0.745 2	0.734 7	0.732 2	0.745 0	0.713 3	0.749 8	0.738 0	0.779 0
腺苷	0.645 4	0.773 8	0.773 5	0.775 8	0.688 2	0.677 5	0.785 4	0.708 0	0.742 5
β -胸苷	0.649 5	0.720 0	0.702 6	0.709 7	0.641 5	0.692 1	0.691 6	0.639 7	0.723 9

注:关联度用 γ 表示。

碱含量的重要因素是速效钾,其次是有机质和全氮;从西贝母碱含量角度考虑,9 个因子关联度数据大小排序为 $\gamma_6 > \gamma_1 > \gamma_8 > \gamma_5 > \gamma_2 > \gamma_7 > \gamma_3 > \gamma_4 > \gamma_9$,影响西贝母碱含量的重要因素是全钾;以西贝母碱苷含量为考虑对象,9 个因子关联度数据大小排序: $\gamma_9 > \gamma_7 > \gamma_2 > \gamma_5 > \gamma_8 > \gamma_3 > \gamma_4 > \gamma_1 > \gamma_6$,影响西贝母碱苷含量关键因素是速效钾,其次是总盐和速效氮;以腺苷含量角度考虑,9 个因子关联度数据大小排序: $\gamma_7 > \gamma_4 > \gamma_2 > \gamma_3 > \gamma_9 > \gamma_8 > \gamma_5 > \gamma_6 > \gamma_1$,速效氮是影响腺苷含量的重要因素,其次是全氮和总盐;从 β -胸苷含量的角度考虑,9 个因子关联度数据大小排序: $\gamma_9 > \gamma_2 > \gamma_4 > \gamma_3 > \gamma_6 > \gamma_7 > \gamma_1 > \gamma_5 > \gamma_8$,可见速效钾是影响 β -胸苷含量的重要因素,其次是全氮和总盐。可见总生物碱,西贝母碱苷, β -胸苷成分受速效钾影响最大。

2.7 伊贝母最佳适宜生长土壤条件划定分析 课题组前期对伊贝母道地产区研究结果得知^[16],伊贝母的最佳适宜生长区为新疆木垒县、奇台县、吉木萨尔县、霍城县果子沟和温泉县。而本文土壤因子聚类分析的结果:新疆木垒县、奇台县、吉木萨尔县、霍城县果子沟和温泉县的土壤因子也一致的聚为了一类,并与课题组前期发表的文献[15]不同产地伊贝母生长环境的气象因子聚类分析的研究结果完全一致。因此,可将新疆木垒县、奇台县、吉木萨尔县、霍城县果子沟和温泉县的土壤因子划定为伊贝母最佳适宜生长的土壤条件,即 pH 为 6.4 ~ 6.9,总盐 2.3 ~ 5.6 g · kg⁻¹,有机质 118 ~ 231 g · kg⁻¹,全氮 5.8 ~ 11.9 g · kg⁻¹,全磷 0.85 ~ 1.28 g · kg⁻¹,全钾 10.4 ~ 29 g · kg⁻¹,速效氮 428 ~ 906 mg · kg⁻¹,速效磷 31 ~ 57 mg · kg⁻¹,速效钾 424 ~ 494 mg · kg⁻¹。

3 讨论

本实验通过对伊贝母不同产地土壤因子的含量测定,发现测得的 9 种土壤因子含量在不同产地和同一产地中均存在差异。

从聚类分析结果可以看出,新疆木垒县、奇台

县、吉木萨尔县、沙湾县林场、霍城县果子沟和温泉县的土壤样品聚为了一类,这与课题组前期以有效成分为综合评价指标研究伊贝母道地产区及不同产地伊贝母生长环境的气象因子聚类分析的研究结果完全一致。这一现象表明,不同产地土壤因子与伊贝母中有效成分含量存在密切联系,因此,开展对不同产地土壤因子与伊贝母有效成分含量的相关性研究是十分必要的。

相关性分析结果表明,土壤中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐含量对伊贝母中总生物碱、西贝母碱苷、腺苷及 β -胸苷有较大的影响,而西贝母碱与 9 种土壤因子无明显的联系。结合灰色关联度分析结果发现,速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐与总生物碱、西贝母碱苷、腺苷及 β -胸苷的关联度系数也相对较高。同时主成分分析研究结果表明,土壤中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐与贡献率最大的第 1 主成分有较强的相关性,这一现象表明这 3 项研究结果不谋而合,同时也反应出该结果的准确性、科学性及其合理性。

因此,综合 3 种分析方法的结果,本文作者认为土壤中速效钾、全氮、有机质、速效氮及总盐含量是 3 种分析方法从不同角度筛选出影响伊贝母有效成分的主导因素。

灰色关联度分析是根据因素间发展趋势的相似或相异程度,利用各子系统(或因素)间的数值关系,对一个动态发展变化的系统进行量化分析的一种方法^[17-18]。本文运用灰色关联度法系统分析不同产地伊贝母中活性成分含量与土壤因子间的相关性,弥补了单一回归等统计分析法要求大量数据等不足,更适合土壤因子的分析。本文采用主成分分析法,从相关矩阵的计算结果得知,其相关系数 80% 的数据绝对值 > 0.3,表明适合伊贝母生长环境的土壤因子主成分分析法来研究变量之间的关系。

总之,在伊贝母规范化种植过程中,首先选择土质肥沃,同时提高土壤中速效钾、全氮、有机质、总盐

含量,并且要适当控制土壤中速效氮的含量以防止植株生长过快。另外,伊贝母有效成分的积累除了与土壤因子有关外,还与不同产地的气候因子、遗传多样性因子有密切联系,这些结论已经得到课题组研究结果的证实,其中,一部分文献已经投稿,一部分相关文献已经得到发表^[15-16]。

[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: 141.

[2] 徐惠波,孙晓波,温富春,等. 伊犁贝母和梭砂贝母生理活性的初步比较[J]. 中国中药杂志,2000,25(7):391-394.

[3] KANG D G, Sohn E J, Lee Y M, et al. Effects of Bulbus Fritillaria wanter extract on blood pressure and renal function in the *L*-NAME-induced hypertensive rats [J]. J Ethnopharmacol, 2004, 91(1):51-56.

[4] 黄丽晶,高文远,李霞,等. 平贝母水提物抗炎作用研究[J]. 天津中医药, 2009, 26(6): 495-496.

[5] 邹冈. 基础神经药理学[M]. 北京: 科学出版社, 1988:310.

[6] 《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 第 14 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 102.

[7] 新疆生物土壤沙漠研究所. 新疆药用植物志[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1977: 186-199.

[8] 王果平,樊丛照,李晓瑾,等. 新疆贝母属植物鉴定技术研究进展[J]. 中国现代中药, 2012, 14(9):

51-53.

[9] 安露莎. 野生与栽培伊贝母质量评价研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2014.

[10] 中国农业学会农业学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社, 1983: 95-295.

[11] 李立平, 张佳宝, 邢维芹, 等. 土壤速效氮磷钾测定进展[J]. 土壤通报, 2003, 34(5): 483-488.

[12] 林海明, 张文霖. 主成分分析与因子分析的异同和 SPSS 软件[J]. 统计研究, 2005, 22(3): 65-69.

[13] 刘明芝, 周仁郁. 中医药统计学与软件应用[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2006: 280-284.

[14] 李永健, 方肇勤. 聚类分析在中医药研究中的应用与思考[J]. 南京中医药大学学报: 自然科学版, 2001, 17(3): 182-185.

[15] 张鹏葛, 安露莎, 盛萍. 新疆伊贝母有效成分含量与气候因子相关性分析[J]. 亚热带植物科学, 2016, 45(2): 101-106.

[16] 张鹏葛, 安露莎, 盛萍. 伊贝母药材适宜生长区研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(13): 44-49.

[17] 蔡萍, 刘才英, 梁雪娟, 等. 杜仲药材有效成分与环境因子的灰色关联度分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(23): 10-14.

[18] 孟杰, 陈兴福, 杨文钰, 等. 基于灰色关联度分析和 DTOPSIS 法综合评价青川柴胡资源[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(3): 433-437.

[责任编辑 邹晓翠]