

不同种源玉竹多糖含量比较及相关性分析

李王武, 王曦林, 吕伟旗, 邹慧龙*

(丽水市人民医院, 浙江 丽水 323000)

[摘要] 目的:不同种源玉竹多糖含量比较及分析,为玉竹种质资源利用与良种选育提供依据。方法:收集全国主分布区玉竹野生种质资源21份,考察农艺性状、经纬度与海拔,用苯酚-硫酸法测定多糖含量,用Excel,SPSS,DPS软件进行数据分析。结果:供试玉竹种源间农艺性状与多糖含量存在极显著差异($P < 0.01$),湖南与四川种源多糖含量较高,其次为浙江种源;多糖含量与叶宽、根状茎直径、海拔相关性较低,在叶大而狭长,茎较粗,果实较大的低经纬度种源中较高;12个性状可简化为5个主成分,累计贡献率达85.44%;21个种源可划分为4个类群,类群I植株较高大,茎较粗,果实大,叶片较多而狭长或宽厚,根状茎产量高,综合性状表现较好。结论:共筛选出8个优良种源,良种选育时,可优先在湖南与四川平昌种源中选择,其次为浙江临安、浙江磐安与吉林抚松种源。

[关键词] 玉竹;种源;多糖;相关性

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)07-0046-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017070046

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20161207.1135.030.html>

[网络出版时间] 2016-12-07 11:35

Comparison and Correlation Analysis of Polysaccharose Contents in Polygonati Odorati Rhizoma from Different Provenances

LI Wang-wu, WANG Xi-lin, LYU Wei-qi, ZOU Hui-long*

(Lishui People's Hospital, Lishui 323000, China)

[Abstract] **Objective:** Comparison and correlation analysis of polysaccharose contents in Polygonati Odorati Rhizoma from different provenances to provide the basis for superior provenance selection of Polygonati Odorati Rhizoma. **Method:** The 21 pieces of wild provenance resources of Polygonati Odorati Rhizoma were collected from the main distribution area of China. Their agronomic traits, longitude and latitude, height were measured and recorded. Polysaccharose content was detected by phenol-sulfuric acid method, and then the obtained data were analyzed by Excel, SPSS and DPS software. **Result:** There were extremely significant difference in agronomic traits and polysaccharose contents between Polygonati Odorati Rhizoma from different provenances ($P < 0.01$). The polysaccharose contents in Hunan and Sichuan provenance were higher, followed by Zhejiang provenance. Polysaccharose contents had low correlations with width of leaves, diameter of rhizome and heights, however, the polysaccharose contents were higher in the lower longitude and latitude provenances from which the plants presented larger area and ratio of length and width of leaves, thicker stem and larger diameter of fruits. What's more, 12 characters tested were simplified to 5 principle components, with a cumulative contribution rate of 85.44%. 21 provenances could be divided into 4 groups and the comprehensive characters of the first group showed the best performance. **Conclusion:** The 8 superior provenances have been selected and more attention should be paid on Hunan and Sichuan Pingchang provenance, followed by Zhejiang Lin'an, Zhejiang Pan'an and Jilin Fusong provenances for superior variety breeding.

[Key words] Polygonati Odorati Rhizoma; provenance; polysaccharose; correlation

[收稿日期] 20160719(009)

[基金项目] 浙江省科技计划项目(2012CXTD11)

[第一作者] 李王武,主管药师,从事中药材质量控制研究,E-mail:cathy9393@163.com

[通讯作者] * 邹慧龙,副主任药师,从事中药材成分分析与中成药药剂制备研究,Tel:0578-2028393,E-mail:zh20020903@163.com

玉竹系百合科植物玉竹的干燥根茎,产自湖南、黑龙江、吉林、江西、安徽、浙江、台湾等地,性甘,微寒,归肺、胃经,养阴润燥,生津止渴,用于肺胃阴伤,燥热咳嗽,咽干口渴,内热消渴^[1-3]。多糖是玉竹根茎的主要活性成分,具有降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗氧化应激、提高免疫力与延缓衰老等作用^[4-8]。目前市场对玉竹的需求量不断增长,野生种质资源逐年减少,人工栽培技术与良种选育工作越来越受到重视,优良的种质资源是品种选育的基础,但关于玉竹种质资源评价报道较少,现有研究仅限于少数产地与品系^[9-11],本实验收集全国主分布区玉竹野生种质资源 21 份,评价多糖含量指标,分析其与农艺性状、生境因子间的相关性,筛选优良种源,为玉竹良种选育提供依据。

1 材料

收集湖南、浙江、江西、四川、湖北、安徽等省玉竹野生种质资源,保存于温州医科大学附属第六医院中药材种质资源圃,由邹慧龙副主任中药师鉴定为百合科植物玉竹 *Polygonatum odoratum* 的干燥根茎。见表 1。

表 1 不同种源玉竹生长环境概况

Table 1 Provenances of Polygonati Odorati Rhizoma tested

种源地	经度/°	纬度/°	海拔/m	生长环境
湖南邵东	111.74	27.26	565	林下或山野阴坡
湖南新邵	111.46	27.32	487	林下
湖南石门	111.40	29.63	403	沟谷边
湖南慈利	111.25	29.52	651	林下荫处
浙江磐安	120.70	29.24	653	山坡林下
浙江临安	119.55	30.42	976	林下
浙江仙居	120.78	28.79	504	路边或山坡
浙江新昌	120.83	29.33	516	山野阴坡
山东东平	116.17	36.04	238	草丛边或林下
山东泰山	117.11	36.26	1 210	林下
湖北兴山	110.99	31.12	804	阴坡处
湖北远安	111.44	31.31	921	山坡林下
江西玉山	117.90	28.80	894	沟谷边
江西万年	117.23	28.65	566	林下
吉林抚松	127.79	42.05	1 019	山坡或林下
吉林辉南	126.44	42.29	1 133	林下
辽宁凤城	124.07	40.43	234	山野阴坡
四川平昌	107.03	31.45	536	草丛边
河北易县	115.49	39.22	121	山坡荫处
河北曲阳	114.52	38.73	248	阴坡
安徽休宁	118.21	29.65	150	林下

Alpha-1900 型紫外-可见分光光度计(上海谱元仪器有限公司),Milli-Q Academic 型超纯水仪(美国 Millipore 公司),DGG-9070 型电热恒温鼓风干燥箱(上海森信试验仪器有限公司),GT16-3 型高速台式离心机(北京时代北利离心机有限公司),AE240 型电子天平(瑞士梅特勒-托利多公司),FY135 型中草药粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司),GW-1024 型超声波清洗机(中山市广威超声设备科技有限公司),SHZ-D(Ⅲ)型循环水式真空泵(巩义市瑞德仪器设备有限公司)。D(+)-无水葡萄糖(上海源叶生物科技有限公司,批号 B21882),重蒸酚(北京索莱宝科技有限公司,批号 909C024),浓硫酸(深圳市冠泰化工有限公司,批号 81007),其他试剂均为分析醇。

2 方法与结果

2.1 农艺性状考察 2015 年 6 月至 7 月进行玉竹农艺性状考察,每个处理随机选取 20 株,用卷尺测量叶长,叶宽,株高,计算叶长宽比 = 叶长/叶宽,叶长宽积 = 叶长 × 叶宽,用游标卡尺测量茎粗,根状茎直径与果实直径,统计叶片数与果实数。2015 年 10 月,采收 10 m² 内 3 年生玉竹根状茎,称重,平行 3 次。

2.2 样品溶液制备与多糖含量测定 将烘干至恒重的样品粉碎,过 60 目筛。玉竹多糖含量测定方法参考 2015 年版《中国药典》^[1],称取样品粉末 0.3 g,加蒸馏水 200 mL,沸水浴回流提取 2.5 h,趁热抽滤,冷却至室温,将滤液定容至 250 mL 量瓶,取多糖提取液 5 mL,加无水乙醇 25 mL,4 ℃ 冷藏沉淀多糖 1 h,4 000 r·min⁻¹ 离心 1 h,小心倒去上清液,加 80% 乙醇 20 mL,4 000 r·min⁻¹ 离心 30 min,重复 1 次,挥干剩余乙醇,沉淀用沸水溶解定容至 50 mL 量瓶。用苯酚-硫酸法测定多糖含量,取样品溶液 1 mL,加 5% 苯酚溶液(现配)1 mL,加浓硫酸 5 mL,摇匀冰水浴放置 5 min,沸水浴 20 min,冷却至室温,于 488 nm 处测定吸光度 A,以蒸馏水为空白,平行 3 次。

2.3 线性关系考察 精密吸取 0.1 g·L⁻¹ 葡萄糖对照品溶液 0.1,0.2,0.4,0.6,0.8,1 mL,蒸馏水补足 2 mL,按照 2.2 项方法测定 A,以 A 为纵坐标 Y,浓度为横坐标 X,绘制标准曲线,本试验线性方程为 Y = 4.623 8X + 0.001 7, R² = 0.999 7,线性范围为 0.005 ~ 0.05 g·L⁻¹。

2.4 稳定性试验 取浙江临安样品,按 2.2 项下方法制备样品溶液,室温避光保存,分别在 0,1,2,4,

8, 12, 24 h 测定 A, 计算 RSD 为 0.9%, 供试样品溶液在室温避光保存 24 h 稳定。

2.5 重复性试验 取浙江临安样品 6 份, 按 2.2 项方法制备样品溶液并测定多糖含量, 得样品平均多糖质量分数为 9.08%, RSD 为 1.2%, 试验方法重复性良好。

2.6 精密度试验 取浙江临安样品溶液, 按 2.2 项方法下连续测定 6 次 A, 得 RSD 为 0.08%, 表明仪器精密度良好。

2.7 加样回收率试验 精密称取浙江临安样品, 加入葡萄糖对照品 10 mg, 按 2.2 项下方法制备样品溶液, 配制成 80%, 100%, 120% 的低、中、高 3 个梯度, 分别测定多糖质量分数, 计算加样回收率。见表 2。

2.8 数据处理与分析 用 Excel 2007 软件记录数据, 用 SPSS 17.0 软件进行单因素 ANOVA 方差分析与相关性分析, 用 DPS 9.05 软件进行主成分分析与聚类分析(类平均法)。

2.9 多糖含量、农艺性状比较与相关性分析 不同种源玉竹间多糖含量与农艺性状存在极显著差异 ($P < 0.01$)。湖南邵东种源叶长、叶长宽比, 湖南新邵种源茎粗, 浙江临安种源叶宽, 四川平昌种源叶长宽积、株高、根状茎直径, 浙江仙居种源叶片数, 安徽休宁种源果实数, 河北曲阳种源果实直径, 浙江磐安

表 2 不同浓度梯度浙江临安样品加样回收率试验

Table 2 Results of recovery tests of *Polygonatum odoratum* from different concentration gradient

浓度梯度 /%	称重量 /g	样品中量 /mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均回收率 /%	RSD /%
80	0.120 0	10.896	8	19.078	102.28	99.90	2.5
	0.120 0	10.896	8	18.903	100.09		
	0.120 0	10.896	8	18.682	97.33		
100	0.150 0	13.620	10	23.563	99.43	98.09	2.0
	0.150 0	13.620	10	23.512	98.92		
	0.150 0	13.620	10	23.213	95.93		
120	0.180 0	16.344	12	28.431	100.73	100.36	0.6
	0.180 0	16.344	12	28.433	100.74		
	0.180 0	16.344	12	28.299	99.63		

种源 10 m² 产量指标最高。21 个种源平均多糖含量达 8.69%, 其中湖北兴山种源最高, 为 10.31%, 安徽休宁种源最低, 仅为 6.99% (表 3)。玉竹多糖含量与农艺性状、经纬度、海拔间表现出一定的相关性(表 4), 在叶大而狭长, 茎较粗, 果实较大的种源中含量较高, 高经纬度分布的种源相对低经纬度种源含量较低, 而与叶宽、根状茎直径、海拔等因素相关性较低。

表 3 不同种源玉竹农艺性状与多糖质量分数比较 ($n = 20$)

Table 2 Comparison of agronomic traits and polysaccharose contents in *Polygonatum odoratum* from different provenances ($n = 20$)

No.	种源地	叶长 /cm	叶宽 /cm	叶长宽比	叶长宽积/cm ²	叶片数 /片	株高 /cm	茎粗 /cm	根状茎直径/mm	果实数 /个	果实直径 /mm	产量 /kg·m ⁻²	多糖质量分数 /%
1	湖南邵东	12.29	4.31	2.85	52.97	15.2	49.5	0.88	18.32	13.89	1.34	2.332	9.67
2	湖南新邵	10.67	4.09	2.61	43.64	15.8	46.8	0.91	19.81	12.42	1.40	2.210	8.89
3	湖南石门	9.96	3.89	2.56	38.74	16.1	51.3	0.78	16.78	13.08	1.22	2.438	9.53
4	湖南慈利	10.32	3.73	2.77	38.49	15.9	50.8	0.80	17.44	11.89	1.39	2.019	9.66
5	浙江磐安	9.45	5.81	1.63	54.90	16.7	48.5	0.66	13.89	10.43	1.18	2.684	8.78
6	浙江临安	9.61	6.02	1.60	57.85	15.4	49.2	0.68	13.47	14.32	1.23	2.584	9.08
7	浙江仙居	8.33	5.54	1.50	46.15	16.9	45.6	0.73	12.98	13.78	1.11	2.431	9.34
8	浙江新昌	8.78	5.98	1.47	52.50	16.0	50.1	0.62	14.73	12.34	1.20	2.304	7.68
9	山东东平	9.31	4.38	2.13	40.78	13.8	43.5	0.67	15.22	11.49	0.98	1.899	7.79
10	山东泰山	8.35	3.98	2.10	33.23	14.9	50.3	0.59	14.76	13.21	0.82	2.002	7.00
11	湖北兴山	10.06	4.31	2.33	43.36	16.1	48.1	0.58	14.30	11.90	1.34	1.943	10.31
12	湖北远安	9.27	3.90	2.38	36.15	15.3	45.9	0.64	18.32	12.19	1.22	2.103	9.33
13	江西玉山	8.99	4.91	1.83	44.14	13.0	44.3	0.62	16.33	10.31	1.31	2.231	8.41
14	江西万年	10.41	5.03	2.07	52.36	16.5	47.9	0.60	17.90	12.32	1.11	2.139	7.39
15	吉林抚松	10.32	5.89	1.75	60.78	14.3	48.4	0.63	16.03	10.98	1.30	1.937	9.01
16	吉林辉南	8.96	5.43	1.65	48.65	12.9	46.1	0.68	18.53	9.78	1.21	1.876	8.14
17	辽宁凤城	9.38	5.23	1.79	49.06	14.0	45.4	0.76	19.34	10.31	1.32	2.394	9.31
18	四川平昌	11.31	5.90	1.92	66.73	16.4	53.7	0.87	20.31	13.90	1.30	2.186	10.28
19	河北易县	10.75	4.63	2.32	49.77	15.3	48.3	0.70	16.53	12.33	1.29	2.492	8.53
20	河北曲阳	10.23	4.87	2.10	49.82	14.8	45.9	0.63	16.49	9.83	1.44	1.904	7.48
21	安徽休宁	7.79	3.99	1.95	31.08	16.4	53.1	0.83	19.97	14.32	1.21	2.083	6.99

表 4 样品多糖含量与农艺性状、生境因子相关性分析

Table 3 Correlation analysis of polysaccharose contents with agronomic traits and habitat factors

项目	叶长	叶宽	叶长宽比	叶长宽积	叶片数	株高	茎粗	根状茎直径	果实数	果实直径	经度	纬度	海拔	产量	多糖质量分数
叶长	1.000 00														
叶宽	-0.031 95	1.000 00													
叶长宽比	0.581 67	-0.822 55	1.000 00												
叶长宽积	0.521 75	0.831 66	-0.385 05	1.000 00											
叶片数	0.099 20	-0.023 50	0.109 06	0.037 15	1.000 00										
株高	0.162 49	-0.044 81	0.152 91	0.087 37	0.574 06	1.000 00									
茎粗	0.394 65	-0.223 76	0.424 08	0.028 19	0.254 05	0.389 26	1.000 00								
根状茎直径	0.314 56	-0.300 61	0.386 01	-0.051 64	-0.111 92	0.222 63	0.620 98	1.000 00							
果实数	0.066 31	-0.150 34	0.180 69	-0.075 39	0.603 49	0.618 86	0.434 87	0.013 17	1.000 00						
果实直径	0.538 34	0.026 91	0.291 76	0.303 91	-0.003 79	0.024 31	0.381 34	0.384 45	-0.234 84	1.000 00					
经度	-0.490 35	0.562 90	-0.731 86	0.194 65	-0.408 57	-0.321 89	-0.392 43	-0.272 20	-0.405 50	-0.230 52	1.000 00				
纬度	-0.080 49	0.195 89	-0.250 28	0.142 33	-0.627 90	-0.289 72	-0.316 14	0.049 74	-0.540 44	-0.051 05	0.518 91	1.000 00			
海拔	-0.144 05	0.159 65	-0.181 44	0.059 80	-0.284 67	-0.034 17	-0.415 92	-0.264 37	-0.091 68	-0.244 04	0.236 03	0.074 53	1.000 00		
产量	0.040 72	0.295 91	-0.178 5	0.243 57	0.371 35	0.097 32	0.188 14	-0.278 96	0.265 18	0.035 13	0.077 49	-0.376 57	-0.213 52	1.000 00	
多糖质量分数	0.516 82	0.051 80	0.287 63	0.316 69	0.205 33	0.109 96	0.370 53	0.049 93	0.142 16	0.492 84	-0.377 07	-0.207 42	0.086 36	0.232 26	1.000 00

2.10 主成分分析 主成分分析显示,12 个性状可简化为 5 个主成分 ($Y_1 - Y_5$), 累计贡献率达 85.44% (表 5), 由表中可知,第 I 主成分特征根值 3.46, 贡献率 28.86%, 其中叶长宽比与茎粗特征向量为较大正值,叶宽特征向量为负值;第 II 主成分特征根值 2.66, 贡献率 22.18%, 叶宽与叶长宽积特征向量为较大正值,构成变异主要来源;第 III 主成分特征根值 2.25, 贡献率 18.71%, 此成分中叶片数、株高与果实数特征向量为较大正值;第 IV 主成分特征根值 1.09, 贡献率 9.11%, 第 V 主成分特征根值 0.79, 贡献率 6.58%。以第 I 主成分 $Y_{(i,1)} > 1$ 或第 II 主成分 $Y_{(i,2)} > 1$ 为入选标准,筛选出 8 个优良种源,分别为湖南邵东、湖南新邵、湖南石门、湖南慈利、浙江磐安、浙江临安、吉林抚松与四川平昌,其中湖南种源叶片较狭长,浙江、吉林与四川种源叶片较宽厚,入选优良种源均表现出叶片大,茎较粗,生长势良好,多糖含量高为优良性状。

2.11 聚类分析 21 个玉竹种源可分为 4 大集群 (图 1)。集群 I 共 9 个种源,分别为湖南邵东、江西万年、四川平昌、湖南新邵、浙江仙居、浙江新昌、湖南石门、湖南慈利、浙江磐安,该集群植株普遍较高大,茎较粗,果实大,叶片较多而狭长或宽厚,根状茎产量高,多糖指标除浙江外

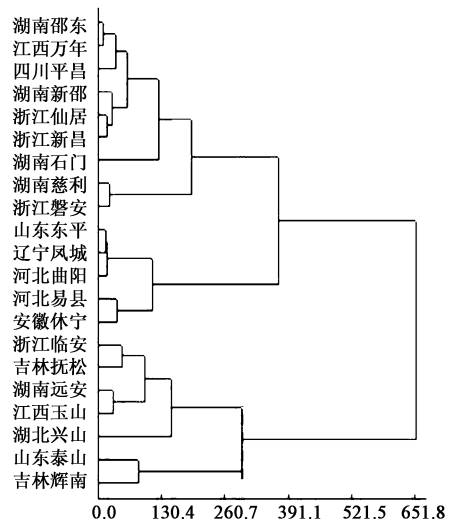


图 1 供试玉竹种源聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis diagram of provenances of *Polygonatum odoratum* tested

其余种源均表现较好,筛选的大部分优良种源在此类群;集群 II 共 5 个种源,分别为山东东平、辽宁凤城、河北曲阳、河北易县与安徽休宁,该集群植株叶片较小而狭长,茎较矮细,根状茎发达但多糖含量较低;集群 III 有 5 个种源,为浙江临安、吉林抚松、湖南远安、江西玉山与湖北兴山,该集群植株茎中等粗度或较细,地上部生长势差,其中浙江与吉林种源叶片大而宽厚,湖北种源叶片

表 5 入选主成分的特征根值、贡献率、累计贡献率与特征向量

Table 4 Eigenvalues, contribution rates, accumulative contribution rates and characteristic vector of selected principal components

项目	分量来源	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
特征根值	-	3.46	2.66	2.25	1.09	0.79
贡献率/%	-	28.86	22.18	18.71	9.11	6.58
累计贡献率/%	-	28.86	51.04	69.75	78.86	85.44
主成分特征向量	叶长	0.376 1	0.140 8	-0.298 3	-0.143 4	-0.401 3
	叶宽	-0.192 1	0.545 0	-0.075 9	0.232 9	-0.025 1
	叶长宽比	0.377 9	-0.348 8	-0.087 7	-0.303 1	-0.184 2
	叶长宽积	0.047 2	0.536 8	-0.220 8	0.161 3	-0.274 3
	叶片数	0.238 5	0.167 4	0.436 8	-0.143 2	-0.130 4
	株高	0.292 2	0.093 0	0.358 6	0.340 5	-0.333 1
	茎粗	0.435 0	-0.005 7	0.022 3	0.267 8	0.438 3
	根状茎直径	0.297 7	-0.191 9	-0.208 5	0.589 4	0.193 8
	果实数	0.260 4	0.053 7	0.498 5	0.046 6	-0.074 8
	果实直径	0.286 3	0.114 2	-0.406 2	-0.024 6	0.159 9
	产量	0.096 1	0.368 1	0.216 1	-0.271 0	0.576 9
	多糖含量	0.312 1	0.219 9	-0.159 1	-0.418 9	0.086 7

表 6 入选种源的 5 个主成分值

Table 5 Principal components values from superior provenances

种源地	$Y_{(i,1)}$	$Y_{(i,2)}$	$Y_{(i,3)}$	$Y_{(i,4)}$	$Y_{(i,5)}$
湖南邵东	3.802 8	0.089 1	-0.713 5	-0.456 6	-0.308 3
四川平昌	3.250 9	2.730 0	-0.011 3	1.915 7	3.250 9
湖南新邵	2.722 0	-1.151 0	-0.883 3	0.189 8	1.030 5
湖南慈利	2.508 3	-1.686 7	-0.333 2	-0.648 0	-0.326 4
湖南石门	2.062 2	-0.787 1	1.308 7	-0.941 4	0.424 0
浙江临安	-0.490 2	2.948 5	1.288 9	-0.470 4	0.208 9
浙江磐安	-1.181 6	2.609 5	0.712 4	-0.886 1	0.607 6
吉林抚松	-0.983 7	1.491 8	-1.743 0	0.583 6	-1.325 2

小而狭长。类群Ⅳ有 2 个种源,为山东泰安与吉林辉南,该类群植株较矮,茎细,叶片小而狭长或宽厚,果实小,根状茎不发达且多糖含量较低。

3 结论与讨论

中药材的农艺性状与活性成分受原植物种源地、经纬度、海拔等因素影响^[12-13],本实验研究表明不同种源玉竹农艺性状与多糖含量间存在极显著差异($P < 0.01$),全国主分布区玉竹表现出较丰富的遗传多样性;供试种源平均多糖含量为 8.69%,均达到 2015 年版《中国药典》规定不少于 6.0% 的标准,可作为玉竹良种选育的种质材料。21 个种源可划分为 4 个类群,其中类群Ⅰ植株较高大,茎较粗,果实大,叶片较多而狭长或

宽厚,根状茎产量高,多糖指标除浙江外其余种源均表现较好。

玉竹多糖含量与种源地关系较为密切,湖南与四川种源较高,其次为浙江种源,山东、江西、河北与安徽种源较低;从农艺性状与生境因子看,玉竹多糖含量与叶宽、根状茎直径、海拔相关性较低,在叶大而狭长,茎较粗,果实较大的低经纬度种源中较高;野生药用植物生长的气候与地形等环境因子间存在关联性,本试验仅对不同区域的海拔与玉竹多糖含量进行了初步考察,下一步将在同一区域进行不同海拔对玉竹多糖含量的影响分析,减少环境因子间关联性的影响。12 个考察性状可简化为 5 个主成分,累计贡献率为

85.44%,第I主成分中叶长宽比与茎粗指标构成变异主要来源,第II主成分为叶宽与叶长宽积指标。以第I主成分 $Y_{(i,1)} > 1$ 或第II主成分 $Y_{(i,2)} > 1$ 为入选标准,筛选出8个优良种源,表现出叶片大,茎较粗,生长势好,根状茎产量高,多糖含量高等特点。玉竹良种系统选育时,可优先在湖南与四川平昌种源中选择,其次为浙江临安、浙江磐安与吉林抚松种源。

[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,2015:84-85.
[2] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 15卷[M]. 北京:科学出版社,1978:61-62.
[3] 刘恩明,戚进,余伯阳. 玉竹的质量控制方法[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(17):74-77.
[4] 刘玉凤,李霞,许丽丽,等. 玉竹多糖含量测定及其生物活性研究[J]. 时珍国医国药,2015,26(11):2589-2591.
[5] 单颖,潘兴瑜,姜东,等. 玉竹多糖干预后衰老模型鼠抗氧化系统及免疫功能的变化[J]. 中国临床康复,2006,10(11):135-137.
[6] 谢建军,胡蔓菁,孙桂菊,等. 玉竹多糖对四氧嘧

啉糖尿病大鼠胰岛 β 细胞损伤的保护作用[J]. 时珍国医国药,2008,19(10):2479-2481.

[7] 宁慧,李会宁,杨培君. 玉竹多糖的抗氧化作用研究[J]. 陕西理工学院学报:自然科学版,2013,29(6):59-65.
[8] 李钟,刘敏,何镇星,等. 玉竹中酸性多糖的分离纯化及单糖组成分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(9):69-72.
[9] 卜静,王冬梅,李登武. 不同产地野生玉竹种质资源多样性与亲缘关系的ISSR分析[J]. 中草药,2012,43(9):1824-1828.
[10] 李钟,刘塔斯,杨先国,等. 不同产地与不同采收期玉竹多糖的含量测定研究[J]. 辽宁中医学院学报,2004,6(5):355-356.
[11] 奚广生,张影. 不同品系玉竹中多糖及甾体皂苷的含量测定[J]. 江苏农业科学,2012,40(9):288-289.
[12] 朱波,荣松,吴令上,等. 铁皮石斛优良亲本杂交F1代苗期选择[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(5):25-29.
[13] 周涛,艾强,王彦君,等. 基于不同地理种源头花蓼中没食子酸的含量分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(1):49-52.

[责任编辑 邹晓翠]