

土壤因子对宁夏枸杞地理分布的影响

张 磊, 郑国琦, 滕迎凤, 王 俊

(宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:运用 SPSS 18.0 软件的因子分析功能,对收集到的影响宁夏枸杞分布的有机质、全量氮、全量磷、全量钾、速效氮、速效磷、速效钾、pH、全盐等土壤环境因素进行了分析,以期探讨影响宁夏枸杞地理分布的土壤主导因子。结果表明:肥力因子、土壤有机质因子和全盐 3 个公因子累积贡献率达 78.44%,可信度高;同时得出肥力因子是影响宁夏枸杞地理分布的生态主导因子,因子总得分高的地区宁夏枸杞生长分布的适宜性强。

关键词:宁夏枸杞;因子分析;土壤环境因素;生态主导因子

中图分类号:S 155.4⁺6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0187-04

宁夏枸杞属茄科枸杞属多年生落叶灌木,是我国重要的特色药用植物资源之一。作为中药材,枸杞子具有增强免疫力、延缓衰老、抗肿瘤、抗氧化等多方面的药理作用^[1]。近年来,由于对枸杞子的需求量日益增加,道地产区的枸杞子产量已不能满足市场需求,随着西部

地区产业结构的调整,宁夏枸杞在北方地区的内蒙古、甘肃、青海、新疆等省区大面积引种栽培^[2]。土壤是植物生长的先决条件,也是生态系统中能为植物生长发育提供所必需的水、肥、气、热等的供给者。张自萍等^[3-4]、张晓煜等^[5]研究发现,土壤的各种因子对枸杞的品质有很大影响,并且是各离子之间协同作用。许兴等^[6]研究发现,枸杞的耐盐性很强,不同的土壤中栽培的枸杞植株有着不同的生理生化反应,从而影响枸杞的有效成分的积累,进而影响枸杞的品质,这就说明枸杞的品质与土壤类型有很大的关系^[6-7]。当然,植物的生长发育也不

第一作者简介:张磊(1985-),男,宁夏永宁人,在读硕士,现主要从事植物资源学等研究工作。

责任作者:王俊(1957-),男,教授,研究方向为植物资源学。

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BAI72B00-2)。

收稿日期:2012-03-07

参考文献

- [1] 刘世强,韩素敏.高山红景天愈伤组织的诱导和植株再生的研究[J].辽宁农业科学,1991(5):17-22.
- [2] 张弓,秦佳梅.高山红景天组织培养技术研究[J].特产研究,1995(4):26,32.
- [3] 姜明兰,刘声远.组织培养生产高山红景天有效成分的研究[J].沈阳农业大学学报,1994,25(4):355-359.
- [4] 许建峰,冯朴荪.高山红景天愈伤组织的诱导及培养研究[J].应用与环境生物学报,1995(1):19-25.

- [5] 罗明,谭敦炎,张玉霞,等.高山红景天的组织培养[J].新疆农业科学,1996(5):23-25.
- [6] 刘剑峰,阎秀峰,李霞.高山红景天茎尖包埋-玻璃化法超低温保存与植株再生[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2003,6(8):265-270.
- [7] 许明子,安桂花.植物激素对高山红景天试管苗愈伤组织诱导的影响[J].延边大学农学报,2007,29(3):153-156.
- [8] 燕雁.不同性别高山红景天组织培养研究[M].延边:延边大学,2008.
- [9] 沈海龙.植物组织培养[D].北京:中国林业出版社,2005.

Effect of Light and Temperature on the Induction and Growth of *Rhodiola* Callus

LI Jin-feng¹, CUI Miao², LIU Xian-hu², LI Mei-shan², XU Ming-zi²

(1. Yanbian Dawn University of Farmer, Longjing, Jilin 133400; 2. College of Agricultural, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002)

Abstract: In order to understand light and temperature in the *Rhodiola vitro* culture, the effect of several light and temperature gradient on the induction of *Rhodiola* callus and growth were studied. The results showed that the light length of better induction effect of *Rhodiola* callus was 14 h/d, light intensity was 1 000 lx which was lower; The better induction effect of *Rhodiola* callus in the lower temperature(20~24℃), the higher temperature go against induction of callus, the favorable temperature of callus growth was 24℃.

Key words: *Rhodiola*; light; temperature; callus

能排除其它环境因素的影响。为此,在全国宁夏枸杞的主要产区进行实地考察,采集土样获得宁夏枸杞产地的土壤因子数据,采用因子分析法来探讨影响宁夏枸杞地理分布的土壤主导因子,为宁夏枸杞资源的科学利用和人工引种栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以药典记载的宁夏枸杞为研究对象,在我国北方主要枸杞栽培地区的宁夏、内蒙古、新疆、河北、青海、甘肃等主要枸杞种植区设点采样,具体采样省区和各省区主要采集地点和时间见表1,共计采样38个。每个采样点均采集0~40 cm土壤样品,土壤测试指标包括有机质(X1)、全量氮(X2)、全量磷(X3)、全量钾(X4)、速效氮(X5)、速效磷(X6)、速效钾(X7)、pH(X8)、全盐(X9),委托农业部枸杞质量监督检验中心测定。

表1 宁夏枸杞取样地点及取样时间

省区	采样地点	采样时间
宁夏	中宁、同心、银川、惠农	2011年6月下旬
河北	巨鹿、辛集	2011年6月下旬
内蒙古	杭锦后旗、五原、乌拉特前旗	2011年7月上旬
新疆	乌苏、高泉、精河	2011年7月上旬
青海	德令哈、格尔木、都兰	2011年8月中旬
甘肃	靖远、景泰	2011年6月下旬

1.2 试验方法

利用SPSS 18.0统计软件,采用因子分析法,在此方法中,一般最常用的是在求出各变量间相关性的基础上,选用主成分法进行降维得到方差最大旋转后的特征根、贡献率,选择贡献率之和为80%左右的变量主因子,变量主因子代表了性质相似和相关性较强的变量,从而确定影响宁夏枸杞分布的土壤主导因子及因子得分情况。

2 结果与分析

2.1 相关分析

KMO是抽样适度测定值,用此值来衡量选取变量的适合度,一般认为此值越大,因子分析效果越好;Bartlett球形检验说明了变量之间的卡方值和显著度,因此采用KMO和Bartlett检验来确定各变量之间的相关性和因子分析的可行性,结果见表2。该试验中,KMO抽样适度测定值为0.715,此值大于0.7。Bartlett球形检验值为320.196, $P < 0.05$,说明在土壤因子多数变量之间存在显著的相关性,而且变量之间存在共线性相关,会出现信息复杂化,意味着此数据适宜采用因子分析。因此从众多变量中选出具有代表性的几个变量作为评价指标是可行的。

表2 KMO和Bartlett的检验

Table 2	The test of KMO and Bartlett
取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.715
近似卡方	320.196
Bartlett 的球形度检验	Df 36
	Sig. 0.000

2.2 变量共同度

变量共同度是表示对公因子的贡献中各变量中所含原始信息的贡献程度。由表3中所示的变量共同度可知,该试验中大部分变量共同度都大于80%,因此选用具有代表性的几个公因子对各变量进行解释是可行的。

表3 变量共同度

Table 3	Communalities
	初始 提取
X1	1.000 0.738
X2	1.000 0.862
X3	1.000 0.825
X4	1.000 0.633
X5	1.000 0.950
X6	1.000 0.937
X7	1.000 0.766
X8	1.000 0.841
X9	1.000 0.506

2.3 因子分析碎石图

碎石图用于显示各因子的重要程度,它将因子按特征值从大到小依次排列,其横轴为因子序号,纵轴表示特征值大小。从中可以非常直观地了解到哪些是最主要的因子。前面陡峭的对应较大的特征值,作用明显;后面的平台对应较小的特征值,其影响不明显。该试验中可见前3个因子的散点位于陡坡上(图1),而后6个因子散点形成了平台,且特征根均小于1。因此该试验至多考虑前3个公因子即可,从而进一步进行公因子提取。

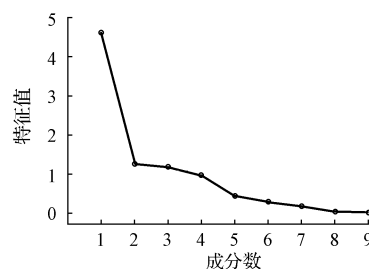


图1 公因子提取分析碎石图

Fig. 1 Figure gravel

2.4 提取公因子

以主成分分析方法提取初始公因子,由表4可知,只有前3个特征根大于1,因此SPSS只提取了前3个公因子。前3个主成分方差的累积贡献率为78.44%,只有22.56%的信息被损失,可信度较高,因此选前3个因子已足够描述各环境变量对宁夏枸杞分布区的作用情况。

表 4 主成分的特征根及贡献率

Table 4 Characteristic roots and contribution rate of principle components

变量	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
X1	4.618	51.307	51.307	4.618	51.307	51.307	3.282	36.463	36.463
X2	1.252	13.906	65.214	1.252	13.906	65.214	2.465	27.384	63.847
X3	1.190	13.226	78.440	1.190	13.226	78.440	1.313	14.593	78.440
X4	0.972	10.799	89.239						
X5	0.442	4.910	94.149						
X6	0.289	3.209	97.358						
X7	0.179	1.991	99.349						
X8	0.041	0.456	99.804						
X9	0.018	0.196	100.000						

2.5 因子载荷系数矩阵及因子解释

方差最大正交旋转为了进一步明确公因子所代表的实际变量,与未旋转前相比较,旋转后各公因子的意义显然更加明确合理。由表 5 可知,第 1 公因子 F_1 中, X_2 、 X_3 、 X_5 、 X_6 有较大的载荷,主要从全量氮、全量磷、速效氮、速效磷反应枸杞分布的肥力状况,所以,第 1 因子 F_1 可称作“土壤肥力”。第 2 公因子 F_2 中,因子载荷量较大的变量分别是 X_1 、 X_4 ,即土壤有机质来反应枸杞分布的状况。 F_2 可称作“有机质因子”。第 3 公因子 F_3 中,因子载荷量较大的变量分别是 X_8 、 X_9 ,即 pH 和全盐。随着全盐含量升高,pH 就相应的减小,这符合化学的原理。可将 F_3 称为“全盐”。综上所述,影响宁夏枸杞地理分布的 9 个环境变量可归纳为肥力因子(F_1)、有机质因子(F_2)、全盐因子(F_3)。

表 5 旋转后的因子载荷系数

Table 5 Factor loading coefficient after rotation

变量	因子		
	F_1	F_2	F_3
X1	0.318	0.791	0.103
X2	0.675	0.632	0.082
X3	0.804	0.368	0.208
X4	0.162	0.752	-0.202
X5	0.965	0.139	0.009
X6	0.941	0.225	-0.019
X7	0.118	0.810	0.309
X8	0.046	-0.028	-0.916
X9	0.467	0.105	0.526

2.6 因子表达式

前面得到了因子结构表达式,但是更多的时候需要将公因子表达为各变量的线性形式。公因子的表达式也称为因子得分函数系数,因子得分可以作为综合的函数式,通过此函数式可以对被观察对象的特征进行描述、评价或进行更深入的分析。各因子的得分参照文献[8]公式计算: $F_i = \sum b_{ji}x_j (i=1,2,3; j=1,2,\dots,9)$ 。其中 b_{ji} 为因子得分矩阵第 i 列第 j 行的系数, x_j 为原变量的标准值。

表 6 旋转后的因子得分系数

Table 6 Coefficient matrix of factor scores

变量	因子		
	F_1	F_2	F_3
X1	-0.084	0.376	-0.003
X2	0.122	0.183	-0.034
X3	0.244	-0.020	0.080
X4	-0.121	0.420	-0.236
X5	0.394	-0.185	-0.075
X6	0.362	-0.126	-0.102
X7	-0.194	0.426	0.178
X8	0.096	0.043	-0.743
X9	0.142	-0.108	0.384

由因子得分系数矩阵(表 6)可得各个因子 F_1 、 F_2 、 F_3 的得分函数式:

$$F_1 = -0.084X_1 + 0.122X_2 + 0.244X_3 - 0.121X_4 + 0.394X_5 + 0.362X_6 - 0.194X_7 + 0.096X_8 + 0.142X_9,$$

$$F_2 = 0.376X_1 + 0.183X_2 - 0.020X_3 + 0.420X_4 - 0.185X_5 - 0.126X_6 + 0.426X_7 + 0.043X_8 - 0.108X_9,$$

$$F_3 = -0.003X_1 - 0.034X_2 + 0.080X_3 - 0.236X_4 - 0.075X_5 - 0.102X_6 + 0.178X_7 - 0.743X_8 + 0.348X_9.$$

3 个公因子分别从不同方面反映了宁夏枸杞分布的总体水平,然而仅仅使用某一公因子对宁夏枸杞的分布作出综合评价是不科学的,因此通过对各公因子方差贡献率的权重系数进行分析,得到如下综合函数式:

$$F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_2 + \frac{\lambda_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} F_3.$$

在 SPSS 中用程序计算综合因子得分:

$$F = 0.654F_1 + 0.177F_2 + 0.169F_3.$$

由以上公式可知,肥力因子在影响宁夏枸杞分布的 3 个公因子中占据首要地位,影响力为 65.4%,土壤有机质因子和全盐因子影响力相对较小,影响力分别为 17.7%和 16.9%。

3 结论与讨论

该研究采用 SPSS 18.0 软件的因子分析,对收集到的有宁夏枸杞分布地区的 9 个土壤因子变量进行分析,得到了 3 个主导因子,并参照每个主导因子中贡献率最大的环境变量与根环境变量的性质命名了这 3 个主导因子。即: F_1 为肥力因子, F_2 为有机质因子, F_3 为全盐因子。

经过分析发现,肥力因子以 65.4%的贡献率位居 3 个因子中最高,所以可以认为影响宁夏枸杞分布的首要决定性因子是肥力因子,由综合得分函数可以看出肥力因子的系数为正,说明宁夏枸杞趋向于生长在土壤肥力较高的地区。肥力因子包括全量氮、全量磷、速效氮、速效磷。由因子得分系数可知,在肥力因子中,速效氮和速效磷的因子载荷系数最大,是最为显著的变量,它是代表一个地区肥力因子状况的指标。因此,在一定范围

内,影响宁夏枸杞分布的首要因素可以认为是速效氮和速效磷。土壤有机质因子是影响宁夏枸杞分布的另一个主导因子。从分析结果看,有机质所包含的变量的载荷系数都为正,这就暗示着土壤钾离子和有机质增高,在一定的范围内有助于宁夏枸杞的分布。在宁夏枸杞的总体分布上全盐因子也发挥了重要作用。全盐因子包括 pH 和全盐。全盐对全盐因子的影响是正面影响,而 pH 对全盐因子有负面影响,而全盐的因子载荷量为正,说明宁夏枸杞适于分布在全盐高、pH 相对低的地区。

通过因子得分,可以对 6 个省区进行相互比较。相对而言最适宁夏枸杞分布的地区应该是总得分高的地区,这些地区,应该也是最有利于宁夏枸杞分布和生长的地区。总得分从高到低是:新疆、内蒙古、宁夏、甘肃、河北、青海。从得分的情况来看,排在前 3 位的是新疆、内蒙古和宁夏,但枸杞的种植是综合多方面因素的,比如气象因素、人们的种植习惯等。所以单从土壤因素来考虑枸杞的分布还不够全面,应该综合多方面因素考虑。

通过因子分析,将环境的 9 个变量简化为 3 个公因子(主成分)使分析变得简单明了,而且公因子能有效保持绝大部分性状的相关信息贡献量。再根据 3 个公因子的因子载荷量提取出显著变量,即全量氮、全量磷、速效氮、速效磷,最后根据主导因子的方差贡献率权重和贡献系数,计算出显著变量的权重系数,用于后续的分析。这些显著变量就是影响宁夏枸杞分布的显著影响因素,对以后选择宁夏枸杞分布适宜区提供一定的参考

依据。

综上所述,肥力因子是影响宁夏枸杞分布的最重要的因子。包括全量氮、全量磷、速效氮、速效磷等,这些变量即为影响宁夏枸杞分布的显著环境变量。这些因子及变量的确定,明确了影响宁夏枸杞分布的土壤主导变量,为宁夏枸杞产地适宜性的分析奠定了基础。因子分析的结果还表明,宁夏枸杞的分布趋向于土壤肥力条件好、土壤中钾离子比较丰富、全盐含量较高但 pH 相对低的地区。通过因子得分综合函数式以及各市县的土壤情况,可以了解到各分布市县宁夏枸杞分布对适宜性的大小,可为宁夏枸杞资源的区划和引种栽培区域的选择提供决策参考。

参考文献

- [1] 孙志刚. 宁夏枸杞药理研究进展[J]. 西北药学杂志, 2001, 3(16): 133-134.
- [2] 白寿宁. 宁夏枸杞研究[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1999: 243-320.
- [3] 张自萍, 史晓文, 曹丽华, 等. 枸杞品质及其与土壤肥力关系的研究[J]. 中草药, 2008, 39(8): 1238-1242.
- [4] 张自萍, 史晓文, 郭荣. 枸杞糖碱成分及其与土壤肥力间的关系研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(6): 149-153.
- [5] 张晓煜, 刘静, 袁海燕, 等. 枸杞多糖与土壤养分、气象条件的量化关系研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 43-47.
- [6] 许兴, 郑国琦, 杨娟, 等. 宁夏不同地域枸杞多糖和总糖含量与土壤环境因子关系的研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(7): 1340-1344.
- [7] 许兴, 郑国琦. 宁夏枸杞耐盐性与生理生化特性研究[J]. 中国生态农业学报, 2001, 10(3): 56-59.
- [8] 卢颖, 刘仁权, 王文全, 等. 应用因子分析探讨影响甘草地理分布的环境因素[J]. 中草药, 2001, 32(9): 1822-1827.

Effect of Soil Factors on Geographical Distribution of *Lycium barbarum* L.

ZHANG Lei, ZHENG Guo-qi, TENG Ying-feng, WANG Jun

(College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: The collected soil factors that effected the distribution of *Lycium barbarum* L., such as (organic matter, total amount of nitrogen, the whole amount of phosphorus, total amount of potassium, available nitrogen, available phosphorus, potassium, pH, total salt) were analyzed by using the factors analysis function of SPSS 18.0. The results showed that three common factors whose contribute rate reached 78.44%, while got the linear equations of score of those three factors, the fertility factor was the ecological dominant factor influencing on geographical distribution of *Lycium barbarum* L., the region with high factor total score was more appropriate for the growth and distribution of *Lycium barbarum* L.

Key words: *Lycium barbarum* L.; factor analysis; soil environmental factors; ecological dominant factors