

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

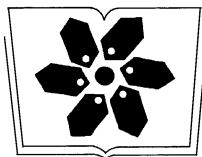
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第1期 Vol.32 No.1 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报 (SHENTAI XUEBAO)

第32卷 第1期 2012年1月 (半月刊)

目 次

局域种群的 Allee 效应和集合种群的同步性	刘志广, 赵雪, 张丰盈, 等	(1)
叶片毛尖对齿肋赤藓结皮凝结水形成及蒸发的影响	陶冶, 张元明	(7)
长江口锋面附近咸淡水混合对浮游植物生长影响的现场培养	王奎, 陈建芳, 李宏亮, 等	(17)
河流流量对流域下垫面特性的响应	田迪, 李叙勇, Donald E. Weller	(27)
中国中东部平原亚热带湿润区湖泊营养物生态分区	柯新利, 刘曼, 邓祥征	(38)
基于氮磷比解析太湖苕溪水体营养现状及应对策略	聂泽宇, 梁新强, 邢波, 等	(48)
滇池外海蓝藻水华爆发反演及规律探讨	盛虎, 郭怀成, 刘慧, 等	(56)
采伐干扰对华北落叶松细根生物量空间异质性的影响	杨秀云, 韩有志, 张芸香, 等	(64)
松嫩草原榆树疏林对不同干扰的响应	刘利, 王赫, 林长存, 等	(74)
天山北坡不同海拔梯度山地草原生态系统地上净初级生产力对气候变化及放牧的响应	周德成, 罗格平, 韩其飞, 等	(81)
草原化荒漠草本植物对人工施加磷素的响应	苏洁琼, 李新荣, 冯丽, 等	(93)
自然和人工管理驱动下盐城海滨湿地景观格局演变特征与空间差异	张华兵, 刘红玉, 郝敬峰, 等	(101)
晋、陕、宁、蒙柠条锦鸡儿群落物种多样性对放牧干扰和气象因子的响应	周伶, 上官铁梁, 郭东罡, 等	(111)
华南地区6种阔叶幼苗叶片形态特征的季节变化	薛立, 张柔, 岐如春, 等	(123)
河西走廊不同红砂天然群体种子活性相关性	苏世平, 李毅, 种培芳	(135)
江西中南部红壤丘陵区主要造林树种碳固定估算	吴丹, 邵全琴, 李佳, 等	(142)
酸雨和采食模拟胁迫下克隆整合对空心莲子草生长的影响	郭伟, 李钧敏, 胡正华	(151)
棉铃虫在4个辣椒品种上的寄主适合度	贾月丽, 程晓东, 蔡永萍, 等	(159)
烟草叶面积指数的高光谱估算模型	张正杨, 马新明, 贾方方, 等	(168)
不同作物田烟粉虱发生的时空动态	崔洪莹, 戈峰	(176)
长期施肥对稻田土壤固碳功能菌群落结构和数量的影响	袁红朝, 秦红灵, 刘守龙, 等	(183)
新银合欢篱对紫色土坡地土壤有机碳固持的作用	郭甜, 何丙辉, 蒋先军, 等	(190)
一株产漆酶土壤真菌F-5的分离及土壤修复潜力	茆婷, 潘澄, 徐婷婷, 等	(198)
木论喀斯特自然保护区土壤微生物生物量的空间格局	刘璐, 宋同清, 彭晚霞, 等	(207)
岷江干旱河谷25种植物一年生植株根系功能性状及相互关系	徐琨, 李芳兰, 荀水燕, 等	(215)
黄土高原草地植被碳密度的空间分布特征	程积民, 程杰, 杨晓梅, 等	(226)
棉铃发育期棉花源库活性对棉铃对位叶氮浓度的响应	高相彬, 王友华, 陈兵林, 等	(238)
耕作方式对紫色水稻土有机碳和微生物生物量碳的影响	李辉, 张军科, 江长胜, 等	(247)
外源钙对黑藻抗镉胁迫能力的影响	闵海丽, 蔡三娟, 徐勤松, 等	(256)
强筋与弱筋小麦籽粒蛋白质组分与加工品质对灌浆期弱光的响应	李文阳, 闫素辉, 王振林	(265)
专论与综述		
蛋白质组学研究揭示的植物根盐胁迫响应机制	赵琪, 戴绍军	(274)
流域生态风险评价研究进展	许妍, 高俊峰, 赵家虎, 等	(284)
土壤和沉积物中黑碳的环境行为及效应研究进展	汪青	(293)
研究简报		
青藏高原紫穗槐主要形态特征变异分析	梁坤伦, 姜文清, 周志宇, 等	(311)
菊属与蒿属植物苗期抗蚜虫性鉴定	孙娅, 管志勇, 陈素梅, 等	(319)
滨海泥质盐碱地衬膜造林技术	景峰, 朱金兆, 张学培, 等	(326)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 332 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 36 * 2012-01



封面图说:白鹭展翅为梳妆,玉树临风巧打扮——这是大白鹭繁殖期时的美丽体态。大白鹭体羽全白,身长94—104cm,寿命20多年。是白鹭中体型最大的。繁殖期的大白鹭常常在湿地附近的大树上筑巢,翩翩飞舞吸引异性,其繁殖期背部披有蓑羽,脸颊皮肤从黄色变成兰绿色,嘴由黄色变成绿黑色。大白鹭是一个全世界都有它踪迹的广布种,一般单独或成小群,在湿地觅食,以小鱼、虾、软体动物、甲壳动物、水生昆虫为主,也食蛙、蝌蚪等。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201011251677

苏世平, 李毅, 种培芳. 河西走廊不同红砂天然群体种子活性相关性. 生态学报, 2012, 32(1): 0135-0141.

Su S P, Li Y, Chong P F. Correlation analysis on *Reaumuria soongorica* seed traits of different natural populations in gansu corridor. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(1): 0135-0141.

河西走廊不同红砂天然群体种子活性相关性

苏世平¹, 李毅^{1,*}, 种培芳¹

(甘肃农业大学林学院, 兰州 730070)

摘要:采用方差分析、多重比较、相关分析、聚类分析等多种分析方法对河西走廊红砂天然分布区11个群体种子发芽率、发芽势、吸水率和千粒重四个性状进行研究,以系统揭示种子活性变异程度和变异规律。研究结果表明,红砂种子的发芽率、发芽势和千粒重在群体间差异极显著($P<0.01$),42 h吸水率在群体间差异显著($P<0.05$);千粒重、发芽率和发芽势之间呈极显著正相关关系($P<0.01$);红砂种子各性状均呈现出以经度、纬度和海拔为主的梯度变异规律;通过对4个活性性状各测量值的聚类分析,将11个天然群体拟划分为5个类群。研究结果可为今后开展红砂天然群体遗传多样性和种质资源的保护、评价与利用提供参考依据。

关键词:红砂;天然群体;种子活性;河西走廊

Correlation analysis on *Reaumuria soongorica* seed traits of different natural populations in Gansu Corridor

SU Shiping¹, LI Yi^{1,*}, CHONG Peifang¹

College of Forestry Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

Abstract: *Reaumuria soongorica*, a drought-tolerant shrub typical of Tamaricaceae, is one of the dominant species in desert areas in northwest China. It functions as a key biotic barrier against desertification due to its strong effects of sand fixation, therefore is critical for maintaining the stability of desert ecosystems. Gansu Corridor (in west Gansu province), which is the main range of distribution for *R. soongorica* in China, is characterized by environmental harshness associated with long-term aridity, rare precipitation, high evaporation, extremely high temperature in summer and freezing conditions in winter. As a consequence, variations in plant morphological and physiological traits in this area are primarily accounted for by abiotic factors. In October, 2007, we located 11 natural populations of *R. soongorica* in Gansu Corridor along a geographic gradient from west to east, south to north. In each located population, we sampled seeds from 15 healthy, representative individuals which were at least 5 m apart from each other. Variations in four characteristics of seed activity including germination rate, germination potential, water-absorbing capacity and thousand-kernel weight (TKW) of sampled seeds were assessed using a combination of Analysis of Variance (ANOVA), correlation analysis and cluster analysis to reveal the pattern of variability in seed viability. The results showed that the germination rate, germination potential and TKW of *R. soongorica* seeds differed significantly among populations at the 0.01 level of significance, and the water-absorbing capacity at 42 h varied significantly at the 0.05 level of significance. In contrast, all of the four traits examined showed no significant difference within populations. The average Coefficient of Variance (CV) among populations across the four traits was 0.03, with the maximum value being 0.07 for TKW and the minimum being 0.01 for germination rate. TKW,

基金项目:科技部农业科技成果转化资金项目(2009GB2G10037);甘肃省农业科技成果转化项目(0805XCNZ063)

收稿日期:2010-11-25; 修订日期:2011-08-01

*通讯作者 Corresponding author. E-mail: liyi@gsau.edu.cn

germination rate and germination potential were positively correlated with each other ($P < 0.01$). All traits except water-absorbing capacity of seeds were positively correlated with longitude, and showed a weak (non-significant) positive correlation with mean annual precipitation and mean temperature in July; they also were negatively correlated with latitude and altitude, and showed a weak (non-significant) negative correlation with mean annual temperature and mean temperature in January. These results indicate that the four tested traits of *R. soongorica* seeds have a clear pattern of varying primarily along geographic gradients related to longitude, latitude and altitude. Cluster analysis (using Euclidean distances) including all four seed traits revealed that the 11 sampled populations can be grouped into five clusters: (1) Jiuquan 2 and Jiuquan 3 populations; (2) Jiuquan 1, Zhangye 1 and Zhangye 3 populations; (3) Wuwei 3 and Zhangye 2 populations; (4) Wuwei 2, Wuwei 5 and Wuwei 1 populations; (5) Wuwei 4 population. Information on traits related to the viability of *R. soongorica* seeds in different populations, and on how these traits vary over broad geographic regions in Gansu Corridor can be useful in doing future research projects for the conservation and utilization of its germplasm and can also help design provenances experiments.

Key Words: *Reaumuria soongorica*; natural population; seed activity; Gansu Corridor

植物群体更新速度受其自身繁殖方式(无性繁殖、有性繁殖)影响外,还与种子特性有关,如种子质量、内含物的多少、萌发需水量以及吸水能力等因素有密切的关系。就荒漠植物而言,水分是制约种子萌发的主要限制因素,在蒸发量高、降雨少的条件下,种子如何快速的、更多的吸收水分是其萌发的关键因素。不同地域的植物,由于长期受外界环境和气候等因素的作用,从形态和生理上形成了一套适应外界环境的能力,为其生存和子代繁衍提供保障。通过对不同群体红砂种子活性相关性状的研究,了解和掌握河西走廊区红砂种子的变异趋势和变异规律,为今后开展红砂种质资源保护与种质资源合理利用提供参考依据。

红砂(*Reaumuria soongorica*)为柽柳科(Tamaricaceae)红砂属(*Reaumuria* Linn.)的落叶超旱生半灌木,主要分布在年降水量60—300 mm、海拔500—3200 m之间的荒漠、半荒漠的山麓洪积平原、山地丘陵、剥蚀残丘、山前砂砾质和砾质洪积扇、戈壁等地,是干旱荒漠区分布最广的植物种之一,具有固沙、固土的优良特性,是干旱荒漠中的主要植被,是保护干旱荒漠化土地的重要生物屏障。但是,由于干旱和人为破坏,导致以红砂为建群种的植被群落自然更新速度缓慢、群落稳定性不高。

在红砂的研究方面,前人主要集中于繁殖特性^[1-2]、群落更新^[3]、群落稳定性^[4-5]以及不同种群生理特性^[6]等方面,而对于不同群体种子活性方面的研究目前尚未见报道。

本文通过对河西走廊11个红砂天然群体种子活性相关性状的研究,了解河西走廊不同红砂群体的种子活性变异程度与变异规律,为其种质资源保护与合理利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 群体的确立与试验材料的采集

按红砂分布的经度、纬度和海拔梯度设置样地(图1),于2007年12月完成所有群体种子的采样工作。在河西地区红砂天然分布区内自西向东共选取11个群体:酒泉1(JQ1)、酒泉2(JQ2)、酒泉3(JQ3)、武威1(WW1)、武威2(WW2)、武威3(WW3)、武威4(WW4)、武威5(WW5)、张掖1(ZY1)、张掖2(ZY2)、张掖3(ZY3)。每群体选取15株生长正常、具有代表性的单株进行采种,株间距离5 m以上,采收每个单株上所有种子带回实验室供研究使用。

样地中实测经度、纬度、海拔。年均温、1月均温、7月均温和年降水量等气象因子从当地气象部门查询。

1.2 种子活性性状的测定方法

千粒重:在11个群体中进行每株测定。每单株抽取3000粒种子分成3等分称量,取平均值作为单株千粒重。

发芽率:在11个群体中进行每株测定。每单株抽取3000粒种子分成3等分进行测定,取平均值作为单

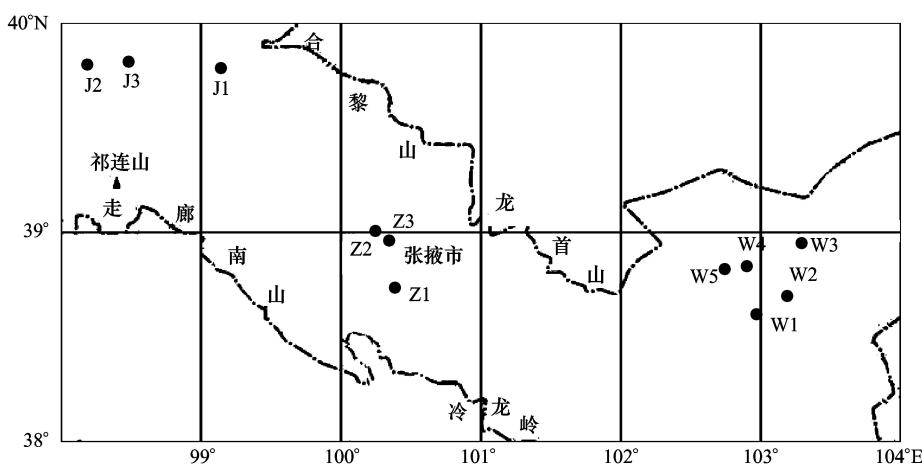


图1 红砂采种分布图

Fig.1 The plots of *R. soongorica* seed collecting

●为采种点位置,location of sample population

株发芽率。发芽实验在黑暗条件下采取培养皿纸上发芽方法在人工气候箱中进行,发芽温度为 $(25\pm2)^\circ\text{C}$ ^[3],连续3 d没有种子发芽时结束发芽实验。

发芽势:在发芽实验中发芽种子数出现高峰时(11 d)的发芽率。

吸水力:每单株称取2 g种子,投入蒸馏水中进行吸水能力测定,每6 h称量1次,直至有发芽的种子出现为止,计算吸水量达到高峰时的吸水率。

1.3 统计分析方法

对各性状采用巢式设计方差分析^[7-9],线性模型为: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{j(i)} + \varepsilon_{k(j)}$,式中 Y_{ijk} 为第*i*个群体第*j*个家系第*k*个观测值, μ 为总平均值, τ_i 为群体间效应值, $\delta_{j(i)}$ 为群体内家系效应值, $\varepsilon_{k(j)}$ 为随机误差。

用变异系数(*CV*)表示种子活性性状的离散程度,变异系数越大,性状值离散程度越大。 $CV = S/\bar{X}$,式中*S*为群体标准差, \bar{X} 为群体平均值。

采用双变量相关分析法对红砂各性状之间以及各性状与各群体地理生态因子之间进行相关分析。利用欧式平均距离法进行分层聚类分析。

上述数据统计均利用EXCEL2003,SPSS11.5软件完成。

2 结果与分析

2.1 红砂种子活性群体间和群体内的变异特征

表1表明,红砂种子发芽率、发芽势、42 h吸水率和千粒重4个性状在群体间都存在极显著或显著差异,在群体内差异不显著。

表1 红砂群体间群体内种子性状方差分析结果

Table 1 Variance analysis of seed traits among populations and within population in *R. soongorica*

性状 Trait	均方差 Mean-square deviation			F	
	群体间 Among populations	群体内 Within population	机误 Random errors	群体间 Among populations	群体内 Within population
发芽率 Germination percentage	0.02281306	0.001009	0.000508	44.89997 **	1.98622
发芽势 Germination energy	0.028405307	0.00002059	0.000345842	82.13388424 **	0.05954996
42h 吸水率 Water absorption	0.05909	0.004758	0.020396	2.897164 *	0.233292
千粒重 Thousand-kernel weight	1.07441	0.04725	0.10247	10.485 **	0.46111

* * 表示差异极显著($P < 0.01$),* 表示差异显著($P < 0.05$)

多重比较结果表明,同一性状各群体间均存在显著的差异。千粒重较大的群体是WW2、WW3、WW4、WW5、WW1和ZY3,相互间差异不显著。发芽率较高的群体是WW1、WW2、WW3、WW4和WW5,其中WW1、WW2、WW3与WW4和WW5之间有极显著差异。发芽势较高的群体是WW2、WW4和WW5,三者之间没有显著差异。42 h 吸水率较大的群体是WW1、WW2、WW3和ZY2,4者之间差异不显著,最小的群体是ZY1(表2)。

2.2 红砂种子变异特征

11个红砂天然群体种子活性性状变异系数(表3)表明,4个种子活性性状平均变异系数为0.033,变异幅度0.018—0.083。各性状变异系数由大到小依次为:千粒重(0.066)>42h吸水率(0.046)>发芽势(0.011)>发芽率(0.010),这表明千粒重在群体间的变化最大,说明其最不稳定,发芽率在群体间的变化最小,说明其最稳定。

同一性状在不同群体内的变异幅度也有差异,说明不同地区的环境异质性导致群体种子活性产生差异。11个群体所有活性性状的平均变异系数从大到小的排序为:ZY1>ZY2>WW2>ZY3>WW5>JQ3>JQ2>WW1>WW4>WW3>JQ1。变异系数最大的群体(ZY1)要比最小的群体(JQ1)大近4.6倍。说明ZY1的种子变异程度在11个群体中最高,而JQ1的最低。

表2 11个天然群体种子性状的平均值、标准差以及多重比较

Table 2 The mean value and standard deviation of seed traits of 11 populations in *R. soongorica*

群体 Populations	发芽率 Germination percentage	发芽势 Germination energy	42h 吸水率 Water absorption	千粒重 Thousand-kernel weight
JQ1	0.621±0.012bc	0.524±0.022a	0.988±0.031ab	1.15±0.096a
JQ2	0.592±0.010ab	0.501±0.017a	1.129±0.187abc	1.12±0.055a
JQ3	0.563±0.011 a	0.497±0.030a	1.148±0.096abc	1.07±0.118a
WW1	0.725±0.010e	0.674±0.019c	1.221±0.111bc	1.87±0.168b
WW2	0.765±0.012e	0.724±0.009d	1.170±0.120abc	2.28±0.543b
WW3	0.733±0.004e	0.671±0.016c	1.356±0.109c	2.26±0.154b
WW4	0.828±0.006f	0.753±0.009d	0.993±0.072ab	2.45±0.215b
WW5	0.812±0.018f	0.744±0.007d	1.116±0.114abc	2.42±0.388b
ZY1	0.650±0.016cd	0.557±0.024 b	0.922±0.272a	1.15±0.518a
ZY2	0.667±0.022d	0.577±0.010b	1.340±0.112c	1.29±0.446a
ZY3	0.660±0.066 cd	0.589±0.024b	1.031±0.141ab	2.29±0.189b

a,b,c,d 为性状多重比较的 Duncan grouping 表示值,其中字母相同者表示同一性状在不同群体间差异不显著

表3 红砂天然群体种子性状的变异系数

Table 3 Variation coefficient of seed traits of 11 populations in *R. soongorica*

群体 Populations	发芽率 Germination percentage	发芽势 Germination energy	42h 吸水率 Water absorption	千粒重 Thousand-kernel weight	平均 Mean
JQ1	0.008	0.017	0.013	0.034	0.018
JQ2	0.007	0.001	0.068	0.020	0.024
JQ3	0.008	0.025	0.034	0.045	0.028
WW1	0.006	0.011	0.037	0.037	0.023
WW2	0.007	0.005	0.042	0.097	0.038
WW3	0.002	0.010	0.033	0.028	0.018
WW4	0.003	0.005	0.030	0.036	0.018
WW5	0.009	0.004	0.042	0.065	0.030
ZY1	0.010	0.018	0.121	0.184	0.083
ZY2	0.014	0.007	0.034	0.141	0.049
ZY3	0.041	0.016	0.056	0.034	0.037
平均 Mean	0.010	0.011	0.046	0.066	0.033

2.3 红砂种子活性性状间的相关关系

对红砂发芽率、发芽势、吸水率和千粒重4个性状双变量相关分析和检验(表4)结果表明:种子性状间相关系数较大的是发芽率与发芽势(0.882),千粒重与发芽势(0.594),发芽率与千粒重(0.539),说明以上这些性状之间有着极强的相关性。从种子理化性状方面说,千粒重与发芽率之间有极显著的正相关关系,这与种子的内含物有直接的关系,种子内营养物质积累多,种子的发芽能力就高,反之则低。发芽率越高,则预示着达到发芽高峰时的发芽势越高,二者呈正相关。

表4 红砂种子性状间的相关分析矩阵

Table 4 Correlation coefficients matrix among seed traits in *R. soongorica*

性状 Traits	发芽势 Germination energy	发芽率 Germination percentage	42 h 吸水率 Water absorption
发芽率 Germination percentage	0.882 **		
42 h 吸水率 Water absorption	0.127	0.173	
千粒重 Thousand-kernel weight	0.594 **	0.539 **	0.117

* * 表示 $\alpha=0.01$, 相关显著

2.4 红砂种子活性性状和群体的地理生态因子的相关关系

对发芽率、发芽势、吸水率和千粒重4个性状与其分布地地理生态因子双变量相关分析与检验结果表明(表5),4性状除吸水率外都与经度呈极显著的正相关关系,与年降雨量、7月均温呈正相关,但不显著;与纬度和海拔呈极显著的负相关关系,与1月均温、年均温呈负相关,但不显著。4性状除42 h 吸水率,都与地理生态因子具有一致的相关性,这说明发芽率、发芽势和千粒重3个性状随经度的升高而升高,随纬度和海拔的升高而降低。即纬度由北到南,经度由西到东发芽率、发芽势和千粒重都有所升高,从高海拔到低海拔发芽率和发芽势、千粒重均有升高趋势。

表5 红砂种子性状与地理生态因子间的相关关系

Table 5 Correlation coefficients matrix between the seed traits and geo-ecological factors in *R. soongorica*

性状 Trait	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	1月均温 T_1	7月均温 T_7	年降雨/mm Precipitation	年均温 T_a
发芽率 Germination percentage	0.585 **	-0.425 **	-0.653 **	-0.042	0.193	0.042	-0.017
发芽势 Germination energy	0.59 **	-0.472 **	-0.693 **	-0.067	0.232 *	0.067	-0.03
吸水率 Water absorption	0.205	0.002	-0.217 *	-0.004	0.154	0.054	0.024
千粒重 Thousand-kernel weight	0.478 **	-0.315 **	-0.553 **	0.025	0.180	0.101	-0.045

2.5 红砂天然群体种子性状聚类分析

利用欧式平均距离法,对各群体发芽率、发芽势、吸水率和千粒重4个种子性状数据进行聚类分析(图2)。根据聚类结果将11个群体划分为5个类群。将JQ2、JQ3聚为一类,JQ1、ZY1和ZY3 3个群体聚为一类;将WW3和ZY2聚为一类,将WW2、WW5和WW1 3群体聚为一类,将WW4单独划为一类。

3 结论与讨论

红砂种子活性性状在群体间存在着广泛变异且差异显著,表明其性状稳定性较差并受到一定环境压力的影响^[8,10-11]。

1)群体间高的差异性与群体间分布距离比较远有一定的关系。分布距离远,群体间长期没有或很少进行基因交流,最终将导致群体向着不同的方向发展,形成多个完全不同的亚群体。

群体内差异不显著有可能与其无性繁殖方式有关。曾彦军等^[1]报道,红砂的繁殖方式主要受其生长环境和群体的年龄结构影响,生长于干旱、沙化生境的成熟红砂群落以无性繁殖为主,无性繁殖占种群比例的72.4%,这种以无性繁殖为主的格局,导致群体内各性状高度一致,这种格局不利于群体的发展。

2)在11个群体中ZY1的性状变化最丰富,JQ1的最低。4个性状中,千粒重变异性最大,42h 吸水率次

之,发芽率和发芽势基本一致,说明千粒重是群体间最具代表性的性状特征。

一般认为^[12-14],千粒重越大,则种子的发芽率、发芽势越高,本实验研究结果也与该结论完全吻合,三者之间呈极显著正相关关系,千粒重大的种子其发芽率、发芽势高,因为千粒重大的种子饱满,营养丰富,种子萌发所需的酶系统完全,发芽后由于子叶能供给充足的营养。但是吸水率与其它3性状之间关系不密切,没有一定的必然联系,这与张如莲^[15]等的研究也有相似之处。

3)各性状间相关分析表明,发芽率和发芽势、千粒重是红砂较为关键和重要的活性性状,对种子性状的测定效率有着极为重要的影响。

4)植物分布区较大,分布区环境条件越复杂,群体性状变异越大^[16-18]。通过对河西走廊不同天然群体红砂种子活性相关性状的研究发现,红砂种子性状变异呈现以水平地带性和垂直地带性为主的梯度规律性,这种规律性通过1月均温、7月均温、年均温以及降雨等方面影响种子的活性,从而使不同群体种子活性产生不同的变化。

5)通过聚类图可以看出,各群体间性状变异的不连续性,这种不连续性主要是由各个群体间相距距离比较远,群体之间没有或者很少有基因交流,从而导致群体的这种分布格局。

本文虽然只对河西走廊11个红砂天然群体种子活性性状进行了探讨,但种子性状是基因和环境共同作用的结果,种子活性性状的变异必然蕴藏着遗传变异。种子变异越大,可能存在的遗传变异越大。一般认为表型变异往往具有适应意义,自然群体中保持大的变异贮存对群体是有利的,群体内多种基因型所对应的表型范围越广,群体在整体上适应环境的能力更强,因此红砂各群体间丰富的变异,也就是其抗逆性强适应性广的原因,但是,群体内部性状的高度一致性不利于群体的稳定,可以通过人工辅助措施促进群体间进行基因交流,使群体内部的遗传多样性水平逐步提高。这对开展红砂天然群体遗传多样性和种质资源的保护、评价与利用具有重要的意义。

References:

- [1] Zeng Y J, Wang Y R, Zhang B L, Zhuang G H. Reproductive characteristics of *Reaumuria soongorica* populations. *Acta Pratacultural Science*, 2002, 11(2): 66-71.
- [2] Zeng Y J, Wang Y R, Zhuang G H, Yang Z S. Seed germination responses of *Reaumuria soongorica* and *Zygophyllum xanthoxylum* to drought stress and sowing depth. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(8): 1629-1634.
- [3] Zhu G, Wang W P. A primary study on the mechanism of natural regeneration and artificial restoration of *Reaumuria soongorica* population. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2004, 39(4): 427-433.
- [4] Ye M S, Guan W B, Wu B, Ma K M, Liu G H, Wang X L, Chen Q Y. Plant community complexity in the arid valley of Minjiang River, southwestern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(10): 3159-3165.
- [5] Li X L, Chen J, Wang G. Spatial autocorrelation analysis of ISSR genetic variation of *Reaumuria soongorica* population in northwest of China. *Journal of Desert Research*, 2008, 28(3): 468-472.
- [6] Zuo L P, Li Y, Jiao J. Comparison of leaves' physiological characters of *Reaumuria soongorica* in different geographical population under water gradient. *Journal of Desert Research*, 2009, 29(3): 514-518.
- [7] Li B, Gu W C, Lu B M. A study on phenotypic diversity of seeds and cones characteristics in *Pinus bungeana*. *Biodiversity Science*, 2002, 10(2): 181-188.
- [8] Li M, Han H R, Kang F F, Ma Q Y. Morphologic variation of leaves of *Quercus liaotungensis* Koidz. in Lingkong Mountain, Shanxi Province. *Journal of Beijing Forestry University*, 2005, 27(5): 10-16.

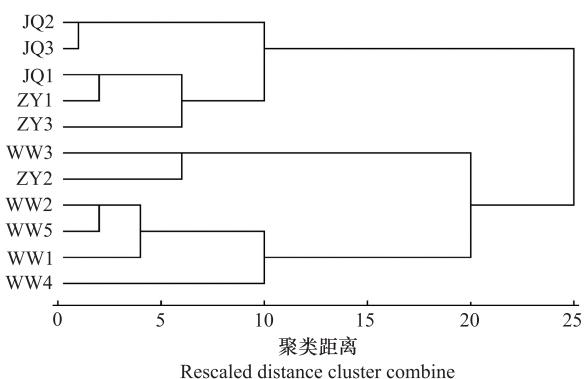


图2 红砂天然群体种子性状聚类图

Fig. 2 UPGMA cluster based on the seed traits of 11 populations in *R. soongorica*

- [9] Li W Y, Gu W C. Study on phenotypic diversity of natural population in *Quercus mongolica*. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41(1) : 49-56.
- [10] Zhou L D, Lan Y P, Cao Q C, Li S Y, Lan W Z. Geographical variation of morphologic characteristics of *Castanea mollissima* seeds and legumes. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 21(9) : 136-139.
- [11] Huang P Y, Nie X P, Zhou J M, Yu X D, Wang X L, Bie J H. Study on the habitat of *Reaumuria soongorica* community in Zhungger Basin. *Journal of Xinjiang University(Natural Science Edition)*, 1988, 5(3) : 66-71.
- [12] Long Q Y, Wang Z H, Zhou G L, Ning B. Effects with varies treatments and thousand-grain weight on the seed germination of hyacinth bean. *Seed*, 2004, 23(9) : 75-76.
- [13] Mu Q, Wu J H, Mo Z H. Study on the relation between seed germination, seedlings development and seeds thousand-grain weight of Qian Crass 1# Tall Fescue. *Guizhou Animal Science and Veterinary Medicine*, 2004, 28(5) : 3-4.
- [14] Yang L X. Seed germination characteristics of a introduced fine variety of *Hippophae rhamnoides* L. from Russia. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(6) : 2215-2222.
- [15] Zhang R L, Xiong L J. Effects of successive hydration dehydration treatment on seed germination rate and related index of *Leucaena leucocephala*. *Pratacultural Science*, 2007, 24(9) : 52-54.
- [16] Wang Y L, Li Y. Study on phenotypic diversity of cone and seed in natural populations of *Picea crassifolia* in Qilian Mountain, China. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)*, 2008, 32(2) : 355-362.
- [17] Liu G P, Yang C P, Liu G J, Yang R H, Kong H W. The configuration characters and germination percentages of various provenance seeds of *Betula platyphylla*. *Journal of Northeast Forestry University*, 1999, 27(4) : 1-4.
- [18] Wang Y L, Li Y, Chen X Y. Phenotypic diversity of natural populations in *Picea crassifolia* in Qilian Mountains. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44(2) : 70-77.

参考文献:

- [1] 曾彦军,王彦荣,张宝林,庄光辉. 红砂种群繁殖特性的研究. *草业学报*, 2002, 11(2) : 66-71.
- [2] 曾彦军,王彦荣,庄光辉,杨鬃山. 红砂和霸王种子萌发对干旱与播深条件的响应. *生态学报*, 2004, 24(8) : 1629-1634.
- [3] 朱恭,王万鹏. 红砂种群自然更新与人工辅助恢复机理的初步研究. *甘肃农业大学学报*, 2004, 39(4) : 427-433.
- [5] 李秀玲,陈健,王刚. 西北地区红砂种群ISSR遗传变异的空间自相关分析. *中国沙漠*, 2008, 28(3) : 468-472.
- [6] 左利萍,李毅,焦健. 水分梯度下不同地理种群红砂叶片生理特征比较研究. *中国沙漠*, 2009, 29(3) : 514-518.
- [7] 李斌,顾万春,卢宝明. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究. *生物多样性*, 2002, 10(2) : 181-188.
- [8] 李梅,韩海荣,康峰峰,马钦彦. 山西灵空山辽东栎种群叶性状表型变异研究. *北京林业大学学报*, 2005, 27(5) : 10-16.
- [9] 李文英,顾万春. 蒙古栎天然群体表型多样性研究. *林业科学*, 2005, 41(1) : 49-56.
- [10] 周连第,兰彦平,曹庆昌,李淑英,兰卫宗. 板栗叶片性状表型多样性研究. *中国农学通报*, 2005, 21(9) : 136-139.
- [11] 黄培祐,聂湘萍,周建民,于晓东,王新立,别剑华. 准噶尔盆地中部琵琶柴群落的生境研究. *新疆大学学报(自然科学版)*, 1988, 5(3) : 66-71.
- [12] 龙启炎,汪志红,周国林,宁斌. 不同处理方法和千粒重对扁豆种子发芽的影响. *种子*, 2004, 23(9) : 75-76.
- [13] 牟琼,吴佳海,莫志萍. 黔草1号高羊茅种子的千粒重对发芽成苗的影响. *贵州畜牧兽医*, 2004, 28(5) : 3-4.
- [14] 杨立学. 俄罗斯大果沙棘种子萌发特性. *生态学报*, 2007, 27(6) : 2215-2222.
- [15] 张如莲,熊栗俭. 重复吸水-回干处理对银合欢种子发芽率及相关指标的影响. *草业科学*, 2007, 24(9) : 52-54.
- [16] 王娅丽,李毅. 祁连山青海云杉天然群体的种实性状表型多样性. *植物生态学报*, 2008, 32(2) : 355-362.
- [17] 刘桂丰,杨传平,刘关君,杨瑞华,孔红娃. 白桦不同种源种子形态特征及发芽率. *东北林业大学学报*, 1999, 27(4) : 1-4.
- [18] 王娅丽,李毅,陈晓阳. 祁连山青海云杉天然群体表型性状遗传多样性分析. *林业科学*, 2008, 44(2) : 70-77.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 1 January, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

- Allee effects of local populations and the synchrony of metapopulation ... LIU Zhiguang, ZHAO Xue, ZHANG Fengpan, et al (1)
Effects of leaf hair points on dew deposition and rainfall evaporation rates in moss crusts dominated by *Syntrichia caninervis*, Gurbantunggut Desert, northwestern China TAO Ye, ZHANG Yuanming (7)
The influence of freshwater-saline water mixing on phytoplankton growth in Changjiang Estuary WANG Kui, CHEN Jianfang, LI Hongliang, et al (17)
The responses of hydrological indicators to watershed characteristics TIAN Di, LI Xuyong, Donald E. Weller (27)
Lake nutrient ecosystems in the east-central moist subtropical plain of China KE Xinli, LIU Man, DENG Xiangzheng (38)
The current water trophic status in Tiaoxi River of Taihu Lake watershed and corresponding coping strategy based on N/P ratio analysis NIE Zeyu, LIANG Xinqiang, XING Bo, et al (48)
Reversion and analysis on cyanobacteria bloom in Waihai of Lake Dianchi SHENG Hu, GUO Huaicheng, LIU Hui, et al (56)
Effects of cutting disturbance on spatial heterogeneity of fine root biomass of *Larix principis-rupprechtii* YANG Xiuyun, HAN Youzhi, ZHANG Yunxiang, et al (64)
Responses of elm (*Ulmus pumila*) woodland to different disturbances in northeastern China LIU Li, WANG He, LIN Changcun, et al (74)
Impacts of grazing and climate change on the aboveground net primary productivity of mountainous grassland ecosystems along altitudinal gradients over the Northern Tianshan Mountains, China ZHOU Decheng, LUO Geping, HAN Qifei, et al (81)
Response of herbaceous vegetation to phosphorus fertilizer in steppe desert SU Jieqiong, LI Xinrong, FENG Li, et al (93)
Spatiotemporal characteristics of landscape change in the coastal wetlands of Yancheng caused by natural processes and human activities ZHANG Huabing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (101)
Response of species diversity in *Caragana Korshinskii* communities to climate factors and grazing disturbance in Shanxi, Ningxia and Inner Mongolia ZHOU Ling, SHANGGUAN Tieliang, GUO Donggang, et al (111)
Seasonal change of leaf morphological traits of six broadleaf seedlings in South China XUE Li, ZHANG Rou, XI Ruchun, GUO Shuhong, et al (123)
Correlation analysis on *Reaumuria soongorica* seed traits of different natural populations in Gansu Corridor SU Shiping, LI Yi, CHONG Peifang (135)
Carbon fixation estimation for the main plantation forest species in the red soil hilly region of southern-central Jiangxi Province, China WU Dan, SHAO Quanqin, LI Jia, et al (142)
Effects of clonal integration on growth of *Alternanthera philoxeroides* under simulated acid rain and herbivory GUO Wei, LI Junmin, HU Zhenghua (151)
Difference of the fitness of *Helicoverpa armigera* (Hübner) fed with different pepper varieties JIA Yueli, CHENG Xiaodong, CAI Yongping, et al (159)
Hyperspectral estimating models of tobacco leaf area index ZHANG Zhengyang, MA Ximming, JIA Fangfang, et al (168)
Temporal and spatial distribution of *Bemisia tabaci* on different host plants CUI Hongying, GE Feng (176)
Abundance and composition of CO₂fixating bacteria in relation to long-term fertilization of paddy soils YUAN Hongzhao, QIN Hongling, LIU Shoulong, et al (183)
Effect of *Leucaena leucocephala* on soil organic carbon conservation on slope in the purple soil area GUO Tian, HE Binghui, JIANG Xianjun, et al (190)
Isolation and the remediation potential of a Laccase-producing Soil Fungus F-5 MAO Ting, PAN Cheng, XU Tingting, et al (198)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass in Mulun National Nature Reserve in Karst area LIU Lu, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (207)
Root functional traits and trade-offs in one-year-old plants of 25 species from the arid valley of Minjiang River XU Kun, LI Fanglan, GOU Shuiyan, et al (215)
Spatial distribution of carbon density in grassland vegetation of the Loess Plateau of China CHENG Jimin, CHENG Jie, YANG Xiaomei, et al (226)
Effect of nitrogen concentration in the subtending leaves of cotton bolls on the strength of source and sink during boll development GAO Xiangbin, WANG Youhua, CHEN Binglin, et al (238)
Long-term tillage effects on soil organic carbon and microbial biomass carbon in a purple paddy soil LI Hui, ZHANG Junke, JIANG Changsheng, et al (247)
Effects of exogenous calcium on resistance of *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle to cadmium stress MIN Haili, CAI Sanjuan, XU Qinsong, et al (256)
Comparison of grain protein components and processing quality in responses to dim light during grain filling between strong and weak gluten wheat cultivars LI Wenyang, YAN Suhui, WANG Zhenlin (265)
Review and Monograph
Salt-responsive mechanisms in the plant root revealed by proteomic analyses ZHAO Qi, DAI Shaojun (274)
The research progress and prospect of watershed ecological risk assessment XU Yan, GAO Junfeng, ZHAO Jiahui, et al (284)
A review of the environmental behavior and effects of black carbon in soils and sediments WANG Qing (293)
Scientific Note
Variation in main morphological characteristics of *Amorpha fruticosa* plants in the Qinghai-Tibet Plateau LIANG Kunlun, JIANG Wenqing, ZHOU Zhiyu, et al (311)
Identification of aphid resistance in eleven species from *Dendranthema* and *Artemisia* at seedling stage SUN Ya, GUAN Zhiyong, CHEN Sumei, et al (319)
Research of padded film for afforestation in coastal argillaceous saline-alkali land JING Feng, ZHU Jinzhao, ZHANG Xuepei, et al (326)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 1 期 (2012 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 1 2012

编 辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主 编 冯宗炜
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

印 刷 北京北林印刷厂
行 销 科 学 出 版 社
地址:东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563

订 购 国外发行
E-mail: journal@cspg.net
全国各地邮局
中国国际图书贸易总公司
地址:北京 399 信箱
邮政编码:100044

广告经营
许 可 证
京海工商广字第 8013 号

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel: (010) 62941099
www.ecologica.cn
Shengtaixuebao@rcees.ac.cn

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China
Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010) 64034563
E-mail: journal@cspg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China

