

青海高原西伯利亚白刺天然居群表型多样性研究

张亚琦, 王 宁, 赵 越, 孙 奎, 邹林有, 李孝繁

(青海大学 农林科学院, 青海 西宁 810016)

摘 要:以青海高原 5 个西伯利亚白刺天然居群为研究对象, 对其 8 个表型性状进行了方差分析、相关分析、主成分分析与聚类分析, 探讨了居群间与居群内表型多样性的变异特点, 以揭示其天然居群的表型变异程度及变异规律。结果表明: 各性状在居群间存在显著差异, 居群间的变异是青海高原西伯利亚白刺表型总变异的主要部分。相关性分析表明, 各环境因子中, 年均降水量对性状的影响最大, 其次为日照时数和年均温度。主成分分析表明, 果形系数、核形系数、果序重、鲜果百粒重等性状是主要影响因素。聚类分析显示, 西伯利亚白刺的 5 个天然居群可以初步分为 2 类, 第 1 类为宗加居群、夏日哈居群、诺木洪居群, 第 2 类为可鲁克湖居群与戈壁车站居群。

关键词:西伯利亚白刺; 天然居群; 表型多样性

中图分类号:S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0064-04

白刺属(*Nitraria* L.)植物属于蒺藜科(Zygophyllaceae)的落叶灌木。在我国分布于西藏东北部、甘肃、青海、新疆、内蒙古西部、宁夏西部、陕西北部的湖盆地区和风沙沿线^[1]。青海高原白刺资源多分布于柴达木盆地的诺木洪、香日德、小柴旦、乌兰、德令哈等地区的沙漠绿洲边缘, 自然分布范围大约在北纬 35°~39°、东经 90°~103°之间, 海拔 1 900~3 500 m, 年降水量 30~350 mm, 年均温 0.8~7.1℃的地区。白刺适应性极强, 耐旱、喜盐碱、抗寒、抗风沙、耐高温、耐瘠薄, 是我国寒温和温和气候区的盐渍土指示植物。白刺是集食用、油用、药用和保健品等多种价值于一身的优良灌木^[2]。近年来, 白刺在利用方面已逐渐被人们认可, 并在育种栽培、成分提取、光合生理等方面进行了一定研究。但迄今鲜有白刺种质资源遗传多样性的文献报道^[3]。

遗传多样性是种质资源保护和评价的重要指标。表型是基因表达与所处环境交互作用的结果, 是生物遗传受制于生态环境条件的遗传表征。表型与分子标记的遗传多样性研究相比, 仍是完整基因系统或基因型的最全面度量, 表型多样性是遗传多样性的主要研究内容之一。目前, 国内外有许多学者均利用遗传上较为稳定、不易受环境影响的表型性状来揭示天然群体的遗传变异, 评价其遗传多样性水平^[4]。现以青海高原地区的白刺 5 个典型天然居群为对象, 进行表型多样性的调查与分析, 旨在揭示白刺群体间和群体内的表型变异程度

及变异规律, 为其种质资源保存和遗传改良提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

于 2011、2012 年 8~9 月对青海高原西伯利亚白刺野生资源进行调查, 按不同的经纬度、海拔梯度, 结合白刺地理分布情况, 选取植株分布集中、地理相对隔离的 5 个西伯利亚白刺野生居群(表 1), 每居群选取 15~30 株, 要求植株生长正常, 无明显缺陷, 未发现病虫害, 株间距离 50 m 以上, 既保证取样的均匀性, 又最大限度降低了样本间的亲缘关系。

表 1 青海高原地区西伯利亚白刺天然居群地理分布状况

居群	样本	采集地	海拔/m	经纬度	年均温度/℃	年均降水量/mm	日照时数/h
1	30	可鲁克湖	2 814	N37°19.000' E96°54.202'	4.9	165.7	2 923.6
2	30	戈壁车站	2 814	N37°14.870' E97°02.169'	4.9	165.7	2 923.6
3	30	诺木洪	2 758	N36°25.095' E96°14.346'	6.0	41.3	3 121.0
4	30	宗加	2 783	N36°16.035' E96°56.853'	3.6	218.5	3 121.0
5	15	夏日哈	3 089	N36°23.394' E98°04.243'	3.6	218.5	3 121.0

1.2 试验方法

选择具有代表性、遗传相对稳定、易于获得和测定的表型性状, 包括生长量、叶长、叶宽、果长、果径、果序重、每序核果数、鲜果百粒重、核长、核径、种子千粒重等共计 11 个表型性状。从每株样本随机选取 10 支当年生新梢, 并用卷尺测量长度。在枝条的中部随机取 10 片成熟叶片, 用直尺进行测定, 并计算出叶形系数。在每

第一作者简介:张亚琦(1980-), 女, 本科, 助理研究员, 现主要从事白刺遗传育种与栽培工作。E-mail: zhangyaqi121@163.com.

基金项目:科技部农业科技成果转化资助项目(2011GB2G200007)。

收稿日期:2013-01-16

株样本上随机测定 10 个果实、果序,用游标卡尺测定果长、果径(中央直径),并计算果形系数。将采集样本上的果实带回实验室,分单株风干、脱去果皮,用游标卡尺测量核长和核径,计算核型系数。用天平测量果序重、鲜果百粒重及种子千粒重,10 次重复。

1.3 数据分析

应用 SPSS V 17.0 软件计算各性状的平均值、标准差和变异系数。对各表型性状应用巢式方差分析^[5]。变异系数表示性状值的离散性程度,利用主成分分析确定白刺表型差异的主要因素。居群表型性状聚类分析采用欧式距离,应用软件 NTSYS 2.11a 软件进行 UPGMA 聚类分析。

2 结果与分析

2.1 西伯利亚白刺表型性状的方差分析

青海高原 5 个西伯利亚白刺野生居群的居群间与居群内表型性状方差分析见表 2,生长量、叶形系数、果形系数、果序重、每序核果数、鲜果百粒重、种子千粒重、核形系数等 8 个表型性状中,在居群间,除叶形系数在居群间达显著差异外,其它性状都达极显著差异。在居群内,除果序重达极显著差异外,其它各性状均未达显著水平。可见白刺居群的各性状均呈现居群间差异大于居群内差异。居群内的个体差异不明显表明在该生态条件下遗传的稳定性。

表 2 西伯利亚白刺各居群形态性状的方差分析

性状	均方		F 值		
	居群间	居群内	机误	居群间	居群内
生长量	10 127.446	70.586	58.021	174.547 **	1.217
叶形系数	1.055	0.176	0.228	4.634 *	0.771
果形系数	0.103	0.003	0.005	20.933 **	0.530
果序重	11.162	1.322	0.574	19.436 **	2.302 **
每序核果数	92.712	11.815	10.392	8.922 **	1.137
鲜果百粒重	221.743	28.485	33.052	6.709 **	0.862
种子千粒重	639.498	21.458	19.600	32.628 **	1.095
核形系数	0.301	0.019	0.024	12.795 **	0.818

2.2 西伯利亚白刺表型性状的变异分析

变异系数可间接反映出居群的表型多样性的丰富程度,变异系数越大说明性状值离散程度越大,表型多样性越丰富。由表 3 可知,同一居群内的不同性状有不同变异系数。居群间各表型性状变异系数利用居群内平均值计算,比较居群间各表型性状的变异系数,5 个居群的 8 个性状中,变异度最大的为生长量,最小为果形系数,变异度大于 0.2 的依次为:果序重>鲜果百粒重>生长量>每序核果数。说明白刺在生长量及果实方面表现出较丰富的多样性。比较各居群形态特征的变异系数发现,变异度最大的为诺木洪居群,最小为宗加居群。变异度较大的居群还有夏日哈、戈壁车站。不同居群间同一性状的变异系数存在一定的差异,说明环境的异质性是居群出现表型变异的主要原因。

表 3 西伯利亚白刺居群表型性状的变异系数

性状	居群					平均
	可鲁克湖 1	戈壁车站 2	诺木洪 3	宗加 4	夏日哈 5	
生长量	0.197	0.212	0.400	0.168	0.230	0.241
叶形系数	0.093	0.136	0.122	0.141	0.195	0.137
果形系数	0.066	0.064	0.064	0.061	0.049	0.061
果序重	0.250	0.259	0.305	0.201	0.321	0.267
每序核果数	0.267	0.236	0.189	0.162	0.172	0.205
鲜果百粒重	0.226	0.192	0.300	0.250	0.311	0.256
种子千粒重	0.149	0.148	0.190	0.186	0.077	0.150
核形系数	0.073	0.083	0.084	0.099	0.062	0.080
平均	0.165	0.166	0.207	0.159	0.177	0.175

2.3 西伯利亚白刺表型性状与环境因子的相关性分析

由表 4 可以看出,年均温度与表型性状多呈负相关,与叶宽、果径、果序重、每序核果数、核长、核径、千粒重呈极显著负相关;与果形系数、核形系数呈极显著正相关;与叶长、果长、核长呈显著负相关。年均降水量与生长量、叶长、叶宽、果长、果径、每序核果数、核长、核径呈极显著正相关,与果序重呈显著正相关。日照时数与生长量、叶形系数、叶长、果形系数、核形系数呈极显著负相关;与核径、千粒重呈极显著正相关;与叶宽呈显著负相关;与果径呈显著正相关。比较表 4 中环境因子对各性状相关系数的绝对值之和可知,年均降水量对性状的影响最大,其次为日照时数和年均温度。

表 4 青海高原西伯利亚白刺表型性状与环境因子的相关系数

性状	年均温度	年均降水量	日照时数
生长量	0.006	0.280 **	-0.872 **
叶形系数	0.089	0.014	-0.317 **
叶长	-0.178 *	0.320 **	-0.427 **
叶宽	-0.279 **	0.341 **	-0.180 *
果长	-0.191 *	0.227 **	-0.103
果径	-0.340 **	0.282 **	0.186 *
果形系数	0.258 **	-0.107	-0.466 **
果序重	-0.257 **	0.205 *	0.167
每序核果数	-0.319 **	0.264 **	0.175 *
鲜果百粒重	-0.079	0.107	-0.081
核长	-0.258 *	0.256 **	0.014
核径	-0.552 **	0.402 **	0.470 **
千粒重	-0.315 **	0.104	0.651 **
核形系数	0.281 **	-0.143	-0.427 **
Sum r	0.174	0.475	0.365

2.4 西伯利亚白刺表型性状的主成分分析

协方差主成分分析结果(表 5)表明,在 8 个性状中,前 3 个主成分的贡献率分别是 35.849%、20.061%、14.856%,主成分累计贡献率为 70.766%。这 3 个主成分完全可以代表原始因子所代表的大部分信息。第 1 主成分中起决定性作用的表型性状有果形系数(0.830)、核形系数(0.721)和生长量(0.673),这说明第 1 个主成分主要反映了营养器官和繁殖器官的情况。对第 2 主成分起较大作用的表型性状有果序重(0.763)、每序核果数(0.562)和鲜果百粒重(0.524)。第 3 主成分主要受每

序核果数(-0.734)和鲜果百粒重(0.724)的影响。第2和第3主成分主要反映了果实重量的特征。总的看来,果形系数、核形系数、果序重、鲜果百粒重等性状是对该次主成分分析影响较大的几个因素。

表5 西伯利亚白刺居群前3个主成分因子载荷量及特征值

性状	成分		
	1	2	3
生长量	0.673	0.387	0.263
叶形系数	0.424	0.345	-0.109
果形系数	0.830	0.070	-0.090
果序重	-0.607	0.763	-0.027
每序核果数	-0.310	0.562	-0.734
鲜果百粒重	-0.401	0.524	0.724
千粒重	-0.634	-0.264	0.146
核形系数	0.721	0.298	0.115
特征值	2.868	1.605	1.188
贡献率/%	35.849	20.061	14.856
累积贡献率/%	35.849	55.909	70.766

2.5 西伯利亚白刺各居群间的相似性分析

为了研究西伯利亚居群间的相似性及亲缘关系,根据其形态特征的8个表型性状对5个西伯利亚天然居群进行聚类分析。由图1可知,5个天然居群在阈值为4.5处可明显分为2类,宗加居群、夏日哈居群、诺木洪居群聚为1类,可鲁克湖居群与戈壁车站居群聚为1类。这种分类格局与居群的地理位置契合较好,呈现东南至西北带状的分类格局。

Dendrogram using average linkage(Between Groups)

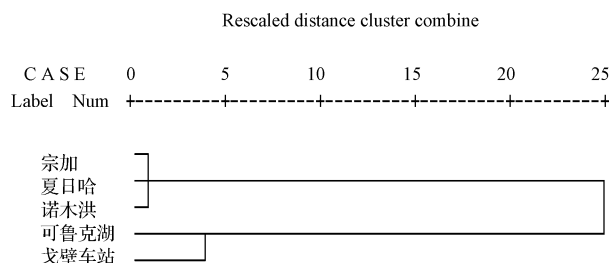


图1 西伯利亚白刺居群表型性状聚类分析

3 结论与讨论

对西伯利亚白刺5个天然居群表型性状的分析表明,该居群表型变异丰富,这些变异是自身遗传因素和环境因素共同作用的结果。这种多层次的变异为种质资源和生物多样性保护提供了物质基础,反映了群体遗传

与环境的复杂性及其适应环境压力的广泛程度。

通过对西伯利亚白刺各表型性状的方差分析表明,生长量、果形系数、果序重、每序核果数、鲜果百粒重、种子千粒重、核形系数在各居群间均达极显著差异,而居群内除果序重达极显著水平外,各性状均未达显著水平。说明居群间的变异是青海高原西伯利亚白刺表型总变异的主要部分。5个西伯利亚居群生长量、叶片、果实、种子等8个表型性状的变异系数较大,变幅4.9%~40.0%,其中,生长量及果实方面表现出较丰富的多样性。不同居群各表型性状平均变异系数由大到小依次为诺木洪>夏日哈>宗加>可鲁克湖>戈壁车站。初步判断遗传多样性丰富区在黄山、夏日哈、宗加一带。说明环境的异质性是居群出现表型变异的主要原因。

环境因素多样性是影响植物变异的重要因子之一,分布区的环境条件越复杂,则居群的表型变异越大。试验所选择的5个天然居群,地理跨度较大,年均温度、年降水量及土壤条件都有较大差异,而且其分布呈间断的不连续,使得西伯利亚白刺的表型变异较大。该研究中西伯利亚白刺各性状与年均温度、年降水量及日照时数的显著或极显著相关性充分说明这点。由环境因子对各性状相关系数的绝对值之和可知,对各性状影响由大到小的顺序依次为年均降水量>日照时数>年均温度。

5个西伯利亚居群依据其性状分为2类。宗加居群、夏日哈居群、诺木洪居群为第1类群,可鲁克湖居群与戈壁车站居群为第2类群。就该研究所涉及采样范围内,经过表型性状欧式距离与地理距离相关关系分析,环境因子比遗传特性更能影响西伯利亚表型变异。表型变异能够反映遗传变异的一些状况,为更全面揭示西伯利亚白刺的遗传多样性和种系发生关系及分子、遗传角度上进行深入探索研究提供一些参考依据,对开展西伯利亚白刺天然群体遗传多样性和种质资源保存具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘瑛心. 中国沙漠植物志[M]. 北京:科学出版社,1987:303-306.
- [2] 王宁. 白刺资源及开发前景[J]. 陕西林业科技,2000(1):17-18,31.
- [3] 张勇. 白刺属植物分子系统学及遗传多样性研究[D]. 兰州:兰州大学,2006.
- [4] 司国臣. 太白杜鹃天然居群的表型多样性[J]. 西北植物学报,2012,32(8):1560-1566.
- [5] 李斌. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究[J]. 生物多样性,2002,10(2):181-188.

Phenotypic Diversity for Natural Populations of *Nitraria sibirica* Pall. in Qinghai Plateau

ZHANG Ya-qi, WANG Ning, ZHAO Yue, SUN Kui, ZOU Lin-you, LI Xiao-fan

(Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

自然干旱胁迫下盆栽勋章菊萎蔫系数测定

周晓慧, 王 犇, 戴 斌, 吴阳清, 陆小平

(苏州大学 金螳螂建筑与城市环境学院, 江苏 苏州 215123)

摘 要:以从国外引进的勋章菊品种“日出”和“星白”为试材,研究了自然干旱胁迫下2个勋章菊品种的蒸腾速率日变化、耗水量、存活天数及萎蔫系数。结果表明:在温度为32~35℃、紫外线照射强度为8级的条件下,胁迫第4天“日出”已死亡,而“星白”在干旱胁迫第5天出现死亡。二者的萎蔫系数分别为17.80%和14.80%。表明“星白”勋章菊有较强的抗旱性,为勋章菊在夏季景观应用中降低成本养护、节约水资源提供了参考。

关键词:蒸腾速率;勋章菊;萎蔫系数

中图分类号:S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0067-03

勋章菊(*Gazania rigens* L.)为菊科勋章菊属多年生草本植物,原产于南非,具根茎,性喜温暖向阳,叶背密被白毛,头状花序^[1],花期4~5月。昼开夜合,单花寿命长达10 d,可用做盆栽、地被和花境^[2]等材料。目前有关勋章菊的研究主要集中在形态描述^[3-5]、栽培^[6-8]、养护^[2]、温度胁迫^[9-10]、水分胁迫^[11-12]及景观应用^[13-14]等方面,但未涉及夏季干旱胁迫下盆栽勋章菊萎蔫系数测定方面的研究。现以引进的勋章菊品种为试验材料,分别进行夏季自然干旱胁迫下盆栽勋章菊萎蔫系数的测定,为勋章菊抗旱性评价及建设节约型园林景观提供科学依据。

第一作者简介:周晓慧(1988-),女,在读硕士,研究方向为园林植物栽培与生理。E-mail:zxhsjzgc@163.com.

责任作者:陆小平(1958-),男,博士,教授,研究方向为园林植物栽培与生理。E-mail:szlxp@yahoo.com.cn.

基金项目:苏州市应用基础研究计划(农业)资助项目(SYN201221)。

收稿日期:2012-12-20

1 材料与方法

1.1 试验材料

国外引进的勋章菊“日出”(‘Sunglow’)和“星白”(‘Mini Star White’)^[4]品种在苏州大学东校区园艺实训基地进行扦插繁殖,成苗后选择株形整齐、生长健壮的植株移栽于盆径为18 cm的瓦钵花盆中,每盆3株扦插苗,并进行统一的水分管理和养分管理。TSZ-1型土壤水分速测仪(武汉市天联科教仪器发展有限公司);扫描仪(hp LaserJet M1136 MFP);投影膜(Transparency Film Plain paper copiers, 210 mm×297 mm, E. U.)。

1.2 试验方法

试验在苏州大学独墅湖校区进行,干旱胁迫处理的前1 d于15:00时花盆浸水15 min后取出。干旱胁迫从2012年7月31日开始,8月5日结束,持续6 d。处理方式:1、2、3、4、5、6 d不浇水和3、4、5、6 d复水24 h后取出,每天15:00用TSZ-1型土壤水分速测仪进行土壤含水量测定,每处理设3次重复,以试验开始当天(1 d)为对照。

Abstract: Taking phenotypic variation of *Nitraria sibirica* Pall. in 5 natural populations from Qinghai Plateau as objective, the variance analysis, correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis of 8 phenotypic traits in 5 natural populations of *Nitraria sibirica* Pall. were studied. The relationship between phenotypic variation of the natural population and different distribution areas were discussed. The results showed that there was significant difference in morphologic characteristics between the populations, the variation between the populations was mainly due to the phenotypic variation. The correlation analysis between the phenotypic traits of *Nitraria sibirica* Pall. and geography factor showed that the mean annual precipitation was the most important factor that affected the morphologic characteristics, followed by the annual sunlight and the mean annual temperature. Principal component analysis showed that the main effect factors of phenotypic traits were coefficient of fruit shape, coefficient of seed shape, drupe number per fruiting-cyme and fresh fruit 100-fruit weight. Cluster analysis showed that five natural populations of *Nitraria sibirica* Pall. could be divided into 2 groups by SPSS cluster analysis.

Key words: *Nitraria sibirica* Pall.; natural population; phenotypic diversity