

内蒙古 78 份葱属野生种表型遗传多样性分析

李鸿雁, 李俊, 黄帆, 李志勇, 刘磊

(中国农业科学院草原研究所/农业部沙尔沁牧草资源重点野外科学观测试验站, 呼和浩特 010010)

摘要:为了揭示内蒙古葱属野生种表型遗传多样性,采用方差分析、主成分分析、聚类分析等方法,对收集的 78 份野生种的种质资源 14 个表型性状进行了遗传多样性评价。结果表明:内蒙古葱属野生资源存在丰富的遗传多样性。(1)14 个表型性状平均变异系数为 43.0%,叶片宽的变异系数最大,为 94.7%;种子厚的变异系数最小,为 14.6%。14 个表型性状在居群间的差异除叶片宽达到显著($P < 0.05$)水平外,其余性状均表现差异不显著;(2)14 个表型性状可归成为 6 个主成分因子,累计贡献率达到 80.77%,最大程度上反映了所有 78 份葱属种质资源的表型特征,在前 6 个主成分包括的 14 个农艺性状中的株丛直径、叶片长、叶片宽、单株叶片数、花序长度、花序宽度和种子宽等性状是造成葱属种质资源表型差异的主要因素;(3)14 个表型性状间存在显著或极显著的相关性;(4)采用欧氏距离系统聚类法将供试材料分为 7 大类,78 份葱属种质资源基本上按种区分开,并和地理条件有一定的关系,种间和材料间表型差异很明显。本研究为内蒙古葱属资源的利用提供了科学依据。

关键词:葱属;表型性状;遗传多样性

Phenotypic Diversity of 78 Accessions of Wild *Allium* Species in Inner Mongolia

LI Hong-yan, LI Jun, HUANG Fan, LI Zhi-yong, LIU Lei

(Grassland Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences/SharaQin Key Wild Scientific Monitoring Station For Ministry of Agriculture, Hohhot 010010)

Abstract: In order to reveal the phenotypic genetic diversity of wild germplasm in *Allium* L. genus in Inner Mongolia, the genetic diversity of 14 traits with plant height, plant diameter, leaf length, leaf width, leaf number per plant, inflorescence length, inflorescence width, number of flowers, scape length, pedicle length, seed length, seed width, seed thick and 1000-seed weight of 78 accessions from Xilin Gol League, Hohhot City, Wulanchabu City, Baotou City, Hulunbeir League and Chifeng City was evaluated by variance analysis, principal component analysis and cluster analysis. The results showed that the Inner Mongolia wild *Allium* L. species had abundant genetic diversity. (1) There were significant differences among the phenotypic traits of different materials. The variation of average coefficient in 14 traits was 43.0%. The variation coefficient of the leaf width was maximum (94.7%), the variation range was 0.11-3.8cm, followed by the number of flowers, the coefficient of variation was 78.5%, the variation range was 10.4-224.8, the coefficient of variation of leaf number per plant was 69.2% and the variation range was 4.0-76, and the coefficient of variation of seed thickness was minimum (14.6%), the variation range was 0.67-1.29 mm. It showed that there were individual differences in each trait of each germplasm, and the degree of difference between different germplasm and different characters was also different. The differences of 14 phenotypic traits between populations were not significant except for leaf width ($P < 0.05$). The F test showed that 14 phenotypic traits among the population was not significant except for leaf width ($P < 0.05$). The F value of leaf width was the

收稿日期: 2016-11-09 修回日期: 2016-12-28 网络出版日期: 2017-06-13

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20170613.0928.040.html>

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划课题(2013BAD01B0105);农业部农作物种质资源保护与利用项目(2016NWB037)

第一作者研究方向为牧草种质资源保存、创新与育种。E-mail: hongyli1964@126.com

通信作者: 李志勇, 研究方向为牧草种质资源保存与创新。E-mail: zhiyongli216@126.com

highest among the 14 traits(62.87), and the F value of plant height was the smallest(0.001). (2) The main information of principal component was concentrated in the first 6 principal components, the cumulative contribution rate was 80.771%, and the total value of eigenvalues was 11.308, which reflects most of the information of the original population. The plant diameter, leaf length, leaf width, leaf number per plant, inflorescence length, inflorescence width and seed width of 14 agronomic traits included in the first 6 main components were the phenotypic differences major factor. (3) A significant correlation existed between the 14 phenotypic traits. The correlation between phenotypic traits reflected the differentiation and coordinated development of different parts of *Allium* L. during the development. (4) The tested materials could be divided into 7 categories by using Euclidean Distance System. 78 accessions were basically separated by species, a certain relationship with the geographical conditions. The phenotypic differences between species and materials were obvious. This study revealed a higher genetic diversity existing in wild *Allium* L. species, provide important reference for *Allium* L. germplasm characterization, improvement and conservation.

Key words: *Allium* L. species; phenotypic traits; genetic diversity

葱属(*Allium* L.)为百合科植物,其种质资源十分丰富。据《中国植物志》记载,葱属植物共包括138个种、23个变种及2个亚种,其中,在内蒙古分布的有35个种和3个变种^[1],这些葱属植物主要分布于内蒙古高原中东部及周缘山地,生长于高山、平原、草甸、草原、荒漠、沙丘等环境条件下^[2]。葱属不仅是优良牧草,还可作为蔬菜食用,具有很高的食用价值^[3]。近年来,许多学者在蒙古韭的营养成分分析、抗逆性分析、菌根形态分析、种子萌发、遗传多样性分析、地理分布与群落结构、设施栽培技术与推广等方面开展研究,并实现了产业化^[3-9]。野韭的研究主要集中在染色体数目、染色体核型分析、花形态及花药解剖、营养成分分析、种子萌发对于旱胁迫(PEG)的响应、野韭集群生长的密度效应研究等方面^[10-15];山韭的研究集中在染色体核型分析、种子萌发及耐旱耐盐性评价、野生和栽培农艺性状观察与分析方面^[15-17];碱韭、黄花葱和矮韭的研究相对甚少。葱属野生资源的遗传多样性的研究主要集中在大葱、洋葱等葱属材料,包括形态学特征、染色体核型分析、醇溶蛋白和DNA水平的遗传多样性研究^[18-23]。但内蒙古葱属野生种表型遗传多样性研究较少,本研究结果将为葱属植物资源深入开发和利用提供理论与实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为国家种质多年生牧草资源圃课题组于2011-2013年野外采集,来自于内蒙古锡林郭勒盟、呼和浩特市、乌兰察布市、包头市、呼伦贝尔盟和赤峰市等6个地区,分属于黄花葱、碱韭、

蒙古韭、野韭、矮韭、山韭等6个种共78份材料,由中国农业科学院草原研究所国家牧草种质中期库提供(表1)。

1.2 试验地点及设计

试验在内蒙古呼和浩特市土左旗沙尔沁乡国家种质多年生牧草圃中进行,该圃年平均气温5.6℃,无霜期130d左右,年均降水量400mm左右;于2014年4月在温室播种育苗,全生育期浇水4~5次,施底肥1次,中耕除草3~4次。试验按随机区组设计,3次重复,小区面积20m²,每小区之间相隔60cm^[24]。

1.3 数据采集方法

开花期对每份材料随机取10个单株,对株高、株丛直径、叶片长、叶片宽、单株叶片数、花序宽度、花序高度、花葶长度、小花数目、花梗长度、种子长、种子厚、种子宽和千粒重等性状进行观察记载,3次重复,采集2年的数据进行统计分析,各性状的鉴定标准详见表2。

1.4 数据处理

观测记载的数据在Excel软件中进行整理,计算各性状的最大值、最小值、平均值、标准差和变异系数;采用SPSS 11.5软件对78份葱属居群的14个表型性状进行聚类分析、主成分分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同居群各性状的变异

对78份葱属种质的14个表型性状进行分析(表3),结果表明,不同材料之间存在较大差异,不同材料间各性状也存在较大差异,其中叶片宽的变

表1 供试材料及原产地
Table 1 The selected material and place of origin

编号		种名		采集地		种名		采集地	
No.	Species name	Collection places	Species name	Collection places	No.	Species name	Collection places	No.	Species name
A1	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	锡林郭勒盟正镶白旗苏吉因宝力格	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗苏吉因宝力格	A40	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗贡草	A41	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A2	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	呼和浩特市小井沟沟底	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A42	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A43	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A3	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	乌兰察布市辉腾锡勒北	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A44	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗陶林	A45	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A4	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	锡林郭勒盟正镶白旗布日都公地	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A46	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	浑善达克沙地边缘	A47	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A5	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	锡林郭勒盟正镶白旗贡草	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	呼和浩特市劈柴沟平顶山	A48	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A49	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A6	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	锡林郭勒盟正镶白旗陶林	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A50	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A51	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A7	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A52	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	大呼安岭呼源镇	A53	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A8	黄花葱 <i>Allium condensatum</i> Turcz.	呼和浩特市劈柴沟平顶山	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A54	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A55	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A9	碱韭 <i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟苏尼特左旗查干淖尔	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A56	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	大呼安岭呼源镇	A57	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A10	碱韭 <i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟东苏旗西部	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A58	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A59	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A11	碱韭 <i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟西乌旗北70 km处	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A60	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A61	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A12	碱韭 <i>Allium polyrhizum</i> Turcz. ex Regel	包头市固阳县	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A62	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A63	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A13	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗查干淖尔	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A64	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A65	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A14	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗查干淖尔	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A66	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A67	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A15	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟东苏旗西部	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A68	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A69	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A16	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟阿巴嘎旗东部	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A70	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A71	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A17	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗高日罕	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A72	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A73	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A18	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗翁西	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A74	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A75	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A19	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗乌里雅图	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A76	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A77	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A20	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗敖伦淖尔	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	A78	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正蓝旗	A79	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.
A21	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗锡林敖包	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A22	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗治沙站	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A23	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i> Turcz. ex Regel	锡林郭勒盟正镶白旗吉日陶勒盖	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A24	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟东苏旗西部	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A25	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟阿巴嘎旗东部	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A26	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟西乌旗北70 km处	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A27	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗基樟子松林	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A28	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	呼和浩特市克旗旗石林景区	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A29	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	呼和浩特市小井沟沟底	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A30	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A31	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗布日都公地	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A32	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗两面井	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A33	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗恩宝	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A34	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗翁西	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A35	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗锡林敖包	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A36	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗巴彦敖包	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A37	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗治沙站	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A38	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗吉日陶勒盖	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					
A39	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗森鑫宝力格	野韭 <i>Allium ramosum</i> L.	锡林郭勒盟正镶白旗额里图总场					

表 2 葱属表型性状鉴定项目及标准

Table 2 The main phenotypic characters and criteria for *Allium* L.

表型性状 Characteristic	方法与记载标准 Criteria for recording and method
株高 (cm) Plant height	每小区随机取样 10 株,在开花期测量从地上部分到植株顶端的自然长度
株丛直径 (cm) Plant diameter	每小区随机取样 10 株,分别测定主丛冠幅最大直径,计算最大直径的平均值
叶片长 (cm) Leaf length	每小区随机选取 30 片复叶,用叶面积仪对每片复叶的中间小叶的长度测量,取平均值
叶片宽 (cm) Leaf width	测定方法同叶片长,测叶长相对应的叶片宽,30 片取平均值
单株叶片数 Leaf number per plant	每小区随机取样 10 株,在开花期测量每个单株的叶片数,取平均值
花序长度 (cm) Inflorescence length	每小区随机取样 10 株,在开花期测量花序主轴最基部至花序顶端的自然长度,取平均值
花序宽度 (cm) Inflorescence width	每小区随机取样 10 株,在开花期测量每一个花序最宽处的自然长度,取平均值
小花数目 Number of flowers	每小区随机取样 10 株,在开花期测定花序中的小花数,取平均值
花葶长度 (cm) Scape length	每小区随机取样 10 株,在开花期测定自基生莲座抽出的花序梗的长度,取平均值
花梗长度 (cm) Pedicel length	每小区随机取样 10 株,在开花期测定每一朵花着生的花梗长度,取平均值
种子长 (mm) Seed length	随机选 20 粒种子,用游标卡尺测长度,取平均值
种子宽 (mm) Seed width	随机选 20 粒种子,用游标卡尺测宽度,取平均值
种子厚 (mm) Seed thick	随机选 20 粒种子,用游标卡尺测厚度,取平均值
种子千粒重 (g) 1000-grain weight	1000 粒种子的重量,10 次重复,取平均值

异系数最大为 94.7%,变异幅度 0.11 ~ 3.8 cm;其次为小花数目,变异系数为 78.5%,变异幅度 10.4 ~ 224.8 个;单株叶片数,变异系数为 69.2%,变异幅度 4.0 ~ 76.0 个;种子厚的变异系数最小,为 14.6%,变异幅度 0.67 ~ 1.29 mm。说明各种质的每个性状中都存在着个体间的差异,且不同种质、不同性状之间的差异的程度也不相同^[25]。采用 SPSS 11.5 软件对 78 个葱属材料的 14 个性状进行单因

素方差分析, F 检验表明,14 个表型性状在居群间的差异除叶片宽达到显著 ($P < 0.05$) 水平外,其余性状均表现差异不显著。叶片宽在 14 个性状指标中的 F 值最大(62.87),株高 F 值最小(0.001)(表 3)。14 个性状指标的差异度依次为叶片宽、小花数目、单株叶片数、种子千粒重、花梗长度、株丛直径、株高、花葶长度、花序长度、花序宽度、叶片长、种子长、种子宽、种子厚。

表 3 葱属种质各性状的平均值、标准差和 F 值Table 3 Mean, SD , and F value in phenotypic characters of *Allium* L.

项目 Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
平均值 Mean	46.83	25.66	24.15	0.51	16.79	2.96	3.94	66.94	39.53	11.14	2.84	1.80	0.95	2.39
方差 SD	14.96	12.61	6.39	0.48	11.63	0.83	1.07	52.56	11.39	5.66	0.65	0.34	0.14	1.44
最小值 Min.	8.34	6.70	6.20	0.11	4.00	1.34	1.06	10.40	5.98	1.22	2.01	1.18	0.67	0.76
最大值 Max.	68.78	71.60	35.84	3.80	76.0	5.00	6.50	224.80	58.86	21.98	7.32	2.39	1.29	12.26
变异系数 (%) CV	31.9	49.1	26.4	94.7	69.2	28.1	27.2	78.5	28.8	50.8	22.8	19.1	14.6	60.2
F 值 F value	0.001	7.56	0.97	62.87	36.97	14.28	15.85	3.59	2.77	1.90	0.97	3.59	14.31	8.67
P 值 P value	1.00	1.00	1.00	0.012*	0.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

** 表示在 0.01 水平上差异显著, * 表示在 0.05 水平上差异显著; X1:株高; X2:株丛直径; X3:叶片长; X4:叶片宽; X5:单株叶片数; X6:花序长度; X7:花序宽度; X8:小花数目; X9:花葶长度; X10:花梗长度; X11:种子长; X12:种子宽; X13:种子厚; X14:种子千粒重,下同

** show significant difference at the level of 0.01, * show significant difference at the level of 0.05, X1:Plant height, X2:Plant diameter, X3:Leaf length, X4:Leaf width, X5:Leaf number per plant, X6:Inflorescence length, X7:Inflorescence width, X8: Number of flowers, X9:Scape length, X10:Pedicel length, X11:Seed length, X12:Seed width, X13:Seed thick, X14:1000-seed weight. The same as below

2.2 不同种质材料各性状的主成分分析

主成分分析表明:主成分构成的主要信息集中在前 6 个主成分,其累计贡献率达 80.771%,特征值总

和为 11.308,反映了原始总体数据的大部分信息。由表 4 可知,第 1 主成分特征值为 4.192,贡献率 29.945%,其特征向量中符号为正,载荷值较高的性

状有株丛直径、叶片长、叶片宽和单株叶片数,其特征向量值分别为 0.417、0.514、0.489 和 0.391,从各载荷数值可看出,在高产育种中,应选择植株长势旺、叶片大、单株叶片数多的材料。这与表型变异分析结果相符,此类性状中均为营养器官构成因素,因第 1 主成分的贡献率最高,在选择高产品种选育中应重点考虑这 4 个性状。第 2 主成分特征值 2.421,贡献率 17.296%,特征向量中符号为正且载荷较高的为株高、花序宽度、花葶长度、花梗长度,其特征向量值分别为 0.195、0.478、0.201 和 0.267,此类型主要反映生殖器官构成因素。第 3 主成分特征值 1.761,贡献率 12.577%,特征向量中符号为正且载荷较高的为小

花数目、种子长和种子千粒重,其特征向量值分别为 0.184、0.250 和 0.218,第 3 主成分主要反映种子性状和生殖器官因素构成,第 2 主成分和第 3 主成分的类型在一定范围内株高、小花数目和种子千粒重的增加对于高产具有重要意义,因此在育种中应适当把握;第 4 主成分、第 5 主成分和第 6 主成分特征值分别为 1.088、1.020 和 0.826,其贡献率分别为 7.771%、7.285% 和 5.897%。在前 6 个主成分包括的 14 个农艺性状中的株丛直径、叶片长、叶片宽、单株叶片数、花序长度、花序宽度和种子宽等性状是造成葱属种质资源表型差异的主要因素,也是葱属种质育种选择过程中主要考虑的形态指标。

表 4 葱属主要表型性状的主成分分析

Table 4 The principal components analysis of the major phenotypic traits in *Allium L.*

性状 Trait	第 1 主成分 The first principal component	第 2 主成分 The second principal component	第 3 主成分 The third principal component	第 4 主成分 The fourth principal component	第 5 主成分 The fifth principal component	第 6 主成分 The sixth principal component
X1	0.141	0.195	0.162	0.008	-0.275	-0.035
X2	0.417	-0.089	0.097	0.406	-0.235	0.189
X3	0.514	0.141	0.133	-0.133	-0.325	0.419
X4	0.489	0.062	-0.104	0.163	0.460	-0.607
X5	0.391	-0.138	-0.012	0.288	-0.139	0.131
X6	0.186	0.140	0.223	0.309	0.097	-0.005
X7	-0.580	0.478	0.181	-0.137	0.112	0.013
X8	-0.478	0.170	0.184	-0.160	0.019	0.034
X9	-0.386	0.201	0.139	0.065	-0.227	0.122
X10	0.187	0.267	0.045	0.142	0.114	-0.493
X11	-0.373	0.176	0.250	0.041	-0.114	-0.010
X12	-0.274	-0.092	-0.002	-0.023	0.345	0.163
X13	0.168	-0.065	0.063	-0.381	-0.001	0.264
X14	0.158	-0.145	0.218	0.040	0.190	0.002
特征值 Eigenvalue	4.192	2.421	1.761	1.088	1.020	0.826
贡献率(%) Contributive percentage	29.945	17.296	12.577	7.771	7.285	5.897
累计百分率(%) Cumulative contributive percentage	29.945	47.241	59.818	67.589	74.874	80.771

2.3 不同居群各性状的聚类分析

采用 SPSS 11.5 软件对供试的 78 份葱属种质依据 14 个表型性状进行系统聚类分析(图 1),在欧氏距离为 12 时,可将其大致分为 7 类。第 I 类包括 5 份材料,均为蒙古韭,来自于锡林郭勒盟,占材料总数的 6.4%;第 II 类为聚类最多的一组,包括 38 份材料,其中 5 份蒙古韭、27 份野韭和 6 份矮韭,占材料总数的 48.7%,同种的材料均聚在一起,5 份蒙古韭来自于锡林郭勒盟,6 份矮韭分别来自于锡林

郭勒盟、赤峰市和浑善达克沙地边缘,而 27 份野韭中有 14 份来自锡林郭勒盟正镶白旗的不同地区,其余的来自呼伦贝尔盟、大兴安岭、呼和浩特市和乌兰察布市等地;第 III 类为 6 份黄花葱,占材料总数的 7.7%,来自于锡林郭勒盟、呼和浩特市和乌兰察布市的不同地区;第 IV 类包括 2 份黄花葱和 3 份碱韭,占材料总数的 6.4%,2 份黄花葱来自于锡林郭勒盟,3 份碱韭来自于锡林郭勒盟;第 V 类包括 1 份碱韭和 1 份蒙古韭,分别来自于包头市固阳县和锡林

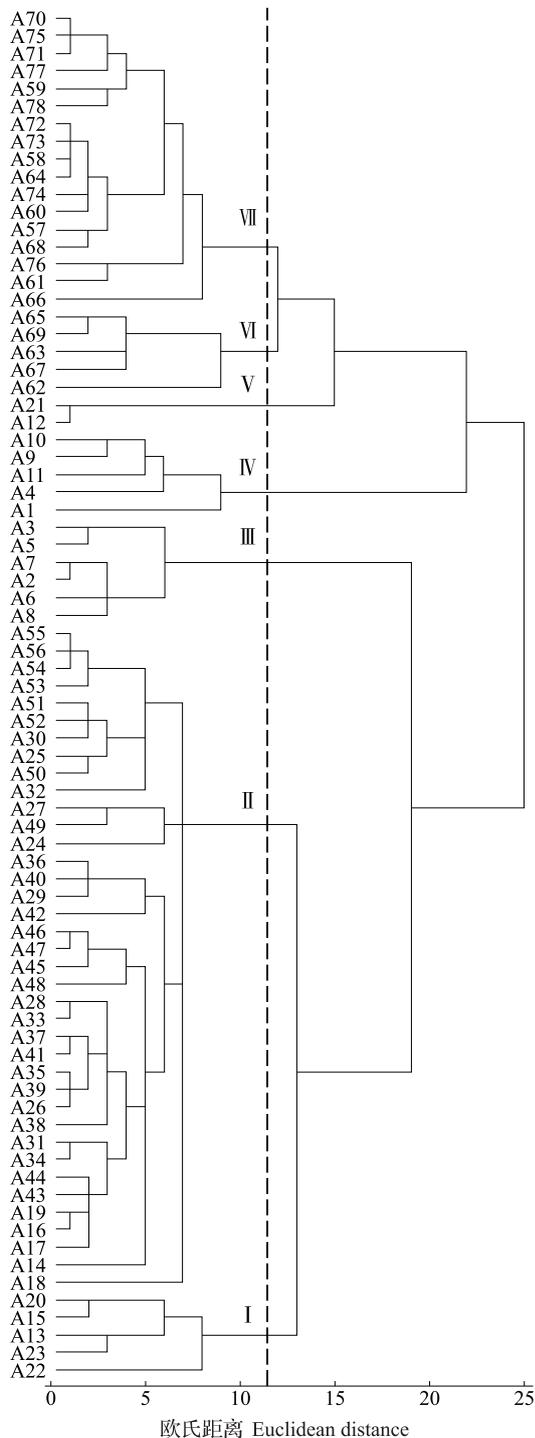


图 1 基于表型性状的葱属资源聚类图

Fig. 1 Dendrogram of cluster analysis based on phenotypic traits

郭勒盟正镶白旗;第Ⅵ类包括 5 份山韭,占材料总数的 6.4%,分别来自于呼伦贝尔盟、呼和浩特市、锡林郭勒盟和乌兰察布市;第Ⅶ类包括 17 份山韭,占材料总数的 21.8%,分别来自于呼伦贝尔盟、赤峰市、呼和浩特市、乌兰察布市和浑善达克沙地边缘。78 份葱属种质资源基本上按种区分开,并和地理条

件有一定的关系。内蒙古 78 份葱属种质资源种间和材料间表型差异很明显,也反映了内蒙古葱属资源丰富的遗传多样性。本试验野外采集的葱属种质资源的生境相同,性状表现也较相近,说明系统聚类能够较好地反映种质材料间和种间的遗传差异。聚类分析结果可以针对杂交育种有目的地进行种质资源的优化组合,采用最佳的方法,经过选育最终培育出适合不同利用价值的葱属品种。

2.4 不同居群各性状的相关分析

对葱属 78 份材料的 14 个表型性状间的相关关系进行分析(表 5),结果表明,14 个性状不同程度地与其他性状呈显著或极显著相关性。其中株高与叶片长、花序长度、花序宽度、小花数目、花葶长度、花梗长度呈极显著正相关,相关系数分别为 0.639、0.445、0.351、0.439、0.905 和 0.360,株高与单株叶片数、种子千粒重呈极显著负相关,相关系数为 0.469 和 0.305;株丛直径与单株叶片数、种子宽和种子千粒重呈极显著正相关,相关系数分别为 0.506、0.320 和 0.324,株丛直径与种子长呈显著正相关,相关系数为 0.261,同时株丛直径与花序宽度呈极显著负相关,相关系数为 0.373;叶片长与花序宽度、花葶长度呈极显著正相关,相关系数分别为 0.352 和 0.641,叶片长与单株叶片数呈极显著负相关,相关系数为 0.311;叶片宽与小花数目呈极显著正相关,相关系数为 0.321;单株叶片数与种子千粒重呈极显著正相关,相关系数为 0.400,与花序宽度、小花数目呈显著负相关,相关系数为 -0.282、-0.226,与花葶长度呈极显著负相关,相关系数为 -0.379;花序长度与花序宽度、小花数目、花葶长度呈极显著正相关,相关系数为 0.414、0.506 和 0.531,与花梗长度呈显著正相关,相关系数为 0.272,与种子厚呈显著负相关,相关系数为 -0.231;花序宽度与花葶长度、花梗长度呈极显著正相关,相关系数为 0.355、0.330;小花数目与花葶长度呈极显著正相关,相关系数为 0.520、与种子长、种子宽、种子厚和种子千粒重呈极显著负相关,相关系数为 -0.417、-0.622、-0.316、-0.453;花梗长度与种子宽呈极显著正相关,相关系数为 0.356;种子长与种子宽、种子千粒重呈极显著正相关,相关系数为 0.475、0.353;种子宽与种子厚呈显著正相关,相关系数为 0.248,与种子千粒重呈极显著正相关,相关系数为 0.600;种子厚与种子千粒重呈显著正相关,相关系数为 0.261。表型性状间的相关关系反映了葱属植物发育过程中各部位差异化协调发育的特点^[28]。

表 5 葱属表型性状间的相关关系

Table 5 Correlation among the phenotypic characters of *Allium* L.

性状 Trait	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
X1	1													
X2	-0.153	1												
X3	0.639**	-0.164	1											
X4	-0.026	0.037	0.095	1										
X5	-0.469**	0.506**	-0.311**	-0.070	1									
X6	0.445**	0.052	0.141	0.199	-0.198	1								
X7	0.351**	-0.373**	0.352**	0.123	-0.282*	0.414**	1							
X8	0.439**	-0.138	0.164	0.321**	-0.226*	0.506**	0.077	1						
X9	0.905**	-0.086	0.641**	0.125	-0.379**	0.531**	0.355**	0.520**	1					
X10	0.360**	0.152	0.033	-0.145	-0.081	0.272*	0.330**	-0.064	0.302**	1				
X11	-0.221	0.261*	-0.205	-0.073	0.128	-0.117	-0.064	-0.417**	-0.286*	0.155	1			
X12	0.005	0.320**	0.100	-0.195	0.180	-0.057	0.174	-0.622**	-0.042	0.356**	0.475**	1		
X13	-0.190	-0.174	0.016	-0.196	-0.140	-0.231*	0.036	-0.316**	-0.171	-0.187	0.100	0.248*	1	
X14	-0.305**	0.324**	-0.221	-0.193	0.400**	-0.135	-0.091	-0.453**	-0.293**	0.051	0.353**	0.600**	0.261*	1

3 讨论

新品种选育有赖于优良基因的和利用,遗传多样性是育种研究的基础,可以充分了解育种材料的遗传变异和遗传背景。表型性状的鉴定和描述是种质资源研究最基本的方法和途径^[26]。它是植物适应环境变异的表现和影响植物生存的主要因素之一^[27]。一些形态特征在植物生长发育过程中始终保持不变,在成熟期或接近成熟时期时能够区别植物。

3.1 表型性状的差异分析

本研究材料从质量性状来看,也存在很大的差异。先看鳞茎的形态特征,6 种葱属种质由狭卵状圆柱形或近圆锥状逐渐变化为圆柱状;鳞茎外皮红褐色、褐黄色、黄褐色、紫褐色、灰黑色至黑色;叶的形态差异显著,黄花葱为圆柱状或半圆柱状,蒙古韭为半圆柱状至圆柱状,野韭为三棱状条形,山韭为狭条形至宽条形,矮韭和碱韭为半圆柱状;花器官的差异显著,黄花葱的花多而密集,为淡黄色或白色,蒙古韭的花多而密,花淡红色、淡紫色至紫红色,野韭的花多而疏,花白色,稀淡红色,山韭的花多而稍密集,花紫红色至淡紫色;矮韭的花松散,花淡紫色至紫红色;碱韭的花多而密集,花紫红色或淡紫红色^[1]。而通过对 78 份葱属种质资源的 14 个表型性状分析,结果表明参试材料存在广泛的遗传多样性,不同材料间存在较大差异,不同材料间各性状也存在较大差异,其中叶片宽变异系数为最大,其次为小花数目。这与傅巧娟等^[28]和覃维治等^[29]的研究结果相似,本研究认为,种质材料间的形态变异也完全反映了不同种之间的形态差异^[24],这也证明了内蒙古葱属种质资源具有丰富的遗传多样性。在栽培同一地点,与环境有关的数量性状能使葱属植物形态产生分化^[10]。蒙古韭、野韭是葱属形态变异最大的两个种。由此可以看出,利用现有种质资源,根据产量构成要素开发葱属资源产量潜力,为不同育种目标提供种质基础。

3.2 聚类 and 主成分分析在遗传育种中的作用

本研究采用聚类分析方法,对 78 份葱属种质材料的 14 个表型性状进行了聚类,共分 7 大类,种质材料所处的地理类群基本相同、同一种类或相同的形态特性的材料大部分能够聚为一类,较好地反映了居群和种间的遗传差异,其中黄花葱、矮韭、野韭和山韭聚类比较明显,而蒙古韭和碱韭却出现交叉现象。主成分分析具有综合独立的指标体系,有数

值直观、容易分析的特点^[30],本研究将 14 个表型性状数据转化为代表了性状 80.771% 信息的 6 个主成分,并运用这 6 个综合因子揭示材料性状变量之间的关系,为葱属育种目标提供了有利的科学依据。在主成分分析基础上对 78 份种质材料进行聚类,可有效地剔除一些作用较小的因子,使结果更加准确,在种质资源分析及评价中应用效果较好。从第 1 主成分性状各载荷数值可看出,在高产育种中,应选择植株长势旺、叶片大、单株叶片数多的材料,这与表型变异分析结果相符,此类性状中均为营养器官构成因素,因第 1 主成分的贡献率最高,在选择高产品种选育中重点考虑这 4 个性状。第 2 主成分和第 3 主成分的类型主要反映种子产量,在一定范围内株高、小花数目和种子千粒重的增加对于高产具有重要意义,因此在育种中应加以利用,重点把握。6 个主成分包含的性状信息具有一定的相关性,各性状的载荷值表明主成分分析结果与葱属居群和性状指标的选择均有关系^[31]。

3.3 葱属种质资源的保护、开发利用和展望

通过对葱属种质资源表型性状的分析,表明内蒙古葱属种质类型多样性较丰富,其结果可为葱属育种工作提供可以参考的依据,同时筛选出的一些优良种质根据育种目标经过系选后可作为生产中后备资源^[32]。笔者认为,葱属资源的收集需要加大其分布的生态区域,鉴定评价应广泛地从数量性状、质量性状研究方面入手,结合栽培技术和生产应用,同时也需进行抗性鉴定,围绕育种目标开展相应的研究还有待进一步深入。

参考文献

- [1] 陈心启,许介眉,梁松筠,等. 中国植物志[M]. 第二版,第 14 卷. 北京:科学出版社,1980:170
- [2] 马毓泉. 内蒙古植物志[M]. 第二版,第五卷. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1994:477-508
- [3] 胡长青,邓颖莲,樊磊虎. 内蒙古野生葱属植物资源的开发利用与保护[J]. 中国野生植物资源,2007,26(6):30-31
- [4] 赵金花,李青丰. 内蒙古荒漠草原三种野生葱属植物解剖结构的抗旱性分析[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,2010,41(2):201-205
- [5] 包玉英,同伟. 蒙古韭共生真菌及其菌根形态学的研究[J]. 菌物学报,2004,23(2):286-293
- [6] 赵金花,李青丰,巴德玛嘎力布. 内蒙古 3 种野生葱属植物种子吸水与萌发特性研究[J]. 种子,2011,30(9):95-98
- [7] 秦丽丽. 蒙古韭(*Allium mongolicum* Regel) 遗传多样性研究[D]. 通辽:内蒙古师范大学,2008
- [8] 刘世增,马全林,严子柱,等. 甘肃沙葱的地理分布与群落结构特征[J]. 中国沙漠,2005,25(6):172-177
- [9] 严子柱. 沙葱生态生理特性及驯化栽培技术研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2007
- [10] 周颂东,何兴金,余岩,等. 葱属根茎组 8 种 21 居群植物的核型研究[J]. 植物分类学报,2007(2):22-24

- [11] 黄修梅,郝丽珍,袁春爱. 蒙古高原野韭种子萌发对 PEG 模拟干旱胁迫的响应[J]. 种子,2014,33(11):14-17
- [12] 郝丽珍,杨忠仁,王六英,等. 三种葱属植物花形态及花药解剖结构观察[J]. 植物研究,2005,25(3):277-279
- [13] 郎中元. 野韭个体生长发育集群效应的研究[D]. 长春:东北师范大学,2008
- [14] 杨忠仁,刘建文,郝丽珍,等. 内蒙古地区四种葱属野菜花期物候及花营养成分研究[J]. 北方园艺,2013(8):1-4
- [15] 乌仁陶古苏,额尔敦扎布,苏内. 野韭和山韭的染色体核型分析研究[J]. 内蒙古草业,2010,22(2):52-56
- [16] 田沐荣,张凤兰,郝丽珍,等. 不同温度及浸种时间对山韭和青甘韭种子萌发的影响[J]. 江西农业学报,2014,26(9):12-15
- [17] 刘桂霞,王彬彬,吝亚杰,等. 四种葱属植物野生和栽培农艺性状观察与分析[J]. 北方园艺,2016(4):1-5
- [18] Dennequin M L T, Panaud O, Robert T, et al. Assessment of genetic relationships among sexual and asexual forms of *Allium cepa* using morphological traits and RAPD markers [J]. Heredity, 1997, 78:403-409
- [19] 张光花,徐玉芳,李春香,等. 胡葱与洋葱、葱过氧化物酶同工酶研究及聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(1):47-50
- [20] Wilkie S E, Isaac P G, Slater R J. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers for genetic analysis in *Allium* [J]. Theor Appl Genet, 1993, 86:497-504
- [21] 何兴金,葛颂. 中国葱属系统发育的 PCR-RFLP 分析[J]. 中国科学,2000(2):183-191
- [22] 赵金花. 三种野生葱属植物的生态适应性及繁衍更新特性研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2010
- [23] 恩和巴雅尔,秦丽丽,哈斯巴根. 利用 RAPD 技术对蒙古韭不同居群的遗传多样性研究[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,2008,39(6):654-659
- [24] 李鸿雁,李志勇,黄帆,等. 内蒙古扁蓊豆种质资源花性状的变异分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(6):1223-1228
- [25] 吴凤芝,金雪. 葱属作物遗传多样性研究进展[J]. 东北农业大学学报,2014,45(1):118-122
- [26] 徐东旭,姜翠棉,宗绪晓. 蚕豆种质资源形态标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(4):399-406
- [27] 张鲜艳,张飞,陈发棣,等. 12 份不同地理居群野菊的遗传多样性分析[J]. 南京农业大学学报,2011,34(3):48-54
- [28] 傅巧娟,李春楠,陈一,等. 我国主栽一串红资源的表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(2):294-299
- [29] 覃维治,韦本辉,甘秀芹,等. 淮山药种质资源主要农艺性状遗传多样性分析[J]. 南方农业学报,2014,45(10):1726-1733
- [30] 王瑞珍,赵朝森,程春明,等. 我国中部湖南湖北两省野生大豆种群表型多样性分析[J]. 江西农业学报,2009,21(12):1-4
- [31] 聂石辉,彭琳,王仙,等. 鹰嘴豆种质资源农艺性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(1):64-70
- [32] 王海平,李锡香,沈镛,等. 基于表型性状的中国大蒜资源遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):26-33

(上接第 619 页)

- [30] Fulton T M, Chunwongse J, Tanksley S D. Microprep protocol for extraction of DNA from tomato and other herbaceous plants [J]. Plant Mol Biol Rep, 1995, 13:207-207
- [31] 李锡香,杜永臣. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006
- [32] VanBerloo R. GGT 2.0: versatile software for visualization and analysis of genetic data [J]. J Hered, 2008, 99(2):232-236
- [33] Miller J C, Tanksley S D. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon* [J]. Theor Appl Genet, 1990, 80(4):437-448
- [34] Zuriaga E, Blanca J M, Cordero L, et al. Genetic and bioclimatic variation in *Solanum pimpinellifolium* [J]. Genet Resour Crop Evol, 2009, 56(1):39-51
- [35] He C, Poysa V, Yu K. Development and characterization of simple sequence repeat (SSR) markers and their use in determining relationships among *Lycopersicon esculentum* cultivars [J]. Theor Appl Genet, 2003, 106(2):363-373
- [36] Areshchenkova T, Ganai M W. Comparative analysis of polymorphism and chromosomal location of tomato microsatellite markers isolated from different sources [J]. Theor Appl Genet, 2002, 104(2-3):229-235
- [37] Markovic Z, Zdravkovic J, Damjanovic M. Correlation between the morphological characteristics and the biochemical components of tomato fruit quality [J]. Acta Horticulturae, 1997, 462:151-156
- [38] 李清华,黄金堂,陈海玲,等. 27 份花生种质资源的主成分分析及遗传距离测定 [J]. 植物遗传资源学报,2011,12(4):519-524