

# 内蒙古扁蓿豆种质资源花性状的变异分析

李鸿雁, 李志勇, 黄帆, 师文贵, 李俊, 刘磊, 解永凤

(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:**采用形态学标记的方法,对来源于内蒙古7个不同生态区的49份扁蓿豆野生材料进行了花性状变异分析。对花萼长、花萼直径等12个性状进行系统调查和遗传多样性分析。结果表明:扁蓿豆材料间花性状的变异系数幅度最大的为花序长,其变异系数高达79.12%,变异幅度最小的为花萼直径,其变异系数为3.82%;主成分分析表明,花性状中前7个主成分反映了总信息量的85.465%,花序长、花序轴长、花冠长度、花序结荚数、花序种子数、花色和小花柄长等7个性状是造成扁蓿豆花性状变异的主要因素;相关分析表明,花性状间多数呈差异显著或极显著;聚类分析将49份材料分为6类,花性状变异性相同或地理来源相同与相近的材料大部分聚在一起。可见,扁蓿豆材料间的花性状具有丰富的遗传多样性。

**关键词:**扁蓿豆;花性状;主成分分析;聚类分析

## Analysis of Flower Character Variation of *Medicago ruthenica* in Inner Mongolia

LI Hong-yan, LI Zhi-yong, HUANG Fan, SHI Wen-gui, LI Jun, LIU Lei, JIE Yong-feng

(Grassland Research Institute of CAAS/Key Laboratory of Grassland Resources and Ecology Ministry of Agriculture, Hohhot 010010)

**Abstract:** Genetic variations of 49 *M. ruthenica* wild gemplasm from seven different origin in Inner Mongolia. Twelve floral properties, including calyx diameter, coronary length, number of inflorescence flowers have been studied and investigated with morphological markers. The results showed that *M. ruthenica* between material the magnitude of the coefficient of variation was the largest flower traits for inflorescence length, the variation coefficient of 79.12%. The variation of the smallest for the calyx diameter, the coefficient of variation was 3.82%. Principal component analysis showed that floral traits in the first 7 principal components reflect the total information content 85.465%, inflorescence length, inflorescence axis length, corolla length, inflorescence podding number, inflorescence seeds, flower color and little flower shank length of seven characters is the main factor causing variation in traits of *M. ruthenica*. The correlation analysis showed that: More flower traits were highly significantly and extreme significantly related, For example, inflorescence podding number and Inflorescence seeds had extremely significant difference, 0.811, had a significant positive correlation, while significant inflorescence axis length and little flower shank length showed a significant negative correlation, -0.340. The 49 materials are divided into six kinds of cluster analysis. Flower character same source or geographical variability with similar material part can get together. Floral traits in *M. ruthenica* materials have abundant genetic diversity.

**Key words:** *Medicago ruthenica*; floral properties; variability; principal component analysis; cluster analysis

扁蓿豆(*Medicago ruthenica* L.)又名花苜蓿、野苜蓿等,其分枝多、叶量丰富,营养价值高,茎叶柔软,适口性好,各种家畜均喜食;是一种生态适应广,抗旱、抗寒、耐瘠薄的优良豆科牧草<sup>[1-2]</sup>。其主根深达

收稿日期:2014-10-25 修回日期:2014-12-16 网络出版日期:2015-10-14

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151014.1425.022.html>

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划课题(2013BAD01B0105);农作物种质资源保护项目(2015NWB037)

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鉴定、评价、保存与创新。E-mail: zhiyongli1216@126.com

100 cm,侧根分布规律;茎多分枝,常数茎丛生,多匍匐或半直立。羽状复叶,总状花序,伞形,蝶形花冠,扁蓿豆正种和变种细叶扁蓿豆的花冠呈黄褐色且中央深红色至紫色条纹,为杂色,野生黄花型扁蓿豆的花冠颜色为黄色,荚果长圆形或卵状长圆形,成熟后变黑,种子黄褐色<sup>[3-5]</sup>。扁蓿豆的花特性比较特殊,李海贤等<sup>[6]</sup>研究表明,扁蓿豆为异花授粉植物,花序自下而上依次开放,每朵小花的开放时间为2~3 d,每个花序的开放时间为5~6 d,而单株花期持续近2个月,豆荚成熟需1个月;一天之内,小花集中开放的时间为10:00-14:00,最适温度为29~32℃,适宜的相对湿度为54%~64%。在扁蓿豆的花蕾、花及荚的脱落中,最多的是落花,其次是落荚,最少的是落蕾;结荚率为32%~43%,适当数量的花荚脱落与落叶一样,是一种常见的正常现象,是植物的一种生理现象和对环境的一个生态适应;套袋自交结实率为1.44%,同一花序小花间授粉结实率为5.74%。自然状态下结实率为52%,扁蓿豆开花时间持续长,种子成熟期不一,且成熟时荚果易干枯炸裂,故采种困难,单位面积种子产量低。扁蓿豆株型、叶片、果实变异

大,表明该种种内遗传多样性高,具有选育、驯化为栽培牧草的潜力,同时,由于其抗逆性强,也可作为杂交育种材料,提供丰富的基因资源<sup>[7-8]</sup>。目前国内有关扁蓿豆形态标记方面的研究报道较少<sup>[9-11]</sup>。本研究对来源于内蒙古7个不同生态区的49份的扁蓿豆野生材料进行了花性状变异特性的研究,旨在为扁蓿豆新品种的培育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

49份来自于内蒙古自治区7个不同生态区的扁蓿豆野生材料(表1),均由中国农业科学院草原研究所国家牧草种质中期库提供。试验于2012年在国家多年生牧草圃中进行,该圃位于呼和浩特市西南约30公里的土默特左旗沙尔沁乡,属于半干旱大陆性气候,海拔1065 m,≥10℃活动积温在2700℃以上,年平均降水量400 mm左右,无霜期为130 d左右。该基地土地有机质平均含量为0.6%。土壤类型主要以草甸土和灰褐土为主。土壤盐碱化程度较高,适宜抗寒、抗旱、耐盐碱牧草生长。

表1 扁蓿豆种质资源采集地概况

Table 1 Original location of germplasm resources in *Medicago ruthenica*

编号 No.	采集地点 Locality	种质名称 Accession name	编号 No.	采集地点 Locality	种质名称 Accession name
R-1	锡林郭勒盟西乌珠穆沁旗巴彦乌拉镇	细叶扁蓿豆	R-25	呼伦贝尔市鄂温克旗	扁蓿豆
R-2	锡林郭勒盟白音锡勒	黄花型扁蓿豆	R-26	呼伦贝尔市扎兰屯市乌努尔镇	扁蓿豆
R-3	锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗	扁蓿豆	R-27	呼伦贝尔市鄂温克旗	细叶扁蓿豆
R-4	锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗	扁蓿豆	R-28	呼伦贝尔市新巴尔虎左旗	扁蓿豆
R-5	锡林郭勒盟正蓝旗哈巴嘎	扁蓿豆	R-29	通辽市科左后旗	扁蓿豆
R-6	锡林郭勒盟正蓝旗桑根达赖镇	扁蓿豆	R-30	通辽市奈曼旗	扁蓿豆
R-7	锡林郭勒盟正镶白旗明安图镇	扁蓿豆	R-31	通辽市科左中旗	黄花型扁蓿豆
R-8	锡林郭勒盟白音哈太	扁蓿豆	R-32	通辽市科尔沁左翼后旗	黄花型扁蓿豆
R-9	锡林郭勒盟锡林浩特市	扁蓿豆	R-33	通辽市扎鲁特旗	黄花型扁蓿豆
R-10	锡林郭勒盟锡林浩特市	扁蓿豆	R-34	呼和浩特市沙尔沁乡贡布板	扁蓿豆
R-11	锡林郭勒盟锡林浩特市毛登牧场	扁蓿豆	R-35	呼和浩特市沙尔沁乡贡布板	扁蓿豆
R-12	锡林郭勒盟锡林浩特市	扁蓿豆	R-36	呼和浩特市和林县	扁蓿豆
R-13	锡林郭勒盟灰腾梁	扁蓿豆	R-37	呼和浩特市和林县新甸子乡	扁蓿豆
R-14	锡林郭勒盟灰腾梁	扁蓿豆	R-38	呼和浩特市	扁蓿豆
R-15	锡林郭勒盟灰腾梁	扁蓿豆	R-39	呼和浩特市清水河县	扁蓿豆
R-16	锡林郭勒盟苏尼特右旗	扁蓿豆	R-40	呼和浩特市清水河县	扁蓿豆
R-17	锡林郭勒盟苏尼特右旗	扁蓿豆	R-41	呼和浩特市武川县	扁蓿豆
R-18	锡林郭勒盟多伦县	扁蓿豆	R-42	呼和浩特市武川县	扁蓿豆
R-19	锡林郭勒盟阿巴嘎旗	扁蓿豆	R-43	包头市土右旗	黄花型扁蓿豆
R-20	锡林郭勒盟阿巴嘎旗	扁蓿豆	R-44	包头市土右旗	黄花型扁蓿豆
R-21	赤峰市巴林右旗	扁蓿豆	R-45	包头市土右旗	扁蓿豆
R-22	赤峰市林西县新城子镇	扁蓿豆	R-46	乌兰察布市四子王旗	扁蓿豆
R-23	赤峰市阿鲁克沁旗坤都镇	扁蓿豆	R-47	乌兰察布市四子王旗	扁蓿豆
R-24	赤峰市克什克腾旗	扁蓿豆	R-48	包头市达茂旗	扁蓿豆
			R-49	包头市达茂旗	扁蓿豆

## 1.2 方法

试验按随机区组设计,3次重复,小区面积 $10\text{ m}^2$ ,每小区之间相隔 $60\text{ cm}$ 。采用随机取样的方法,2011年温室育苗,定植于小区中,2012-2013年

进行数据采集,在调查和鉴定扁蓊豆材料的12个花性状的同时,也对其田间抗病性、物候期等进行了调查记载。调查性状依据标准参考文献[12],具体的测定方法见表2。

表2 扁蓊豆花性状鉴定项目及标准

Table 2 Thefloral properties and their criteria on *Medicago ruthenica*

性状编号 Character code	性状 Characters	记载标准 Record criteria
X1	花色	1-花冠正面黄色,背面紫色(紫黄色);2-花冠正面背面均黄色(黄色)
X2	花萼长	开花期,每小区随机取样10株,每株取1完整的小花,测量花萼基部到顶端的自然长度
X3	花萼直径	每小区随机取20朵花在花萼裂片基部的位置用游标卡尺测定其直径,取平均值
X4	花序长	开花期,每小区随机取样10株,每株取1完整花序,测量从花序主轴最基部至花序顶端的自然长度
X5	花序轴长	开花期,每小区随机取样10株,测量1级分枝的基部到花序基部自然长度
X6	小花长	开花期,每小区随机取样10株,每株取1完整的小花,测量小花基部到顶端的自然长度
X7	小花柄长	开花期,每小区随机取样10株,每株取1完整的小花,测量花序轴到小花基部自然长度
X8	花冠长度	每小区随机取20朵花用游标卡尺测定其从花萼基部至花冠旗瓣顶端的长度
X9	花序花朵数	盛花期开始之日,每小区随机取20个花序,统计花朵数
X10	单枝花序数	随机在每个小区取20个1级分枝,并统计正在开花或开过花的花序数
X11	花序结荚数	盛花期开始之日,每个小区随机取20个花序统计结荚数,求平均值
X12	花序种子数	盛花期开始之日,每个小区随机取20个结荚花序统计种子数,求平均值

## 1.3 数据统计分析

对所获得的数据采用SPSS11.5软件和Excel5.0进行统计分析,统计变异系数,主成分分析,聚类分析和相关分析。

花萼直径,其变异系数为 $3.82\%$ ,变异范围是 $1.34\sim 1.59\text{ cm}$ ,平均值为 $1.428\text{ cm}$ ;除了花序长和花序轴长表现为差异显著,其余的性状均差异不显著。

## 2 结果与分析

### 2.2 扁蓊豆花性状主成分分析

### 2.1 扁蓊豆花性状的基本统计分析

对49份扁蓊豆材料的12个表型性状的基本统计数据进行分析(表3),结果表明不同材料之间存在较大的差异,不同的性状在不同材料间表现出了不同程度的遗传多样性。扁蓊豆花性状的变异幅度最大的为花序长,其变异系数高达 $79.12\%$ ,变异范围是 $0.8\sim 2.4\text{ cm}$ ,平均值为 $1.343\text{ cm}$ ,变异幅度最小的为

对49份扁蓊豆种质资源的12个花性状进行主成分分析(表4),结果表明:前4个主成分的特征值都大于1,说明这4个主成分在扁蓊豆种质资源花性状变异性构成中的作用较大,前7个主成分反映总信息量的 $85.465\%$ 。其中第1主成分占 $20.926\%$ ,对它作用最大的性状包括单枝花序数(0.193)、花序结荚数(0.297)、花序种子数(0.288);第2主成分占 $18.665\%$ ,对它作用最大的性状依次为花萼直径(0.253)、花冠长度(0.325)、

表3 扁蓊豆花性状的方差分析

Table 3 Character analysis of variance of floral traits of *Medicago ruthenica*

性状编号 Character code	平均值 Mean	方差 SD	变异系数 (%) CV	最小值 Min.	最大值 Max.	F	差异显著性 Significance
X1	1.1224	0.3312	29.51	1.00	2.00	0.811	NS
X2	2.8367	0.4050	14.28	1.00	4.30	1.172	NS
X3	1.4284	0.0546	3.82	1.34	1.59	0.809	NS
X4	1.3429	0.3021	79.12	0.80	2.40	0.642	*
X5	1.9510	0.4233	21.70	1.20	3.10	0.692	*
X6	6.3265	0.5476	8.66	5.20	7.50	1.461	NS
X7	2.3449	0.5668	24.17	1.20	3.80	2.196	NS
X8	4.6788	0.2391	5.11	4.17	5.28	0.807	NS
X9	7.6490	1.4713	19.24	4.80	11.30	0.939	NS
X10	31.7796	8.0088	25.20	14.85	49.55	1.823	NS
X11	3.2755	0.5433	16.59	2.40	4.85	2.568	NS
X12	7.8827	1.9433	24.65	5.00	13.50	1.236	NS

\*,  $P < 0.05$ ; NS, 无显著差异( $P > 0.05$ ) \*;  $P < 0.05$ ; NS, no significance( $P > 0.05$ )

花序花朵数(0.213);第3主成分占14.367%,对它作用最大的依次为花萼长(-0.298)、小花长(-0.363)、小花柄长(-0.347);第4主成分占9.699%,对它作用最大的依次为花色(-0.311)、花序长(0.470)、花序轴长(0.490);在前4个主成分中,花序长、花序轴长、花冠长度、花序结荚

数、花序种子数、花色和小花柄长等性状是材料间差异较大的。可见,这7个性状是造成表型差异的主要因素。由前4个主成分得分得出的三维空间构象图(图1)显示,这12个性状指标全部包括在三维图中具有明显贡献的3个层次内,且与聚类分析结果基本一致。

表4 扁蓿豆花性状的主成分矩阵、特征向量和贡献率

Table 4 The eigenvalue and contributive percentage of principal components and component scores coefficient matrix of the floral character with *Medicago ruthenica*

性状编号 Character code	第1主成分 First principal component	第2主成分 Second principal component	第3主成分 Third principal component	第4主成分 Fourth principal component
X1	-0.078	0.241	0.190	-0.311
X2	0.118	0.244	-0.298	0.241
X3	0.003	0.253	0.156	-0.181
X4	-0.190	0.195	0.027	0.470
X5	-0.222	0.134	0.127	0.490
X6	0.087	0.116	-0.363	0.033
X7	0.202	0.091	-0.347	-0.028
X8	0.000	0.325	0.088	-0.155
X9	0.189	0.213	0.182	-0.167
X10	0.193	0.156	0.050	0.172
X11	0.297	-0.058	0.216	0.247
X12	0.288	-0.090	0.267	0.257
特征值 Eigenvalue	2.511	2.240	1.724	1.164
贡献率(%) Contributive percentage	20.926	18.665	14.367	9.699
累计贡献率(%)	20.926	39.591	53.958	63.657
Cumulative contributive percentage				

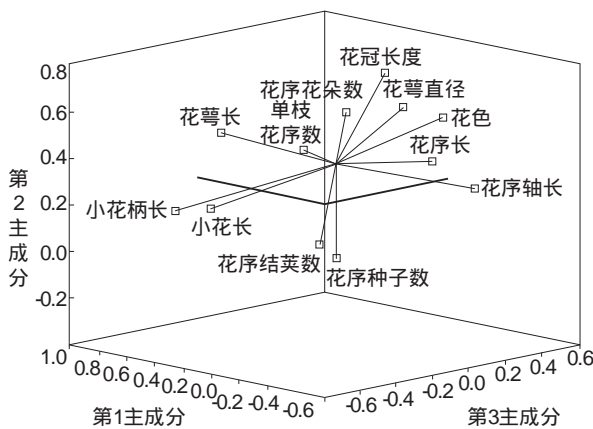


图1 根据扁蓿豆前4个主成分得分所做的三维空间构象图

Fig. 1 Tri-dimensional plot of PCA of *M. ruthenica*

### 2.3 扁蓿豆花性状的聚类分析

对49份扁蓿豆种质资源的12个花性状的测定值标准化后,利用SPSS软件采用UPGMA方法进行聚类分析(图2)。从聚类图可以看出,以遗传距离11.0为分界线,将所有材料分为6类。第1大类包括3份材料,分别是来源于通辽市奈曼旗的R-30,呼和浩特市周边地区的R-34和R-37,此类的特征

是花萼较长,花序花朵数较多,单枝花序数较多。

第2大类包括8份材料,分别来源于锡林郭勒盟正蓝旗桑根达赖镇的R-6,锡林郭勒盟灰腾梁的R-13、R-14和R-15,赤峰地区的R-21和R-23,呼和浩特市地区的R-36和R-40,此类的特点为花萼直径较小、小花较长、单枝花序数较多、花序种子数较多。

第3大类包括10份材料,来自于锡林郭勒盟地区的R-1和R-9,赤峰市克什克腾旗的R-24,呼伦贝尔市新巴尔虎左旗的R-28,通辽市地区的R-32和R-33,呼和浩特市地区的R-35和R-39,包头市土右旗的R-44和R-45,此类的特点是花萼较长、花序长较短、花萼直径及花冠长度中等、花序花朵数和花序结荚数均较多。

第4大类包括16份材料,主要包括来自锡林郭勒盟各地区8份材料,分别是R-2、R-3、R-5、R-7、R-8、R-11、R-17和R-18,赤峰市的R-22,呼伦贝尔市的R-25和R-26,通辽市的R-29和R-31,呼和浩特市和包头市周边的R-41、R-42和R-43,此类的主要特点是花萼长、花萼直径、花序长、花序轴长、花冠长度和小花长均较长,而小花柄长较短,花序花朵数、单枝花序数、花序结荚数及花序种子数均较少。

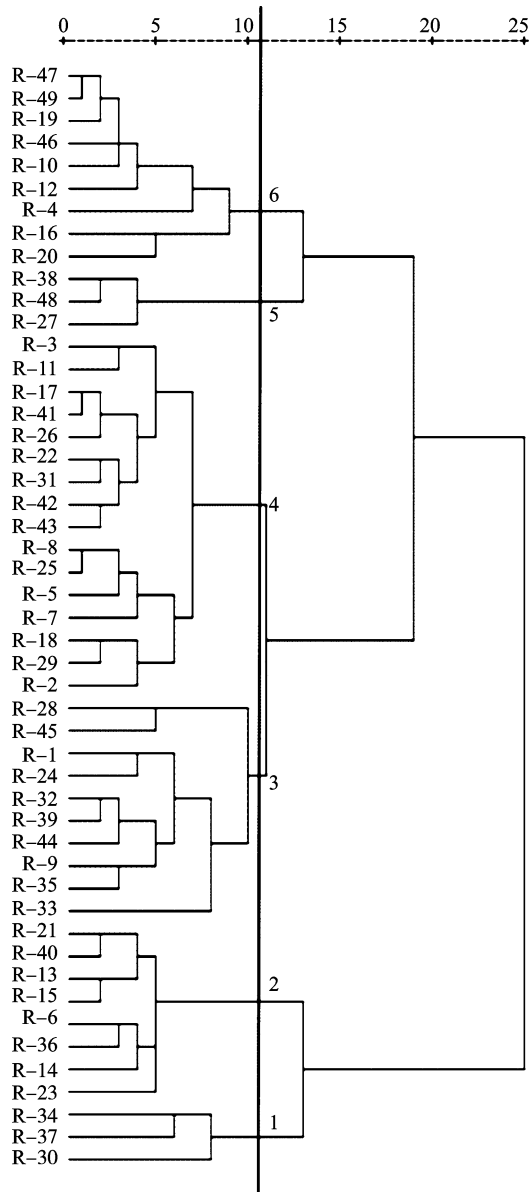


图2 基于花性状的扁蓿豆资源聚类图  
 Fig. 2 Dendrogram of cluster analysis based on floral character

第5 大类包含 3 份材料,分别是来自于呼伦贝尔市鄂温克旗的 R-27,呼和浩特市 R-38 和包头市达茂旗的 R-48,此类的主要特点是花萼长、花序长、小花长和小花柄长均较长,花萼直径中等,花序轴长较短,花序种子数较多以外,其余性状的指标均较少。

第6 大类包括了 9 份材料,其中有来自于锡林郭勒盟的 4 个地区的 6 份材料(R-4、R-10、R-12、R-16、R-19 和 R-20),乌兰察布市四子王旗的 2 份材料(R-46 和 R-47)及包头市达茂旗的 R-49,此类的共同特点是 12 个性状的数值均较短或较少。从聚类结果可以看出,花性状变异性相同或地理来源相同与相近的

材料大部分聚在一起,说明这些材料间亲缘关系更为接近。但也有交叉现象,主要是由于扁蓿豆植物在植物形态上可塑性大,在花性状上差异较大的结果。

### 2.4 扁蓿豆花性状间的相关分析

对扁蓿豆 49 份种质资源材料的 12 个花性状间的相关关系进行分析,结果表明(表 5):8 个性状与其他性状呈显著或极显著相关性。其中花色与花冠长度呈极显著相关(0.378),花萼长与小花长和小花柄长呈极显著相关,分别为 0.365 和 0.525;花萼直径与花冠长度呈极显著相关(0.399),花序长与花序轴长呈极显著相关(0.499),花序轴长与小花柄长呈显著负相关(-0.340),小花长与小花柄长呈显著相关(0.293),花序花朵数与单枝花序数为极显著相关(0.417),而花序结荚数与花序种子数呈极显著相关(0.811)。花性状间的相关关系反映了花发育过程中各部位差异化协调发育的特点<sup>[13]</sup>。

### 3 结论与讨论

对扁蓿豆花性状的基本统计结果表明:不同材料之间存在较大的差异,不同的性状在不同材料间表现出了不同程度的遗传多样性。其变异范围在 3.82% ~79.12% 之间,除了花序长和花序轴长表现为差异显著,其余的性状均差异不显著。说明扁蓿豆花性状具有丰富的遗传多样性,具有很大的开发潜力,为今后的育种工作提供了较为丰富的种质资源。师文贵等<sup>[10]</sup>利用扁蓿豆 14 份材料的 14 个形态特征的多样性分析表明,除叶长、荚果长、荚果宽、荚果形状、种子长和千粒重以外,其余形态性状在居群间或居群内都表现显著差异,与本研究部分结果相同,可能由于扁蓿豆是多年生、异花授粉的草本植物,分布地域广,基因交流频繁,具有较高的遗传变异水平的结果。

本研究认为虽然像花器官这样的表型性状的变化并不能真实反映遗传变异,形态水平鉴定遗传多样性有一定的局限性,但田间形态性状是种质资源最基础的研究,也是检测遗传变异最直接、最简便的方法。目前利用形态学性状进行遗传多样性研究和种质资源分类已被广泛应用,已有许多研究者在不同的植物上开展了遗传多样性方面的研究<sup>[14-17]</sup>。本研究将 49 份材料栽培在同一生境下,最大程度地减少环境对研究材料的影响,基本上消除了环境饰变的影响,可以了解环境对基因表达的影响<sup>[18-19]</sup>。

对 49 份扁蓿豆种质资源的 12 个花性状进行聚类分析。以遗传距离 11.0 为分界线,可以将 49 份材料分为 6 类。结果表明,花性状变异性相同或地理来

表5 扁蓿豆花性状间的相关关系

Table 5 Correlation among flower characters of *M. ruthenica*

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
X1	1											
X2	-0.003	1										
X3	0.253	0.119	1									
X4	0.155	0.229	0.030	1								
X5	0.177	-0.006	0.170	0.499**	1							
X6	-0.041	0.365**	0.004	-0.127	-0.056	1						
X7	-0.108	0.525**	-0.020	-0.136	-0.340*	0.293*	1					
X8	0.378**	0.196	0.399**	0.210	0.137	0.101	0.092	1				
X9	0.259	0.252	0.199	0.012	-0.238	-0.077	0.081	0.278	1			
X10	-0.007	0.148	0.141	-0.046	0.006	0.246	0.141	0.112	0.417**	1		
X11	-0.087	0.016	-0.019	-0.251	-0.176	0.031	0.136	-0.018	0.230	0.236	1	
X12	-0.160	0.006	-0.007	-0.251	-0.198	-0.182	0.087	-0.070	0.229	0.231	0.811**	1

\*:相关系数在0.05水平显著; \*\*:相关系数在0.01水平显著 \* :Correlation is significant at the 0.05 level, \*\* :Correlation is significant at the 0.01 level

源相同与相近的材料大部分聚在一起,能较好地反映扁蓿豆材料间花性状的遗传差异和种质材料之间的亲缘关系;但也有交叉现象,这可能与材料来源地的地理生境和内在的遗传因素有关系,主要是由于扁蓿豆植物在植物形态上可塑性大,在花性状上差异较大。这一结果与韩海波等<sup>[11]</sup>研究结果一致。

主成分分析研究表明:前7个主成分方差累计贡献达到了85.465%,包含了12项花性状指标的85.465%的信息,基本能代表花性状的变异。在前4个主成分中,花序长、花序轴长、花冠长度、花序结荚数、花序种子数、花色和小花柄长等性状是材料间差异较大的。可见,这7个性状是造成表型差异的主要因素。这一结果与师文贵等<sup>[10]</sup>和韩海波等<sup>[11]</sup>的研究结果基本一致。而12个花性状间的相关分析表明:8个性状与其他性状呈显著或极显著相关性。花性状间的相关关系反映了花发育过程中各部位差异化协调发育的特点。花性状的差异能在多大程度上反映种质的遗传差异,这需要进一步的研究论证。

扁蓿豆是一种具有较高利用价值的多年生优质牧草,开展对其形态特征的研究对扁蓿豆制定有效的保护策略和保存方法尤为必要。本研究证明:我国的扁蓿豆材料间花性状遗传变异较大,生物多样性丰富,可以充分反映分布区物种的多样性并为扁蓿豆种质资源的收集、保护及保存提供科学依据,也可以为今后我国野生扁蓿豆种质资源开展进一步的深入研究提供基本的参考依据。

#### 参考文献

- [1] 石凤翎,郭晓霞,李红,等.扁蓿豆抗旱形态解剖结构观察与分析[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):116-118
- [2] 石凤翎,王明玖,王建光.豆科牧草栽培[M].北京:中国林业出版社,2003

- [3] 马毓泉.内蒙古植物志(第三卷)[M],第二版.呼和浩特:内蒙古人民出版社,1998:194-196
- [4] 黄迎新,周道玮,岳秀泉,等.扁蓿豆研究进展[J].草业科学,2007,24(12):35-39
- [5] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志(第42卷第二分册)[M].北京:科学出版社,1998:318-320
- [6] 李海贤,石凤翎,高翠萍,等.扁蓿豆开花习性及花萼脱落现象的初步研究[J].种子,2006,25(4):23-25
- [7] Campbell T A, Bao G, Xia Z L. Agronomic evaluation of *Medicago ruthenica* collected in Inner Mongolia[J]. Crop Sci, 1997, 37: 599-604
- [8] Campbell T A, Bao G, Xia Z L. Completion of the agronomic evaluations of *Medicago ruthenica* [(L.) Ledebour] germplasm collected in Inner Mongolia[J]. Genet Resour Crop Evol, 1999, 46: 477-484
- [9] 额尔敦嘎日迪,中田巽.内蒙古中东部野生扁蓿豆形态特征多变量分析[J].中国草地学报,2006,28(4):87-90
- [10] 师文贵,李志勇,李鸿雁,等.扁蓿豆不同分布区野生居群形态多样性研究[J].西北植物学报,2009,29(5):867-873
- [11] 韩海波,师文贵,王晓娜,等.内蒙古扁蓿豆野生资源形态特征研究[J].植物遗传资源学报,2011,12(5):721-726
- [12] 李志勇,王宗礼.牧草种质资源描述规范及数据标准[M].北京:中国农业出版社,2005
- [13] 王文奎,周春玲,戴思兰.毛茛菊花朵形态变异[J].北京林业大学学报,1999,21(3):92-95
- [14] 高飞,柴守诚,高爱农.基于形态学的中华鹅观草遗传多样性分析[J].麦类作物学报,2006,26(3):12-17
- [15] 王赞,高洪文.锦鸡儿属植物种质资源遗传多样性研究进展[J].植物遗传资源学报,2008,9(3):397-400
- [16] 张玉革,胡绪彬.基于主成分和聚类分析的大豆品种生物学性状的比较研究[J].大豆科学,2004,23(3):178-183
- [17] 德英,刘新亮,穆怀彬,等.我国野生披碱草属牧草居群的穗部形态多样性研究[J].湖北农业科学,2012,51(2):123-128,138
- [18] 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
- [19] 张礼凤,李伟,王彩洁,等.山东大豆种质资源形态多样性分析[J].植物遗传资源学报,2006,7(4):450-454
- [20] 贺晨昶,宗绪晓.豌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,2011,12(1):42-48
- [21] 苗佳敏,钟金城,陈智华.披碱草属种质资源研究现状[J].草业与畜牧,2009(8):1-6
- [22] 汪恩华,刘杰,刘公社,等.形态与分子标记用于羊草种质鉴定与遗传评估的研究[J].草业学报,2002,11(4):68-75