

内蒙古扁蓿豆野生资源形态特征研究

韩海波^{1,2}, 师文贵¹, 王晓娜^{1,2}, 李志勇¹, 李鸿雁¹, 李兴酉¹, 刘磊¹

(¹中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010; ²中国农业科学院研究生院, 北京 100081)

摘要:对产自内蒙古不同分布区 12 份扁蓿豆种质资源的 12 个形态性状进行主成分和聚类分析。结果表明, 12 个形态性状在材料间都表现显著差异, 扁蓿豆种质资源遗传变异丰富; 通过多变量的主成分分析, 前 6 个主成分代表了扁蓿豆形态多样性的 85.72%, 株高、叶面积、叶长、株丛直径、枝条长和千粒重等 6 个性状是造成扁蓿豆表型差异的主要因素; 基于形态性状的聚类分析把 12 份材料聚为 4 类, 其中第 4 类 MR-12 扁蓿豆资源的株高、枝条长和株丛直径明显高于其他类, 叶片大且叶量丰富, 营养性状表现良好; 结实性状中荚果长和千粒重较大, 综合性状表现较好, 可以作为引种驯化和育种的试验材料。

关键词:扁蓿豆; 种质资源; 形态变异; 主成分分析; 聚类分析

Morphological Properties of Wild Resources in *Medicago ruthenica* in Inner Mongolia

HAN Hai-bo^{1,2}, SHI Wen-gui¹, WANG Xiao-na¹, LI Zhi-yong¹, LI Hong-yan¹, LI Xing-you¹, LIU Lei¹

(¹Institute of Grassland Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Huhhot 010010;

²Graduate School Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: The statistical methods of cluster analysis and the Principal Component Analysis (PCA) were used to study 12 morphological characteristics from 12 populations of *Medicago ruthenica* in Inner Mongolia. The results show: the genetic diversity of 12 germplasm is abundant, inter-population variation occurred remarkably in most morphological character. The forward six principal components totally represented 85.72% of morphological diversity, principal components analysis showed: six characters including plant height, branch length, area of leaf, leaf length, plant diameter and 1000-seed weight are mainly factors which produced morphological variation of *Medicago ruthenica*. Based on the morphological data, 12 *Medicago ruthenica* germplasm were clustered into 4 groups. The fourth group, including MR-12 of germplasm, had taller plant height, more plant branches and leaves, bigger pod length, and more 1000-seed weight. The germplasm in cluster had better morphological trait, and it could be used for breeding.

Key words: *Medicago ruthenica* (L.) Trautv.; Germplasm resources; Morphological variation; Principal component analysis; Cluster analysis

扁蓿豆 (*Medicago ruthenica* (L.) Trautv.) 是豆科 (Leguminosae) 苜蓿属 (*Medicago* L.) 植物, 又名花苜蓿、野苜蓿、扁豆子、扁豆草、网果葫芦巴等^[1], 广泛分布于我国的高山草原、草甸草原、典型草原和荒漠化草原, 具有抗寒、抗旱、适应性强、耐瘠薄土壤、适口性好和营养价值高等特点, 在黑钙土、栗钙土和

中度盐碱土上均能良好生长, 是一种优良的豆科牧草。可与羊草等禾本科牧草建立混播人工草场, 从而提高草场的产量和品质^[2-3], 在改良草地、建立人工草地、防治水土流失等方面具有重要意义, 尤其是寒冷半干旱、土壤贫瘠区引种具有特殊意义^[4]。扁蓿豆与紫花苜蓿亲缘关系相近, 较紫花苜蓿抗蓟马,

收稿日期: 2010-12-08 修回日期: 2011-05-26

基金项目: 国家“十一五”科技支撑 (2008BADB3B01); 牧草种质资源保护项目 (牧草温带备份库的维护与备份繁殖入库 2008-11); 农业部牧草种质资源保护项目 (NB08-2130135-43); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项

作者简介: 韩海波, 硕士研究生, 主要从事牧草种质资源研究。E-mail: hanhb100@126.com

通讯作者: 师文贵, 研究员, 主要从事牧草种质资源研究。E-mail: swengui@126.com

不含皂素,且抗寒性强,能在-40℃的低温下安全越冬。因此,扁蓿豆可以在紫花苜蓿不能越冬的寒冷地区和干旱地区良好生长^[5-7],是适合于北方地区开发的豆科牧草资源。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^[8]。扁蓿豆分布环境多样性,导致扁蓿豆不同居群间以及同一居群的形态性状变异的多样性。中国是扁蓿豆的主要分布区,但对其形态学的研究还很少。本研究对来自内蒙古的12份扁蓿豆野生资源的12个形态性状进行了分析,试图揭示扁蓿豆不同材料间、材料内形态性状的变异特点和相似关系,为探讨扁蓿豆种质资源的收集、保存、开发利用、品种选育以及分子遗传学研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点和试验设计

试验地位于呼和浩特市南郊的土默特左旗沙尔

表1 供试材料的名称和原产地

Table 1 Material name and origin

材料序号 Material number	材料名称 Material name	原产地 Origin
MR-1	扁蓿豆 [<i>Medicago ruthenica</i> (L.) Trautv.]	锡林郭勒盟西苏旗
MR-2	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	锡林郭勒盟阿巴嘎旗
MR-3	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	呼和浩特市武川县
MR-4	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	包头市达茂旗
MR-5	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	包头市土右旗
MR-6	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	锡林郭勒盟灰腾梁
MR-7	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	乌兰察布市四子王旗
MR-8	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	通辽市大青沟
MR-9	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	巴彦淖尔市乌拉特中旗白音哈太
MR-10	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	兴安盟伊尔施
MR-11	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	呼伦贝尔市新巴尔虎左旗
MR-12	扁蓿豆 [<i>M. ruthenica</i> (L.) Trautv.]	赤峰市阿鲁科尔沁旗

1.3 试验内容与方法

在对12份扁蓿豆材料的形态性状调查、鉴定的基础上,也对扁蓿豆田间抗病性和物候期进行了调查,但分析结果主要以形态性状为主。主要调查、记载及考种的形态性状及标准见表2。

1.4 数据统计分析

对所获得的数据采用SAS8.0进行统计分

万方数据

析,为中国农业科学院草原研究所实验基地。地理坐标为111°45'E,40°36'N,属半干旱大陆性气候,海拔1065m。干旱、寒冷、多风是当地气候的主要特点,年均气温为5.6℃,极端最高气温39.3℃,极端最低气温-35.6℃,≥10℃的活动积温在2700℃以上。年平均降水量400mm左右,多集中在7、8、9三个月,无霜期为130d左右。该基地土地贫瘠,有机质平均含量为0.6%,缺氮、缺磷、钾适中。土壤类型主要以草甸土和灰褐土为主,原生植被已被破坏,为弃耕地。土壤盐碱化程度较高,适宜抗寒、抗旱、耐盐碱牧草生长。

试验材料分别于2009年6月在温室播种育苗,8月定植于田间;全生育期浇水4次,中耕除草3次。试验按随机区组设计,3次重复,小区面积10m²,小区间距60cm。

1.2 试验材料

试验材料来自内蒙古不同地区,所需种子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,各材料的原产地见表1。

析,以变异系数(CV)作为材料间各形态指标变异度的测定;用双方面方差分析(ANOVA)测定材料间形态特征的显著性;用主成分分析(PCA)确定哪些性状是造成扁蓿豆形态差异的主要因素;用聚类分析(UPGMA)测定各材料形态指标的分化度。

表 2 扁蓿豆形态性状鉴定项目及标准

Table 2 The main morphological characters and criteria for *Medicago ruthenica*

形态性状 Character	方法与记载标准 Criteria for recording and method
自然株高 (cm) Plant height	每小区随机取 10 株,在开花期测量从地上部分到植株顶端的自然长度
枝条长 (cm) Branch length	每小区随机取 10 株,分别测定每株最长枝条的长度,求平均值
株丛直径 (cm) Plant diameter	每个小区随机取样 10 株,分别测定主从冠幅最大直径,计算最大直径的平均值
叶长 (cm) Length of leaf	从试验小区随机选取 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
叶宽 (cm) Width of leaf	测定方法同叶片长,以测叶长相对应的叶片宽测得,30 片取平均值
叶面积 (cm ²) Area of leaf	测定方法同叶片长,以测叶长相对应的叶片测得,30 片取平均值
荚果长 (cm) Pod length	每株随机选 10 个成熟的荚果,共 10 株,用游标卡尺测长度取平均值
荚果宽 (cm) Pod width	取与测荚果长相对应的荚果测量,用游标卡尺测宽度,取平均值
荚果形状 Pod shape	荚果长宽比
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
千粒重 (g) 1000-seed weight	1000 粒种子的重量,10 次重复,取平均值

2 结果与分析

2.1 扁蓿豆种质资源的形态性状变异

对 12 份扁蓿豆种质材料的 12 个形态性状的原始数据进行基本统计,分别计算每一个形态性状的平均数、最小值、最大值、标准差、变异系数,结果见表 3,不同居群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。

扁蓿豆营养器官性状的变异包括叶部和茎部的变异,其中变异幅度最大的为株高,其变异系数高达 26.45%,变异范围是 20.0 ~ 43.67cm,平均值为 32.67cm,株高最高的是来自乌兰察布市四子王旗的材料。其次是叶面积,变异系数为 22.05%,变异范围是 0.34 ~ 0.79cm²,平均值为 0.52cm²,叶面积最大的也是来自乌兰察布市四子王旗的材料;而叶长、株丛直径和枝条长的变异系数居中,分别是 20.40%、16.97% 和 15.56%;变异幅度最小的为叶宽,变异系数最小为 10.73%,其变异范围为 0.57 ~ 0.82cm,平均值为 0.67cm。

种子性状的变异主要表现在种子长、种子宽和千粒重,这 3 个指标都是种子饱满度的体现,尤其是种子的千粒重,与种子的活力和生态适应性有着密切的关系,它们是构成种子产量的主要因子。其中变异幅度最大的是千粒重,其变异系数为 14.11%,变异范围为 1.59 ~ 2.96g,平均值为 2.44g,千粒重最大的是来自赤峰市阿鲁科尔沁旗的材料。其次种子长居中,变异系数为 5.73%,而变异幅度最小的为

种子宽,其变异系数为 4.31%,变异范围为 1.62 ~ 1.87mm,平均值为 1.73mm。种子性状的差异主要在于种子的千粒重,而种子的长和宽变异相对较小,种子的大小与居群生活的生境有关,是种子对形成和萌发条件长期适应的结果,并对后代植株繁殖器官具有显著的影响。

从以上对扁蓿豆形态性状变异分析可以看出,扁蓿豆不同居群之间表现出形态性状的差异,这些形态性状的差异主要是由株高、叶面积、叶长、株丛直径、枝条长和千粒重等因素引起。

2.2 扁蓿豆种质资源形态性状的主成分分析

形态性状是植物一切外部性状的综合,是植物适应环境变异最直接的表现,是影响其生存的主要因素之一^[9]。主成分分析就是在尽可能不损失信息或少损失信息的情况下,将多个变量减少为几个潜在的因子,这几个因子可以高度地概括大量数据中的信息,这样既减少了变量的个数,又能再现变量间的关系^[10]。对 12 份扁蓿豆种质材料的 12 个形态指标进行主成分分析,这 12 个形态指标的特征值、贡献率和累积贡献率结果见表 4,12 个形态性状对前 6 个主成分的特征值向量见表 5。从表上可以看出,前 6 个主成分的累积贡献率达 85.72%,所以它足以代表原始因子所代表的大部分信息。第 1 主成分方差贡献率为 22.31%,对应特征向量中作用最大的性状依次是枝条长 (0.4719) 和株丛直径 (0.5288);第 2 主成分的方差贡献率为 20.73%,对应的特征向量中作用最大的性状依次是种子宽 (0.5094) 和千粒重 (0.4203);第 3 主成分的方差贡

表 3 扁蓿豆 12 个性状的统计分析

Table 3 Statistics analysis of morphological characters of *Medicago ruthenica*

性状 Character	平均值 Mean	最小值 Min	最大值 Max	标准差 s	变异系数 (%) CV
株高 (cm) PH	32. 67	20. 00	43. 67	8. 64	26. 45
枝条长 (cm) BL	74. 20	50. 67	89. 00	11. 55	15. 56
株丛直径 (cm) PD	135. 97	90. 67	166. 33	23. 07	16. 97
叶长 (cm) LL	1. 32	0. 93	1. 93	0. 27	20. 40
叶宽 (cm) LW	0. 67	0. 57	0. 82	0. 07	10. 73
叶面积 (cm ²) LA	0. 52	0. 34	0. 79	0. 12	22. 05
荚果长 (cm) PL	1. 40	1. 14	1. 75	0. 17	11. 94
荚果宽 (cm) PW	0. 49	0. 40	0. 58	0. 05	10. 34
荚果形状 PS	2. 90	2. 53	3. 27	0. 25	8. 48
种子长 (mm) SL	2. 31	1. 99	2. 51	0. 13	5. 73
种子宽 (mm) SW	1. 73	1. 62	1. 87	0. 07	4. 31
千粒重 (g) 1000-SW	2. 44	1. 59	2. 96	0. 34	14. 11

献率为 15. 57% ,对应的特征向量中作用最大的依次是叶宽 (- 0. 5107)、枝条长(0. 3921)和叶面积 (- 0. 3591) ;第 4 主成分的方差贡献率为 12. 03% ,对应的特征向量中作用最大的依次是株高 (0. 4984)、种子长 (- 0. 4956) 和千粒重 (0. 3588) ;第 5 主成分的方差贡献率为 7. 96% ,对应的特征向量中作用最大的是叶面积(0. 4806)和叶长 (- 0. 4479) ;第 6 主成分的方差贡献率为 7. 12% ,对应的特征向量中作用最大的是株高 (- 0. 5233) 和叶长(0. 4677)。

从以上分析结果表明,第 1、3、5 和 6 主成分是反映营养器官的特征,第 2 和 4 主成分是反映生殖器官的特征,其中第 2 主成分主要是反映种子的特征。

表 4 扁蓿豆种质资源形态性状主成分的特征向量及贡献率

Table 4 Eigenvalue of principle proportion of 12 morphological traits of *Medicago ruthenica*

主成分 PC	特征值 Eigenvalue	贡献率 (%) Proportion	累积贡献率 (%) Cumulative
1	2. 6774	22. 31	22. 31
2	2. 4871	20. 73	43. 04
3	1. 8688	15. 57	58. 61
4	1. 4436	12. 03	70. 64
5	0. 9552	7. 96	78. 60
6	0. 8541	7. 12	85. 72
7	0. 5563	4. 64	90. 35
8	0. 4868	4. 06	94. 41
9	0. 3683	3. 07	97. 48
10	0. 3024	2. 52	100. 00
11	0. 0000	0. 00	100. 00
12	0. 0000	0. 00	100. 00

表 5 扁蓿豆种质资源的主成分分析

Table 5 Principal components analysis of *Medicago ruthenica*

性状 Character	Prin 1	Prin 2	Prin 3	Pint 4	Prin 5	Pint 6
株高 PH	0. 1213	0. 2361	- 0. 0003	0. 4984	- 0. 3646	- 0. 5233
枝条长 BL	0. 4719	- 0. 0393	0. 3921	0. 0616	0. 2867	- 0. 0921
株丛直径 PD	0. 5288	- 0. 0684	0. 3356	- 0. 0032	0. 1428	0. 0637
叶长 LL	0. 3137	- 0. 1625	- 0. 1907	- 0. 2950	- 0. 4479	0. 4677
叶宽 LW	0. 1052	- 0. 2477	- 0. 5107	- 0. 1869	- 0. 0843	- 0. 2300
叶面积 LA	- 0. 0832	- 0. 3256	- 0. 3591	0. 1285	0. 4806	- 0. 2309
荚果长 PL	- 0. 3119	- 0. 3574	0. 1642	0. 3255	0. 1314	0. 2810
荚果宽 PW	- 0. 3587	- 0. 2699	0. 3323	0. 1387	- 0. 1163	0. 1799
荚果形状 PS	- 0. 2947	- 0. 0150	0. 3465	- 0. 3310	- 0. 3592	- 0. 3256
种子长 SL	- 0. 2009	0. 3276	0. 1170	- 0. 4956	0. 2951	- 0. 1332
种子宽 SW	- 0. 1105	0. 5094	- 0. 1060	- 0. 0148	0. 2572	0. 2610
千粒重 1000-SW	- 0. 0347	0. 4203	- 0. 1586	0. 3588	- 0. 1132	0. 2925

2.3 扁蓿豆种质资源形态性状的聚类分析

12 份扁蓿豆种质材料间的形态变异的欧式平均遗传距离的变异范围为 0.53 ~ 1.67, 根据材料间 12 个形态性状的欧氏距离系数, 采用 UPGMA 方法进行聚类 (图 1)。从聚类图可知, 若以遗传距离 1.39 为分界线, 12 份扁蓿豆材料聚为 4 类。第 1 类包括 9 份材料, 其中材料 MR-1、MR-2、MR-3、MR-6、MR-8、MR-9 分为第 1 亚类, 主要分布在锡林郭勒盟西苏旗、锡林郭勒盟阿巴嘎旗、呼和浩特市武川县、锡林郭勒盟灰腾梁、通辽市大青沟和巴彦淖尔市乌拉特中旗白音哈太, 此亚类的特征是株高中等、枝条长和株丛直径最小、叶片较小但叶量丰富、荚果较短而较窄、种子较长而较宽、千粒重较大; MR-4、MR-5 和 MR-11 聚为第 2 亚类, 分布于包头市达茂旗、包

头市土右旗和呼伦贝尔市新巴尔虎左旗, 此亚类的特征是植株低矮, 枝条较长和株丛直径较大, 叶片较小且叶量少、种子小而轻, 其花色为杂色, 生长习性为匍匐型。第 2 类包括 1 份材料 (MR-10), 分布在兴安盟伊尔施, 具有植物较矮、叶片的长度和宽度较小、种子小而轻; 第 3 类包括 1 份材料 (MR-7), 分布在乌兰察布市四子王旗, 表现为株高稍低、叶片较宽、种子较大而稍轻、枝条较长、株丛直径较大, 其叶型为倒卵形、叶色为浅绿, 生长习性为半直立型; 第 4 类包括 1 份材料 (MR-12), 分布在赤峰市阿鲁科尔沁旗, 主要特点为株高和枝条长较大, 株丛直径大、叶片长、荚果长和宽较大、种子大而重, 叶片椭圆形、叶片大、叶色较深、茎叶比和产量较大, 说明其丰产性表现良好。

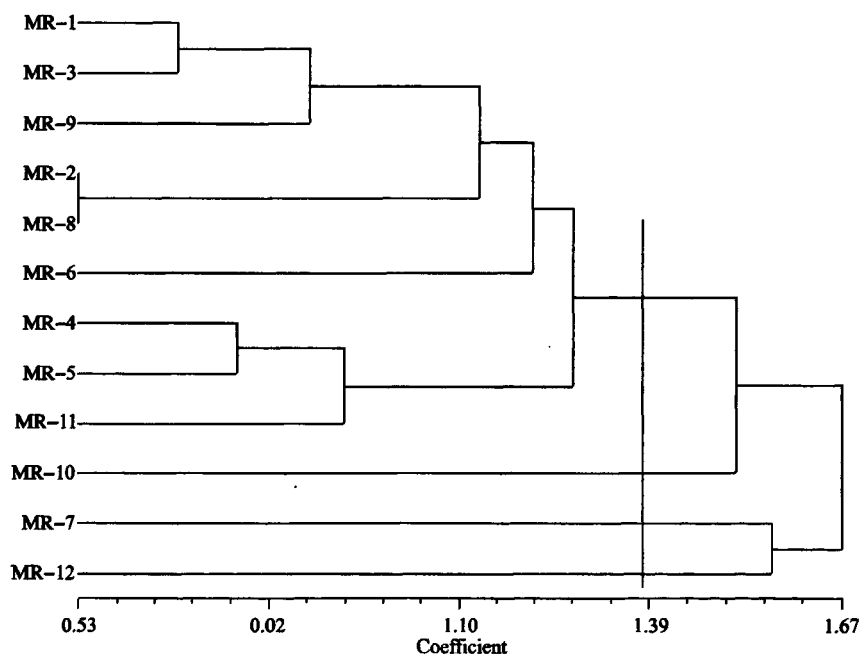


图 1 基于形态性状的扁蓿豆资源聚类图

Fig.1 Dendrogram of cluster analysis based on morphological traits

3 结论

3.1 扁蓿豆种质资源的形态变异

本研究对 12 份扁蓿豆种质资源的 12 个形态性状的变异系数进行分析表明, 在不同居群间均表现出显著或极显著差异。12 个形态性状的变异系数变化范围分布在 4.31% ~ 26.45%, 其中株高、叶面积、叶长、株丛直径、枝条长和千粒重等是引起扁蓿豆种质形态变异的主要性状。

3.2 扁蓿豆种质材料形态性状多样性的主成分分析

主成分分析结果表明, 12 份扁蓿豆种质材料的

12 个形态性状中, 叶面积、株高、枝条长、叶长、种子宽和千粒重等是引起扁蓿豆种质形态性状变异的主要性状, 这与形态性状变异系数的分析结果基本一致。

3.3 扁蓿豆种质材料形态性状多样性聚类分析

通过对 12 份扁蓿豆种质材料进行聚类分析, 结果将其划分为 4 大类, 从材料的地理分布来看, 可反映出相同或相似地理来源的材料大部分集中聚在一起, 表明材料之间的亲缘关系与地理起源相关, 但是也有交叉现象, 主要是由于扁蓿豆植物在某些形态上的差异较大有关。

4 讨论

4.1 系统的聚类

系统聚类是首先按样本距离定义类间距离,将所有样本各自视为一类,然后重新计算类间距离,如此反复进行,直到所有样本合并为一类。由于类与类之间距离定义方法各异,因此产生了不同的系统聚类方法。在这些方法中,由于类平均方法具有良好的单调性及一定的聚类空间浓缩和扩张性,应用比较广泛^[9]。本试验采用此法进行系统聚类,较好地反映了扁蓿豆种质间的遗传差异,也能较好地反映种质材料之间的亲缘关系。笔者认为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,根据对材料的聚类分析结果,在杂交育种过程中有目的地进行种质资源的优化组合,通过不断地选育而培育出优质的扁蓿豆品种^[11]。

4.2 主成分分析

对于多个变量,由于各变量之间存在一定的相关性,因此,进行多元分析较为复杂,而采用主成分分析可将多个变量化为少数几个指标,从而简化分析过程,更好地描述总变异构成特征。本研究中第1主成分包括叶部形态、株丛直径和株高,对扁蓿豆植株的营养生长性状影响较大,且基本为正指标,反映了它们对综合指标的贡献较大,可把它们划分为第1个层次,成为营养生长性状因子,即植物对水热和光的利用能力;第2、3、4主成分大多数与植株的生殖有关,可以把它们划分为第2个层次,称为生殖性状因子;主成分分析的这些性状是本次试验中分析和聚类的主要依据。

形态性状的多样性分析结果,可以为今后种质资源利用、亲缘关系研究及分子水平的遗传多样性分析提供基本的参考依据^[12]。植物遗传多样性的研究不仅与资源的收集、保存和更新密切相关,而且是种质资源创新和品种改良的基础。在遗传多样性评价的基础上,通过比较种质间的相似性和相异性,探讨作物的起源和演化,研究种质间的亲缘和系统

分类关系,已经成为种质资源研究的重要内容^[13]。

4.3 扁蓿豆种质资源的保护、开发利用和展望

扁蓿豆蛋白质含量高,具有极强的抗逆性,又无毒副作用,是苜蓿育种和改良的基因来源之一,也是一种具有较高利用价值的多年生优质牧草。了解该物种在全国的分布格局和多样性状况,对扁蓿豆制定有效的保护策略和保存方法就显得十分必要^[11]。

扁蓿豆资源具有优异抗逆基因,利用现代生物技术等手段,发掘抗逆关键基因,阐明相应功能基因的遗传和生理生化特性,以及在育种和生产中的利用价值,从中发掘新基因。对其抗逆性基因进行克隆并转化苜蓿等其他高产牧草,则可以实现扁蓿豆与其他牧草优良基因的聚合,为培育更具育种潜力的牧草新种质奠定重要的研究基础。

参考文献

- [1] 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
- [2] 袁有福, 王玉林, 罗新义, 等. 扁蓿豆的主要经济性状及栽培技术的研究[J]. 中国草原, 1986(2): 38-41
- [3] 乌日娜, 雍世鹏, 包贵平. 扁蓿豆生态生物学特性的比较研究[J]. 中国草地, 1994(2): 1-7
- [4] 马毓泉. 内蒙古植物志(第三卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1998: 194-196
- [5] 徐成体. 高寒牧区直立型扁蓿豆引种试种研究[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1999, 29(5): 14-15
- [6] 德科加, 徐成体. 扁蓿豆在高寒地区的适应性试验[J]. 青海草业, 1998, 7(3): 8-9
- [7] 额尔敦嘎日迪. 扁蓿豆生长发育规律的研究[J]. 中国草地学报, 2006, 28(6): 103-105
- [8] 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): 34-39
- [9] 严学兵, 周禾, 王莹, 等. 披碱草属植物形态多样性及其主成分分析[J]. 草地学报, 2005, 13(2): 111-116
- [10] 郝黎仁, 樊元, 郝哲欣, 等. SPASS实用统计分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003
- [11] 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): 1001-1006
- [12] 王俊娥, 王赞, 王运琦, 等. 山羊豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(2): 201-205
- [13] 史冀伟, 高爱农, 刘津刚, 等. 小篆族中间鹅观草不同居群的形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(4): 547-552

欢迎订阅 2012 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管主办的大豆专业领域学术性期刊,也是被国内外多家重要数据库和文摘收录源收录的重点核心期刊。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。

双月刊,16 开本,每期 180 页。国内订价:10 元,全年 60 元,邮发代号:14-95。国外订价:10 美元(包括邮资),全年 60 美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行,北京 399 信箱。国外代号:Q5587。

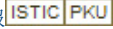
广告经营许可证号:2301030000004

地址:(150086)哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部

电话:0451-86668735 E-mail: dadoukx@sina.com ddkexue@126.com

作者: [韩海波](#), [师文贵](#), [王晓娜](#), [李志勇](#), [李鸿雁](#), [李兴酉](#), [刘磊](#), [HAN Hai-bo](#), [SHI Wen-gui](#),
[WANG Xiao-na](#), [LI Zhi-yong](#), [LI Hong-yan](#), [LI Xing-you](#), [LIU Lei](#)

作者单位: [韩海波, 王晓娜, HAN Hai-bo, WANG Xiao-na \(中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特010010; 中国农业科学院研究生院, 北京100081\)](#), [师文贵, 李志勇, 李鸿雁, 李兴酉, 刘磊, SHI Wen-gui, LI Zhi-yong, LI Hong-yan, LI Xing-you, LIU Lei \(中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特, 010010\)](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)

年, 卷(期): 2011(5)

参考文献(13条)

1. [史冀伟; 高爱农; 刘津刚](#) 小麦族中间鹅观草不同居群的形态多样性分析 2009(04)
2. [王俊娥; 王赞; 王运琦](#) 山羊豆种质资源形态多样性分析 2008(02)
3. [师文贵; 李志勇; 李鸿雁](#) 扁蓿豆不同分布区野生居群形态多样性研究 2009(05)
4. [郝黎仁; 樊元; 郝哲欧](#) SPASS实用统计分析 2003
5. [严学兵; 周禾; 王堃](#) 披碱草属植物形态多样性及其主成分分析 2005(02)
6. [黄迎新; 周道玮; 岳秀泉](#) 扁蓿豆研究进展 2007(12)
7. [额尔敦嘎日迪](#) 扁蓿豆生长发育规律的研究 2006(06)
8. [德科加; 徐成体](#) 扁蓿豆在高寒地区的适应性试验 1998(03)
9. [徐成体](#) 高寒牧区直立型扁蓿豆引种试种研究 1999(05)
10. [马毓泉](#) 内蒙古植物志(第三卷) 1998
11. [乌日娅; 雍世鹏; 包贵平](#) 扁蓿豆生态生物学特性的比较研究 1994(02)
12. [袁有福; 王玉林; 罗新义](#) 扁蓿豆的主要经济性状及栽培技术的研究 1986(02)
13. [《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) 1998

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201105009.aspx