

# 洛阳市狗牙根种质资源表型遗传多样性研究

郑轶琦<sup>1</sup>, 郭 琰<sup>1</sup>, 刘 晶<sup>1</sup>, 刘有战<sup>2</sup>, 张 磊<sup>2</sup>

(1. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003; 2. 河南黄河河务局 豫西河务局, 河南 洛阳 471099)

**摘 要:**利用 12 个性状对采自河南省洛阳市的 28 份狗牙根种质资源的遗传变异、性状相关性 & 主成分进行了分析。结果表明:狗牙根不同种源各性状具有广泛的变异,变异系数最大的是草层高度 57.02%;12 个性状变异系数由大到小依次为:草层高度>营养枝高度>生殖枝高度>直立茎叶片长度>匍匐茎节间长度>匍匐茎节间直径>花序长度>小穗数>直立茎叶片宽度>穗枝数>小穗宽>小穗长;各性状间不是相互独立的,而是存在着较广泛的联系,相关系数最高的性状为营养枝高度与草层高度(0.9201);主成分分析将狗牙根 12 个性状简化为 4 个主成分,其累积贡献率为 82.97%,以高度相关因子的贡献率最高,达到 51.84%。

**关键词:**狗牙根;种质资源;表型性状;遗传多样性

**中图分类号:**S 688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0072-04

狗牙根(*Cynodon dactylon*)属禾本科(Poaceae)狗牙根属(*Cynodon*)植物,是世界三大暖季型草坪草之一,又是优良的牧草,被广泛应用于绿地草坪、水土保持草坪、运动场草坪等的建植<sup>[1-3]</sup>。我国的狗牙根种质资源主要分布于黄河流域及其以南各地,华北、新疆等地也有分布<sup>[4]</sup>。刘建秀等<sup>[5]</sup>、张小艾等<sup>[6]</sup>、凌瑶等<sup>[7]</sup>、黄春琼等<sup>[8]</sup>、张延辉等<sup>[9]</sup>分别对华东地区、西南地区、川渝地区、华南地区及新疆的狗牙根资源进行了表型多样性分析,结果均表明上述地区的狗牙根资源具有较丰富的遗传变异。刘建秀等<sup>[10]</sup>和黄春琼等<sup>[11]</sup>还分别对我国狗牙根种源的形态多样性进行了较系统地评价和分析,结果均表明我国狗牙根种源外部性状具有广泛的变异,性状间存在显著或极显著的相关性。上述研究虽对我国的狗牙根种质资源的表型遗传多样性进行了分析,但在河南省收集的狗牙根资源主要集中在豫南地区<sup>[10]</sup>,对洛阳市的狗牙根资源尚鲜见相关研究。郑轶琦等<sup>[12]</sup>对洛阳市狗牙根种质资源进行了调查,结果表明洛阳市拥有较丰富的狗牙根种质资源。在前期调查和资源收集的基础上,对洛阳市狗牙根种质资源的表型遗传多样性进行分析,以期科学开发和利用洛阳市狗牙根资源提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在河南科技大学周山校区试验基地进行,地理

位置为北纬 34°63′、东经 112°38′,海拔 250 m,全年平均气温 14.2℃,年降水量 546 mm,年平均日照 2 141.6 h。

### 1.2 试验材料

试验材料为 28 份狗牙根材料,具体来源见表 1。

### 1.3 试验方法

材料种植时间为 2011 年 6 月,性状测定时间为 2014 年 6 月。材料分小区种植,小区面积为 50 cm×50 cm,小区间隔 80 cm。材料种植成活后,定期进行灌溉、杂草防除等田间管理。参照刘建秀等<sup>[10]</sup>的报道共测定 12 个性状,包括匍匐茎节间长度、匍匐茎节间直径、直立茎叶片宽度、直立茎叶片长度、生殖枝高度、营养枝高度、花序长度、小穗数、小穗长、小穗宽、穗枝数、草层高度。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件进行性状平均值、标准差及变异系数,采用 SPSS 19.0 软件进行性状主成分分析和相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 狗牙根种源变异分析

28 份狗牙根种质资源的 12 个性状的变异分析结果表明,洛阳市狗牙根种源具有较丰富的变异,不同性状的变异程度不同(表 2)。变异系数最大的是草层高度(57.02%),变异幅度为 15.33~37.93 cm;其次是营养枝高度(52.56%)和生殖枝高度(48.75%),变异幅度分别为 14.23~36.68 cm 和 15.54~39.14 cm;变异系数最小的是小穗长(9.55%)和小穗宽(10.89%),变异幅度分别是 0.25~0.29 cm 和 0.11~0.14 cm;12 个性状平均变异系数为 31.85%。12 个性状变异系数由大到小依次为:

**第一作者简介:**郑轶琦(1977-),女,博士,副教授,现主要从事草坪草种质资源与遗传育种等研究工作。E-mail: yiqi214@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31101754)。

**收稿日期:**2014-09-09

表 1  
Table 1 供试材料及来源  
Materials and collection plot

编号 No.	采集地点 Collection	编号 No.	采集地点 Collection
1	周山森林公园路边	15	党湾村
2	河南科技大学周山校区	16	广文路路边
3	谷水西中州西路路边	17	中原化工城
4	丽春西路中泰世纪花城路边	18	九都医院
5	李屯村	19	李屯大桥护坡
6	洛阳豫燃公司门口	20	东花坛路边
7	八里堂路口	21	常袋加油站
8	龙门海洋馆旁加油站	22	塔西村
9	洛河南岸	23	飞机场入口处
10	龙门石窟门前	24	焦柳铁路护坡
11	洛阳硕鹏公司门口	25	常白路口
12	洛阳市卫生学校门口	26	平乐村
13	龙门村	27	周山森林公园北入口处
14	龙门西山	28	洛阳市飞行学校门口

表 2  
Table 2 狗牙根种质资源表型性状的变异系数  
The coefficient of variance of bermudagrass phenotypic traits

性状 Trait	平均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	标准差 SD	变异系数 CV/%
匍匐茎节间长度 Internode length/cm	3.81	7.46	1.45	1.41	37.04
匍匐茎节间直径 Internode diameter/cm	0.17	0.29	0.10	0.05	31.19
直立茎叶片宽度 Leaf width/cm	0.30	0.38	0.19	0.04	14.70
直立茎叶片长度 Leaf length/cm	5.67	11.51	2.73	2.58	45.58
生殖枝高度 Reproductive stem height/cm	15.54	39.14	5.53	7.58	48.75
营养枝高度 Vegetative stem height/cm	14.23	36.68	2.73	7.48	52.56
花序长度 Inflorescence length/cm	3.25	5.29	1.34	1.01	30.92
小穗数 Spikelet number/个	30.80	60.90	18.25	9.37	30.41
小穗长 Spikelet length/cm	0.25	0.29	0.20	0.02	9.55
小穗宽 Spikelet width/cm	0.11	0.14	0.09	0.01	10.89
穗枝数 Inflorescence branch number/个	4.16	5.50	2.40	0.57	13.61
草层高度 Turf height/cm	15.33	37.93	3.18	8.74	57.02
平均 Mean	—	—	—	—	31.85

草层高度(57.02%)>营养枝高度(52.56%)>生殖枝高度(48.75%)>直立茎叶片长度(45.58%)>匍匐茎节间长度(37.04%)>匍匐茎节间直径(31.19%)>花序长度(30.92%)>小穗数(30.41%)>直立茎叶片宽度(14.70%)>穗枝数(13.61%)>小穗宽(10.89%)>小穗长(9.55%)。

2.2 性状间相关分析

从表 3 可以看出,狗牙根各表型性状间不是相互独立的,而是存在着较广泛的联系,与前人研究结果一致<sup>[11]</sup>。呈极显著相关的性状有 26 对,分别是匍匐茎节间长度和直立茎叶片长度、生殖枝高度、营养枝高度、花序长度、小穗数、穗枝数和草层高度;匍匐茎节间直径与直立茎叶片宽度;直立茎叶片长度与生殖枝高度、营养枝高度、花序长度、小穗数、穗枝数和草层高度;生殖枝高度与营养枝高度、花序长度、小穗数和草层高度;营养枝高度与花序长度、小穗数和草层高度;花序长度与小穗长、小穗宽、草层高度;小穗数与草层高度;小穗长与小穗宽。13 对性状呈显著相关,分别是匍匐茎节间长度与直立茎叶片宽度;匍匐茎节间直径与生殖枝高度、花

序长度;直立茎叶片宽度与直立茎叶片长度、花序长度、小穗数;生殖枝高度与小穗长、穗枝数;营养枝高度与穗枝数;花序长度与小穗数;小穗数与穗枝数;小穗长与草层高度;穗枝数与草层高度。相关系数最高的性状为营养枝高度与草层高度(0.9201),其次为生殖枝高度与花序长度(0.8368),生殖枝高度与营养枝高度(0.8326)。上述结果表明,狗牙根性状间存在着广泛的联系,其草层高度越高、匍匐茎节间长度越长、叶片越长、生殖枝和营养枝越高、穗长越长、小穗数越多,匍匐茎越粗,叶片越宽。

2.3 主成分分析

主成分分析是一种考虑各指标之间的相互关系,利用降维思想把多个指标转换成较少的几个互不相关的综合指标,从而使进一步研究变得简单的一种统计方法<sup>[13]</sup>。为了能更充分地反映出各因素中起主导作用的综合指标,该研究对狗牙根 12 个性状进行了主成分分析,并计算出相关矩阵的特征根和相应的特征向量及特征根的累积贡献率(表 4),结果表明,按照累积贡献率达 80%的提取原则<sup>[14-16]</sup>,12 个性状中前 4 个特征根的累积

表 3  
Table 3 Correlation among the morphological characteristics of bermudagrass

	IL	ID	LW	LL	RSH	VSH	IFL	SN	SL	SW	IBN	TH
IL	1.0000											
ID	0.3688	1.0000										
LW	0.4701 *	0.5658 **	1.0000									
LL	0.6716 **	0.2811	0.3815 *	1.0000								
RSH	0.6276 **	0.4105 *	0.3644	0.6244 **	1.0000							
VSH	0.5812 **	0.3666	0.3100	0.6378 **	0.8326 **	1.0000						
IFL	0.6418 **	0.4511 *	0.4319 *	0.6011 **	0.8368 **	0.6834 **	1.0000					
SN	0.5660 **	0.3572	0.4505 *	0.5466 **	0.8241 **	0.7720 **	0.7966 *	1.0000				
SL	0.1720	0.2389	0.1266	0.1652	0.4014 *	0.3113	0.5789 **	0.1731	1.0000			
SW	0.0873	0.3044	0.2031	0.1223	0.3047	0.2064	0.5670 **	0.1959	0.7715 **	1.0000		
IBN	0.4978 **	0.0087	0.1675	0.5234 **	0.4229 *	0.3825 *	0.3106	0.4729 *	-0.2513	-0.1792	1.0000	
TH	0.5662 **	0.3109	0.3185	0.6590 **	0.7958 **	0.9201 **	0.7038 **	0.6930 **	0.4560 *	0.3219	0.3766 *	1.0000

注:IL:匍匐茎节间长度;ID:匍匐茎节间直径;LW:叶片宽度;LL:叶片长度;RSH:生殖枝高度;VSH:营养枝高度;IFL:花序长度;SN:小穗数;SL:小穗长;SW:小穗宽;IBN:穗枝数;TH:草层高度。

Note:IL: Internode length;ID: Internode diameter;LW: Leaf width;LL: Leaf length;RSH: Reproductive stem height;VSH: Vegetative stem height;IFL: Inflorescence length;SN: Spikelet number;SL: Spikelet length;SW: Spikelet width;IBN: Inflorescence branch number;TH: Turf height.

表 4  
Table 4 Eigenvectors of leading principal component

性状 Trait	1	2	3	4
匍匐茎节间长度 Internode length	0.7556	-0.2848	0.1463	0.3193
匍匐茎节间直径 Internode diameter	0.5134	0.2318	0.6694	-0.1887
直立茎叶片宽度 Leaf width	0.5510	-0.0292	0.6972	0.0815
直立茎叶片长度 Leaf length	0.7585	-0.2906	-0.0427	0.2978
生殖枝高度 Reproductive stem height	0.9128	-0.0225	-0.1315	-0.1691
营养枝高度 Vegetative stem height	0.8708	-0.0928	-0.2126	-0.3285
花序长度 Inflorescence length	0.9074	0.2264	-0.0334	0.0965
小穗数 Spikelet number	0.8503	-0.1665	-0.0281	-0.2601
小穗长 Spikelet length	0.4415	0.7825	-0.1675	0.2033
小穗宽 Spikelet width	0.4431	0.7460	-0.1371	0.2011
穗枝数 Inflorescence branch number	0.4666	-0.6795	-0.1640	0.2691
草层高度 Turf height	0.8718	0.0127	-0.2699	-0.1671
特征值 Eigen value	3.788	2.321	1.724	1.445
贡献率 Contributive percentage/%	51.84	16.16	9.74	5.24
累积贡献率 Cumulative contributive percentage/%	51.84	67.99	77.73	82.97

贡献率达 82.97%,包含了大部分信息。第 1 主成分的特征值为 3.788,贡献率为 51.84%,对应的特征向量以生殖枝高度、花序长度、草层高度和营养枝高度 4 个性状分量的影响较大,因此把第 1 主成分成为高度相关因子。第 2 主成分特征值为 2.321,贡献率为 16.16%,小穗长、小穗宽及穗枝数有较高的荷载,故可称为穗部特征因子。第 3 主成分特征值为 1.724,贡献率为 9.740%,直立茎叶片宽度和匍匐茎节间直径有较高的荷载,可称为宽度(或粗度)相关因子。第 4 主成分的特征值为 1.445,贡献率为 5.24%,营养枝高度与匍匐茎节间长度有较高的荷载,可称为长度(或高度)相关因子。

3 结论与讨论

该研究结果表明,狗牙根不同种源各性状具有广泛的变异,不同性状的变异程度不同,变异系数由大到小依次为:草层高度(57.02%)>营养枝高度(52.56%)>

生殖枝高度(48.75%)>直立茎叶片长度(45.58%)>匍匐茎节间长度(37.04%)>匍匐茎节间直径(31.19%)>花序长度(30.92%)>小穗数(30.41%)>直立茎叶片宽度(14.70%)>穗枝数(13.61%)>小穗宽(10.89%)>小穗长(9.55%)。与以往研究结果相比,洛阳市狗牙根种质资源部分性状的变异系数高于我国其他地区狗牙根相应性状的变异系数,如草层高度、生殖枝高度、匍匐茎节间长度和节间直径、小穗数等均高于西南地区<sup>[6]</sup>、川渝地区<sup>[7]</sup>、华南地区<sup>[8]</sup>和新疆地区<sup>[9]</sup>。直立茎叶片长度和宽度、穗枝数、小穗宽和小穗长的变异系数均低于西南地区<sup>[6]</sup>,但略高于我国其他地区。上述结果表明,尽管该研究中狗牙根来源范围有限,但各性状的变异程度较高,表明该地区狗牙根具有较丰富的遗传多样性。

相关分析是研究不同性状间密切程度的一种统计分析方法,它是描述 2 个性状间线性关系程度和方向的统计量。该研究通过对洛阳市狗牙根种质资源性状进

行相关分析,发现各性状间不是相互独立的,而是存在一定的相互关系,总的来说其草层高度越高、匍匐茎节间长度越长、叶片越长、生殖枝和营养枝越高、穗长越长、小穗数越多,匍匐茎越粗,叶片越宽,与刘建秀等<sup>[10]</sup>、黄春琼等<sup>[11]</sup>的研究结果一致。

遗传多样性研究是植物遗传育种的重要环节,表型遗传多样性是遗传多样性研究最直接的方法,是植物种质资源评价的一个重要手段。在进行植物表型遗传多样性研究中,形态性状的选择并不是越多越好,只有选择合适的性状,才能了解其内在遗传规律<sup>[16]</sup>。主成分分析法在不损失或很少损失原有信息的前提下,将原来个数较多而且彼此相关的指标转化为新的个数较少且彼此独立或相关性较小的综合指标,避免了重复信息的干扰<sup>[15]</sup>。该研究对 28 份狗牙根种质资源的 12 个性状进行了主成分分析,前 4 个主成分反映了 12 个性状的大部分信息,累计贡献率达 82.97%。12 个性状可归纳为 4 个主成分,即高度相关因子、穗部特征因子、宽度(或粗度)相关因子和长度(或高度)相关因子,每个主成分都比较客观地反映了所控制的各性状之间的相互关系。

#### 参考文献

- [1] 郑玉红,刘建秀,陈树元. 中国狗牙根耐寒性及其变化律[J]. 植物资源与环境学报,2002,11(2):48-52.
- [2] Harlan J R, Dewet J M J. Sources of variation in *Cynodon dactylon* (L.). Pers[J]. Crop Science, 1969, 36: 774-778.
- [3] Taliaferro C M. Diversity and vulnerability of Bermuda turfgrass species [J]. Crop Science, 1995, 35: 327-331.
- [4] 刘建秀,贺善安,刘永东. 华东地区狗牙根外部形态变异规律的研究 [A]//中国草地科学进展 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999: 504-509.
- [5] 刘建秀,贺善安,刘永东,等. 华东地区狗牙根形态分类及其坪用价值 [J]. 植物资源与环境, 1996, 15(3): 18-22.
- [6] 张小艾,张新全. 西南区野生狗牙根形态多样性研究 [J]. 草原与草坪, 2006(3): 35-38.
- [7] 凌瑶,刘伟,张新全,等. 川渝地区野生狗牙根形态遗传多样性研究 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(22): 4674-4677, 4681.
- [8] 黄春琼,周少云,刘国道,等. 华南地区野生狗牙根植物学形态特征变异研究 [J]. 草业学报, 2010, 19(5): 210-217.
- [9] 张延辉,阿不来提,李培英. 新疆野生狗牙根形态多样性研究 [J]. 新疆农业大学学报, 2011, 34(1): 6-11.
- [10] 刘建秀,郭爱桂,郭海林. 我国狗牙根种质资源形态变异及形态类型划分 [J]. 草业学报, 2003, 12(6): 99-104.
- [11] 黄春琼,刘国道,白昌军,等. 475 份狗牙根种质资源形态多样性的研究 [J]. 草业学报, 2012, 21(4): 32-42.
- [12] 郑轶琦,任舸,赵阳,等. 洛阳市狗牙根种质资源调查 [J]. 北方园艺, 2011(24): 76-79.
- [13] 卢纹岱. 统计分析 [M]. 4 版. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [14] 李秀,徐坤,巩彪,等. 生姜农艺性状与产量形成关系的多重分析 [J]. 中国农业科学, 2012, 45(12): 2431-2437.
- [15] 刘遵春,苗卫东,刘大亮,等. 新疆野苹果性状的遗传变异及相关性分析 [J]. 果树学报, 2012, 29(4): 530-535.
- [16] 刘江,陈兴福,杨文钰,等. 四川盆地麦冬种质资源的形态特征变异分析 [J]. 草业学报, 2010, 19(1): 143-150.

## Study on the Phenotypic Diversity of *Cynodon dactylon* Collected from Luoyang City

ZHENG Yi-qi<sup>1</sup>, GUO Yan<sup>1</sup>, LIU Jing<sup>1</sup>, LIU You-zhan<sup>2</sup>, ZHANG Lei<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003; 2. Western Henan River Bureau, Yellow River Henan Bureau, Luoyang, Henan 471099)

**Abstract:** The genetic variation, character correlation and principal component were studied on 28 kinds of *C. dactylon* germplasm collected from Luoyang city based on twelve traits. The results showed that abundant variation existed in these traits. The widest variation was found in turf height that had a coefficient of variance of 57.02, followed by the vegetative stem height, reproductive stem height, leaf length, internode length, internode diameter, inflorescence length, spikelet number, leaf width, inflorescence branch number, spikelet width and inflorescence length. There were significant correlations among some morphological characters of *C. dactylon* accessions. The biggest correlation coefficient was between reproductive stem height and turf height, was 0.9201. Four principle elements were obtained, which contribute over 82.97% of variance, especially the height factor (51.84%).

**Keywords:** *Cynodon dactylon*; germplasm; phenotypic character; genetic diversity