

李明松, 吕美琴, 康蓉蓉, 等. 福建省春大豆种质资源的形态多样性研究 [J]. 福建农业学报, 2014, 29 (3): 214-219.  
LI M-S, LÜ M-Q, KANG R-R, et al. The Morphological Diversity of Spring Soybean Germplasm Resources in Fujian [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2014, 29 (3): 214-219.

## 福建省春大豆种质资源的形态多样性研究

李明松, 吕美琴, 康蓉蓉, 王金线, 曾红英

(福建省泉州市农业科学研究所, 福建 泉州 362212)

**摘要:**通过对福建省 125 份春大豆种质资源进行形态多样性分析,结果表明:福建省春大豆种质资源具有丰富的形态多样性。20 个性状的平均变异系数为 26.36%,平均多样性指数为 1.372。相关性分析,各性状间存在不同程度的相关。主成分分析前 10 个主成分的累积贡献率达 81.806%。基于形态性状的聚类分析把 125 份种质资源聚为 3 大类,各类的农艺性状表现各异。

**关键词:**春大豆;种质资源;形态标记;聚类分析

中图分类号: S 565.1

文献标识码: A

### The Morphological Diversity of Spring Soybean Germplasm Resources in Fujian

LI Ming-song, LÜ Mei-qing, KANG Rong-rong, WANG Jin-xian ZENG Hong-ying

(Quanzhou Institute of Agricultural Sciences, Quanzhou, Fujian 362212, China)

**Abstract:** The morphological diversity of spring soybean germplasm resources in Fujian were conducted. The results showed that the morphological diversity was high. The average coefficient of variation was 26.36%, and the average diversity index was 1.372. There were different degrees of correlation among agronomic traits. By the principal component analysis, the cumulative contribution rate of the first 10 principal components was 81.806%. Based on the morphological data, 125 materials were clustered into 3 groups. Each group had different agronomic traits.

**Key words:** spring soybean; germplasm resources; morphological markers; cluster

大豆是一种重要的油料和饲料作物,也是人类食用植物蛋白质的主要来源之一。福建省春大豆栽培历史悠久,长期的自然选择和人工选择形成了丰富的春大豆种质资源。形态标记是研究种质资源的最基本和最直观的方法,该方法已在多种作物种质资源的评价上应用<sup>[1-5]</sup>。刘灿洪等<sup>[6]</sup>曾对福建省 50 份春大豆与 98 份秋大豆的 10 个产量性状和生育期进行多元统计分析,但该研究所用材料仅仅是福建省春大豆地方品种,并未包括选育的新品种,而且所涉及的性状有异同。因此,为全面了解福建省泉州市农业科学研究所现有保存的福建省春大豆种质资源群体的遗传多样性,本研究采用遗传变异分析、相关分析、主成分分析和聚类分析等方法,对 125 份福建省春大豆种质资源的 20 个农艺性状进行遗传多样性研究分析,以期为今后这些种质资源的开发和利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料 125 份,包括地方品种、选育品种、品系及引进品种。其中福建省福州市 8 份,福建省莆田市 13 份,福建省龙岩市 2 份,福建省厦门市 6 份,福建省漳州市 8 份,福建省泉州市 53 份,福建省宁德市 2 份,福建省南平市 1 份,广东省 4 份,广西区 6 份,贵州省 1 份,江苏省 1 份,江西省 1 份,山东省 1 份,浙江省 3 份,湖南省 4 份,湖北省 2 份,北京市 3 份,台湾 4 份,美国 1 份,日本 1 份。

### 1.2 试验地点与设计

试验于 2013 年 3 月在福建省泉州市农业科学研究所试验基地进行。试验采用随机设计,2 行区,行长 3 m,株距 0.176 m,行距 0.4 m,不设

收稿日期: 2013-10-29 初稿; 2013-11-28 修改稿

作者简介: 李明松 (1981-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事大豆栽培与遗传育种研究

基金项目: 福建省泉州市科技计划项目 (2011N2)

重复。其他管理同大田生产。

### 1.3 调查和考种农艺性状及标准

田间记载生长习性、花色、茸毛色等性状, 收获时每个品种取样 10 株进行考种, 用 FOSS1241 近红外谷物分析仪测定籽粒蛋白质、脂肪含量。调查和考种农艺性状及标准见表 1。

表 1 大豆形态多样性鉴定项目及标准

Table 1 The main morphological characters and their criteria for soybean evaluation

性状	记载标准
生育期	从播种第 2 d 起至成熟所需天数
株高	10 株株高平均
底荚高	10 株底荚高平均
主茎节数	10 株主茎节数平均
分枝数	10 株分枝数平均
单株荚数	10 株平均单株荚数
单株粒数	10 株平均单株粒数
单株粒重	10 株平均单株粒重
百粒重	100 粒籽粒重量, 2 次平均
蛋白质含量	取 100 克籽粒分析粗蛋白质含量
脂肪含量	取 100 克籽粒分析粗脂肪含量
生长习性	1=直立; 2=半直立; 3=半蔓生; 4=蔓生
结荚习性	1=无限; 2=亚有限; 3=有限
株型	1=收敛; 2=半开张; 3=开张
茸毛色	1=灰毛; 2=棕毛
花色	1=白花; 2=紫花
叶形	1=披针; 2=卵圆; 3=椭圆; 4=圆
种皮色	1=黄色; 2=绿色; 3=黑色; 4=褐色; 5=双色
脐色	1=黄色; 2=淡褐色; 3=褐色; 4=深褐色; 5=蓝色; 6=淡黑色; 7=黑色
粒形	1=圆; 2=扁圆; 3=椭圆; 4=扁椭圆; 5=长椭圆; 6=肾形

### 1.4 数据处理与统计

利用 Excel 整理并统计数据。多样性指数的计算采用 Shannon-Weaver 信息指数, 即  $H' = - \sum P_i \ln P_i$ , 其中  $P_i$  为某个性状第  $i$  个代码值出现的概率。数量性状如株高、百粒重等进行 10 级分类, 1 级  $< X - 2\delta$ , 10 级  $\geq X + 2\delta$ 。中间每级差  $0.5\delta$  为标准差; 质量性状如花色、粒色等予以赋值(见表 1)。利用 DPS<sup>[7]</sup>对福建春大豆种质资源的 20 个表型性状进行相关分析、主成分分析与聚类分析。在聚类分析过程中, 种质间距离为欧氏距离, 聚类方法采用离差平方和法<sup>[8-9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 农艺性状的遗传多样性分析

本试验对 125 份福建省春大豆种质资源的 20 个农艺性状进行遗传多样性统计分析, 结果表明: 不同性状间存在较大差异, 变异范围大, 遗传多样性较为丰富(表 2)。

20 个农艺性状的平均变异系数为 26.36%, 其中生育期的变异系数最小, 为 4.77%; 种皮色的变异系数最大, 为 62.68%。底荚高度、分枝数、单株荚数、单株粒数、生长习性、株型、花色、种皮色和脐色的变异系数大于平均变异系数, 说明这 8 个农艺性状变异幅度较大。

20 个农艺性状的平均多样性指数为 1.372, 其中叶形的遗传多样性指数最小, 为 0.047; 百粒重和蛋白质含量的遗传多样性指数最大, 均为 2.061。生育期、株高、底荚高、分枝数、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重、蛋白质含量和脂肪含量的遗传多样指数均大于平均多样性指数, 说明这 11 个农艺性状的遗传多样性更丰富。

### 2.2 农艺性状的相关分析

单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重是大豆的重要产量性状。从表 3 中可以看出, 单株荚数与株型、株高、主茎节数和分枝数呈极显著相关; 单株粒数与生长习性、种皮色、株高、主茎节数、分枝数和单株荚数呈极显著相关; 单株粒重与株高、主茎节数、分枝数、单株荚数和单株粒数呈极显著相关; 百粒重与结荚习性、茸毛色和底荚高呈显著相关, 与种皮色呈极显著相关, 但与分枝数、单株荚数和单株粒数呈极显著负相关。蛋白质含量和脂肪含量是大豆的重要品质性状。从表 3 中还可以看出, 蛋白质含量与花色呈极显著相关, 与种皮色、分枝数、单株荚数与单株粒数呈极显著负相关。脂肪含量与种皮色呈极显著相关, 与百粒重和蛋白质含量呈极显著负相关。试验所得结果与前人的研究结果相似<sup>[10-12]</sup>。从以上的性状相关性分析可以得出, 在 125 份福建省春大豆种质资源中, 黑色和褐色种皮大豆的百粒重比黄色种皮要重, 脂肪含量也比之要高, 但是蛋白质含量比之要低。因此, 如果要选育出脂肪含量高的品种, 我们选择黑色和褐色种皮的优异材料做亲本。反之, 如果要选育出蛋白质含量高的品种, 可以选择黄色种皮的优异材料做亲本。

表2 春大豆种质资源形态多样性分析  
Table 2 Analysis of morphological diversity of spring soybean germplasm resources

性状	均值	最大值	最小值	标准差	变异系数/%	多样性指数
生育期/d	110.63	119	96	5.28	4.77	1.78
株高/cm	61.14	111.89	34.79	12.69	20.76	2.022
底荚高度/cm	12.04	24.02	6.35	3.71	30.81	1.959
主茎节数	11.4	14.5	8.3	1.26	11.05	2.028
分枝数	2.17	4.9	0.3	0.98	45.16	2.039
单株荚数	23.46	82.1	12.6	8.72	37.16	1.698
单株粒数	45.81	86.1	16.8	14.67	32.02	1.974
单株粒重/g	9.15	15.96	3.38	2.41	26.33	2.052
百粒重/g	21.46	29.3	11.8	3.97	18.5	2.061
蛋白含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	46.57	51.7	41.4	2.23	4.79	2.061
脂肪含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	20.55	23.4	18.4	1.02	4.96	2.046
叶形	2.98	3	1	0.18	6.04	0.047
生长习性	1.34	4	1	0.57	42.54	0.684
结荚习性	2.19	3	1	0.42	19.18	0.545
株型	1.42	3	1	0.65	45.77	0.824
茸毛色	1.94	2	1	0.25	12.89	0.238
花色	1.46	2	1	0.5	34.25	0.689
种皮色	1.42	4	1	0.89	62.68	0.647
脐色	3.37	7	1	1.43	42.43	1.301
粒形	2.98	5	1	0.75	25.16	0.745
平均					26.36	1.372

表3 农艺性状的相关性分析  
Table 3 Correlation analysis of agronomic traits

性状	生长习性	叶形	结荚习性	株型	茸毛色	花色	种皮色	脐色	粒形	生育期	株高	底荚高	主茎节数	分枝数	单株荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重	蛋白质含量
叶形		-0.10																	
结荚习性	-0.01	0.04																	
株型	0.22*	0.06	-0.33**																
茸毛色	-0.01	-0.02	0.04	0.07															
花色	0.05	0.08	0.08	0.04	0.24**														
种皮色	0.19*	0.04	-0.11	0.09	0.12	-0.21*													
脐色	-0.05	0.02	0.04	0.08	0.18*	-0.01	0.02												
粒形	-0.08	0.24**	-0.07	0.11	-0.14	-0.20*	0.02	0.04											
生育期	-0.16	-0.02	0.18	-0.08	-0.07	0.05	-0.25**	0.02	-0.11										
株高	0.20*	0.02	-0.01	0.22*	0.15	0.21*	0.11	0	-0.07	0.13									
底荚高	-0.06	-0.08	0.02	0.11	0.04	0.25**	-0.16	-0.13	0.03	0.18	0.51**								
主茎节数	0.17	-0.02	0.12	0.04	-0.02	0.19*	0.03	-0.15	-0.07	0.04	0.66**	0.49**							
分枝数	0.21*	0.02	-0.25**	0.26**	-0.09	-0.19*	0.27**	-0.21*	0.09	-0.18*	0.09	-0.08	0.24**						
单株荚数	0.12	0.08	-0.07	0.30**	-0.04	-0.01	0.05	-0.08	0.10	0.05	0.40**	0	0.43**	0.64**					
单株粒数	0.23**	0.070	-0.06	0.19*	-0.12	-0.11	0.25**	-0.12	0.06	-0.08	0.24**	0	0.48**	0.64**	0.66**				
单株粒重	0.17	-0.02	0.17	0.02	-0.02	0.05	-0.05	-0.17	-0.11	0.18*	0.27**	0.11	0.45**	0.43**	0.51**	0.64**			
百粒重	-0.18*	-0.07	0.21*	-0.18*	0.18*	0.16	0.45**	-0.08	-0.14	0.29**	0.01	0.18*	-0.14	-0.48**	-0.40**	-0.52**	0.14		
蛋白质含量	-0.02	-0.07	0.04	-0.11	0.16	0.25**	-0.37**	-0.01	-0.05	-0.13	0.07	0.21*	0.06	-0.34**	-0.30**	-0.26**	-0.05		
脂肪含量	0.05	-0.07	-0.02	-0.01	-0.12	-0.13	0.49**	-0.07	-0.06	-0.11	-0.01	-0.04	-0.06	0.130	-0.08	0.02	-0.08	-0.24**	-0.54**

注: \*\* 表示极显著相关( $P<0.01$ ); \* 表示显著相关( $P<0.05$ )。

### 2.3 农艺性状的主成分分析

对125份福建春大豆种质资源的20个农艺性状进行主成分分析,结果表明(表4)前10个主成分累计贡献率达到81.806%,其中第1成分贡献率为

19.754%,对应特征向量中贡献最大的是单株粒数,其次是分枝数、单株荚数。第2成分贡献率为14.137%,对应特征向量中贡献最大的是主茎节数,其次是株高、底荚高。第3成分贡献率为8.246%,

对应特征向量中贡献最大的是株型,其次是茸毛色。第4成分贡献率为7.8%,对应特征向量中贡献最大的是脂肪含量,其次是种皮色。第5成分贡献率

为6.538%,对应特征向量中贡献最大的是叶形。第6、7、8、9、10成分贡献率分别为:6.239%、5.605%、4.869%、4.48%、4.138%。

表4 农艺性状主成分分析  
Table 4 Principal component analysis of agronomic characters

农艺性状	主成分									
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
生长习性	0.178	0.024	0.215	0.128	-0.371	0.013	0.077	-0.254	0.639	0.277
叶形	0.032	-0.034	-0.005	-0.281	0.410	0.259	0.361	0.416	0.298	0.077
结荚习性	-0.089	0.151	-0.311	0.255	0.066	0.387	0.358	-0.195	0.158	0.119
株型	0.182	-0.002	0.387	-0.232	0.092	-0.067	-0.410	0.056	0.280	0.235
茸毛色	-0.066	0.116	0.382	0.111	-0.096	0.4390	-0.062	0.276	-0.429	0.293
花色	-0.075	0.290	0.243	0.074	0.008	0.110	0.080	0.452	0.295	-0.405
种皮色	0.212	-0.277	0.225	0.343	0.066	0.091	0.178	0.030	-0.158	0.221
脐色	-0.080	-0.077	0.235	-0.053	0.190	0.530	-0.211	-0.480	-0.043	-0.213
粒形	0.046	-0.123	0.002	-0.426	0.376	-0.104	0.273	-0.214	-0.065	0.375
生育期	-0.068	0.206	-0.344	0.103	0.324	0.094	-0.494	-0.019	0.155	0.079
株高	0.207	0.352	0.266	0.174	0.246	-0.033	-0.003	-0.161	-0.012	0.072
底荚高	0.010	0.361	0.152	0.112	0.322	-0.397	0.030	-0.045	-0.138	0.020
主茎节数	0.268	0.368	0.036	0.140	0.102	-0.084	0.227	-0.193	-0.080	-0.169
分枝数	0.404	-0.076	-0.070	-0.134	-0.168	-0.048	-0.059	0.174	-0.141	0.051
单株荚数	0.398	0.128	-0.090	-0.187	0.039	0.158	-0.137	0.047	-0.066	-0.120
单株粒数	0.429	0.063	-0.136	-0.094	-0.109	0.104	0.076	-0.026	-0.080	-0.080
单株粒重	0.263	0.294	-0.313	0.011	-0.196	0.159	-0.049	0.096	-0.055	0.257
百粒重	-0.319	0.278	-0.123	0.031	-0.065	-0.025	-0.121	0.134	-0.012	0.474
蛋白质含量	-0.232	0.291	0.197	-0.239	-0.293	-0.092	0.254	-0.126	-0.111	0.026
脂肪含量	0.113	-0.274	-0.002	0.523	0.204	-0.162	0.012	0.148	0.048	0.090
特征值	3.951	2.827	1.649	1.560	1.307	1.248	1.121	0.974	0.896	0.828
百分率	19.754	14.137	8.246	7.800	6.538	6.239	5.605	4.869	4.480	4.138
累计百分率	19.754	33.891	42.137	49.937	56.475	62.714	68.319	73.188	77.668	81.806

## 2.4 农艺性状的聚类分析

根据农艺性状聚类结果(图1)可以看出,125份种质资源被聚成三大类(表5)。第I类包括福建省福州市4份,福建省莆田市9份,福建省漳州市3份,福建省泉州市18份,福建省宁德市1份,广东省1份,贵州省1份,江西省1份,山东省1份,浙江省1份,湖南省2份,湖北省1份,北京市2份。这类材料的生育期较长,植株矮,底荚高度中等,分枝数少、主茎节数少、单株荚数少、单株粒重小,百粒重较大,蛋白质和脂肪含量较高;第II类材料包括福建省福州市4份,福建省莆田市2份,福建省龙岩市1份,福建省厦门市1份,福建省漳州市2份,福建省泉州市21份,福

建省南平市1份,广东省3份,广西区5份,贵州省1份,江苏省1份,浙江省1份,湖北省1份,北京市1份,台湾2份,美国1份,日本1份。这类材料的生育期最长,植株较高,底荚高度较高,分枝数较多,单株荚数较多,单株粒重大,百粒重中等,蛋白质和脂肪含量较高;第III类材料包括福建省莆田市2份,福建省龙岩市1份,福建省厦门市5份,福建省漳州市3份,福建省泉州市14份,福建省宁德市1份,广西区1份,浙江省1份,湖南省2份,台湾2份。这类材料的生育期较短,植株中等,底荚高度低,分枝数多,主茎节数、单株荚数和单株粒重介于前两大类之间,单株粒数较多,百粒重小,蛋白质含量较少,脂肪含量较高。

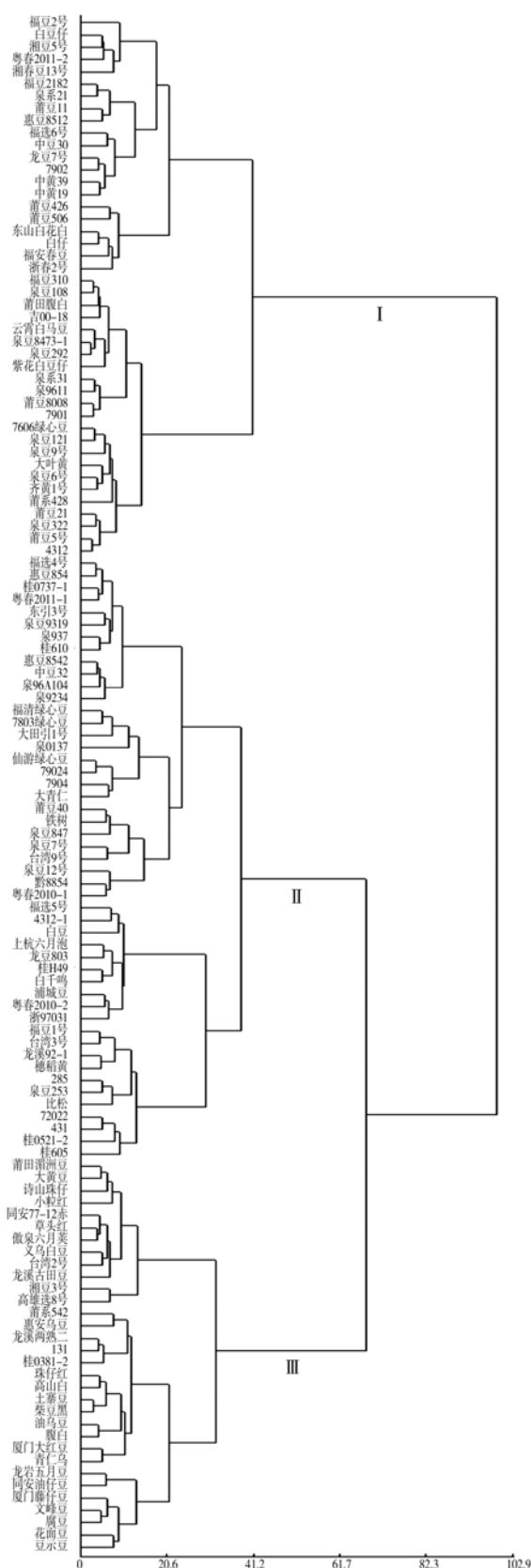


图 1 125 份材料的农艺性状聚类图

fig. 1 Clustering scheme of agronomic traits of 125 materials

表 5 各聚类群的数量性状比较

Table 5 Comparison of quantitative among cluster groups

类型	生育期 /d	株高 /cm	底荚高度 /cm	分枝数	主茎节数	单株荚数
I	111.25	54.60	11.79	1.36	10.61	17.64
II	113.86	69.32	13.34	2.39	12.17	28.20
III	105.03	57.67	10.54	2.88	11.33	23.98
类型	单株粒数	单株粒重 /g	百粒重 /g	蛋白质含量/ (g · kg <sup>-1</sup> )	脂肪含量/ (g · kg <sup>-1</sup> )	
I	33.40	7.54	23.61	47.49	20.43	
II	51.03	10.77	22.05	46.24	20.35	
III	54.25	8.92	17.83	45.97	20.99	

### 3 讨 论

通过对福建省春大豆种质资源的遗传多样性分析可以看出, 福建省种质资源的不同性状间存在较大的差异, 变异范围大, 遗传多样性丰富, 因此, 在今后品种选育过程中, 可以根据育种目标选择优良性状互补的种质资源配制亲本组合, 从而选育出高产优质的新品种。从聚类结果可以看出, 品种遗传关系的远近与地理来源并不存在必然的联系。地理来源相同的材料大部分聚在同一大类, 也有一小部分不聚在一类; 不同地理来源的材料却聚在同一类。这一结果与张礼凤<sup>[8]</sup>、崔艳华<sup>[13]</sup>、傅旭军<sup>[14]</sup>等的研究结果相似。李向华等<sup>[15]</sup>认为, 出现这一结果的原因有两点: 一方面是在某一区域由于一些小范围内的生态条件复杂, 自然选择的结果决定了品种遗传分歧的多向性; 另一方面也说明在同一区域内的材料, 不同方向的人工选择下, 可以引起很大的遗传分歧。所以定量测定品种间的遗传距离, 在距离大的类群间选择材料作为杂交亲本往往可取得较为理想的结果。本研究可为福建省大豆种质资源的进一步开发利用提供参考依据。

形态标记简单直观, 长期以来, 作物种质鉴定及育种材料的选择通常都是根据形态标记来进行的<sup>[16]</sup>。但形态标记也存在明显的不足, 如标记数目少、多态性差, 易受环境影响。因此在种质资源的深入评价与分析利用方面受到局限。随着分子生物学技术的快速发展和不断完善, 现代分子标记技术以其稳定、不受数量限制等优点, 在种质资源的遗传多样性研究上得到广泛应用。因此, 福建省春大豆种质资源的遗传多样性有待于从分子水平上进一步评价, 从中发掘育种所需要的优异基因资源, 以加快我省优质大豆新品种选育的进程, 推动大豆产业的发展。

**致谢：**试验中的部分大豆种质资源由中国农业科学院作物所邱丽娟老师、卢新雄老师和福建省农科院作物所林国强老师、胡润芳老师提供，在此表示感谢！

#### 参考文献：

- [1] 朱国永, 孙明法, 严国红, 等. 江苏省杂交中籼稻新组合品质性状相关及聚类分析 [J]. 江苏农业科学, 2012, 40 (10): 57—59.
- [2] 张毅华, 张耀文, 张泽燕. 绿豆种质资源表型性状多样性分析 [J]. 农学学报, 2013, 3 (1): 15—19.
- [3] 栾非时, 堂戎焕, 王金陵. 菜豆种质资源形态标记的研究 [J]. 东北农业大学学报, 2001, 32 (2): 134—135.
- [4] 王俊娥, 王贊, 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.
- [5] 蒋会兵, 矢兵, 梁名志, 等. 云南茶树种质资源形态性状多样性分析 [J]. 云南农业大学学报, 2011, 26 (6): 833—840.
- [6] 刘灿洪, 林荣辉, 刘德金. 福建省大豆地方品种多元统计分析 [J]. 福建农业学报, 1999, 14 (4): 11—15.
- [7] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [8] 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.
- [9] 王述民, 曹永生, R J Redden, 等. 我国小豆种质资源形态多样性鉴定与分类研究 [J]. 作物学报, 2002, 28 (6): 727—733.
- [10] 章建新, 胡根海. 春大豆主要农艺性状的相关分析 [J]. 新疆农业科学, 2003, 40 (1): 16—19.
- [11] 石惠海, 许海涛. 大豆主要农艺性状的遗传变异及相关性和主成分分析 [J]. 黑龙江农业科学, 2008, (2): 29—31.
- [12] 周恩远, 刘丽君, 祖伟, 等. 春大豆农艺性状与品质相关关系的研究 [J]. 东北农业大学学报, 2008, 39 (2): 145—149.
- [13] 傅旭军. 大豆种质资源遗传多样性分析及其利用研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [14] 崔艳华, 邱丽娟, 常汝镇, 等. 黄淮夏大豆遗传多样性分析 [J]. 中国农业科学, 2004, 37 (1): 15—22.
- [15] 李向华, 常汝镇. 中国春大豆品种聚类分析及主成分分析 [J]. 作物学报, 1998, 4 (3): 325—331.
- [16] 陈佩度. 作物育种生物技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

(责任编辑: 柯文辉)