

# 西南夏大豆种质资源的筛选与鉴定

谭千军, 吴雨珊, 刘卫国, 杨 峰, 武晓玲, 杨文钰

(四川农业大学 农学院, 四川 成都 611130)

**摘 要:**通过对 136 份夏大豆种质资源的 12 项农艺性状及产量性状进行综合分析评价, 筛选出适宜西南地区的夏大豆种质。结果表明: 参试品种表型性状的变异系数为 6.30% ~ 47.06%, 说明参试种质资源有着比较丰富的表型多样性。通过对 12 项性状的相关分析表明, 单株粒重与有效分枝数、主茎节数、单株荚数、每荚粒数、营养生长期和生育期呈极显著正相关, 与最低分枝高度呈极显著负相关。对产量和其他性状进行多元线性逐步回归表明, 单株荚数、每荚粒数、百粒重和最低分枝高度可以解释 89.9% 的因变量变异。通径分析表明, 每荚粒数对产量的直接正效应最大, 最低分枝高度的直接作用和综合作用均表现为负, 综合效应排列次序为: 单株荚数 > 每荚粒数 > 百粒重 > 最低分枝高。利用主成分分析可以提取出 3 个主成分来反映这 12 项性状指标的信息, 累计贡献率达 65.08%。根据主成分得分并借助权重计算的综合得分把 136 份大豆品种聚类成 4 类, 其中第 I 类的 8 个大豆材料表现为株高较高、底荚较高、最低分枝高较低、主茎节数较多、单株荚数和每荚粒数较多、百粒重较小, 生育期较长, 适宜作为西南地区的育种材料。

**关键词:** 夏大豆; 农艺性状; 回归分析; 通径分析; 主成分分析

**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2015.06.0921

## Screening and Identification of Summer Sowing Soybean Varieties in Southwest China

TAN Qian-jun, WU Yu-shan, LIU Wei-guo, YANG Feng, WU Xiao-ling, YANG Wen-yu

(College of Agriculture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

**Abstract:** Appropriate germplasm in Southwest China were selected from 136 summer soybean materials, by comprehensive analysis and evaluation on 12 agronomic and yield traits. The results showed that the coefficient of variation in phenotypic traits was between 6.30% and 44.07%, which illustrated that genetic diversity of morphological traits was relatively rich. Correlation analysis showed that the seed weight per plant had significant positive correlated with effective branch number, nodes of main stem, pods per plant, seeds per pod, vegetative period and growth period, and significant negative correlated with height of the lowest branches. Multiple linear stepwise regression showed that pods number per plant, seed number per pod, 100-seed weight and height of the lowest branch could explained 89.9% of the variation of the dependent variables. Path analysis indicated that seeds per pod displayed the highest positive direct effect, and the lowest branch height displayed negatively direct effect and comprehensive effect. The comprehensive effect of 4 traits to yield was ranked in order of pods per plant > seeds per pod > 100-seed weight > the lowest branch height. Principal component analysis showed that three independent comprehensive components were extracted from 12 traits, which reflected 65.08% information. According to composite score calculated from principal component and index weight 136 soybean materials were clustered into four types. Eight soybean materials of class I, which had higher plant height and bottom pod height, lower lowest branch height, more nodes number, higher pods per plant and seeds per pod, smaller 100-seed weight, longer growth period, was suitable for breeding materials in Southwest China.

**Keywords:** Summer soybean; Agronomic trait correlation analysis; Multiple linear stepwise regression; Path analysis; Principal component cluster analysis

大豆作为重要的粮食作物, 为人类提供主要的蛋白质和油分, 同时又是饲料中重要的蛋白质来源。随着人们生活水平的提高和油脂工业的发展, 我国的大豆需求量逐年增加, 国产大豆难以满足需要。2013 年, 我国大豆进口量达 6 338 万 t, 对外依存度超过 80%。据报道, 2012 年世界大豆平均单产

已达  $3.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 而我国大豆的单产水平仍在  $1.8\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ <sup>[1]</sup>, 远低于世界平均单产水平。因此, 提高大豆的产量一直是育种家最关心的育种目标之一。

西南地区种植大豆的历史悠久, 以夏大豆为主, 栽培面积占全区常年大豆种植面积的 80% 以上<sup>[2]</sup>, 大部分是与玉米套作。但是, 自解放以来, 西

收稿日期: 2015-02-10  
基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项 (CARS-04-PS19); 四川省科技厅育种攻关 (2011NZ0098-4)。  
第一作者简介: 谭千军 (1990-), 男, 硕士, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: 1075725740@qq.com。  
通讯作者: 武晓玲 (1982-), 女, 副教授, 硕士, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: wuxl@sicau.edu.cn。  
杨文钰 (1958-), 男, 教授, 博导, 主要从事大豆栽培生理研究。E-mail: missyangwy@sicau.edu.cn。

南地区引育成的大豆新品种主要是春大豆、中熟类品种,很少有适合西南地区大面积生产种植的夏大豆品种,与其生态特点、耕作制度等不相符合<sup>[3]</sup>。

提高大豆产量,选育优良的品种是关键,而对种质资源的研究和利用是大豆育种的重要基础<sup>[4]</sup>。不同地区生态环境的差异造成不同生态类型间的种质资源库的性状差异,可为选育新品种提供亲本材料<sup>[5]</sup>。在特定生态条件下对不同产地的大豆种质资源进行评价,分析大豆的农艺性状及其与产量的关系对选育优良大豆品种有着重要的实际意义<sup>[6]</sup>。《中国大豆品种资源目录》记录了23 587份中国大豆种质资源,其中以南方夏大豆资源数量为最多,占资源总量的 28%<sup>[7-9]</sup>。如何科学有效地评价和利用这些资源,将我国的大豆资源优势转变为生产优势和竞争优势成为大豆资源研究的热点。目前,对西南大豆的资源筛选主要集中在云贵

川<sup>[10-11]</sup>、华南沿海地区<sup>[12]</sup>,对适合西南地区带状套作大豆品种进行了遗传多样性研究<sup>[13-14]</sup>,对不同地区夏大豆资源在西南的农艺性状研究还比较少。此外,在农业研究中,影响依变量的自变量往往不止一个,而是好几个,需利用降维的思想,将统计的相关性很高的变量转化成彼此相互独立或不相关的变量,提高研究多个相关变量的精确性<sup>[15]</sup>。因此,本研究以多个地区的大豆材料为试验材料,采用多种统计方法对其农艺性状和产量进行分析,旨在为西南地区高产夏大豆资源的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试的 136 份大豆种质资源,编号及来源地详见表 1。

表 1 参试材料编号、来源地及名称  
Table 1 List of the 136 soybean materials

编号	省份	名称	编号	省份	名称	编号	省份	名称	编号	省份	名称
Code	Province	Variety	Code	Province	Variety	Code	Province	Variety	Code	Province	Variety
1	广东	广 1	35	广东	华夏 3 号	69	四川	南 256-1	103	江苏	通豆 3 号
2	重庆	黄皮豆	36	四川	八月黄	70	四川	小黄豆	104	江苏	通豆 1 号
3	广东	广 12	37	四川	贡秋豆 04-2	71	四川	合哨小黄豆	105	江苏	通豆 5 号
4	云南	夏大豆	38	广东	黔豆 6 号	72	四川	花脸豆	106	四川	雅安黑豆
5	广东	广 11	39	四川	地方自留种	73	四川	荣县大豆	107	四川	简阳绿皮豆
6	重庆	八月黄	40	四川	干田豆	74	四川	小黄豆	108	四川	南豆 032-4
7	江苏	南农 X56	41	四川	九月黄	75	越南	越南	109	四川	简阳九月黄繁
8	广东	广 15	42	江苏	南农 X54	76	四川	大颗豆	110	四川	牛佛大豆
9	广东	粤夏 05-4	43	四川	猪腰子	77	四川	罗泉豆	111	重庆	特选 11
10	四川	九月黄	44	四川	南 F044-255	78	日本	菜豆	112	四川	农 2160
11	贵州	黄皮	45	四川	威远冬豆	79	四川	地方种	113	四川	贡秋豆 10 号
12	广东	广 2	46	四川	九月黄	80	四川	十月黄	114	四川	4117
13	四川	螺丝豆	47	重庆	冬豆子	81	四川	德阳豆	115	江苏	通 98-006
14	四川	大圆豆	48	四川	南豆 12	82	四川	平武大豆-2	116	江苏	苏豆 8 号
15	广东	广 5	49	四川	NTS1007	83	四川	大黄豆	117	北京	北京豆
16	广东	广 3	50	四川	南冬抗 022-2	84	四川	小黄豆	118	四川	简阳九月黄
17	四川	赶谷黄	51	重庆	河南豆	85	四川	贡 109	119	江苏	黑珍珠
18	广东	广 14	52	四川	贡秋 369-1	86	四川	扬尘豆-1	120	江西	赣 8415-8
19	广东	广 9	53	四川	细白毛豆	87	江西	铅山乌豆	121	江西	82N10
20	四川	灰豆	54	四川	南 F05-62	88	江西	青皮田埂豆	122	上海	宝山 791
21	四川	贡选 5 号	55	四川	黄壳豆	89	江西	罗门豆	123	四川	贡选号
22	四川	贡豆 2 号	56	四川	黄壳早	90	江西	大黄珠	124	上海	荆 757
23	四川	九月黄	57	重庆	特选 13	91	上海	荆 0-46	125	四川	贡秋豆 5 号
24	广西	桂夏 3 号	58	四川	南豆 021-1	92	上海	宝 92-1	126	江西	赣豆 5 号
25	四川	贡秋豆 370	59	四川	贡秋豆 05-8	93	上海	荆 96-2	127	安徽	皖豆 4 号
26	日本	Ⅲ A2B2 中	60	重庆	9923	94	上海	荆 1206	128	安徽	皖豆 24
27	四川	威远黑豆	61	四川	冬大豆	95	广西	桂 M32	129	山东	鲁豆 12
28	四川	田埂豆	62	四川	贡选 1 号-1	96	广西	桂夏 2 号	130	安徽	皖豆 29

续表 1

编号	省份	名称	编号	省份	名称	编号	省份	名称	编号	省份	名称
Code	Province	Variety	Code	Province	Variety	Code	Province	Variety	Code	Province	Variety
29	四川	毛豆	63	内蒙	阴山豆	97	浙江	浙 9	131	安徽	皖豆 16
30	四川	细白毛豆	64	四川	小水白毛	98	浙江	浙 4	132	云南	滇 86-4
31	四川	小黄豆	65	四川	小白毛	99	浙江	浙 11	133	云南	滇 82-3
32	四川	4117	66	四川	大白毛	100	浙江	浙 1	134	四川	贡选 1 号
33	四川	达州 1 号	67	四川	褐皮豆	101	江苏	苏豆 1 号	135	四川	黄豆子
34	重庆	9923	68	四川	八月豆	102	江苏	南农 88-48	136	四川	黑皮大豆

1.2 方法

试验于 2013 年在四川农业大学雅安校区教学科研园区进行。采用单因素随机区组试验。试验设 2 个重复。大豆于 6 月 11 日播种,每份材料种 2 行,行长 2 m,行距 0.5 m,穴距 0.2 m,每穴 2 株。各项田间管理按照正常大田生产进行。

试验期间,记录各大豆材料的出苗、开花、收获日期。大豆成熟后各材料收获 10 株,参照邱丽娟等<sup>[16]</sup>测定单株高( $X_1$ )、底荚高( $X_2$ )、最低分枝高( $X_3$ )、有效分枝数( $X_4$ )、主茎节数( $X_5$ )、单株荚数( $X_6$ )、每荚粒数( $X_7$ )、百粒重( $X_8$ )、营养生长期( $X_9$ )、生殖生长期( $X_{10}$ )、生育期( $X_{11}$ )、单株粒重( $Y$ )。

1.3 数据分析

采用 SPSS 19.0 及 Excel 2003 软件分析数据。

2 结果与分析

2.1 主要性状的变异性分析

变异系数的大小表明了参试材料变异程度的大小,反映出各性状的变异丰富程度,遗传变异系数越大,表明该性状存在着越丰富的变异潜力<sup>[5]</sup>。由表 2 可知,大豆的 12 项性状存在较为丰富的变异,其变异系数范围为 6.30% ~ 47.60%。变异系数大于 30% 的性状有底荚高、最低分枝高、有效分枝数、单株荚数和单株粒重,表明参试材料在这 5 个性状上有较丰富的可供选择育种的种质资源。其中最低分枝高的变异系数最大,为 47.6%。变异系数低于 20% 的有 4 个性状,分别是生育期、生殖生长期、营养生长期和单株荚数,其中生育期的变异系数最小,为 6.30%。株高、主茎节数、百粒重 3 个性状的变异系数 20.0% ~ 30.0%。

表 2 12 个性状的基本参数统计分析  
Table 2 The basic parameters of 12 traits

性状	极大值	极小值	平均值	变异幅度	标准差	变异系数
Agronomic traits	Maximum	Minimum	Mean	Variability	SD	CV/%
$X_1$	136.50	29.00	65.34	107.50	18.56	28.41
$X_2$	30.48	5.17	15.92	25.32	4.89	30.69
$X_3$	37.00	1.67	10.61	35.33	5.05	47.60
$X_5$	33.67	9.33	17.47	24.33	3.62	20.74
$X_4$	8.91	1.67	5.79	7.24	1.93	33.33
$X_6$	116.94	5.80	49.73	111.14	20.42	41.05
$X_7$	2.07	1.34	1.64	0.73	0.12	7.61
$X_8$	32.55	8.60	18.27	23.95	5.32	29.15
$X_9$	70.00	38.00	55.39	32.00	7.16	12.92
$X_{10}$	96.00	61.00	74.02	35.00	7.47	10.09
$X_{11}$	145.00	102.00	126.41	43.00	7.97	6.30
$Y$	29.23	1.14	13.95	28.09	4.89	35.05

2.2 产量与农艺性状的相关性分析

相关性分析结果表明(表 3),单株粒重与最低分枝高呈极显著负相关,与有效分枝数、主茎节数、单株荚数、每荚粒数、营养生长期和生育期呈极显著正相关,与株高、底荚高、百粒重无显著相关性。

百粒重与单株荚数、每荚粒数呈极显著负相关,与主茎节数呈显著负相关,与底荚高、最低分枝高呈极显著正相关,与株高无显著相关性。在考察的 11 个性状中,有 29 对性状呈显著或极显著正相关,有 16 对性状呈显著或极显著负相关。

表 3 大豆农艺性状之间的相关分析

Table 3 Correlation matrix of soybean agronomic traits

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$Y$
$X_1$	1											
$X_2$	0.544 **	1										
$X_3$	0.186 *	0.474 **	1									
$X_4$	0.252 **	0.028	-0.275 **	1								
$X_5$	0.532 **	0.328 **	-0.235 **	0.509 **	1							
$X_6$	0.056	-0.117	-0.450 **	0.384 **	0.482 **	1						
$X_7$	0.077	-0.086	-0.222 **	-0.049	0.041	0.287 **	1					
$X_8$	0.067	0.278 **	0.444 **	-0.199 *	-0.214 *	-0.529 **	-0.280 **	1				
$X_9$	0.222 **	0.326 **	-0.246 **	0.196 *	0.393 **	0.474 **	0.100	-0.228 **	1			
$X_{10}$	-0.167	-0.305 **	-0.199 *	0.173 *	-0.011	0.033	-0.042	0.004	-0.406 **	1		
$X_{11}$	0.043	0.007	-0.407 **	0.339 **	0.342 **	0.457 **	0.050	-0.201 *	0.517 **	0.572 **	1	
$Y$	0.076	0.046	-0.237 **	0.250 **	0.329 **	0.717 **	0.280 **	0.125	0.372 **	0.006	0.340 **	1

\*, \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。  
\*, \*\* Indicates significant at 0.05 and 0.01 probability level respectively.

2.3 产量与农艺性状的多元线性逐步回归分析

对产量和其他性状进行多元线性逐步回归,剔除统计无显著性的变量,筛选出影响产量的重要性状,计算获得回归模型(即回归方程)为: $Y = -21.787 + 0.247 X_6 + 0.689 X_8 + 7.054 X_7 - 0.063 X_3$ ,其中, $F = 289.46$ ,相关系数  $r = 0.948$ ,决定系数  $R^2 = 0.899$ 。

从回归方程可以看出,这 4 个自变量可以解释 89.9% 的因变量变异。其中,单株荚数、每荚粒数和百粒重对产量的作用均为正,最低分枝高对产量的作用为负(表 4)。

2.4 产量与农艺性状的通径分析

根据回归分析结果,将以上 4 个对产量有显著影响的性状进行通径分析,可以揭示农艺性状对产量的直接通径系数、间接通径系数和综合作用,结果如表 5 所示。每荚粒数对产量的直接正效应最大,为 7.054。每荚粒数通过单株荚数对产量的作用为正,通过最低分枝高和百粒重对产量的作用为

负。因此,其间接作用表现为对产量成负作用。最低分枝高的直接作用和综合作用均表现为负,说明最低分枝高度是产量减产的重要原因。

通过正负效应抵消,可得到 4 个主要农艺性状对产量的综合效应排列次序为:单株荚数 > 每荚粒数 > 百粒重 > 最低分枝高。

表 4 产量与农艺性状回归模型系数

Table 4 Coefficient of the regression model of yield and agronomic traits

模型 Model	非标准化系数		标准化系数		
	Unstandardized coefficient		Standardized coefficient		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
变量 Variable	-21.787	2.132		-10.221	0.000
$X_6$	0.247	0.008	1.032	29.841	0.000
$X_8$	0.689	0.032	0.750	21.785	0.000
$X_7$	7.054	1.160	0.180	6.082	0.000
$X_3$	-0.063	0.031	-0.065	-2.007	0.047

表 5 产量与农艺性状的通径系数

Table 5 Path coefficient of yield and agronomic traits

变量 Variable	综合作用 Comprehensive effect	通径系数( 直接作用) Path coefficient ( Direct effect)	间接作用 Indirect effect				合计 Total
			$X_3$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	
$X_3$	-0.237	-0.063	-	-0.1112	-1.56462	0.305496	-1.37033
$X_6$	0.717	0.247	-0.04525	-	2.022147	-0.3641	1.612795
$X_7$	0.280	7.054	-0.01767	0.070873	-	-0.19309	-0.13988
$X_8$	0.125	0.689	-0.02801	-0.13069	-1.97755	-	-2.13626

2.5 农艺性状的主成分分析

对参试大豆材料的各项性状进行主成分分析,得到的每个主成分值如表 6 所示,特征值大于 1 的有 3 个主成分,累积贡献率可解释 136 个参试材料的 65.08% 变异。由表 6 可以看出,第一主成分中载荷较大的性状有株高、底荚高、主茎节数,说明第一主成分主要解释茎秆性状对产量的作用,可以称为“茎秆因子”;第二主成分中载荷较高的性状有单株荚数、每荚粒数、百粒重和最低分枝高,说明产量构成和分枝高度对产量的作用,可以称为“产量构成因子”和“分枝因子”;第三主成分中载荷较高的性状主要是生殖生长期和生育期,可以称为“生育期因子”。

表 6 农艺性状的主成分值及主成分载荷

Table 6 Principal component value of agronomic traits and main component load

性状 Trait	主成分 Principal component		
	1	2	3
$X_1$	0.782	-0.107	0.075
$X_2$	0.814	-0.304	-0.143
$X_3$	0.256	-0.645	-0.432
$X_4$	0.314	0.151	0.621
$X_5$	0.665	0.253	0.455
$X_6$	0.197	0.729	0.383
$X_7$	-0.026	0.560	-0.158
$X_8$	0.091	-0.758	-0.132
$X_9$	0.587	0.529	0.088
$X_{10}$	-0.436	-0.263	0.776
$X_{11}$	0.119	0.228	0.806
特征值 Eigenvalue	3.301	2.362	1.497
贡献率 Contribution rate	30.008	21.469	13.606
累积贡献率 Accumulative contribution	30.008	51.477	65.083

2.6 聚类分析

根据各个主成分的贡献率可以计算出每个品种的综合得分,根据综合得分将 136 份大豆材料聚成 4 大类(图 1)。各类群大豆材料农艺性状的平均值见表 7。

第 I 类的综合主成分得分最高,包括编号 3、6、7 等 8 个大豆材料。具体表现为,株高较高、底荚高、最低分枝高较低、主茎节数多、单株荚数和每荚粒数多、百粒重小,生育期长。第 I 类材料可以作为西南地区的优异种质资源进行利用。

第 II 类和第 III 类的综合主成分得分依次小于第 I 类。第 II 类包括编号 10、11、12 等 70 个大豆材料;第 III 类包括编号 28、31、35 等 45 个大豆材料。各农艺性状值均处于中等水平。

第 IV 类的综合主成分得分最低,包括编号 1、2、4 等 13 个大豆材料。各农艺性状表现为,株高较矮、底荚高度较低、最低分枝高度较高、主茎节数少、单株荚数少、每荚粒数较多、百粒重较小,生育期短,特别是营养生长期短。

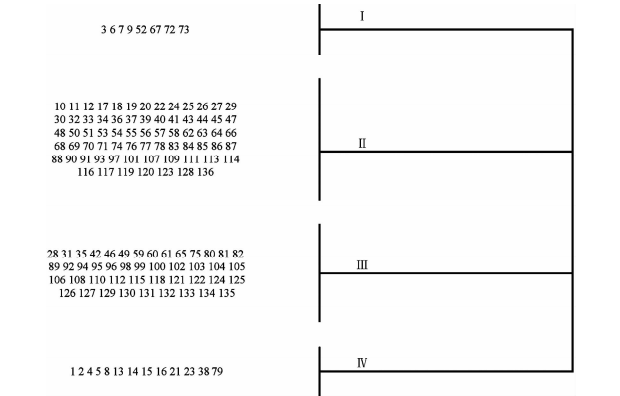


图 1 参试大豆材料聚类分布  
Fig. 1 Tested soybean materials clustering distribution

表 7 各类群大豆材料各性状的表现特征

Table 7 Discription of different types in soybean

类别 Cluster	数目 Number	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
I	8	89.71	18.21	7.81	7.38	24.58	102.84	1.81	11.41	66.25	72.25	135.50
II	70	72.17	16.92	9.56	6.64	19.08	57.54	1.64	16.77	58.70	72.99	128.68
III	45	56.03	14.91	12.29	4.73	15.15	37.36	1.61	20.96	50.96	75.51	123.47
IV	13	37.30	7.17	9.12	2.89	11.50	15.82	1.80	14.37	41.67	74.33	113.00

3 结论与讨论

种质资源是作物育种的重要基础性材料,为育种、科研及生产提供了丰富的种质类型和基因源。大豆的表型性状受人工选择、地理环境的影响很

大<sup>[17]</sup>。从表型性状的变异系数来看,在本文 136 个夏大豆材料中,除了生育期、生殖生长期、营养生长期和单株荚数的变异系数较小外,其余性状的变异系数均较大,性状间表现出较大差异(表 2),说明本试验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,通过性状的选择还能一定程度的提高产量。分析表明,单株粒重与最低分枝高呈极显著负相关,与有效分枝数、主茎节数、单株荚数、每荚粒数、营养生长期和生育期呈极显著正相关(表3),对产量的综合效应排列次序为:单株荚数>每荚粒数>百粒重>最低分枝高。以上结果与前人研究结果一致<sup>[18-19]</sup>。根据综合得分进行聚类分析发现,第I类的综合主成分得分最高,各项指标趋于一致,具有株高较高、底荚高较高、最低分枝高较低、主茎节数较多、单株荚数和每荚粒数较多、百粒重小,生育期较长的特点,可作为西南地区夏大豆新品种选育的重要种质资源。

参考文献

[1] 王俊林. 中国杂交大豆产业化技术获重要突破[Z]. 山西: 2014. (Wang J L. Hybrid Soybean Industrialization and Technology of China Won The Important Breakthrough [Z]. Shanxi: 2014. )

[2] 张明荣, 吴海英, 韩文斌, 等. 四川大豆育种研究存在的问题与发展对策[J]. 大豆通报, 2006(5): 1-2. (Zang M R, Wu H Y, Han W B, et al. Soybean breeding problems and development strategies in Sichuan[J]. Soybean Bulletin, 2006(5): 1-2. )

[3] 杨文钰, 雍太文, 任万军, 等. 发展套作大豆, 振兴大豆产业[J]. 大豆科学, 2008, 27(1): 1-7. (Yang W Y, Yong T W, Ren W J, et al. Develop relay-planting soybean, revitalize soybean industry[J]. Soybean Science, 2008, 27(1): 1-7. )

[4] 章艳凤, 严勇亮, 王宏飞, 等. 外引大豆种质资源在新疆生态区的遗传多样性分析[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(11): 1966-1972. (Zhang Y F, Yan Y L, Wang H F, et al. Preliminary analysis of genetic diversity of introduced soybean germplasm in Xinjiang ecological region [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2012, 49(11): 1966-1972. )

[5] 陈学珍, 谢皓, 田炜炜, 等. 不同产地大豆种质资源农艺性状的表现与相关性分析[J]. 北京农学院学报, 2006, 21(3): 9-14. (Chen X Z, Xie H, Tian W W, et al. Analysis of represent and relation on the agronomic characters of the germplasm resources of soybean [J]. Journal of Beijing Agricultural College, 2006, 21(3): 9-14. )

[6] 慈敦伟, 张礼凤, 汪宝卿, 等. 大豆种质资源农艺性状和产量的年份间差异及其关系[J]. 植物遗传资源学报, 2011(6): 872-880. (Ci D W, Zhang L F, Wang B Q, et al. Variation of agronomic traits and production of germplasm resources of soybean in different years and the relationship between them [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2011(6): 872-880. )

[7] 常汝镇, 孙建英, 邱丽娟. 大豆品种的分化、发展与资源研究规划[J]. 大豆通报, 1994(2): 35-36. (Chang R Z, Sun J Y, Qiu L J. The differentiation and development of soybean varieties and resources research planning [J]. Soybean Bulletin, 1994(2): 35-36. )

[8] 朴日花. 沿海地区南方夏大豆遗传多样性分析及核心种质构建[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004. (Pu R H. Coastal areas of southern summer soybean genetic diversity analysis and core

germplasm build [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2004. )

[9] 孙建英, 邱丽娟, 常汝镇, 等. 中国大豆品种资源保存与更新状况分析[J]. 植物遗传资源科学, 2002, 3(2): 34-39. (Sun J Y, Qiu L J, Chang R Z, et al. Analysis of conservation and regeneration statues for Chinese soybean germplasm [J]. Plant Genetic Resources Science, 2002, 3(2): 34-39. )

[10] 李丹. 夏大豆种质资源遗传多样性分析[D]. 成都: 四川农业大学, 2012. (Li D. Summer soybean germplasm genetic diversity analysis [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2012. )

[11] 宁学成. 中国西南三省大豆核心种质遗传多样性分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2004. (Ning X C. Analysis of genetic diversity for soybeans core collection of three provinces in Southwest China [D]. Urumchi: Xinjiang Agricultural University, 2004. )

[12] 邱丽娟, 朴日花, 刘章雄, 等. 华南沿海地区南方夏大豆遗传多样性的SSR分析[J]. 农业生物技术学报, 2005, 13(4): 430-440. (Qiu L J, Pu R H, Liu Z X, et al. Genetic diversity of southern summer soybean in Chinese coastal revealed by SSR markers [J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2005, 13(4): 430-440. )

[13] 刘卫国, 蒋涛, 余跃辉, 等. 大豆苗期茎秆对荫蔽胁迫响应的生理机制初探[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(2): 141-146. (Liu W G, Jiang T, She Y H, et al. Preliminary study on physiological response mechanism of soybean (*Glycine max*) stem to shade stress at seedling stage [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2011, 33(2): 141-146. )

[14] 于晓波, 张明荣, 吴海英, 等. 引种大豆在不同种植模式下的初步筛选[J]. 大豆科技, 2009(6): 21-23. (Yu X B, Zhang M R, Wu H Y, et al. Preliminary screening of introduction soybean under different corpping system [J]. Soybean Bulletin, 2009(6): 21-23. )

[15] 明道绪. 高级生物统计[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006. (Ming D X. Advanced biostatistics [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. )

[16] 邱丽娟, 常汝镇, 刘章雄, 等. 大豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006. (Qiu L J, Chang R Z, Liu Z X, et al. Descriptors and data standard for soybean [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. )

[17] 周新安, 彭玉华, 王国勋, 等. 中国栽培大豆遗传多样性和起源中心初探[J]. 中国农业科学, 1998(3): 37-43. (Zhou X A, Peng Y H, Wang G X, et al. Tentative exploration of China cultivated soybean genetic diversity and the origin center [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1998(3): 37-43. )

[18] 胡国玉, 张丽亚, 黄志平, 等. 黄淮夏大豆种质资源农艺性状的评价[J]. 大豆科学, 2008, 27(2): 215-220. (Hu G Y, Zhang L Y, Huang Z P, et al. Evaluation of agronomic charicaters in summer soybean germplsam of Huanghuai region [J]. Soybean Science, 2008, 27(02): 215-220. )

[19] 梁江, 陈渊, 程伟东. 大豆主要农艺性状相关及通径分析[J]. 广西农业科学, 2000(3): 126-128. (Liang J, Chen Y, Cheng W D. Major agronomic traits correlation of soybean and path analysis [J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2000(3): 126-128. )