



# 东北北部高寒区大豆品系因子分析及综合评价

赵海东<sup>1</sup>, 冯乃杰<sup>1</sup>, 郑殿峰<sup>1,2</sup>, 张丽娜<sup>1</sup>, 王 畅<sup>1</sup>, 齐德强<sup>1</sup>, 梁晓燕<sup>1</sup>, 项洪涛<sup>2</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江八一农垦大学 国家杂粮工程技术研究中心, 黑龙江 大庆 163319)

**摘 要:**为合理利用大豆种质资源,选取适合寒区种植的大豆品系,2017 年在黑龙江省黑河市嫩江县鹤山农场对 30 份大豆品系的 10 个农艺性状及产量性状进行变异性、相关性、因子分析和聚类分析。结果表明:大豆种质资源 10 个农艺性状的变异系数为 4.66%~87.53%,其中单株瘪荚数变异系数最大,单位面积株数变异系数最小;因子分析将 10 个性状浓缩为 4 个主因子,分别为结荚数因子、高度因子、粒重因子和株数因子,且累计贡献率高达 84.74%;聚类分析表明,30 份大豆品系可聚类成 3 大类,第 1 类群共计 15 份品系,第 2 类群共计 11 份品系,第 3 类群共计 4 份品系,分别为 CS1737、CS1733、CS1704 和 CS1761,适宜该寒区推广种植。

**关键词:**大豆品系;东北北部高寒区;适应性;因子分析;聚类分析

## Factor Analysis and Comprehensive Evaluation of Soybean Strain in Cold Area of North of Northeast China

ZHAO Hai-dong<sup>1</sup>, FENG Nai-jie<sup>1</sup>, ZHENG Dian-feng<sup>1,2</sup>, ZHANG Li-na<sup>1</sup>, WANG Chang<sup>1</sup>, QI De-qiang<sup>1</sup>, LIANG Xiao-yan<sup>1</sup>, XIANG Hong-tao<sup>2</sup>

(1. Agronomy of College, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China; 2. National Coarse Cereals Engineering Research Center, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** In order to make reasonable use of soybean germplasm resources, and select suitable soybean strains, the variability, correlation, factor analysis and clustering analysis of 10 agronomic traits and yield traits of 30 soybean strains were researched. Experiment was conducted from May to October in 2017 at the experimental farm of Heshan, Daqing, Heilongjiang province of China (N48.43°, E124.56°). The results showed that the variation coefficient of 10 agronomic traits of soybean germplasm resources were 4.66%–87.53%, among which the coefficient of the number of flat pods was the largest. However, the number of units per area was the lowest, 10 agronomic traits were combined to 4 major factors by factor analysis, pods number factors, height factors, seeds weight factors and plants number factors, respectively, which accounting for 84.74% of the cumulative contribution rate. Clustering analysis showed that 30 soybean strains could be clustered into three categories. The first categories included 15 strains, the second categories included 11 soybean strains, other strains were defined the third categories and suitable planted in the cold region.

**Keywords:** Soybean strains; Cold area in northeast region; Adaption; Factor analysis; Clustering analysis

大豆起源于中国,是我国重要的经济作物之一,在农业生产中占有重要地位,黑龙江省是大豆生产的重要基地<sup>[1-3]</sup>。由于全球变暖,环境发生变化,原有大豆品种不适宜现有的环境导致大豆单产降低,生产总量无法满足需求,以致国内进口量激增。因此亟需选择高产、稳产大豆品种,增加国内供给。

大豆产量是众多性状的综合表现<sup>[4-5]</sup>,即相互间存在很大依赖性<sup>[6]</sup>,因此明确作物性状与产量的关系以及各相关性状对产量的影响,有利于筛选适

宜寒区大豆品种以及考量品系的产量潜力。韩毅强等<sup>[7]</sup>利用相关分析和主成分分析研究表明,大豆产量与单株有效荚数、单株 3 粒荚数、单株 4 粒荚数、单株粒数、百粒重等呈显著相关性。张海燕等<sup>[8]</sup>运用灰色系统理论研究表明,大豆产量与株高、节数、单株粒重、分枝数有关联性。晁毛妮等<sup>[9]</sup>通过全基因组关联分析表明大豆生物量与产量密切相关。而采用因子分析与聚类分析方法研究大豆种质资源的农艺性状相对较少。因子分析即多指标综合评价的一种方法<sup>[10]</sup>,将众多原始变量浓缩

收稿日期:2017-12-22

基金项目:黑龙江省现代大豆产业技术体系协同创新项目(2041881028)。

第一作者简介:赵海东(1992–),男,硕士,主要从事不同生态区豆科作物资源利用效率研究。E-mail:1037505321@qq.com。

通讯作者:冯乃杰(1970–),女,教授,博导,主要从事大豆化控和栽培生理研究。E-mail:dqfjnj@126.com;

郑殿峰(1969–),男,教授,博导,主要从事化控技术对作物的调控机理研究。E-mail:zdfjnj@263.net。

成少数几个因子变量;聚类分析是依据试验数据本身所具有的定性或定量特征来对大量数据进行分组归类了解数据的内在结构,并对每一个数据集进行描述的过程<sup>[11]</sup>。本研究以 30 份品种(系)为材料,在黑龙江省北部高寒区九三管理局鹤山农场种植,考察测产期的 11 项相关性状,通过变异分析、因子分析和聚类分析探究性状间的变异程度以及各性状对产量的影响,掌握各品系资源在特定环境中的表现,为丰产栽培、高产育种提供科学依据,筛选适宜东北高寒大豆产区的品系。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

鹤山农场位于黑龙江省西北部,处于第四积温带,属寒温带湿润季风气候区,平均降水量为 500 mm 以上,无霜期为 118 d,有效积温在2 200℃左右,土壤的基础养分状况(0~20 cm):有机质 2.65%,速效磷 28.0 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 149 mg·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 237 mg·kg<sup>-1</sup>,pH6.37。

1.2 试验材料

供试材料为 30 份大豆品系,亲本均来源于黑龙江,由国家杂粮工程技术研究中心提供(表 1)。

1.3 试验设计

试验于 2017 年在黑龙江省黑河市嫩江县鹤山农场生态区进行,5 月 15 日人工播种,播前人工施肥,播种深度 4~5 cm,株距 4 cm,每个小区长 7 m,8 行区,小区面积 36.4 m<sup>2</sup>。播种后立即喷洒封闭药,田间共除草 3 次。

1.4 测定项目与方法

于大豆达到生理成熟时每个品系选取 3 点,每点随机选取 1 m<sup>2</sup>查株数并连续取 10 株,带回实验室考种、测产。考察株高(X1)、节数(X2)、茎重(X3)、荚重(X4)、有效荚数(X5)、瘪荚数(X6)、粒数(X7)、粒重(X8)、百粒重(X9)、单位面积株数

(X10)、产量(Y1)。

1.5 数据分析

用 Excel 2003 软件处理数据,SPSS 22.0 软件进行变异系数分析以及因子分析和聚类分析。

表 1 供试大豆品系编码及代码

Table 1 The code of soybean categories			
品系编号 Strain encrypt	品系代码 Strain code	品系编号 Strain encrypt	品系代码 Strain code
DD01	CS1766	DD16	CS1762
DD02	CS1716	DD17	CS1758
DD03	CS1751	DD18	CS1761
DD04	CS1706	DD19	CS1774
DD05	CS1753	DD20	CS1704
DD06	CS1701	DD21	CS1712
DD07	CS1732	DD22	CS1739
DD08	CS1703	DD23	CS1764
DD09	CS1733	DD24	CS1763
DD10	CS1707	DD25	CS1768
DD11	CS1717	DD26	CS1721
DD12	CS1737	DD27	CS1759
DD13	CS1705	DD28	CS1722
DD14	CS1748	DD29	CS1773
DD15	CS1731	DD30	CS1769

2 结果与分析

2.1 主要农艺性状的变异性表现

试验材料的 10 个主要农艺性状及产量性状分析结果见表 2,变异系数见表 3。瘪荚数变异系数最大,达到 87.50%;变异系数明显的指标为株高、茎重、荚重、荚数、粒数、粒重以及百粒重,分别为 25.90%、33.32%、21.50%、26.40%、22.90%、21.24%和 24.66%,变异系数较明显的为节数,达到 9.86%,变异系数最小的为单位面积株数,为 4.66%。上述结果表明大豆品系之间差异明显。

表 2 供试品系主要农艺性状表现

Table 2 The performance of main agronomic traits										
品系 Strain	株高 Plant height /cm	节数 Section number	茎重 Stem weight/g	荚重 Pod weight/g	荚数 Pod number	瘪荚数 Deflated pods	粒数 Seed number	粒重 Seed weight/g	百粒重 100-seed weight/g	株数 Plant number
01	82.81	14.67	5.67	5.05	26.70	1.62	71.10	10.70	16.13	28.67
02	87.12	14.83	4.74	4.51	23.90	2.40	68.60	8.30	14.78	28.00
03	99.45	14.38	8.78	6.04	28.60	1.75	78.80	9.40	14.22	28.67
04	80.15	12.50	4.40	4.64	25.80	1.00	59.10	10.00	16.91	28.67

续表 2

品系 Strain	株高 Plant height /cm	节数 Section number	茎重 Stem weight/g	荚重 Pod weight/g	荚数 Pod number	瘪荚数 Deflated pods	粒数 Seed number	粒重 Seed weight/g	百粒重 100-seed weight/g	株数 Plant number
05	61.77	14.56	3.43	4.43	24.60	1.00	62.30	8.70	18.20	28.67
06	35.79	11.00	2.28	4.45	14.50	1.57	24.10	7.77	36.97	28.67
07	85.75	15.40	3.36	4.55	23.40	1.64	58.00	7.93	14.86	28.67
08	81.85	13.56	4.60	4.46	24.70	0.00	62.30	11.70	18.60	29.00
09	46.95	13.63	5.16	8.07	51.80	3.91	76.70	12.70	18.58	28.67
10	52.79	12.79	2.67	4.47	25.90	1.33	67.70	9.55	16.21	29.33
11	55.13	14.85	4.38	5.36	26.00	1.44	66.80	10.00	16.47	28.67
12	41.29	14.00	4.71	8.13	38.40	9.75	78.80	13.10	17.30	28.89
13	53.15	13.38	3.64	5.40	27.50	1.50	72.80	12.90	13.93	28.33
14	89.14	13.36	6.40	3.46	20.20	1.36	46.80	7.53	18.41	29.33
15	60.38	13.67	4.47	4.41	33.50	1.80	77.50	12.30	14.51	28.67
16	52.94	12.89	3.54	4.70	33.00	1.50	76.10	9.14	14.20	25.33
17	54.44	13.67	4.59	6.37	33.60	2.78	81.60	14.10	14.37	28.33
18	77.69	17.00	9.56	7.61	49.40	8.00	108.00	15.00	17.83	26.33
19	84.75	15.50	6.10	4.40	24.50	0.00	62.70	9.77	17.27	24.30
20	45.60	13.50	4.01	5.10	34.20	1.54	98.60	13.40	16.25	27.67
21	76.30	11.64	7.03	5.28	29.70	2.50	51.90	9.28	18.68	29.33
22	76.32	12.53	4.88	4.52	28.70	1.42	69.00	9.40	15.86	28.33
23	69.68	14.53	3.46	4.22	26.50	3.50	64.00	7.94	14.74	27.67
24	54.16	13.00	3.90	4.20	32.60	1.44	68.00	10.10	15.22	27.67
25	95.93	13.67	6.43	4.65	19.40	1.56	51.10	6.91	19.11	28.33
26	59.36	13.42	4.86	5.59	29.30	2.71	69.20	8.11	13.94	29.00
27	73.91	16.67	4.85	5.67	33.20	2.45	81.20	10.90	13.53	27.33
28	44.89	12.80	3.44	5.95	28.10	2.70	54.50	7.60	17.12	29.33
29	83.50	14.00	5.28	5.53	38.30	3.43	83.80	9.10	14.73	28.55
30	60.58	16.40	4.29	5.91	27.40	1.33	58.00	10.20	19.23	24.67

表 3 大豆 10 个主要数量性状的差异性分析										
Table 3 Difference analysis of the 10 major quantitative traits of soybean										
	株高 Plant height /cm	节数 Section number	茎重 Stem weight/g	荚重 Pod weight/g	荚数 Pod number	瘪荚数 Deflated pods	粒数 Seed number	粒重 Seed weight/g	百粒重 100-seed weight/g	株数 Plant number
最大值 Maximum	99.45	17.00	9.56	8.13	51.80	9.75	108.00	15.00	36.90	29.30
最小值 Minimum	35.79	11.00	2.28	3.46	14.50	0.00	24.10	6.90	13.50	24.30
平均值 Mean	67.45	13.90	4.83	5.23	29.40	2.29	68.30	10.00	16.90	28.10
标准差 Standard deviation	17.50	1.37	1.60	1.12	7.79	2.01	15.60	2.10	4.17	1.31
变异系数 CV/%	25.90	9.86	33.32	21.50	26.40	87.53	22.90	21.24	24.66	4.66

2.2 产量与各数量性状相关性及各性状间相关性分析

产量与各数量性状相关性及各性状间相关性见(表4),大豆品系产量与荚重、荚数、瘪荚数、粒数、粒重呈极显著正相关,与茎重呈显著正相关;与

株高、节数、粒重、百粒重不相关。上述结果分析表明大豆产量的高低取决于荚数及粒重,有效荚数越多,单株粒数越高,产量越高;与百粒重相关性不大,在生产实践中及育种过程中要把荚数及荚粒数作为首选来考虑。

表4 不同大豆品系产量与各数量性状相关性分析

Table 4 Analysis on the correlation between the output of different soybean strains and the number of characters											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Y1
X1	1										
X2	0.34	1									
X3	0.62**	0.35	1								
X4	-0.30	0.28	0.34	1							
X5	-0.23	0.27	0.34	0.77**	1						
X6	-0.22	0.23	0.31	0.77**	0.64**	1					
X7	-0.02	0.47**	0.36	0.51**	0.78**	0.45*	1				
X8	0.78**	0.25	0.21	0.60**	0.69**	0.43*	0.72**	1			
X9	-0.31	-0.37*	-0.17	-0.07	-0.34	-0.05	-0.62**	-0.20	1		
X10	-0.04	-0.52**	-0.12	-0.03	-0.14	0.05	-0.22	-0.15	0.06	1	
Y1	-0.17	0.26	0.39*	0.65**	0.77**	0.59**	0.78**	0.76**	-0.1	-0.01	1

\*\*表示1%水平下差异显著( $P<0.01$ );\*表示5%水平下差异显著( $P<0.05$ )。  
\*\* Significant different at 0.01 level ( $P<0.01$ ); \* significant different at 0.05 level ( $P<0.05$ ).

2.3 农艺性状的因子分析

对30份大豆品系农艺性状进行因子分析,并根据因子分析原理,提取主因子遵循累计贡献率大于80%的原则,分析结果列于表5。由表5可知4个主因子累计贡献率高达84.739%,说明上述4个主因子包含的信息量可以反映10个原始数量性状原始参数的大部分信息,作为评价大豆种质资源农艺性状的综合指标。由于因子载荷区分仍不清晰,需要对公共因子进行旋转,便于更清晰地了解农艺性状的公共因子的结构,用方差极大正交旋转,得到旋转因子载荷矩阵。第一主因子主要由荚重、荚数、瘪荚数、粒重4个因子决定,其载荷因子分别为0.928,0.844,0.861和0.718,荚重及粒重的大小在

一定程度上反映着荚数的多少,称为结荚数因子;第2主因子主要由株高、茎重2个因子决定,其载荷因子分别为0.886,0.858;茎重的大小在一定程度上反映植株的高度,称为高度因子;第3主因子主要由粒数、百粒重2个因子决定,其载荷因子分别为0.693和-0.930;粒数的多少影响着百粒重,称为粒重因子;第4主因子主要由节数、单位面积株数2个因子决定,其载荷因子分别为0.710和-0.948,称为株数因子(表6)。综合分析上述结果表明,对大豆种质资源农艺性状贡献的主因子由大到小分别为:结荚数因子>高度因子>粒重因子>株数因子。

表5 主因子特征值、贡献率及累计贡献率

Table 5 The eigenvalue contribution rate and accumulative contribution rate of the main factors						
主因子 Primary factor	提取平方载荷总和 Sum of square load			旋转平方载荷总和 Sum of rotation square load		
	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate/%	累计贡献率 Accumulative contribution rate/%	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate/%	累计贡献率 Accumulative contribution rate/%
F1	4.129	41.289	41.289	3.498	34.980	34.980
F2	2.071	20.707	61.997	1.740	17.401	52.381
F3	1.223	12.231	74.228	1.707	17.067	69.448
F4	1.051	10.512	84.739	1.529	15.291	84.739

表 6 旋转后因子载荷矩阵

Table 6 The rotation of the sub-load matrix				
相关指标 Relative index	F1	F2	F3	F4
株高 Plant height	-0.359	0.886	0.173	0.075
节数 Node number	0.199	0.364	0.278	0.710
茎重 Stem weight	0.362	0.858	0.049	0.100
荚重 Pod weight	0.928	0.044	-0.016	0.053
荚数 Pod number	0.844	-0.013	0.362	0.106
瘪荚数 Deflated pod number	0.861	0.128	-0.075	-0.053
粒数 Seed number	0.606	0.065	0.693	0.237
粒重 Seed weight	0.718	-0.188	0.338	0.190
百粒重 100-seed weight	-0.020	-0.169	-0.930	-0.049
株数 Plant number	0.002	0.036	0.007	-0.948

F1:结荚数因子;F2:高度因子;F3:粒重因子;F4:株数因子。  
F1:Pod number factor; F2:Height factor; F3:Seeds weight factor;  
F4:Plant number factor.

2.4 农艺形状的主因子得分和综合评价

根据上述 4 个主因子进行得分综合分析,建立大

表 7 大豆种质资源的主因子得分、综合得分及优良排序

Table 7 The main factors of soybean germplasm resources are scored, comprehensive scores, and excellent sorting						
品系编号 Line number	F1	F2	F3	F4	综合得分 Overall ratings	优良排序 Excellent sorting
DD01	-0.22608	0.74990	0.33581	-0.10463	0.10942	10
DD02	-0.72431	0.73692	0.33893	0.20510	-0.04240	13
DD03	0.13200	2.34608	0.34656	-0.47143	0.52098	4
DD04	-0.60304	0.10915	0.11182	-0.71064	-0.33223	25
DD05	-0.71251	-0.47484	-0.04299	0.04602	-0.39198	26
DD06	-0.35017	-1.4878	-4.25995	-0.39099	-1.37860	30
DD07	-1.00185	0.38093	0.33359	0.08414	-0.25297	22
DD08	-0.62984	0.16083	0.16203	-0.40272	-0.26701	24
DD09	2.17178	-0.56384	-0.24450	-0.46206	0.64810	3
DD10	-0.54275	-1.16026	0.55676	-0.89880	-0.51236	29
DD11	-0.15937	-0.39229	0.12963	0.06276	-0.10891	16
DD12	2.72037	-0.43470	-0.70123	-0.69787	0.76653	2
DD13	0.01674	-1.11637	0.88673	-0.19942	-0.07973	15
DD14	-1.11088	1.42102	-0.59136	-0.89159	-0.44675	28
DD15	-0.01883	-0.60279	1.07569	-0.35613	0.02083	12
DD16	-0.43795	-1.27901	0.52921	1.20587	-0.11924	17
DD17	0.87554	-0.76838	0.80628	-0.19186	0.33140	7
DD18	2.91448	1.79947	-0.23431	1.58017	1.81055	1
DD19	-0.98684	0.58722	-0.43382	2.67064	0.10776	11
DD20	0.42330	-1.44035	1.16305	0.30486	0.16822	8
DD21	0.17405	1.06246	-0.79917	-1.49735	-0.14113	18
DD22	-0.48715	0.14068	0.39141	-0.59581	-0.20089	20

豆品种综合评价数学模型:  $F = (34.98 \times F1 + 17.401 \times F2 + 17.067 \times F3 + 15.291 \times F4) / 84.739^{[12]}$ , 利用该数学模型计算大豆品种各性状的综合得分, 并对 30 份大豆种质资源进行优良排序,结果列于表 7,30 份大豆种质资源中综合得分排在前两位的品系是 CS1761、CS1737。上述 2 个品系单株有效荚数均在 38 株以上、单株粒重达到 13 g 以上、单株粒数达到 78 粒以上,产量性状方面表现突出。排在 3 ~ 10 位的种质资源分别为 CS1733、CS1751、CS1759、CS1773、CS1758、CS1704、CS1769、CS1766。上述种质资源综合性状表现良好,适合该地区种植;排在最后 5 位的种质资源分别为 CS1753、CS1722、CS1748、CS1707、CS1701,这 5 份种质资源单株有效荚数较低,粒数少,产量性状不理想,不适宜在该地区种植。

结合因子分析和变异系数表明,大豆种质资源产量性状包括百粒重、茎重、瘪荚数、单株荚数、单株粒数以及株高 6 个因子,且基本反映大豆形态及产量的基本指标。

续表 7

品系编号 Line number	F1	F2	F3	F4	综合得分 Overall ratings	优良排序 Excellent sorting
DD23	-0.60705	-0.16979	0.21003	0.30492	-0.18813	19
DD24	-0.39298	-0.94748	0.56842	-0.00227	-0.24271	21
DD25	-0.87013	1.66776	-0.97049	-0.27654	-0.26208	23
DD26	0.00808	-0.01122	0.36076	-0.82267	-0.07476	14
DD27	0.13809	0.23399	0.81397	1.17310	0.48068	5
DD28	0.08601	-0.78616	-0.48347	-1.04062	-0.41108	27
DD29	0.36590	0.70719	0.67585	-0.46797	0.34793	6
DD30	-0.16461	-0.46830	-1.03525	2.84379	0.14054	9

2.5 大豆种质资源农艺性状的聚类分析

采用欧氏距离和离差平方和法对 30 份大豆种质资源 10 个农艺性状及产量性状进行聚类分析,具体分析结果见图 1。30 份大豆种质资源间形态变异的欧式平均遗传距离的变异范围为 5 ~ 25,以遗传距离 7.55 为分界线,可将 30 份大豆种质资源分为 3 大类群。其中第 I 类群 (CS1774、CS1764、CS1732、CS1748、CS1701、CS1705、CS1763、CS1716、CS1712、CS1706、CS1722、CS1769、CS1762、CS1768、CS1721) 具有株高适中、节数最矮、茎重、荚重生物积累量最低、粒重最少等特点,该类群又可分为 2 个亚类群,其中第 I-1 类群包括 5 份大种质资源 (CS1774、CS1764、CS1732、CS1748、CS1701);第 I-2 类群包括 10 份大豆种质资源 (CS1705、CS1763、CS1716、CS1712、CS1706、CS1722、CS1769、CS1762、CS1768、CS1721)。第 II 类群包括 11 份大豆种质资源 (CS1717、CS1739、CS1759、CS1707、CS1731、CS1753、CS1751、CS1766、CS1758、CS1703、CS1773),具有株高最高、节数最多、茎重、荚重生物积累量适中、单株荚数、单株粒数、单株粒重适中、瘪荚数最少等特点,该类群又可分为 2 个亚类群,第 II-1 类群包括 3 份大豆种质资源 (CS1717、CS1739、CS1759),第 II-2 类群包括 8 份大豆种质资源

(CS1707、CS1731、CS1753、CS1751、CS1766、CS1758、CS1703、CS1773);第 III 类群包括 4 份大豆种质资源 (CS1733、CS1737、CS1704、CS1761),具有株高最矮、单株荚数、茎重、单株粒数最大、单株荚重生物积累量、单株粒重最多等特点。

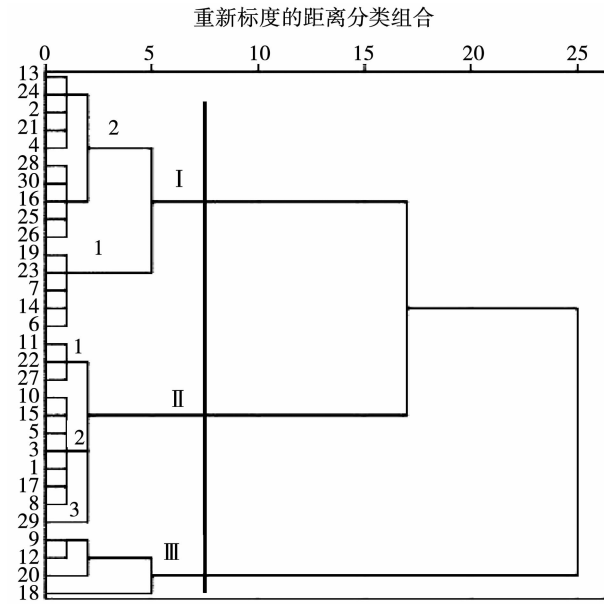


图 1 农艺性状及产量性状的大豆种质资源聚类图  
Fig. 1 Clustering chart of agronomic and yield traits of soybean

表 8 3 类大豆种质资源差异性分析

Table 8 Difference analysis of the three types of soybean germplasm resources										
类群 Class group	株高 Plant height /cm	节数 Node number	茎重 Stem weight /g	荚重 Pod weight /g	荚数 Pod number	瘪荚数 Deflated pod number	粒数 Seed number	粒重 Seed wight /g	百粒重 100-seed weight/g	株数 Plant number
I	68.6	13.6	4.5	4.8	25.7	1.8	58.9	8.9	17.7	27.8
I-1	73.0	13.9	4.3	4.2	21.8	1.6	51.1	8.2	20.5	27.7
I-2	66.5	13.5	4.6	5.1	27.7	1.9	62.9	9.3	16.3	27.9
II	71.1	14.1	4.9	5.1	29.4	1.7	72.9	10.5	15.7	28.6
II-1	68.4	14.7	4.7	5.2	29.3	1.8	72.3	10.1	15.3	28.1
II-2	72.1	13.9	4.9	5.1	29.5	1.7	73.1	10.7	15.9	28.7
III	52.9	14.5	5.9	7.2	43.5	5.8	90.5	13.6	17.4	27.9

## 3 讨 论

### 3.1 大豆种质资源农艺性状特征

种质材料的农艺性状表现优劣是田间育种工作的主要依据,而且农艺性状的鉴定和描述是种质资源研究的最基本的方法和途径<sup>[13-14]</sup>。本研究分析 30 份大豆种质资源的 10 个农艺性状及产量性状的变异系数及相关性,表明 10 个农艺性状的变异系数为 4.66% ~ 87.53%,30 份大豆种质资源农艺性状和产量性状间存在丰富多样性,其中单株瘪荚数、单株有效荚数、株高、茎重以及百粒重变异系数较大,在实际育种中应把单株荚数包括瘪荚数以及百粒重等性状作为首要目标,其次要着重考虑株高、茎重农艺性状指标,这与胡国玉等<sup>[15]</sup>研究结果一致。除此之外,以往有关大豆种质资源数量性状的研究很少有关于瘪荚数的指标,通过本研究发现瘪荚数对大豆种质资源起到至关重要的作用。

### 3.2 大豆种质资源农艺性状因子分析及综合排序

因子分析方法是一种多元分析方法,它可以把大量相互关联的农艺性状以及产量性状归结为数量较少的主因子性状群,育种者可以在各世代把握住少数几个主因子进行选择 and 改良,以提高选择效果和鉴定的准确性<sup>[16]</sup>。本研究通过因子分析将 30 份大豆种质资源的 10 个数量性状浓缩成 4 个主因子,并提供原性状 84.739% 的信息涵盖量,评价 10 个大豆性状指标中百粒重、茎重、瘪荚数、单株荚数、单株粒数以及株高的作用。因子分析与综合排序分析结果表明,CS1761 和 CS1737 两份种质资源表现最好;CS1707 和 CS1701 两份种质资源在该寒区表现最差,不宜种植。而 CS1733、CS1751、CS1759、CS1773、CS1758、CS1704、CS1769、CS1766 种质资源综合性状表现良好,诸如株高 40 cm 左右,可以避免倒伏现象的发生;百粒重以及荚数较多,达到矮、密、重的标准,即株矮、荚密、粒重,适宜在该地区大面积种植。

### 3.3 大豆种质资源多样性聚类分析

聚类分析既可以看出类群之间的相互关系,又可以了解类群品系的亲疏远近<sup>[17]</sup>。而获得作物高产,又受到多个产量性状的影响,产量性状间是相互联系、相互制约、相互补偿的<sup>[18]</sup>。孟凡钢等<sup>[19]</sup>研究表明通过多个产量性状进行聚类分析,结果比较稳定可靠。大豆育种的理想指标是株高适中、有效荚数多、粒重适中等特征,本研究将 30 份大豆种质资源划分为 3 大类,第 3 类群更适宜作为该地区理想大豆标准。

### 3.4 聚类结果深度讨论分析

殷冬梅等<sup>[20]</sup>研究花生主要农艺性状的相关性及聚类分析表明,不管是个别性状的聚类,还是综合性状的聚类,都不能作为决定某一品系取舍的唯一参考,必须对各类群中表现突出的优良品系进行深入比较分析,运用多元回归方程分析法与聚类分析相结合进行综合评价,最终的判定将更有说服力。

## 4 结 论

通过大田试验,对 30 份大豆种质资源以及 10 个农艺性状进行因子分析和聚类分析,10 个农艺性状的变异系数为 4.66% ~ 87.53%,其中单株瘪荚数变异系数最大,单位面积株数变异系数最小;通过因子分析将 10 个农艺性状浓缩为结荚数因子、高度因子、粒重因子、株数因子 4 个主因子,且累计贡献率高达 84.739%;变异系数与因子分析结合,将原 10 项因子简化为具有代表性的 6 项因子,分别为百粒重、茎重、瘪荚数、单株荚数、单株粒数以及株高;聚类分析表明 30 份大豆可聚类为 3 大类,栽培学角度第三类更适宜该生态区种植,育种角度分析,该类大豆种质资源是首要参考的标准。

## 参考文献

- [1] 刘爱民,于格,于萧萌. 大豆主产区主要竞争农作物生产成本与收益分析[J]. 中国农业资源与区划,2005,26(2): 35-39. (Liu A M, Yu G, Yu X M. Analysis of production costs and benefits of major competition crops in main soybean production [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 2005, 26 (2): 35-39.)
- [2] 梁建秋,张明荣,吴海英. 大豆在农业生产中的地位及常见的防旱措施[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(23): 68-69. (Liang J Q, Zhang M R, Wu H Y. The status of soybeans in agricultural production and common measures to prevent drought [J]. Agriculture Bulletin, 2009, 15 (23): 68-69.)
- [3] 吴纪安. 黑河 38 号大豆品种的选育和遗传组成[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(3): 313-316. (Wu J A. Breeding and genetic composition of soybean varieties heihe 38 [J]. Chinese Journal of Plant Genetic Resources, 2007, 8 (3): 313-316.)
- [4] 韩秉进,潘相文,金剑,等. 大豆农艺及产量性状的主成分分析[J]. 大豆科学,2008,27(1): 67-73. (Han B J, Pan X W, Jin J, et al. Principal component analysis of agronomic and yield characters of soybean [J]. Soybean Science, 2008, 27 (1): 67-73.)
- [5] 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. (Zhou E Y, Liu L J, Zu W, et al. Research on the correlation between agronomic traits and quality of spring soybeans [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2008, 39 (2): 145-149.)
- [6] 涂炳坤,郭刚奇,徐正红,等. 油桐数量性状的主成分分析及

分类[J]. 华中农业大学学报,1994(3): 296-300. (Tu B K, Guo G Q, Xu Z H, et al. Primary component analysis and classification of quantitative traits of Tung tree [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1994 (3): 296-300. )

[7] 韩毅强,杜吉到,郑殿峰,等. 黑龙江省西部半干旱地区大豆性状的相关性和主成分分析[J]. 安徽农业科学,2012(19): 10059-10060. (Han Y Q, Du J D, Zheng D F, et al. Correlation and principal component analysis of soybean traits in semi-arid areas of Western Heilongjiang province [J]. Anhui Agricultural Sciences, 2012 (19): 10059-10060. )

[8] 张海燕,焦碧婵,李贵全. 大豆产量及其相关数量性状关系的分析[J]. 山西农业科学,2006,34(2): 27-29. (Zhang H Y, Jiao B C, Li G Q. Analysis on the relationship between soybean yield and its related quantitative traits [J]. Shanxi Agricultural Sciences, 2006,34 (2): 27-29. )

[9] 晁毛妮,郝德荣,印志同,等. 大豆生物量与产量组分间的相关及关联分析[J]. 作物学报,2014,40(1): 7-16. (Chao M N, Hao D R, Yin Z T, et al. Correlation and correlation analysis between soybean biomass and yield component [J]. Acta Agronomica Sinica, 2014,40 (1): 7-16. )

[10] Kurtanjek Ž, Horvat D, Magdic' D, et al. Factor analysis and modelling for rapid quality assessment of croatian wheat cultivars with different gluten characteristics. [J]. Food Technology & Biotechnology, 2008, 46(3):270-277.

[11] 李新蕊. 主成分分析、因子分析、聚类分析的比较与应用[J]. 齐鲁师范学院学报, 2007, 22(6):23-26. (Li X R. Comparison and application of principal component analysis, factor analysis and cluster analysis [J]. Journal of Qilu Teachers College, 2007, 22 (6): 23-26. )

[12] 周桂梅,刘振兴,陈健,等. 小豆品种形态特征研究及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(5):1144-1149. (Zhou G M, Liu Zh X, Chen J, et al. Study on morphological characteristics and comprehensive evaluation of adzuki bean varieties [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15 (5): 1144-1149. )

[13] 朱世杨,张小玲,刘庆,等. 花椰菜自交系主要形态性状的主成分分析和聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(1): 77-82. (Zhu S Y, Zhang X L, Liu Q , et al. Primary component analysis and cluster analysis of main morphological traits in cauliflower inbred lines [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2012, 13 (1): 77-82. )

[14] 孙亚东,梁燕,吴江敏,等. 番茄种质资源的遗传多样性和聚类分析[J]. 西北农业学报,2009,18(5): 297-301. (Sun Y D, Liang Y, Wu J M, et al. Genetic diversity and cluster analysis of tomato germplasm resources [J]. Northwest Agricultural Science, 2009,18 (5): 297-301. )

[15] 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 traits of soybean germplasm resources in huanghuai summer [J]. Soybean Science, 2008,27 (2): 215-220. )

[16] 赵经荣,陈宛妹,李增禄,等. 大豆主要农艺性状的因子分析[J]. 大豆科学,1991(1): 24-30. ( Zhao J R, Chen W M, Li Z L, et al. Analysis of major agronomic traits of soybean [J]. Soybean Science, 1991 (1): 24-30. )

[17] 张彩英,常文锁,谢令琴,等. 小麦高代新品系鉴定的聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2001,2(4): 29-33. (Zhang C Y, Chang W S, Xie L Q, et al. Cluster analysis of identification of new high-yielding lines in wheat [J]. Chinese Journal of Plant Genetic Resources, 2001,2 (4): 29-33. )

[18] 王绘艳,史雨刚,马昊翔,等. 30份春小麦品系主要农艺性状的聚类分析[J]. 中国农学通报,2014,30(18): 60-64. (Wang H Y, Shi Y G, Ma H X, et al. Cluster analysis of main agronomic traits of 30 spring wheat cultivars [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014,30 (18): 60-64. )

[19] 孟凡钢,杨振宇,闫日红,等. 吉林省大豆中熟品系产量性状的相关性及聚类分析[J]. 广东农业科学,2014,41(19): 23-26. (Meng F G, Yang Z Y, Yan R H, et al. Correlation and cluster analysis of yield characters of soybean mid-maturity lines in Jilin Province [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2014, 41 (19): 23-26. )

[20] 殷冬梅,李拴柱,崔党群. 花生主要农艺性状的相关性及聚类分析[J]. 中国油料作物学报,2010,32(2): 212-216. (Yin D M, Li S Z, Cui D Q. Correlation and cluster analysis of main agronomic traits of peanut [J]. Journal of Chinese Oil Crops,2010,32 (2):212-216. )