

黄淮海带状间作大豆品种的筛选与鉴定

卜伟召<sup>1</sup>, 刘鑫<sup>1</sup>, 武晓玲<sup>1</sup>, 庞承良<sup>2</sup>, 吴德豪<sup>2</sup>, 杨文钰<sup>1</sup>

(1. 四川农业大学 农学院, 四川 成都 611130; 2. 菏泽市牡丹区农作物原种场, 山东 菏泽 274000)

**摘要:**在玉米-大豆带状间作下,对 55 份大豆品种的 15 项农艺及产量性状进行综合分析与评价。结果表明:参试品种表型性状的变异系数为 6.35%~55.76%,各性状平均遗传多样性指数达到 1.984 3,说明各地的种质资源有着比较丰富的表型多样性;相关性分析表明单株粒重与茎粗、单株荚数、百粒重等 9 项指标呈现极显著的正相关关系,说明选择品种应着重考虑茎粗、单株荚数、百粒重等 9 项性状指标;通过主成分分析可以提取出 5 个主成分来反映这 14 项性状指标的信息,累计贡献率达 67.29%,根据主成分得分并借助权重计算的综合得分把 55 份大豆品种聚类成 3 类,其中茎秆粗壮、单株荚数多、百粒重高、生育期适中的第一类大豆品种比较适合在黄淮海地区与玉米进行带状间作种植。

**关键词:**大豆;带状间作;相关性分析;主成分分析

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2015.02.0191

Screening and Identification of Huanghuaihai Strip Intercropping Soybean Varieties

BU Wei-zhao<sup>1</sup>, LIU Xin<sup>1</sup>, WU Xiao-ling<sup>1</sup>, PANG Cheng-liang<sup>2</sup>, WU De-hao<sup>2</sup>, YANG Wen-yu<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. Crops Seed Station of Mudan Region in Heze, Heze 274000, China)

**Abstract:** Fifteen agronomic and yield traits of 55 soybean varieties conducted a comprehensive analysis and evaluation under corn-soybean strip intercropping. The results showed that the coefficient of variation in phenotypic traits was between 6.35% - 55.76% and the average Shannon's index was 1.984 3, which illustrated that the germplasm from around had a relatively rich morphological diversity. Correlation analysis showed that the yield per plant have positively and significantly correlations with stem diameter, number of pods per plant, 100-seed weight and some other indicators, which indicated selection of species should focus on the 9 traits consist of stem diameter, number of pods per plant, 100-seed weight and other 6 traits indicators. Principal component analysis can be extracted five main components to reflect these 14 traits' information, cumulative contribution rate was 67.29%. According to the principal component score and the weight calculation of this composite score, 55 soybean varieties into three categories can be clustered. The thicker stem, more pods per plant, higher 100-seed weight and moderate growth period of the first category are suitable for intercropping with corn in Huanghuai region.

**Keywords:** Soybean; Strip intercropping; Correlation analysis; Principal component analysis

近年来,我国大豆需求日益增加,进口量逐年上升,2013 年中国进口大豆达到 6 340 万 t,占国内供给总量的 80% 以上<sup>[1]</sup>。由于大豆的比较效益低于玉米和水稻,东北地区和黄淮海地区两个主产区的大豆种植面积逐年下降<sup>[2]</sup>,单纯依靠增加其种植面积来提高总产量难以实现,大力发展间套作大豆对增加大豆总产量具有重要意义。当前生产上应用的玉米-大豆带状间套作通过宽窄行种植模式、改稀植为密植等措施可大幅度扩大两者的种植面积,提高资源利用率、土地产出率和劳动生产率,实现

玉米大豆和谐发展,既可粮食增产,又可农民增收,极大缓解大豆供需矛盾<sup>[3]</sup>。然而,在带状间套作环境下,大豆属于弱势作物,荫蔽导致植株旺长,茎秆纤细,易发生倒伏,影响产量<sup>[4-5]</sup>。适宜带状间套作的大豆品种缺乏是制约大豆产量提高的主要限制因素。目前,对适合西南地区带状套作大豆品种进行了筛选研究,获得一些在带状套作下耐荫性强产量高的大豆品种,如南豆 12<sup>[6-8]</sup>,而带状间作下大豆农艺及产量性状研究极少,适合在黄淮海地区带状间作的大豆品种缺乏,限制了黄淮海地区带状间作

收稿日期:2014-04-04  
基金项目:现代农业产业技术体系专项(CARS-04-PS19)。  
第一作者简介:卜伟召(1989-),男,硕士,主要从事作物栽培与耕作研究。E-mail:345402406@qq.com。  
通讯作者: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;  
武晓玲(1982-),女,副教授,硕导,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:wuxl2014@163.com。

大豆的发展。本研究以来自全国多个地区的 55 份大豆品种为试验材料,对其在带状间作下的农艺、生育期以及产量性状进行分析,为黄淮海地区适合带状间作的大豆品种选育(用)提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的 55 份大豆品种信息详见表 1。

表 1 55 份大豆的品种代码、名称及提供单位

Table 1 Number, name, and provider of 55 summer soybean varieties

编码 Number	品种名称 Name	提供单位 Provider	编码 Number	品种名称 Name	提供单位 Provider
1	郑 196 Zheng 196	河南省农科院	29	辽豆 15 Liaodou 15	辽宁省农科院
2	郑 92116 Zheng 92116	河南省农科院	30	辽豆 32 Liaodou 32	辽宁省农科院
3	蒙豆 14 Mengdou 14	内蒙古呼伦贝尔农科院	31	抗线 9 号 Kangxian 9	黑龙江农科院
4	油 07 - 16 You07 - 16	中国农科院油料所	32	冀豆 12 Jidou 12	河北省农科院
5	油 08 - 16 You08 - 16	中国农科院油料所	33	冀豆 15 Jidou 15	河北省农科院
6	中豆 40 Zhongdou 40	中国农科院油料所	34	冀豆 17 Jidou 17	河北省农科院
7	铁豆 43 Tiedou 43	铁岭农科院	35	冀豆 18 Jidou 18	河北省农科院
8	铁豆 53 Tiedou 53	铁岭农科院	36	冀豆 19 Jidou 19	河北省农科院
9	铁丰 31 Tiefeng 31	铁岭农科院	37	冀豆 20 Jidou 20	河北省农科院
10	北豆 41 Beidou 41	黑龙江省农垦科研育种中心	38	冀豆 21 Jidou 21	河北省农科院
11	垦丰 17 Kenfeng 17	黑龙江省农垦科研育种中心	39	冀豆 22 Jidou 22	河北省农科院
12	齐黄 35 Qihuang 35	山东省农科院	40	冀 nf37 Ji nf 37	河北省农科院
13	齐黄 34 Qihuang 34	山东省农科院	41	五星 1 号 Wuxing 1	河北省农科院
14	汾豆 56 Fendou 56	山西省农科院	42	五星 3 号 Wuxing 3	河北省农科院
15	汾豆 77 Fendou 77	山西省农科院	43	蒙 9801 Meng 9801	安徽省农科院
16	汾豆 78 Fendou 78	山西省农科院	44	皖豆 30 Wandou 30	安徽省农科院
17	晋豆 23 Jindou 23	山西省农科院	45	绿大豆 Lyudadou	安徽省农科院
18	汾豆 79 Fendou 79	山西省农科院	46	黑农 50 Heinong 50	黑龙江农科院
19	汾豆 93 Fendou 93	山西省农科院	47	黑农 56 Heinong 56	黑龙江农科院
20	中作 J7018 Zhongzuo J7018	中国农科院作物所	48	黑农 59 Heinong 59	黑龙江农科院
21	中作 J8023 Zhongzuo J8023	中国农科院作物所	49	菏豆 13 Hedou 13	菏泽市农科院
22	中作 J8012 Zhongzuo J8012	中国农科院作物所	50	菏豆 14 Hedou 14	菏泽市农科院
23	中作 J9056 Zhongzuo J9056	中国农科院作物所	51	菏豆 15 Hedou 15	菏泽市农科院
24	中作 J10153 Zhongzuo J10153	中国农科院作物所	52	菏豆 16 Hedou 16	菏泽市农科院
25	中黄 41 Zhonghuang 41	中国农科院作物所	53	菏豆 12 Hedou 12	菏泽市农科院
26	中黄 42 Zhonghuang 42	中国农科院作物所	54	菏豆 18 Hedou 18	菏泽市农科院
27	中黄 39 Zhonghuang 39	中国农科院作物所	55	菏豆 19 Hedou 19	菏泽市农科院
28	NX-09N60272	宁夏农科院			

1.2 试验设计

试验设在山东省菏泽市牡丹区原种场,玉米大豆于 2013 年 6 月 15 日同时播种,玉米于 2013 年 9 月 26 日收获,供试大豆达到完熟后收获。单因素随机区组设计,3 次重复,小区面积 4 m<sup>2</sup>,带宽 2 m,带长 2 m,每带有 2 行玉米和 2 行大豆(图 1),玉米行

距与大豆行距各 40 cm,玉米行与大豆行间隔 60 cm,玉米株距 16.5 cm,每穴 1 株;大豆株距 16.5 cm,每穴 2 株。7 月 15 日在大豆两行中间施入磷钾肥,按照 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90 kg·hm<sup>-2</sup>、K<sub>2</sub>O 60 kg·hm<sup>2</sup>混合施入。其他各田间管理按照正常大田生产进行。



图1 玉米-大豆间作示意图

Fig. 1 Schematic of corn - soybean intercropping

1.3 调查项目及方法

1.3.1 大豆主要农艺及产量性状调查 收获时,每小区除去边株,连续选取 10 株进行室内考种,调查每株的农艺性状:株高、茎粗、主茎节数、分枝数、最低分枝高、底荚高度等;产量性状:无效荚数、单株荚数、单株粒数、荚粒数、百粒重、单株粒重共 6 项指标。

1.3.2 大豆生育时期的记录 各生育期结构划分采用 Fehr 划分标准,营养生长期为出苗至始花期,生殖生长期为始花期至收获期。

1.4 数据分析

1.4.1 农艺性状的基本参数分析 农艺性状的基本统计分析包括平均值、极大值、极小值、标准差、变异系数采用 Excel 2007 进行分析,进行形态多样性分析时将株高、茎粗、主茎节数等 15 项数量性状进行 10 级分类,从第一级从第一级  $X_i < X - 2\sigma$  到第十级  $X_i > X + 2\sigma$ ,中间每级相差  $0.5\sigma$ , $X$  为平均值, $\sigma$  为标准差,每一组的相对频率用于计算遗传多样性指数。多样性指数的计算采用 Shannon-Weaver 信息指数<sup>[9]</sup>,即  $H' = - \sum P_i \ln P_i$ 。其中  $P_i$  为某一性状的第  $i$  级别内品种份数占总份数的百分比, $\ln$  为自然对数。

1.4.2 主要性状的相关性分析 各形态性状的相关性分析运用 SPSS Statistics 19.0 软件进行双侧显著性检测。

1.4.3 数据标准化方法 由于各性状原始数据的量纲各不相同生物学意义和物理意义各异且数值大小相差悬殊 难以进行直接比较。因此应用 SPSS Statistics19.0 进行主成分分析、聚类分析之前采用 Excel 2007 对各性状值进行无量纲化处理。其中株高、茎粗、主茎节数、分枝数、最低分枝高、底荚高度、生育期、营养生长期、生殖生长期这 9 项性状的取值在中间范围最好,因此需要利用中心效果测度转换。无效荚的标准化用它的最小值进行标准化,因此用下限效果测度转换,单株荚数、单株粒数、单

株粒重、百粒重这 4 项产量性状以最大值进行标准化,因此用上限效果测度转换。转换公式如下:

效果测度转换:

$$Z = \begin{cases} \frac{r_{ij}}{\max r_{ij}}, \text{上限效果测度转换} \\ \frac{r_0}{|r_{ij} - r_o| + r_0}, \text{中心效果测度转换} \\ \frac{\min r_{ij}}{r_{ij}}, \text{下限效果测度转换} \end{cases}$$

2 结果与分析

2.1 品种间性状的差异分析

带状间作种植下,55 份大豆品种的农艺性状、生育期及产量构成因子(表 2)存在丰富的变异,其变异系数范围为 6.35% ~ 55.76%。株高的变异系数为 20.46%,分布范围主要位于  $95.6 \pm 19.6$  cm,在这范围之内的大豆品种有 34 个,占筛选品种数的 62%。主茎节数的变异系数较小,只有 14.28%,分布范围主要在  $16.3 \pm 2.3$  节。茎粗的变异系数较小,主要分布在 5.15 ~ 6.45 mm。生育期性状是大豆重要的生态性状,是间作大豆品种筛选的重要参考指标。供试品种的生育日数平均值为 99.6 d,变化范围从 80.0 ~ 107.3 d,变异系数为 6.35%。其中,营养生长期的变异系数为 18.14%,高于生殖生长期的变异系数。从产量构成因子单株荚数、荚粒数、百粒重来看,三者变异系数最低的是荚粒数,为 11.43%,平均荚粒数为 1.7 粒,最高的是单株荚数,为 20.02%,百粒重的变异系数为 17.12%,说明荚粒数对产量的影响不是很大,而单株荚数和百粒重对产量的影响较大,生产上可以选择单株荚数多、百粒重大的品种来提高间作大豆的产量。就产量性状来看,平均单株粒重 11.75 g,其中最高的是山东省的齐黄 35,单株粒重为 16.36 g,最低为黑龙江的北豆 41,单株粒重仅为 4.23 g,极差达 12.13 g,供试品种的单株粒重在 12.5 g 以上的有 26 个。

表 2 主要表型性状的基本参数统计分析

Table 2 The basic parameters of the main statistical analysis of phenotypic traits

性状 Character	均值 Mean	标准差 SD	极小值 Min.	极大值 Max.	极差 Range	变异系数 CV/%	Shannon 指数 Shannon index
株高 PH/cm	95. 6	19. 6	58. 6	134. 7	76. 1	20. 46	2. 047125
茎粗 SD/mm	5. 80	0. 65	3. 94	7. 14	3. 20	11. 20	2. 025802
主茎节数 NMS	16. 3	2. 3	11. 9	20. 9	9. 0	14. 28	2. 017853
分枝数 BN	2. 0	1. 1	0	4. 4	4. 4	55. 76	1. 911528
最低分枝高 HLB/cm	15. 8	4. 7	8. 2	30. 8	22. 6	29. 60	1. 935073
底荚高 HLP/cm	19. 3	5. 4	6. 6	34. 9	28. 3	28. 16	1. 995421
单株荚数 PN	36. 7	7. 4	22. 6	51. 5	28. 9	20. 02	2. 034769
无效荚 IP	2. 5	0. 9	1. 0	5. 3	4. 3	34. 84	1. 959478
单株粒数 SN	63. 8	13. 8	41. 9	97. 4	55. 5	21. 72	1. 995332
荚粒数 SP	1. 7	0. 2	1. 2	2. 1	0. 9	11. 43	1. 974458
百粒重 SW/g	19. 2	3. 3	10. 6	29. 7	19. 1	17. 12	1. 992137
单株粒重 SWP/g	11. 8	2. 9	4. 23	16. 4	12. 1	24. 91	1. 964781
生育期 GP	99. 6	6. 3	80. 0	107. 3	27. 3	6. 35	1. 901270
营养生长期 VS	34. 1	6. 2	23. 0	49. 0	26. 0	18. 14	1. 986540
生殖生长期 RS	65. 4	6. 7	54. 7	80. 0	25. 3	10. 23	2. 022866

PH;Plant height; SD;Stem diameter; NMS;Nodes of mean stem; BN;Branch number; HLP;Height of the lowest pod; IP;Invalid pod; PN;Pod number per plant; SN;Seed No. per plant; SP;Sead No. per pod; SW;100-seed weight; SWP;Seed weight per plant. The same below.

从遗传多样性指数(表 2)来看,株高、茎粗、单株荚数、生育期等 15 个性状之间的遗传多样性比较丰富,变化范围为 1. 901 3 ~2. 047 1,平均遗传多样性指数为 1. 984 3。其中株高、茎粗、主茎节数、单株荚数、生殖生长期的遗传多样性指数较高,均达到了 2. 000 0 以上,表明参试大豆品种在表型方面有着比较丰富的遗传多样性。各性状之间的多样性指数从大到小依次为株高、单株荚数、茎粗、生殖生长期、主茎节数、底荚高度、单株粒数、百粒重、营养生长期、荚粒数、单株粒重、无效荚、最低分枝高、分枝数、生育期。

2. 2 性状与产量的相关分析

通过双侧显著性检测(表 3 和表 4),可以看出单株粒重与株高、茎粗、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重、生育期、营养生长期呈正向极显著相关。其中,株高与单株荚数、单株粒重呈极显著正相关,相关系数分别为 0. 391 和 0. 404,与单株粒数、百粒重呈显著正相关,相关系数分别为 0. 297 和 0. 311,说明株高主要通过影响单株荚数来影响大豆产量。茎粗与单株荚数、单株粒数、百粒重、单株粒重均呈极显著正相关,相关系数都在 0. 523 以上,生产上应该重点选择茎秆较粗的大豆

品种。生育期、营养生长期与单株粒重的相关系数分别为 0. 598 和 0. 639,表现为极显著关系,营养生长期还与产量构成因子单株荚数、百粒重呈正向极显著相关,说明营养生长期主要通过影响百粒重来

影响产量。而生殖生长期与单株粒重的相关系数为 −0. 026,表现不显著,这说明在间作条件下,应选择营养生长期较长的大豆品种。

表 3 主要农艺性状与产量性状的相关分析

Table 3 Correlation coefficients between main agronomic characters and yield in soybean

农艺性状 Agronomic character	株高 PH	茎粗 SD	节数 NMS	分枝数 BN	最低分枝高 HLB	底荚高 HLP	无效荚 IP	单株荚数 PN	单株粒数 SN	荚粒数 SP	百粒重 SW	单株粒重 SWP
株高 PH	1. 000											
茎粗 SD	0. 524 * *	1. 000										
节数 NMS	0. 798 * *	0. 571 * *	1. 000									
分枝数 BN	0. 406 * *	0. 557 * *	0. 260	1. 000								
最低分枝高 HLB	0. 327 *	0. 192	0. 194	−0. 168	1. 000							
底荚高 HLP	0. 459 * *	0. 344 *	0. 441 * *	0. 235	0. 685 * *	1. 000						
无效荚 IP	−0. 172	−0. 221	−0. 210	−0. 226	0. 087	−0. 255	1. 000					
单株荚数 PN	0. 391 * *	0. 674 * *	0. 514 * *	0. 488 * *	−0. 102	0. 220	−0. 131	1. 000				
单株粒数 SN	0. 297 *	0. 672 * *	0. 445 * *	0. 361 * *	0. 043	0. 247	−0. 257	0. 840 * *	1. 000			
荚粒数 SP	−0. 080	0. 101	0. 009	−0. 182	0. 192	0. 046	−0. 265	−0. 155	0. 394 * *	1. 000		
百粒重 SW	0. 311 *	0. 523 * *	0. 278 *	0. 490 * *	0. 389 * *	0. 342 *	−0. 240	0. 100	0. 027	−0. 092	1. 000	
单株粒重 SWP	0. 404 * *	0. 821 * *	0. 481 * *	0. 572 * *	0. 353 *	0. 393 * *	−0. 341 *	0. 693 * *	0. 782 * *	0. 261	0. 620 * *	1. 000

\* 和 \* \* 分别表示在 0. 05 和 0. 01 水平上差异显著,下同。  
\* and \* \* indicates significant at 0. 05 and 0. 01 probability level, respectively. The same below.

表 4 生育期性状与大豆产量的相关分析

Table 4 Correlation analyses between growth stage and yield in soybean

性状 Character	无效荚 IP	单株荚数 PN	单株粒数 SN	荚粒数 SP	百粒重 SW	单株粒重 SWP
生育期 GP	−0. 367 * *	0. 519 * *	0. 402 * *	−0. 093	0. 562 * *	0. 598 * *
营养生长期 VS	−0. 254	0. 388 * *	0. 357 * *	−0. 007	0. 607 * *	0. 641 * *
生殖生长期 RS	−0. 112	0. 132	0. 051	−0. 081	−0. 03	−0. 027

2.3 品种资源主成分分析

主成分明显,前 5 个主成分累计贡献率达 67.29%,足以反映 55 份大豆种质资源的所有性状的信息。

通过对 55 份大豆种质资源形态性状进行主成分分析,结果(表 5)表明,大豆种质资源形态多样性

表 5 大豆种质资源主要性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis of summer soybean germplasm main characters

项目 Item	F1	F2	F3	F4	F5
特征值 Eigenvalues	2.641	1.852	1.704	1.365	1.186
贡献率 Contribution rate	20.316	14.243	13.107	10.498	9.122
累计贡献率 Cumulative contribution rate	20.316	34.559	47.667	58.164	67.286
株高 PH	0.536	0.229	0.067	0.127	-0.194
茎粗 SD	0.761	0.083	0.224	0.232	-0.129
节数 NMS	0.723	-0.058	-0.394	0.147	-0.168
分枝数 BN	0.243	0.091	0.656	0.047	-0.385
最低分枝高 HLB	0.216	0.827	0.070	0.030	-0.032
底荚高 HLP	0.278	0.523	-0.415	0.112	-0.219
单株荚数 PN	0.091	0.292	-0.034	0.793	0.004
无效荚 IP	-0.080	0.740	0.343	-0.087	-0.059
荚粒数 SP	0.058	-0.342	0.106	0.747	0.073
百粒重 SW	0.719	0.166	0.135	-0.228	0.192
生育期 GP	0.697	-0.021	0.358	0.008	0.108
营养生长期 VS	0.219	0.185	0.781	0.074	0.105
生殖生长期 RS	-0.026	-0.104	-0.013	0.075	0.915

第一主成分的特征值为 2.641,其贡献率占 20.32%,在主成分 1 的特征向量中,特征向量分量

较高且符号为正的性状有茎粗、节数、百粒重、生育期和株高,其特征向量值分别为 0.761,0.723,

0.719,0.697 和 0.536。此类性状与植株的产量构成因子百粒重有关,可以通过选择这些性状来选择百粒重高的品种,进而提高植株的产量。第二主成分的特征值为 1.852,贡献率占 14.24%,在主成分 2 的特征向量中,特征向量载荷较高的性状有最低分枝高(0.827)、无效荚(0.740)、底荚高(0.523),说明最低分枝高与底荚高对产量构成因子无效荚有着显著的影响,最低分枝高越高、底荚高越高,无效荚数也越多,生产上应选择最低分枝高和底荚高度都较低的品种。第三主成分的特征值为 1.704,其贡献率为 13.11%,在主成分 3 中,对应特征向量具有较高分量且符号为正的性状有营养生长期和分枝数,它们的特征向量值分别为 0.781 和 0.656,可以称为生长势因子。营养生长期时间越长,分枝数就越多。第四主成分的特征值为 1.365,贡献率占 10.50%,在主成分 4 的特征向量中,主要是产量构成因素单株荚数与荚粒数,它们的特征向量值分别为单株荚数(0.793)和荚粒数(0.747),将它们称为产量构成因子。第五主成分的特征值为 1.186,其贡献率占 9.122%,在主成分 5 的特征向量中,只有生殖生长期一个性状,特征向量值为 0.915。

2.4 大豆种质资源的聚类分析

利用 SPSS Statistics 19.0 软件,根据 14 个性状指标的主成分得分,按照权重计算的综合得分将 55 份品种聚成 3 类(图 2),第一类主要包括 15 个品种,综合得分从 1.703 到 1.833,这些品种在单株荚数、单株粒数、单株粒重 3 个产量构成因子以及生育期、茎粗方面优于其他品种。单株荚数平均达到 44.1 个,单株粒数的平均值达到 78.6 粒,单株粒重平均为 14.6 g,在带状间作下产量较高。茎秆粗壮,抗倒伏能力较强。生育期平均为 102 d,比较适中,属于中熟品种。例如齐黄 35、汾豆 79、冀豆 15 等品种茎秆粗壮、单株荚数多、荚粒数多、百粒重高、单株粒重高、生育期适中,适宜在黄淮海地区种植。第三大类主要包括 8 个品种,综合得分为 1.096 ~ 1.406,位于这 55 份品种的末端,这些品种的株高中等(平均值为 71.2 cm)、茎粗较细(平均值为 4.6 mm),生育期短(平均为 89 d),属于早熟品种,单株荚数、单株粒数、单株粒重等产量构成因子比较低,不适宜在黄淮海地区进行间作种植。第二大类有 32 个品种,这些品种的茎粗、主茎节数、分枝数,最低分枝高、底荚高度以及生育期的平均值与第一类的平均值差异不显著,但株高的平均值却达到 102.7 cm,比较容易倒伏,间接影响产量;而且这一类品种的单株荚数、单株粒数、单株粒重的平均值与第一类的平均值差异较大。

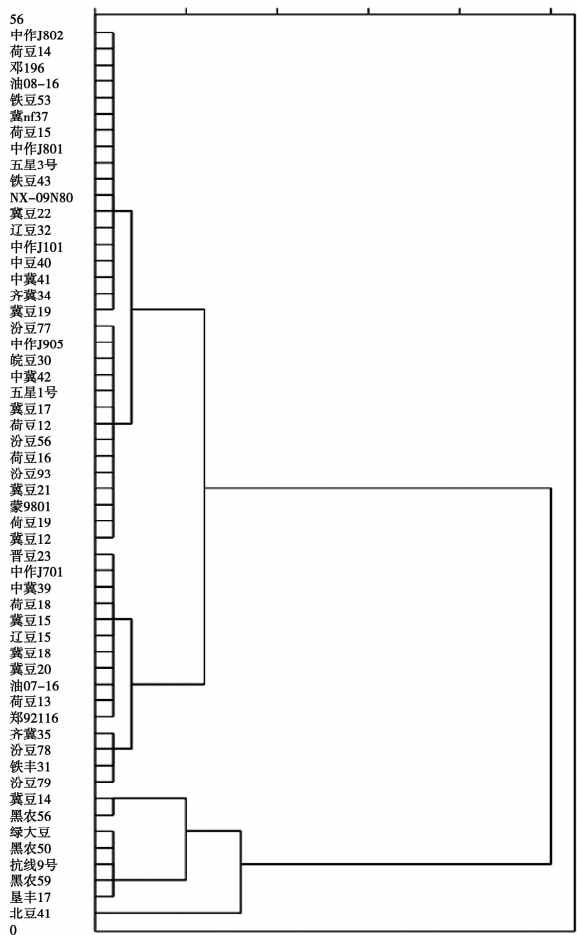


图 2 55 份大豆品种根据综合得分的聚类图  
Fig. 2 Dendrogram of 55 soybean varieties based on the consolidated score

3 讨论

大豆品种具有不同的生态类型,大豆育种就是在一定的生态类型基础上,通过遗传改良,谋求产量的提高、品质的改进与抗性的增强。从表型性状的变异系数来看,除了茎粗、荚粒数、生育期、生殖生长期的变异系数较小外,其余性状都有一定的选择改进余地。文中的 55 份大豆品种具有丰富的形态多样性和遗传多样性,14 个表型性状的遗传多样性指数平均值为 1.984 3,性状间表现出较大的差异,以现有大豆种质资源为基础,可筛选出适合与玉米间作的品种,也可以优异的种质资源为亲本选育适宜带状间作的新品种。在带状间作条件下,单株粒重与茎粗、单株荚数、百粒重等 9 项指标呈现极显著正相关关系,与全生育期以及营养生长期呈正相关,而与荚粒数相关性不显著,与前人<sup>[6, 10-15]</sup>的研究结果类似。因此选育适宜带状间作的大豆品种时应着重考虑茎粗、单株荚数、百粒重这 3 个性状指标,这与套作下选择适宜大豆品种的方式略有不同。

同<sup>[6]</sup>。根据综合得分进行聚类分析发现地理分布对农艺性状影响较大,这与张礼凤等<sup>[16]</sup>、游明安等<sup>[17]</sup>的研究结果一致,但各地区之间的品种聚类结果有交叉现象,这可能与品种之间的亲缘关系相近有关。其中第一类品种的各项指标趋于一致,茎秆粗壮、单株荚数多、荚粒数多、百粒重高、单株粒重高、生育期适中,因此在黄淮海地区带状间作下选择品种时,宜选择该类品种,然后通过肥水控制,促进营养生长,进一步提高单株的茎粗,保证较高的荚数和百粒重,实现大豆产量的提高。

## 参考文献

- [1] 李文静. 大豆进口步入6时代:2013年进口6340万吨创纪录[N]. 每日经济新闻, 2014-01-17. (Li W J. Soybean imports into the six era; in 2013 a record of 63.4 million tons imported [N]. Daily Economic News, 2014-01-17. )
- [2] 杨文钰, 雍太文, 任万军, 等. 发展中国南方套作大豆的背景与对策: 中国作物生理第十次学术研讨会[Z]. 中国河北保定: 2006; 32-36. (Yang W Y, Yong T W, Ren W J, et al. The background and countermeasure of the development of soybean intercropping in south of China [Z]. The Tenth Symposium on Crop Physiology of China, 2006; 32-36. )
- [3] 张兵, 李丹, 张宁. 黄淮海地区大豆主要种植模式及效益分析[J]. 大豆科学, 2011, 30(6): 987-992. (Zhang B, Li D, Zhang N. Soybean planting pattern and benefit analysis in Huanghuaihai [J]. Soybean Science, 2011, 30(6): 987-992. )
- [4] 梁慕勤, 潘世元, 梁镇林. 大豆耐荫性的研究--II. 不同生态区的品种、植株形态和籽粒特性与大豆耐荫性的关系[J]. 贵州农业科学, 1986(3): 5-8. (Liang M Q, Pan S Y, Liang Z L. Shade tolerance research of soybean-II. The relationship between species, plant morphology and grain characteristics and shade tolerance of soybean in different ecological areas [J]. Journal of Guizhou Agricultural Science, 1986(3): 5-8. )
- [5] 陈怀珠, 孙祖东, 杨守臻, 等. 荫蔽对大豆主要性状的影响及大豆耐荫性鉴定方法研究初报[J]. 中国油料作物学报, 2003(4): 80-84. (Chen H Z, Sun Z D, Yang S Z, et al. Preliminary study on the effects of shading major traits of soybean and soybean shade of identification methods [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003(4): 80-84. )
- [6] 张正翼, 龚万灼, 杨文钰, 等. 套作模式下不同大豆品种(系)主要农艺性状与产量的关系[J]. 大豆科学, 2007(5): 680-686. (Zhang Z Y, Gong W Z, Yang W Y, et al. The relationship between different soybean varieties (lines) main agronomic traits and yield under intercropping patterns [J]. Soybean Science, 2007(5): 680-686. )
- [7] 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. Initial screening of introduced soybean in different cropping patterns [J]. Soybean Technology, 2009(6): 21-23. )
- [8] 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(2): 141-146. (Liu W G, Jiang T, She Y H, et al. Preliminary study on physiological response mechanism of soybean stem to shade stress at seedling stage [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2011(2): 141-146. )
- [9] 王成树, 李增智. 分子数据的遗传多样性分析方法(综述)[J]. 安徽农业大学学报, 2002(1): 90-94. (Wang C S, Li Z Z. Analysis of genetic diversity of molecular data (Summary) [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2002(1): 90-94. )
- [10] 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. Huanghuai summer soybean germplasm evaluation of agronomic traits [J]. Soybean Science, 2008, 27(2): 215-220. )
- [11] 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. Soybean main agronomic traits and path analysis [J]. Journal of Guangxi Agricultural Science, 2000(3): 126-128. )
- [12] 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(1): 16-19. (Zhang J X, Hu G H. Correlation analysis of spring soybean main agronomic traits [J]. Journal of Xinjiang Agricultural Science, 2003(3): 126-128. )
- [13] 张为社, 曹耿全, 邓仰勇, 等. 大豆粒茎比和主要农艺性状关系的研究[J]. 安徽农业科学, 2004(3): 417-418. (Zhang W S, Cao G Q, Deng Y Y, et al. Soybean grain stem ratio and main agronomic traits relations [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2004(3): 417-418. )
- [14] 盛德贤, 滕建勋, 牟方贵, 等. 春大豆主要农艺性状方差分析及相关分析的研究[J]. 种子世界, 2006(1): 24-27. (Sheng D X, Teng J X, Mu F G, et al. Spring soybean main agronomic traits analysis of variance and correlation analysis [J]. Seed World, 2006(1): 24-27. )
- [15] 王瑞霞. 大豆主要农艺性状与产量的相关及通径分析[J]. 河北农业科学, 1994(1): 9-11. (Wang R X. Correlation and path analysis of soybean major agronomic characters and yield [J]. Journal of Hebei Agricultural Science, 1994(1): 9-11. )
- [16] 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(4): 450-454. (Zhang L F, Li W, Wang C J, et al. Analysis of Shandong soybean germplasm diversity [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2006(4): 450-454. )
- [17] 游明安, 盖钧镒. 长江下游大豆地方品种的聚类分析[J]. 中国油料, 1994(4): 36-40. (You M A, Gai J Y. Cluster analysis of soybean varieties in lower reaches of Changjiang River [J]. Journal of Chinese Oil, 1994(4): 36-40. )