



黄淮海大豆新品系主要农艺性状的遗传多样性分析

赵晶云,任小俊,任海红,吕新云,刘小荣,马俊奎

(山西农业大学 经济作物研究所,山西 汾阳 032200)

摘要:为了更好地利用大豆种质资源,以黄淮海大豆产区 102 份大豆新品系为材料,对 14 个产量相关的农艺性状进行了遗传多样性分析。结果表明:供试品系的 14 个农艺性状中,四粒荚数变异系数最大,生育期最小,主茎节数的多样性指数最大,单株产量与单株粒数、单株荚数、二粒荚数相关性最大,且均呈极显著正相关($P < 0.01$)。主成分分析结果表明,前 3 个主成分累计贡献率达到 70.108%;聚类分析结果表明,在欧氏距离 6.5 处,可将参试种质材料分为 5 个类群。类群 I 为生育期较短类群,适宜于黄淮海北片种植;类群 II 为百粒重较大的类群;类群 III 为高产类群,可作为高产育种的亲本材料使用;类群 IV 包含材料数量最多,是黄淮海大豆产区普通类型;第 V 类群底荚部位高、植株高大、生物产量高,可作为适于机械收获及牧草大豆品种选育的亲本材料。

关键词:黄淮海地区;大豆;农艺性状;遗传多样性分析

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Genetic Diversity Analysis of Main Agronomic Characters of New Soybean Lines in Huang-Huai-Hai Area

ZHAO Jing-yun, REN Xiao-jun, REN Hai-hong, LYU Xin-yun, LIU Xiao-rong, MA Jun-kui

(Economic Crops Institute, Shanxi Agricultural University, Fenyang 032200, China)

Abstract: In order to make better use of soybean germplasm resources, 102 new soybean lines in Huang-Huai-Hai Area were used as materials to analyze the genetic diversity of fourteen agronomic characters related to yield. The results showed that among the fourteen agronomic characters of the tested lines, the coefficient of variation of four pods was the largest and the growth period was the smallest. The diversity index of the nodes number of main stem was the highest, and the yield per plant had the highest correlation with the seeds number per plant, pods number per plant and pods number of two seeds, and all of them had a very significant positive correlation ($P < 0.01$). The results of principal component analysis showed that the cumulative contribution rate of the first three principal components reached 70.108%. Cluster analysis showed that at Euclidean distance of 6.5, the tested germplasm materials could be divided into five groups. Group I was a group with short growth period, which can be suitable for planting in the northern part of Huang-huai-hai Area. Group II was a group with larger 100-seed weight. Group III was a high-yield group and can be used as parent material for high-yield breeding. Group IV contained the most materials, which was a common type in Huang-Huai-Hai soybean producing areas. Group V had high bottom pod position, tall plants and high biological yield, which can be used as parent materials suitable for mechanical harvesting and forage soybean breeding.

Keywords: Huang-Huai-Hai area; soybean; agronomic traits; genetic diversity analysis

大豆种质资源是培育高产优质大豆新品种的物质基础^[1-4],在大豆育种研究中具有举足轻重的地位^[5]。种质资源的鉴定评价是亲本筛选的前提,是优异品种选育的基础^[6]。黄淮海地区是中国第二大大豆生产基地,在我国大豆生产中占有重要的地位^[7]。黄淮海地区气候条件、地理地域特征、种植制度等情况决定了该地区大豆品种的选育要求在农艺性状等方面与其它地区差别较大。因此,在

黄淮海地区开展大豆种质资源的分析评价工作,对黄淮海大豆优异种质的创造、新品种培育与遗传资源的利用都具有积极意义。已有不少科研工作者对本区域的种质进行过分析、分类和评价^[8-12]。成雪峰^[8]对黄淮海地区大豆品种主要农艺性状进行了演变分析;张礼凤等^[9-10]对山东省 205 份大豆种质资源进行了主成分和聚类分析;郭长霞等^[11]对河南大豆的主要数量性状与产量进行了相关和通径

收稿日期:2021-10-08

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-04-CES15);吕梁市重点研发项目(2020NYGG81);山西省农业科学院农业科技创新研究(YCX2020102)。

第一作者:赵晶云(1976—),女,硕士,副研究员,主要从事大豆育种栽培研究。E-mail:zhaojiyw@126.com。

通讯作者:马俊奎(1969—),男,研究员,主要从事大豆育种栽培研究。E-mail:mjk_18@163.com。

分析;刘萌娟等^[12]利用 RAPD 标记对 75 份陕西大豆种质进行了遗传多样性分析,并通过聚类分析将其分为 3 大类;罗瑞萍等^[13]对 12 个春大豆新品系的性状进行了遗传变异、相关和主成分分析;汪宝卿等^[14]对 87 个夏大豆品种的农艺性状进行了遗传变异、相关及主成分分析;李明松等^[15]进行了春大豆新品系比较试验的遗传多元分析;慈敦伟等^[16]分析了黄淮海大豆农艺性状与产量年份间的差异。但目前对黄淮海大豆产区创新种质的农艺性状的遗传多样性研究则较少。本研究选取黄淮海区域的 102 份大豆新品系,通过对其单株产量及农艺性状的遗传多样性、相关性、主成分及聚类分析,评价各类新品系的特点,以期为黄淮海大豆种质资源研究和利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品系为黄淮海地区近年来选育的 102 份大豆新品系,涵盖黄淮海大豆生产区域 11 个省市(附表 1,见 OSID)。

1.2 方法

试验于 2018—2019 年在山西省农业科学院经济作物研究所试验田进行。试验地区域属暖温带季风气候,干燥少雨,年平均降水量 470 mm 左右,主要集中在 7、8 月份,无霜期 180 d 左右。

本试验采用春播,每品系种植 2 行,行长 4.0 m,行距 0.5 m,密度 12 万株·hm⁻²。成熟后,每品系随机取 10 株考种。生育期间未进行任何灌溉。考种标准参考《大豆种植资源描述规范和数据标准》^[17]。考种项目有株高、主茎节数、有效分枝数、单粒荚数、二粒荚数、三粒荚数、四粒荚数、单株荚数、单株粒数、底荚高度、生物产量(地上部分)、单株籽粒产量、生育期、百粒重。试验数据采用两年的平均值。

1.3 数据分析

采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 分析软件进行数据整理。遗传多样性指数(Shannon-Wiener diversity

index, H') 计算公式为: $H' = -\sum P_i \ln P_i$,式中 P_i 为某性状第 i 个级内材料份数占总份数的百分比^[18-19]。利用 SPSS 19.0 分析软件进行遗传变异、相关性、主成分分析,并进行系统聚类。

2 结果与分析

2.1 农艺性状变异及多样性分析

由表 1 可知,102 份黄淮海大豆新品系的农艺性状存在丰富的变异。其中 14 个农艺性状的变异系数由小到大依次为生育期(7.47%)<主茎节数(13.78%)<百粒重(16.79%)<株高(22.99%)<单株产量(29.78%)<单株荚数(30.29%)<单粒粒数(32.17%)<生物产量(36.35%)<底荚高度(39.54%)<二粒荚数(43.88%)<有效分枝数(51.52%)<三粒荚数(55.13%)<单粒荚数(61.23%)<四粒荚数(274.12%)。四粒荚数变异系数最大,其原因在供试的材料中大部分品系不具有四粒荚,而只有个别品系存在四粒荚的情况,因此导致整体平均值较小而标准差较大,最终导致变异系数偏大。除生育期外,其他性状的变异系数均大于 10%,说明黄淮海地区大豆品种农艺性状遗传变异较为丰富,变异范围广,选择潜力大,通过育种途径整合优良性状从而改良大豆产量及产量相关性性状是可行的。

参试 102 份大豆新品系的 14 个农艺性状的遗传多样性指数从高到低依次为:主茎节数(2.10)>有效分枝数(2.04)=底荚高度(2.04)>单株生物产量(2.03)>株高(2.01)=百粒重(2.01)>三粒荚数(1.98)=生育期(1.98)>单株荚数(1.95)>单粒荚数(1.92)>单株粒数(1.88)>二粒荚数(1.86)>单株产量(1.85)>四粒荚数(0.4)。多样性指数除四粒荚较低,仅为 0.40 外,其他性状范围为 1.85~2.04,表明性状多样性丰富,可以提供多样的性状选择基础,为黄淮海地区大豆优良新品种选育提供丰富资源基础,提高大豆育种组合选配的针对性和育种效率。

表 1 黄淮海地区大豆新品系主要农艺性状的变异系数及遗传多样性

Table 1 The variation coefficient and genetic diversity of main agronomic characters of new soybean lines in Huang-Huai-Hai area

性状 Character	极小值 Min	极大值 Max	极差 Range	均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV/%	H'
株高 Plant height/cm	32.00	98.40	66.40	57.67	13.26	22.99	2.01
底荚高度 Bottom pod height/cm	4.80	27.20	22.40	13.20	5.22	39.54	2.04
有效分枝数 Effective branches number	0	3.80	3.80	1.84	0.95	51.52	2.04
主茎节数 Nodes number of main stem	10.60	21.40	10.80	15.89	2.19	13.78	2.10
单粒荚数 Pods number of one seed	1.00	18.00	17.00	6.35	3.89	61.23	1.92
二粒荚数 Pods number of two seeds	3.60	42.20	38.60	13.63	5.98	43.88	1.86
三粒荚数 Pods number of three seeds	0.80	18.90	18.10	7.33	4.04	55.13	1.98
四粒荚数 Pods number of four seeds	0	1.20	1.20	0.09	0.25	274.12	0.40
单株荚数 Pods number per plant	13.20	65.20	52.00	27.40	8.30	30.29	1.95
单株粒数 Seeds number per plant	20.80	137.60	116.80	55.95	18.00	32.17	1.88
单株地上部分生物产量 Aboveground biological yield per plant	7.00	59.20	52.20	26.57	9.66	36.35	2.03
生育期 Days to maturity/d	107.00	146.00	39.00	131.25	9.80	7.47	1.98
百粒重 100-seed weight/g	12.60	27.90	15.30	19.29	3.24	16.79	2.01
单株产量 Yield per plant/g	4.60	23.50	18.90	10.07	3.00	29.78	1.85

2.2 农艺性状间的相关性分析

如表 2 所示,供试新品系的大部分农艺性状间都存在显著 ($P<0.05$) 或极显著 ($P<0.01$) 的相关性。单株产量与单株粒数、单株荚数、二粒荚数、单株生物产量、有效分枝数、三粒荚数、主茎节数呈极显著正相关;与单株粒数相关性最高的是单株荚数,与单株荚数相关性最高的是二粒荚数。生物产量与株高、二粒荚数、单株荚数呈极显著正相关,与有效分枝数和单株粒数呈显著正相关。以上情况说明,黄淮海区域大豆种质籽粒产量的提高与单株荚数、单株粒数、二粒荚数的增加有极大的关系。因此,在选育高产品种时,应重视单株荚数特别是二粒荚数,同时也要兼顾生物产量、株高、主茎节数、生育期等性状间的互作效应。只有相互制约的性状间达到一定平衡,产量才能达到最大。

2.3 农艺性状的主成分分析

对 102 份黄淮海大豆新品系的 14 个农艺性状数据进行主成分分析,按照特征值大于 1 的原则,提取了 3 个主成分,方差贡献率合计达 70.108%,涵盖了 14 个农艺性状的大部分信息。表 3 列出了各

主成分特征向量及各主成分贡献率。

第一主成分的特征根是 4.73,贡献率为 33.785%。特征向量中,载荷较高的性状前几名依次是单株荚数(0.885)、二粒荚数(0.834)、单株产量(0.766)、单株粒数(0.759),生物产量(0.666),这几个指标均为产量相关性状。表明第一主成分主要反映的是黄淮海大豆种质的产量特征,这些性状主要与产量相关,所以第一主成分反映的是黄淮海大豆种质的产量信息,称为产量因子。第二主成分特征值为 3.435,贡献率为 24.538%。特征向量中,生育期载荷最高(0.757),所以第二主成分主要反映的是大豆种质生育期特性,称为生育期因子。载荷为负值但绝对值较高的为三粒荚数(−0.744),即随着生育期的增加,黄淮海大豆种质的三粒荚数会相对的减少。这和生育期与三粒荚数成显著负相关相呼应。第三主成分的特征值为 1.65,贡献率 11.784%。特征向量绝对值较高的是单粒荚数(−0.635)、四粒荚数(0.587)、三粒荚数(0.558),所以第三主成分主要反映的是黄淮海大豆种质的结荚特性,可称之为结荚因子。

表 2 黄淮海地区大豆新品系的农艺性状相关性分析

Table 2 Correlation analysis of agronomic characters of new soybean lines in Huang-Huai-Hai area

性状 Character	株高 Plant height	底荚高度 Bottom pod height	有效分枝数 Effective branches number	主茎节数 Nodes number of main stem	单粒荚数 Pods number of one seed	二粒荚数 Pods number of two seeds	三粒荚数 Pods number of three seeds	四粒荚数 Pods number of four seeds	单株荚数 Pods number per plant	单株粒数 Seeds number per plant	单株地上部分生物产量 Aboveground biological yield per plant		生育期 Days to maturity	百粒重 100-seed weight
											Aboveground	biological yield per plant		
底荚高度 Bottom pod height	0.543 **													
有效分枝数 Effective branches number	0.206 *	-0.335 **												
主茎节数 Nodes number of main stem	0.673 **	0.386 **	0.254 **											
单粒荚数 Pods number of one seed	0.163	0.087	0.260 **	0.340 **										
二粒荚数 Pods number of two seeds	0.300 **	-0.080	0.549 **	0.297 **	0.265 **									
三粒荚数 Pods number of three seeds	0.026	-0.293 **	0.130	-0.070	-0.606 **	0.189								
四粒荚数 Pods number of four seeds	-0.019	0.104	-0.153	0.026	-0.248 *	-0.245 *	0.161							
单株荚数 Pods number per plant	0.305 **	-0.157	0.576 **	0.341 **	0.357 **	0.930 **	0.344 **	-0.184						
单株粒数 Seeds number per plant	0.251 *	-0.227 *	0.499 **	0.226 *	-0.029	0.834 **	0.677 **	-0.052	0.916 **					
单株地上部分生物产量 Aboveground biological yield per plant	0.465 **	0.334 **	0.231 *	0.545 **	0.486 **	0.334 **	-0.168	0.002	0.387 **	0.214 *				
生育期 Days to maturity	0.575 **	0.549 **	0.212 *	0.619 **	0.425 **	0.173	-0.452 **	-0.082	0.102	-0.102	0.540 **			
百粒重 100-seed weight	0.352 **	0.296 **	0.060	0.206 *	0.162	-0.048	-0.274 **	-0.028	-0.093	-0.183	0.333 **	0.481 **		
单株产量 Yield per plant	0.217 *	-0.125	0.440 **	0.278 **	0.144	0.617 **	0.440 **	-0.040	0.725 **	0.735 **	0.542 **	0.071	0.178	

注: * 代表在 $P < 0.05$ 水平上显著相关; ** 代表在 $P < 0.01$ 水平上显著相关。
Note: * represents significant correlation at $P < 0.05$; ** represents significant correlation at $P < 0.01$.

表3 黄淮海大豆新品系农艺性状主成分分析
特征向量值及贡献率

Table 3 The characteristic vector value and contribution rate
of principal component analysis of agronomic characters
of new soybean lines in Huang-Huai-Hai area

性状 Character	特征向量 Characteristic vector value		
	1	2	3
株高 Plant height	0.591	0.451	0.413
底荚高度 Bottom pod height	0.101	0.708	0.432
有效分枝数 Effective branches number	0.631	-0.220	-0.295
主茎节数 Nodes number of main stem	0.629	0.450	0.237
单粒荚数 Pods number of one seed	0.426	0.436	-0.635
二粒荚数 Pods number of two seeds	0.834	-0.297	-0.160
三粒荚数 Pods number of three seeds	0.182	-0.744	0.558
四粒荚数 Pods number of four seeds	-0.171	-0.004	0.587
单株荚数 Pods number per plant	0.885	-0.372	-0.123
单株粒数 Seeds number per plant	0.759	-0.604	0.165
单株地上部分生物产量 Aboveground biological yield per plant	0.666	0.423	0.040
生育期 Days to maturity	0.455	0.757	0.007
百粒重 100-seed weight	0.200	0.547	0.090
单株产量 Yield per plant	0.766	-0.305	0.114
特征值 Numerical value	4.730	3.435	1.650
贡献率 Contribution rate/%	33.785	24.538	11.784
累计贡献率 Total account/%	33.785	58.323	70.108

2.4 农艺性状的聚类分析

对 102 份黄淮海大豆新品系的 14 个性状数据以平方 Euclidean 距离为度量区间,以 ward 离差平方和法进行了系统聚类,结果图 1 所示。在欧氏距离 $D = 6.5$ 时将所有材料分为 5 个类群,不同类群种质的农艺性状的平均值详见表 4。

第Ⅰ类群包括 34 份品系,包括科豆 10 号、晋遗 55、键达 1 号等材料,以北方早熟品系为主。该类群材料的生育期较短,三粒荚数较多,但产量低,平均株高为 47.39 cm,主茎节数为 14.22 节,单株荚数为 21.70 个,单株产量为 8.67 g,生育期为 121.62 d。该类群适合黄淮海北片区种植。

第Ⅱ类群包括 18 份品系,该类群材料的生育期最长(140.94 d)、百粒重最大(22.19 g),单株产量最低(8.41 g),生物产量较大,株高、底荚高度、主茎节数均较高,平均单株荚数为 21.41 个,二粒荚数为 10.24 个,单株粒数为 37.86 粒,单株产量为 8.41 g。该类群以黄淮海南部方材料为主。

第Ⅲ类群包括 6 份品系,有中作 X96058、安豆 1498、石 12937、中作 J13122、品 8、泛 10C8。该类群材料的单株产量最高,二粒荚数、三粒荚数、单株荚数、单株粒数也最多,该类群可作为优质高产种质。

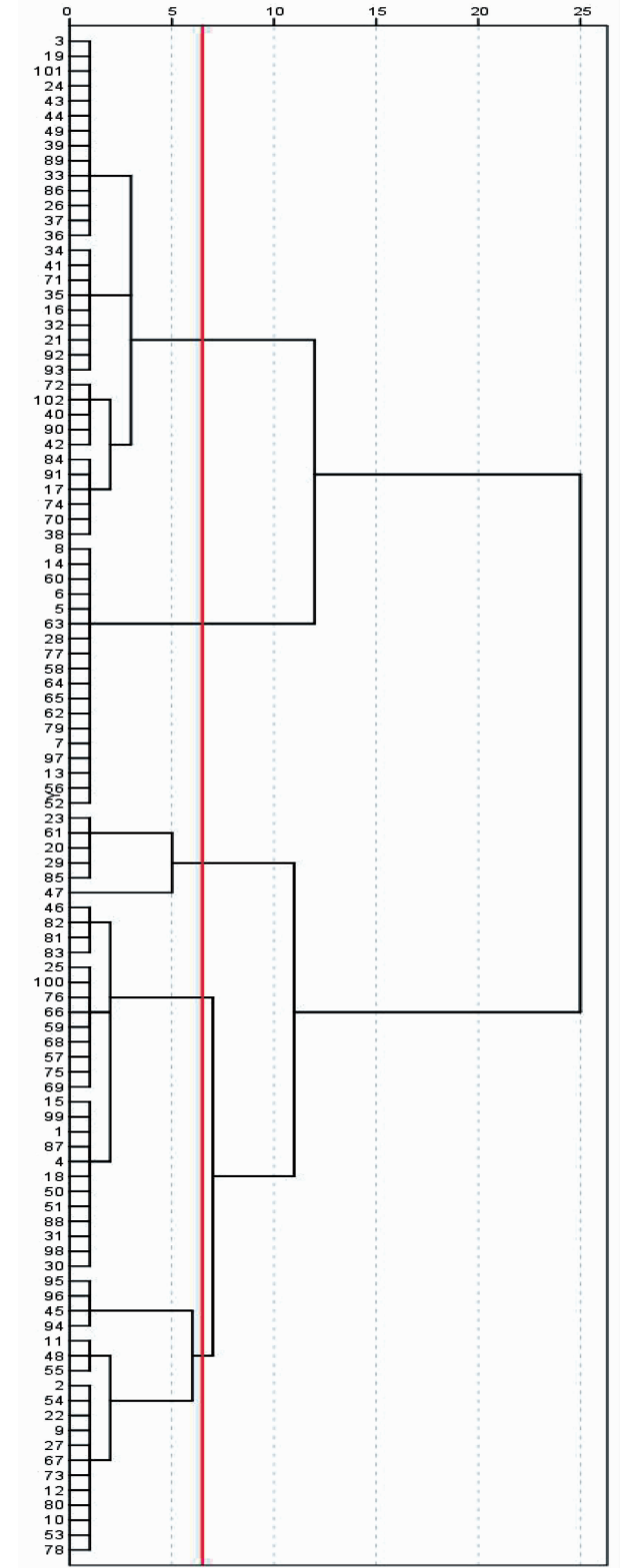


图1 黄淮海大豆种质资源聚类分析树状图
Fig.1 The tree diagram of cluster analysis of soybean
germplasm resources in Huang-Huai-Hai area

第Ⅳ类群包括 25 份品系,有洛豆 1 号、徐豆 0117-21、周 10074-10-1 等。该类群材料均表现为表型中等,平均株高为 54.54 cm、底荚高度 10.99 cm、主茎节数为 15.98 节,单株荚数为 33.13 个,单株粒数为 63.77 粒、单株产量 10.52 g。

表 4 黄淮海大豆新品系系统聚类各类群农艺性状平均值

Table 4 The average agronomic characters of different groups of soybean new lines in Huang-Huai-Hai area

性状 Character	类群 Group				
	I(34)	II(18)	III(6)	IV(25)	V(19)
株高 Plant height/cm	47.39	62.14	57.10	54.54	76.11
底荚高度 Bottom pod height/cm	11.34	16.43	8.50	10.99	17.87
有效分枝数 Effective branches number	1.24	1.61	2.93	2.36	2.12
主茎节数 Nodes number of main stem	14.22	17.01	16.30	15.98	17.59
单粒荚数 Pods number of one seed	3.69	8.09	6.10	8.88	6.23
二粒荚数 Pods number of two seeds	9.42	10.24	24.70	17.83	15.35
三粒荚数 Pods number of three seeds	8.42	3.03	14.83	6.40	8.28
四粒荚数 Pods number of four seeds	0.17	0.04	0.03	0.02	0.11
单株荚数 Pods number per plant	21.70	21.41	45.67	33.13	29.97
单株粒数 Seeds number per plant	48.48	37.86	100.13	63.77	62.20
单株地上部分生物产量 Aboveground biological yield of per plant	18.81	29.38	32.70	29.04	32.63
生育期 Days to maturity/d	121.62	140.94	125.50	133.40	138.32
百粒重 100-seed weight/g	17.60	22.19	18.13	18.74	20.69
单株产量 Yield per plant/g	8.67	8.41	17.88	10.52	11.12

3 讨论

种质资源的创造与利用对我国的育种事业有着极大的推动作用,对这些种质材料重要育种目标性状的深入分析和评价,将为亲本选配及育种研究提供重要参考^[20]。农艺性状的变异系数反映的是某性状变量的离散程度。农艺性状的变异系数大于 10%,说明该性状在种质个体间差距较大^[21]。本研究中 102 份新品系的变异系数为 7.47% ~ 274.12%,四粒荚数变异系数最大(应该剔除,因大部分材料无四粒荚),其次是单粒荚数、三粒荚数、有效分枝数等,生育期变异系数最小,这与罗瑞萍等^[13-16]的研究结果相似;生育期的变异系数低于 10%,表现比较稳定,进行遗传改良的可能性不大;其他性状的变异系数均高于 10%,遗传变异丰富,进行遗传改良的潜力较大。

遗传多样性指数是评价不同种质间性状变异的一个综合指标,其值越高说明性状越丰富,越均匀^[22-23],14 个农艺性状的遗传多样性分析表明,除四粒荚数外,各性状的遗传多样性普遍较高,主茎节数的遗传多样性指数最大。原因是大部分新品系无四粒荚数,导致此性状的遗传多样性指数很小。

大豆农艺性状的相关性在不同研究中得出的结

第Ⅴ类群包括 19 份品系,有汾豆 92、汾豆 93、商豆 157、泛 10C8 等。该类群材料均表现为植株庞大,株高、生物产量较高,平均株高为 76.11 cm、底荚高度 17.87 cm、主茎节数为 17.59 节,单株荚数为 29.97 个,生物产量 32.63 g。该类群材料适于机械收获。

论不尽相同。本研究与前人的研究结果也有存在差异^[13-16],可能由于种植地区的气候环境差异等因素造成。作物的表型性状同时受基因及环境的影响,相同的种质在不同地区种植,其农艺性状的相关性也不尽相同^[24]。黄淮海大豆种质各农艺性状指标之间都存在着一定的相关性,各性状提供的信息发生重叠,各单项指标对大豆产量所产生的影响不尽相同,因此单纯利用这些指标不能准确评价大豆的综合性状。在大豆育种实践中,应根据育种目标注意协调各产量相关性性状之间的关系,使矛盾降低到最小,提高育种效率。本研究认为若以产量作为育种目标,则应该选择植株较大、单株荚数多、特别是二粒荚数较多的材料作为选配亲本。

本研究通过主成分分析将 14 个农艺性状指标简化为 3 个主要因子,这 3 个主成分的累计贡献率达 70.108%。第一主成分为产量因子,反映各产量性状对大豆单株产量的直接影响。这与单株产量与这些性状指标的相关分析结果相呼应。第二主成分生育期特征向量值为正值绝对值最高,而三粒荚数的特征向量值为负,其绝对值为次高,即生育期较长的材料,三粒荚数会相对少一些,这和生育期与三粒荚数成显著负相关相呼应。第三主成分为结荚因子,反映各性

状对大豆结荚量及结荚粒数的影响。本研究中主成分分析与相关分析结果相一致,说明本研究的结果是可靠的。

通过聚类分析可以将不同性状类型的大豆材料进行分类。本研究对 102 份大豆种质资源的 14 个数量性状进行聚类分析,在欧式遗传距离为 6.5 时将参试资源分为 5 类。第Ⅰ类群的 34 份品系生育期较短,三粒荚数较多,适宜于黄淮海北部种植,可作为黄淮海北部大豆育种材料的储备。第Ⅱ类群包括 18 份品系,属于较大粒类型,可作为优异大豆育种材料;第Ⅲ类群的 6 份材料,单产最高,其生物产量也较大,增产潜力较大,还可作为绿肥养地材料种植,是优异的高产大豆及饲用、绿肥大豆资源;第Ⅳ类群包括 25 份品系,该类群材料各性状均表现中等水平,是黄淮海大豆产区的主要种质类型。第Ⅴ类群包括 19 份新品系,该类群材料均表现植株高大、生物产量较高,可作为适于机械收获新品种选育的亲本材料,也可作为麦后绿肥养地资源。聚类分析现已被广泛地用于作物种质资源分类与遗传多样性研究,为选配杂交亲本提供一定的理论依据,但应当注意的是,田间试验数据受环境条件影响较大,因此,各种聚类结果也不尽相同。本研究为春播试验,试验地为西北干旱气候,试验数据与材料来源地的数据有明显差异,获得的结果与前人的研究也存在差异。

种质资源是新品种选育的基础,对种质的收集、研究和评价有助于育种家的定向选择,非常必要。本研究对黄淮海大豆产区的 102 份大豆新品系进行农艺性状遗传多样性分析、相关分析、主成分分析和聚类分析,结果表明黄淮海大豆新品系各性状变异幅度大,遗传多样性丰富,影响大豆单株产量的表型性状主要是单株荚数、单株粒数、二粒荚数,宜选含二粒荚较多的材料作为优选亲本用于育种。本研究的分析是基于表型数据,由于表型性状容易受环境因素的影响,所以分析结果与前人研究不尽相同。只有在严格控制环境因素的基础上,结合表型数据与遗传分子标记数据进行种质资源评价,才能得到较为准确的结果^[18]。

4 结论

本研究为探究黄淮海大豆种质资源遗传多样性、提高黄淮海大豆育种组合选配的针对性和育种效率,对黄淮海大豆产区不同生态区的 102 份大豆种质资源的 14 个农艺性状进行了多样性分析。14 个农艺性状变异系数为 7.47% ~ 274.12%,多样性指数除四粒荚(0.40)外为 1.85 ~ 2.04,多样性丰富。根据主成分分析和综合评价得出 3 个主成分因子,前 3 个主成分

累计贡献率达到 70.108%。通过聚类分析,在欧氏距离 6.5 处,将参试大豆种质材料分为 5 个类群。类群Ⅰ为生育期较短类群,可适宜于黄淮海北部区域种植;类群Ⅱ为百粒重较大的类群;类群Ⅲ为高产类群,可作为高产育种的亲本材料;类群Ⅳ包含材料最多,是黄淮海大豆产区普通类型;类群Ⅴ底荚部位高、植株高大、生物产量高,可作为机械收获品种及牧草大豆育种的亲本材料。

参考文献

[1] 王述民,李立会,黎裕,等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(I)[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 1-12. (WANG S M, LI L H, LI Y, et al. Status of plant genetic resources for food and agricultural in China(I)[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(1): 1-12.)

[2] 王述民,李立会,黎裕,等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(II)[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(2): 167-177. (WANG S M, LI L H, LI Y, et al. Status of plant genetic resources for food and agricultural in China(II)[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(2): 167-177.)

[3] 方嘉禾. 中国生物种质资源保护现状与行动建议[J]. 中国农业科技导报, 2001(1): 77-80. (FANG J H. Status and acting proposals concerning the conservation of Chinese bio-diversity resources[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2001(1): 77-80.)

[4] 曲吉. 西藏农作物种质资源保存现状及行动建议[J]. 西藏农业科技, 2016, 38(3): 42-43. (QU J. The current situation of crop germplasm resources preservation in Tibet and proposals for action [J]. Tibet Journal of Agricultural Sciences, 2016, 38(3): 42-43.)

[5] 杜雄明,孙君灵,周忠丽,等. 棉花资源收集、保存、评价与利用现状及未来[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 163-168. (DU X M, SUN J L, ZHOU Z L, et al. Current situation and the future in collection, preservation, evaluation and utilization of cotton germplasm in China [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2012, 13(2): 163-168.)

[6] 孙星邈,邱红梅,马晓萍,等. 东北三省大豆种质品质性状鉴别与综合分析[J]. 大豆科学, 2017, 36(6): 872-878. (SUN X M, QIU H M, MA X P, et al. Quality traits identification and integrated analysis of Heilongjiang, Jilin and Liaoning soybeans [J]. Soybean Science, 2017, 36(6): 872-878.)

[7] 张孟臣,张磊,刘学义,等. 黄淮海大豆改良种质[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006. (ZHANG M C, ZHANG L, LIU X Y, et al. Improved soybean germplasm in Huang Huai Hai [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2014.)

[8] 成雪峰. 黄淮海地区大豆品种主要农艺性状演变分析[J]. 大豆科学, 2011, 30(4): 585-588, 595. (CHENG X F. Evolution of soybean major agronomy characters in Huang-Huai-Hai region [J]. Soybean Science, 2011, 30(4): 585-588, 595.)

[9] 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. (ZHANG L F, LI W, WANG C J, et al. Morphological diversity of soybean germplasm resources in Shandong [J]. Journal of Plant Genetic

Resources, 2006, 7(4): 450-454.)

[10] 张礼凤, 李伟, 徐冉, 等. 山东大豆品种资源农艺性状及品质概况分析[J]. 华北农学报, 2006, 21(增刊): 133-136. (ZHANG L F, LI W, XU R, et al. Analysis of agronomic characters and quality of soybean germplasm resources in Shandong Province[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2006, 21(S2): 133-136.)

[11] 郭长霞, 李俊献, 李建华, 等. 河南大豆主要数量性状与产量的相关和通径分析[J]. 大豆科技, 2013(1): 26-29. (GOU C X, LI J X, LI J H, et al. Correlation and path analysis of main quantitative characters and yield of soybean in Henan Province [J]. Soybean Science and Technology, 2013(1): 26-29.)

[12] 刘萌娟, 李鸣雷, 赵惠贤, 等. 陕西大豆资源遗传多样性及变异特点研究[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(3): 326-334. (LIU M J, LI M L, ZHAO H X, et al. Genetic diversity and variation trait of Shaanxi soybean landraces [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2010, 11(3): 326-334.)

[13] 罗瑞萍, 赵志刚, 姬月梅, 等. 大豆产量及其相关数量性状关系的分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(17): 8910-8912. (LOU R P, ZHAO Z G, JI Y M, Research on the relationship between soybean yield and its related quantitative character [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(17): 8910-8912.)

[14] 汪宝卿, 张礼凤, 戴海英, 等. 黄淮海地区夏大豆农艺性状的遗传变异、相关及主成分分析[J]. 大豆科学, 2012, 31(2): 208-212. (WANG B Q, ZHANG L F, DAI H Y, et al. Genetic variation, correlation and principal component analysis on agronomic traits of summer sowing soybean in Huanghuai region [J]. Soybean Science, 2012, 31(2): 208-212.)

[15] 李明松, 吕美琴, 林荣辉. 春大豆新品种系比较试验的遗传多元分析[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(11): 141-142, 170. (LI M S, LYU M Q, LIN R H. Genetic multivariate analysis of comparative test of new spring soybean varieties [J]. Anhui Agronomy Bulletin, 2009, 15(11): 141-142, 170.)

[16] 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, 12(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, 12(6): 872-880.)

[17] 邱丽娟, 常汝镇. 大豆种植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. Description specification and data standard of soybean resources [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2006.)

[18] 吕伟, 韩俊梅, 文飞, 等. 不同来源芝麻种质资源的表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2020, 21(1): 234-242, 251. (LYU W, HAN J M, WEN F, et al. Phenotypic diversity analysis of sesame germplasm resources [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(1): 234-242, 251.)

[19] 胡建斌, 马双武, 简在海, 等. 中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 612-619. (HU J B, MA S W, JIANG Z H, et al. Genetic diversity of morphological characters of muskmelon germplasm resources in China [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2013, 14(4): 612-619.)

[20] 欧巧明, 叶春雷, 李进京, 等. 油用亚麻品种资源主要性状的鉴定与评价[J]. 中国油料作物学报, 2017, 39(5): 623-633. (OU Q M, YE C M, LI J J, et al. Identification and evaluation of main breeding characteristics of oil flax resources [J]. Chinese Journal of Oil Crop, 2017, 39(5): 623-633.)

[21] 吕伟, 韩俊梅, 任果香, 等. 山西芝麻种质资源遗传多样性分析[J]. 作物杂志, 2019(5): 57-63. (LYU W, HAN J M, REN G X, et al. Genetic diversity analysis of sesame germplasm resources in Shanxi [J]. Crops, 2019(5): 57-63.)

[22] 李艳伟, 施俊生, 汪宝根, 等. 浙江地方瓠瓜种质资源的表型鉴定与遗传多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2020, 21(5): 1135-1147. (LI Y W, SHI J S, WANG B G, et al. Phenotypic identification and genetic diversity analysis of local germplasm resources of bottle gourd in Zhejiang Province [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(5): 1135-1147.)

[23] 叶新如, 朱海生, 温庆放, 等. 丝瓜种质资源主成分与聚类分析[J]. 福建农业学报, 2017, 32(7): 703-709. (YE X R, ZHU H S, WEN Q F, et al. Principal components and cluster analyses on luffa germplasms [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2017, 32(7): 703-709.)

[24] 秦君, 杨春燕, 谷峰, 等. 黄淮海地区大豆产量及其稳定性评价[J]. 中国农业科学, 2013, 46(3): 451-462. (QIN J, YANG C Y, GU F, et al. Evaluation of productivity and stability of soybean cultivars in China's Huang-Huai-Hai region [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2013, 46(3): 451-462.)