



刘冰, 周长军, 顾鑫, 等. 黑龙江省西部地区大豆种质资源聚类分析及综合评价[J]. 黑龙江农业科学, 2022(5): 7-12.

黑龙江省西部地区大豆种质资源聚类分析及综合评价

刘冰, 周长军, 顾鑫, 吴耀坤, 于吉东, 田中艳, 李建英, 马兰

(黑龙江省农业科学院 大庆分院/国家大豆产业技术体系大庆综合试验站, 黑龙江 大庆 163316)

摘要:为充分挖掘和利用大豆优势种质资源,本研究对 60 份大豆种质资源的 13 个表型性状进行相关性、主成分、聚类分析,建立大豆种质资源评价模型,并综合评价 60 份品种资源在黑龙江省西部地区的适应性。结果表明:通过相关性、主成分分析,剔除了与其他指标相关关系不大的叶形和花色,其余 11 个指标浓缩为 4 个主因子,分别为产量因子、品质因子、高度因子和倒伏因子,并提供了原性状 80.92% 的信息量;聚类分析将 60 份大豆种质资源分为 4 大类群,其中第Ⅲ、第Ⅳ类在黑龙江省西部地区综合表现较好;综合排序结果显示合农 144、绥农 69、合农 65 这 3 个品种表现最好,建议加强推广利用。

关键词:种质资源;相关性;主成分;聚类分析;综合评价

大豆是重要的粮、油、饲兼用作物^[1],在农业生产中占有举足轻重的地位。我国具有丰富的大豆种质资源,但现有品种遗传基础狭窄,遗传背景相似度较高,已经成为限制大豆育种工作的瓶颈问题^[2-4]。种质资源是育种工作的基础,育种工作的进展和突破主要依赖于关键性种质资源的发现和利用^[5]。通过对大豆种质资源进行遗传分析,明确种质资源的特征特性^[6],针对育种目标选择优良亲本,有利于加速育种进程,提高资源利用率,推动大豆产业良性发展。

针对不同生态条件下的大豆资源差异性,前人进行了较多研究。赵团结等^[7]研究认为,不同种质农艺性状的差异性研究种质资源最简单直观的方法,能全面反映种质间的差异性。邱丽娟等^[8]认为表型各异的品种含有丰富的基因资源,种质资源的鉴定和研究是优异基因资源利用的基础。优良亲本的挖掘和创制是大豆育种工作的基础,李春红等^[9]对不同基因型大豆品种的耐荫性进行了主成分分析、隶属函数分析和逐步回归分析,鉴定了大豆耐荫性指标及评价机制。

黑龙江省西部是传统的旱作作物种植区,近年来,随着种植结构调整和轮作补贴的实施,大豆种植面积有增加的趋势,开发前景和市场潜力较大。但目前黑龙江省西部大豆优良品种匮乏,对现有资源了解不足,资源利用率低,育种进程缓慢,限制了大豆种质优势性状的挖掘利用。本研究针对这一问题,以黑龙江省农业科学院大庆分院现有的 60 份种质资源为研究对象,考察各资源的表型性状,进行表型性状相关性分析、主成分分析、聚类分析,并建立种质资源评价模型,以期明确资源间遗传背景差异,综合评价种质资源利用价值。研究结果对于提高种质资源利用率,有效避免组合配制和选育过程中的盲目性,为育种工作提供理论支撑和资源储备具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2020 年进行,试验材料为 60 份大豆品种(系),均由黑龙江省农业科学院大庆分院提供,详见表 1。

1.2 方法

1.2.1 试验地概况 试验地点设置在黑龙江省农业科学院大庆分院红旗泡封闭育种基地,试验地属中等肥力地块,地势平整,排灌方便。

1.2.2 试验设计 试验采取随机区组设计,3 次重复,4 行区,行长 4 m,其他管理方式同大田常规管理。

收稿日期:2022-01-03

基金项目:现代农业大豆产业技术体系大庆综合试验站项目(CARS-004-CES07);黑龙江省百千万工程科技重大专项(2019ZX16B01);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX01)。

第一作者:刘冰(1983—),男,硕士,助理研究员,从事大豆育种工作。E-mail:luibing528@163.com。

1.2.3 测定项目及方法 主要农艺性状的测定采用田间调查和室内考种调查相结合的方式。田间调查指标有叶形、花色、倒伏、分枝和结荚习性，并参照《大豆种质资源描述规范和数据标准》对叶形、花色和结荚习性进行分级赋值，具体赋值方法详见表 2；每小区剔除边际效应，选取小区中间具有代表性植株 10 株进行室内考种，室内考种指标

表 1 供试大豆品种(系)资源

序号	品种(系)	序号	品种(系)	序号	品种(系)	序号	品种(系)	序号	品种(系)
1	绥农 69	13	鉴豆 34	25	克 17-1665	37	克豆 45	49	克豆 52
2	克豆 51	14	东生 2688	26	克 C14-102	38	黑河 45	50	来豆 6 号
3	汇农 5 号	15	绥农 94	27	克 45	39	星农 20	51	佳豆 33
4	东生 16	16	龙垦 316	28	克交 11-16	40	嫩奥 11	52	龙垦 3302
5	华疆 38	17	绥无腥味 3 号	29	黑河 18	41	黑河 38	53	黑农 76
6	车盛 3 号	18	圣豆 41	30	绥农 47	42	龙垦 3315	54	蒙科豆 9 号
7	绥农 71	19	东升 7 号	31	峰豆 1 号	43	黑河 43	55	九研 17
8	合丰 50	20	克 16-1241	32	海 6432	44	黑河 48	56	金源 73
9	克交 12-14	21	克 13-986	33	克 53	45	克豆 59	57	合农 149
10	克山 1 号	22	合农 85	34	沃 14	46	蒙豆 19	58	昊疆 20
11	绥 09-5577	23	黑科 80	35	龙垦 3425	47	龙垦 3319	59	合农 144
12	克 09-95	24	华疆 2 号	36	北豆 40	48	蒙豆 329	60	合农 65

表 2 主要调查指标及赋值

结荚习性	赋值	叶形	赋值	花色	赋值
无限型	1	尖叶(L)	1	白花(W)	1
亚有限型	2	圆叶(R)	2	紫花(P)	2

表 3 主要调查指标及编号

编号	调查指标	编号	调查指标
x1	株高	x8	粗脂肪
x2	节数	x9	百粒重
x3	荚数	x10	产量
x4	倒伏	x11	结荚习性
x5	单株粒数	x12	叶形
x6	分枝	x13	花色
x7	粗蛋白		

2 结果与分析

2.1 不同指标间的相关性分析

由表 4 可知，不同大豆品种不同指标间差异性较大，其中 x1 与 x2 极显著正相关，与 x8、x9 显著正相关，与 x11 极显著负相关；x2 与 x9 极显著

有株高、节数、单株荚数、单株粒数、结荚习性、百粒重，根据小区实收测产，按照小区面积折合成单位面积产量(表 3)。

品质分析采用 DA-7200 近红外谷物分析仪进行粗蛋白和粗脂肪的测定。

1.2.4 数据分析 采用 Excel 2003 进行数据处理，使用 SPSS 19.0 进行相关性分析、主成分分析、聚类分析和因子综合评价^[10]。

正相关；x3 与 x5、x6、x7、x10、x11 极显著正相关；x4 与 x11 显著正相关；x5 与 x6、x7、x10、x11 极显著正相关；x6 与 x10 显著正相关；x7 与 x9、x10、x11 极显著正相关，与 x8 极显著负相关；x8 与 x9、x11 显著负相关；x9 与 x10 极显著正相关；x10 与 x11 显著正相关，其它指标间相关性不大，未达到显著水平。

2.2 不同指标间的主成分分析

通过不同指标间相关性分析结果可知，x12 和 x13 与其他指标间相关性不大，未达到显著水平，因此在主成分分析中将 x12 和 x13 两指标剔除。

从表 5 可知，所有主成分因子中，信息主要集中在前 4 个主成分中，得到 4 个特征值大于 1 的主成分，并且累积贡献率超过 80%，因此选取前 4 个主成分因子进行分析。为了更清晰地了解公共因子的结构，对公共因子进行正交旋转，得到旋转因子载荷矩阵。

表 4 大豆品种(系)指标间相关关系

项目	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12
x2	0.638**	1										
x3	-0.029	0.162	1									
x4	0.067	-0.061	0.133	1								
x5	0.048	0.092	0.914**	0.111	1							
x6	-0.077	0.144	0.424**	-0.154	0.335**	1						
x7	-0.130	0.006	0.418**	0.122	0.432**	-0.111	1					
x8	0.323*	0.170	-0.116	-0.055	-0.113	0.198	-0.776**	1				
x9	0.275*	0.333**	0.181	0.180	0.150	-0.069	0.545**	-0.321*	1			
x10	0.143	0.187	0.859**	0.171	0.937**	0.263*	0.566**	-0.218	0.468**	1		
x11	-0.345**	-0.231	0.392**	0.269*	0.417**	0	0.340**	-0.288*	-0.100	0.326*	1	
x12	0.175	0.032	0.077	-0.046	0.108	-0.115	0.217	-0.209	0.074	0.122	0.038	1
x13	0.108	-0.099	-0.071	0.038	0.029	-0.219	0.134	-0.111	0.091	0.041	0.060	-0.089

注:**表示在 0.01 水平(双侧)上极显著相关;*表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

表 5 主成分因子的方差贡献率

项目	特征值	方差贡献率/%	累积贡献率/%
提取平方和载入	3.770	34.274	34.274
	2.195	19.957	54.231
	1.806	16.421	70.652
	1.130	10.268	80.920
旋转平方和载入	3.244	29.490	29.490
	2.276	20.693	50.183
	2.116	19.233	69.416
	1.266	11.505	80.920

从表 6 可知,x10、x5、x3 和 x6 在第一主成分中有较高的载荷,这说明第一主成分主要反映了这 4 个指标的性状信息,可称为产量因子;x7、x8 和 x9 在第二主成分中有较高的载荷,第二主成分可称之为品质因子;x1、x2 和 x11 在第三主成分中有较高的载荷,第三主成分可称之为高度因子;x4 在第四主成分中有较高的载荷,第四主成分可称之为倒伏因子。

2.3 大豆品种(系)生态指标的聚类分析

采用 Ward 法对 60 份大豆品种(系)的 11 个农艺性状指标进行聚类分析,具体结果详见图 1,以遗传距离 2.5 为分界线可将 60 份大豆品种(系)分为 4 大类群。

第Ⅰ类群包括:华疆 2 号、克豆 45、沃 14、克 16-1241、北豆 40、合农 85、克豆 59、合农 149、绥

农 47 和克豆 53,该类群在大庆地区产量较低,株高最矮,粒型最小,不适宜本地区推广种植。

表 6 正交旋转因子载荷矩阵

项目	1	2	3	4
x1	-0.001	-0.135	0.877	0.150
x2	0.153	-0.003	0.819	-0.107
x3	0.948	0.120	0.012	0.036
x4	0.103	0.010	0.028	0.891
x5	0.948	0.128	0.012	0.084
x6	0.570	-0.314	-0.001	-0.471
x7	0.334	0.888	-0.057	0.082
x8	-0.014	-0.874	0.294	0
x9	0.120	0.662	0.527	0.101
x10	0.875	0.341	0.191	0.119
x11	0.444	0.143	-0.520	0.420

第Ⅱ类群包括:龙垦 3425、峰豆 1、来豆 6 号、龙垦 3319 等 28 个大豆品种(系),该类群株高较高,产量、品质和其它相关指标综合表现一般。

第Ⅲ类群包括:绥农 69、鉴豆 34、绥 09-5577、合农 65、合农 144 和绥农 94,该类群产量较高,品质优良,粒型最大,单株粒数较高,适宜大庆地区种植,建议加大推广面积。

第Ⅳ类群包括:华疆 38、车盛 3 号、合丰 50 等 10 个大豆品种(系),该类群产量较高,蛋白质含量最高,粒型大小适中。

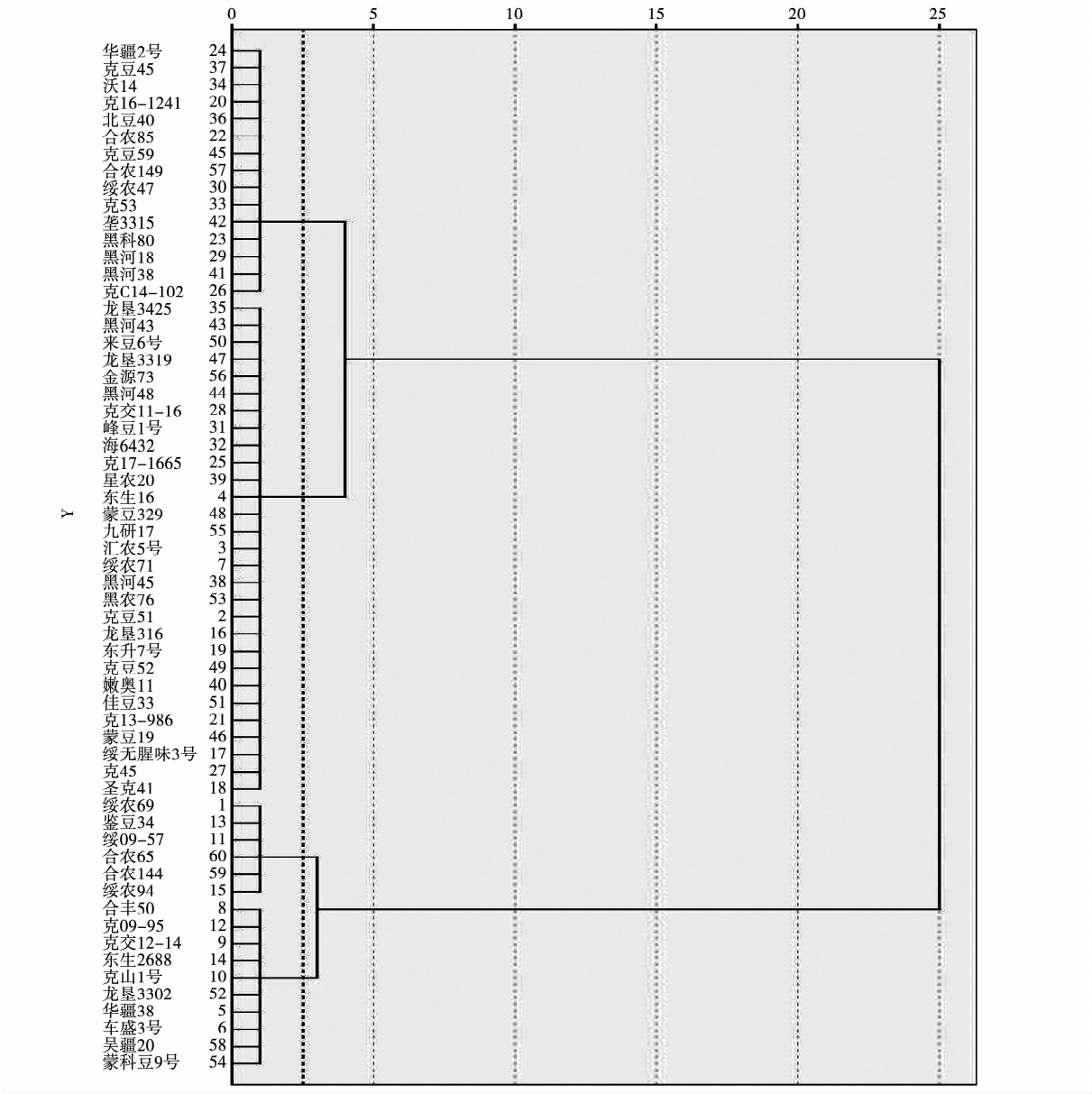


图 1 大豆品种(系)生态指标聚类树状图

2.4 大豆品种(系)农艺性状的综合评价

根据 4 个主因子分析结果,对大豆品种(系)进行综合得分评价,建立大豆品种(系)评价模型 $F=(29.49 \times F1+20.693 \times F2+19.233 \times F3+11.505 \times F4)/80.92$,并根据综合得分得出品种综合排名。综合排名前 3 位的品种(系)分别是:合农 144、绥农 69、合农 65,前 3 位的品种产量最高,单株荚数,单株粒数等产量相关指标较高,是适合大庆地区推广应用的丰产型品种;排名在 4~

10 位的品种分别为:吴疆 20、圣豆 41、蒙科豆 9 号、峰豆 1 号、鉴豆 34、绥农 94、黑河 43,该区间品种品质指标较高,有 5 个品种(系)脂肪含量超过 22%,2 个品种蛋白质含量超过 44%,是适宜本地区应用推广的优质品种;综合排名在后 28 位的品种分别为:克豆 51、沃 14、九研 17、黑河 38、克 C14-102 等,该区间品种综合表现较差,品质不高,产量较低,综合评价认为不适宜在本地区应用推广。

表 7 正交旋转因子载荷矩阵

品种(系)	综合得分	综合排名	品种(系)	综合得分	综合排名	品种(系)	综合得分	综合排名
合农 144	0.29981	1	来豆 6 号	0.02095	21	黑河 48	−0.04559	41
绥农 69	0.27485	2	金源 73	0.01469	22	蒙豆 329	−0.04654	42
合农 65	0.20920	3	克山 1 号	0.01453	23	克 45	−0.04997	43
昊疆 20	0.17166	4	星农 20	0.00709	24	佳豆 33	−0.05797	44
圣豆 41	0.16957	5	绥农 47	0.00563	25	克豆 45	−0.06172	45
蒙科豆 9 号	0.16464	6	克 17-1665	0.00524	26	华疆 2 号	−0.07813	46
峰豆 1 号	0.13152	7	东生 2688	0.00051	27	合农 85	−0.08275	47
鉴豆 34	0.13141	8	合丰 50	−0.00162	28	龙垦 3315	−0.10541	48
绥农 94	0.11954	9	绥无腥味 3 号	−0.00540	29	克 53	−0.10753	49
黑河 43	0.10816	10	东生 16	−0.00616	30	黑河 18	−0.11247	50
克 09-95	0.10612	11	蒙豆 19	−0.00687	31	黑科 80	−0.11551	51
龙垦 3425	0.09158	12	龙垦 316	−0.00785	32	绥农 71	−0.12257	52
海 6432	0.08252	13	克交 12-1482	−0.01049	33	克豆 59	−0.12730	53
汇农 5 号	0.07516	14	车盛 3 号	−0.01192	34	黑河 45	−0.12757	54
绥 09-5577	0.07360	15	黑农 76	−0.02887	35	合农 149	−0.12851	55
华疆 38	0.07152	16	东升 7 号	−0.02957	36	克豆 51	−0.13640	56
龙垦 3302	0.06025	17	嫩奥 11	−0.03474	37	沃 14	−0.14502	57
北豆 40	0.06016	18	克交 11-1615	−0.03874	38	九研 17	−0.17668	58
龙垦 3319	0.04982	19	克 16-1241	−0.04279	39	黑河 38	−0.19982	59
克豆 52	0.02447	20	克 13-986	−0.04448	40	克 C14-102	−0.24723	60

3 讨论

通过对大豆种质资源表型性状的相关分析,利用性状间相关关系差异^[11],间接地选择或剔除某些表型性状,在种质资源利用和育种过程中具有指导意义。本研究中的 13 个指标间相关关系差异较大,反映了参试的 60 份种质田间表现存在一定的差异,具有丰富的遗传多样性,有利于提高种质资源利用效率和加速新品种的选育进程。利用主成分分析剔除了两个叶形和花色相关关系较低的指标,将剩余的 11 个表型指标浓缩为 4 个主因子,分别为产量因子、品质因子、高度因子和倒伏因子。在黑龙江省西部地区大豆品种选育过程中,可注重这 4 个主效因子的选择方向,加大选择压力,原因在于这 4 个主效因子能够提供原性状

80%以上的信息量。本研究聚类分析发现,种质遗传关系与地理来源关系较大,这与前人研究的结果较一致^[12-13],地理位置是影响种质资源遗传多样性的主要因素^[14]。60 份大豆品种(系)所属不同类群间既存在差异也存在一定相似性,第 I 类和第 II 类在黑龙江省西部地区综合表现一般、产量较低,而第 III 类和第 IV 类在黑龙江省西部地区综合表现较好、产量较高,为优良品种。进一步建立大豆品种(系)评价模型,综合评价筛选出了适合本地区的丰产型品种(合农 144、绥农 69 和合农 65)和优质型品种(昊疆 20、圣豆 41、蒙科豆 9 号、峰豆 1 号、鉴豆 34、绥农 94 和黑河 43)。本研究重点针对大豆表型性状进行分析,而种质资源分子水平的遗传差异还需要借助全基因组关联分析等鉴定技术进一步深入研究。

4 结论

综合评价了 60 份大豆种质资源在黑龙江省西部地区的适应性,得出合农 144、绥农 69、合农 65 三个品种表现最好,是最适合本地区推广应用的丰产型品种;吴疆 20、圣豆 41、蒙科豆 9 号、峰豆 1 号、鉴豆 34、绥农 94、黑河 43 七个品种表现次之,是适合本地区应用的优质型品种;克豆 51、沃 14、九研 17、黑河 38、克 C14-102 五个品种(系)综合表现较差,品质劣,产量低,不适宜在本地区推广应用。

参考文献:

[1] 文自翔. 中国栽培和野生大豆的遗传多样性、群体分化和演化及其育种性状 QTL 的关联分析[D]. 南京:南京农业大学,2008.

[2] 彭宝,项淑华,牛建光. 我国大豆育种问题浅析及对策[J]. 吉林农业科学,2002,27(4):19-20.

[3] 许世蛟,辛俊,孙莉,等. 江苏省大豆种质资源现状分析及保护对策[J]. 江西农业学报,2008,20(3):10-12.

[4] 张恒斌. 新疆大豆品种资源遗传多样性分析[D]. 石河子:石河子大学,2014.

[5] 孙星邈,邱红梅,马晓萍,等. 东北三省大豆种质品质性状鉴

评与综合分析[J]. 大豆科学,2017,36(6):872-878.

[6] 张振宇,郭泰,王志新,等. 东北大豆骨干亲本种质资源遗传分析[J]. 黑龙江农业科学,2019(1):1-4.

[7] 赵团结,盖钧镒. 栽培大豆起源与演化研究进展[J]. 中国农业科学,2004,37(7):954-962.

[8] 邱丽娟,常汝镇,许占友,等. 利用分子标记评价大豆种质的研究进展[J]. 大豆科学,1999,18(4):347-350.

[9] 李春红,姚兴东,鞠宝韬,等. 不同基因型大豆耐荫性分析及其鉴定指标的筛选[J]. 中国农业科学,2014,47(15):2927-2939.

[10] 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.

[11] 赵朝森,王瑞珍,李英慧,等. 江西大豆种质资源表型及品质性状综合分析与评价[J]. 大豆科学,2019,38(5):686-693.

[12] 李艳花,杜成章,陈红,等. 重庆大豆地方资源多样性评价及群体表型特点研究[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6):344-349.

[13] 贾晓艳,张彩英. 河北省大豆推广品种遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(3):310-315.

[14] 汤复跃,陈渊,陈文杰,等. 广西大豆育成品种亲本地理来源及其遗传贡献[J]. 西南农业学报,2019,32(5):973-980.

Cluster Analysis and Comprehensive Evaluation of Soybean Germplasm Resources in Western of Heilongjiang Province

LIU Bing, ZHOU Chang-jun, GU Xin, WU Yao-kun, YU Ji-dong, TIAN Zhong-yan, LI Jian-ying, MA Lan

(Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Daqing Comprehensive Test Station of National Soybean Industrial Technology System, Daqing 163316, China)

Abstract: In order to fully exploit and utilize the advantages of soybean germplasm resources, this study conducted correlation, principal component analysis and cluster analysis on 13 phenotypic traits of 60 soybean germplasm resources, established the evaluation model of soybean germplasm resources, and comprehensively evaluated the adaptability of 60 varieties in the western region of Heilongjiang Province. The results showed that through correlation and principal component analysis, the leaf shape and flower color which had little correlation with other indicators were eliminated, and the 11 indicators were concentrated into 4 principal factors, which were yield factor, quality factor, height factor and lodging factor, and provided 80.92% information of the original traits. Cluster analysis showed that 60 soybean germplasm resources were divided into 4 groups, and the third and fourth groups had better comprehensive performance in the western region of Heilongjiang Province. The comprehensive ranking results showed that the three varieties of Henong 144, Suinong 69 and Henong 65 performed the best, and it was suggested to strengthen the promotion and utilization of these varieties.

Keywords: germplasm resources; correlation; the principal components; cluster analysis; comprehensive evaluation