

# 山西省野生大豆资源遗传多样性分析

张海平, 吴书峰, 陈妍, 王志, 周建萍

(山西省农业科学院 农作物品种资源研究所/农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室/杂粮种质资源发掘与遗传改良山西省重点实验室, 山西 太原 030031)

**摘要:**以山西省 100 份野生大豆资源为试验材料, 对其 10 个质量性状和 9 个数量性状进行了遗传多样性分析和农艺性状聚类分析, 为山西省野生大豆资源的利用提供理论依据。结果表明: 山西省野生大豆资源遗传变异丰富, 9 个数量性状的多样性指数 (Shannon-H) 都大于 1.8。基于农艺性状的聚类分析结果表明: 100 份野生大豆可分为 2 大组群, 第一组群主要为山西中部和北部资源, 品种生育期短, 株高较矮, 单株荚数、单株粒数较少, 百粒重和单株粒重低, 第二组群为山西中部和南部资源, 品种生育期长, 株高较高, 单株荚数、单株粒数、百粒重和单株粒重明显高于第一组群。本研究结果表明山西省野生大豆资源变异类型丰富, 遗传多样性程度高。

**关键词:** 大豆; 种质资源; 遗传多样性; 聚类分析

**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2018.01.0058

## Analysis of Genetic Diversity of Wild Soybean in Shanxi Province

ZHANG Hai-ping, WU Shu-feng, CHEN Yan, WANG Zhi, ZHOU Jian-ping

(Institute of Crop Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement on Loess Plateau, Ministry of Agriculture, P. R. China/Shanxi Key Laboratory of Genetic Resources and Genetic Improvement, Taiyuan 030031, China)

**Abstract:** In order to provide theriotical basis for utilization, 100 wild soybean materials were used as materials to analyze the genetic diversity and clustering based on 10 qualitative traits and 9 quantitative traits. The results showed that there was wide genetic variation of Shanxi wild soybean. The shannon weaver of quantitative traits were more than 1.8 cluster analysis with SPSS 18.0, 100 wild soybeans were separated into two groups. The one group mainly included northern and part middle resources. The main characters were short growth period, small pods and seeds per plant, low 100-seeds weight and seed weight per plant. The second group included south resources and the other middle resources of Shanxi. These resources had longer growth period and plant height, more pods, seeds per plant, 100-seeds weight and seed weight per plant than the one group.

**Keywords:** Soybean; Germplasm resources; Genetic diversity; Cluster analysis

野生大豆是栽培大豆的祖先种。主要分布在中国、日本、朝鲜、韩国和俄罗斯等国<sup>[1]</sup>。在中国, 除海南、青海、新疆三省外, 野生大豆在其它省份均有分布<sup>[2-3]</sup>。

野生大豆生长在自然环境条件下, 受人为选择的影响较小, 种群内和种群间有着现代大豆生产迫切需要的丰富的功能基因。野生大豆具有多花多荚、高蛋白、多抗、适应性广等优点, 可直接用于栽培大豆的高产、优质、高抗、广适等优良品种的选育。如孙寰等<sup>[4]</sup>在野生大豆中发现了不育细胞质, 并将其成功转育到栽培大豆, 应用于大豆三系杂交育种。李莹和杨光宇等<sup>[5-6]</sup>利用高蛋白野生大豆与栽培大豆杂交, 培育出一批蛋白含量高于 48% 的大豆品系。

山西省地处太行山以西, 黄河以东, 黄土高原的丘陵地区。境内海拔差异较大, 地形地貌复杂,

气候环境多样, 因此, 有丰富多样的野生大豆。李莹和常汝镇等<sup>[7]</sup>对山西省野生大豆进行了详细的考察, 认为山西省野生大豆类型丰富, 并有一系列的过渡类型, 逐步向栽培大豆演化, 山西很可能是我国大豆的起源地之一。本研究对来自于山西省不同地区的 100 份野生大豆资源进行了农艺性状调查, 并对遗传多样性进行了初步分析, 旨在了解山西省野生大豆的遗传多样性程度, 为更好地保护和应用山西野生大豆提供基础。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

本研究采用的 100 份山西省野生大豆由山西省农业科学院农作物品种资源研究所种质库提供, 来源于山西省 9 个地区 41 个县市 (表 1)。

表 1 试验材料在山西省的分布  
Table 1 Distribution of materials in Shanxi province

材料 编号 Code	全国统一 编号 National code	县市 Origin	地区 Region	材料 编号 Code	全国统一 编号 National code	县市 Origin	地区 Region	材料 编号 Code	全国统一 编号 National code	县市 Origin	地区 Region
1	ZYD2806	右玉 Youyu	大同(北部)	36	ZYD2997	太原 Taiyuan	太原(中部)	68	ZYD3128	稷山 Jishan	运城(南部)
2	ZYD2812	右玉 Youyu	Datong	37	ZYD3000	太原 Taiyuan	Taiyuan	69	ZYD3129	稷山 Jishan	Yuncheng
3	ZYD2814	右玉 Youyu	(North)	38	ZYD3012	太原 Taiyuan	(Middle)	70	ZYD3132	永济 Yongji	(South)
4	ZYD2821	右玉 Youyu		39	ZYD3014	太原 Taiyuan		71	ZYD3137	永济 Yongji	
5	ZYD2842	右玉 Youyu		40	ZYD3016	太原 Taiyuan		72	ZYD3138	永济 Yongji	
6	ZYD2846	左云 Zuoyun		41	ZYD3019	娄烦 Loufan		73	ZYD3140	永济 Yongji	
7	ZYD2848	左云 Zuoyun		42	ZYD3020	古交 Gujiao		74	ZYD3142	永济 Yongji	
8	ZYD2855	河曲 Hequ	忻州(North)	43	ZYD3022	古交 Gujiao		75	ZYD3146	河津 Hejin	
9	ZYD2856	河曲 Hequ	Xinzhou	44	ZYD3023	榆次 Yuci	晋中(中部)	76	ZYD3147	河津 Hejin	
10	ZYD2862	河曲 Hequ	(北部)	45	ZYD3025	榆次 Yuci	Jinzhong	77	ZYD3148	河津 Hejin	
11	ZYD2863	偏关 Pianguan		46	ZYD3029	榆次 Yuci	(Middle)	78	ZYD3158	河津 Hejin	
12	ZYD2865	偏关 Pianguan		47	ZYD3031	榆次 Yuci		79	ZYD3162	芮城 Ruicheng	
13	ZYD2870	静乐 Jingle		48	ZYD3032	榆次 Yuci		80	ZYD3164	芮城 Ruicheng	
14	ZYD2877	宁武 Ningwu		49	ZYD3045	太谷 Taigu		81	ZYD3167	芮城 Ruicheng	
15	ZYD2883	五台 Wutai		50	ZYD3047	太谷 Taigu		82	ZYD3170	芮城 Ruicheng	
16	ZYD2889	五台 Wutai		51	ZYD3053	和顺 Heshun		83	ZYD3172	芮城 Ruicheng	
17	ZYD2895	定襄 Dingxiang		52	ZYD3058	介休 Jiexiu		84	ZYD3176	万荣 Wanrong	
18	ZYD2896	定襄 Dingxiang		53	ZYD3070	介休 Jiexiu		85	ZYD3179	新绛 Xinjiang	
19	ZYD2904	保德 Baode		54	ZYD3073	介休 Jiexiu		86	ZYD3180	新绛 Xinjiang	
20	ZYD2909	临县 Linxian	吕梁(中部)	55	ZYD3081	介休 Jiexiu		87	ZYD3186	临汾 Linfen	临汾(南部)
21	ZYD2912	临县 Linxian	Lyuliang	56	ZYD3087	沁县 Qinxian		88	ZYD3189	临汾 Linfen	Linfen
22	ZYD2928	临县 Linxian	(Middle)	57	ZYD3089	沁县 Qinxian	长治(中部)	89	ZYD3190	临汾 Linfen	(South)
23	ZYD2930	临县 Linxian		58	ZYD3092	沁县 Qinxian	Changzhi	90	ZYD3197	襄汾 Xiangfen	
24	ZYD2934	临县 Linxian		59	ZYD3095	长治 Changzhi	(Middle)	91	ZYD3199	襄汾 Xiangfen	
25	ZYD2944	交城 Jiaocheng		60	ZYD3097	长治 Changzhi		92	ZYD3204	夏县 Xiaxian	
26	ZYD2950	文水 Wenshui		61	ZYD3098	武乡 Wuxiang		93	ZYD3208	垣曲 Yuanqu	
27	ZYD2961	文水 Wenshui		62	ZYD3102	武乡 Wuxiang		94	ZYD3210	临猗 Linyi	
28	ZYD2964	柳林 Liulin		63	ZYD3103	沁源 Qinyuan		95	ZYD3211	临猗 Linyi	
29	ZYD2965	柳林 Liulin		64	ZYD3107	沁源 Qinyuan		96	ZYD3213	翼城 Yicheng	
30	ZYD2975	柳林 Liulin		65	ZYD3116	沁源 Qinyuan		97	ZYD3214	翼城 Yicheng	
31	ZYD2980	柳林 Liulin		66	ZYD3125	阳城 Yangcheng	晋城(中部)	98	ZYD3216	乡宁 Xiangning	
32	ZYD2987	柳林 Liulin		67	ZYD3126	阳城 Yangcheng	Jincheng	99	ZYD3220	汾西 Fenxi	
33	ZYD2988	石楼 Shilou					(Middle)	100	ZYD3222	蒲县 Puxian	
34	ZYD2990	石楼 Shilou									
35	ZYD2994	石楼 Shilou									

1.2 试验设计

2010 年从种质库中取野生大豆 100 份,种植于山西省农业科学院试验基地。试验地人工起垄,穴播。行距 50 cm,株距 50 cm。试验采用随机区组设

计,3 次重复,每个重复 10 株。每穴定苗 1 株,每穴插 2 m 长竹竿 1 根,让植株在竹竿上缠绕生长。

材料播种后开始记载花色、花絮长短、叶形、叶柄长短、茸毛密度、茸毛色、抗病毒病、荚熟色、粒

色、脐色共 10 个质量性状,叶长、叶宽、成熟期、株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重共 9 个数量性状。调查标准为《大豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[8]</sup>。

1.3 数据分析

质量性状分别以 1、2、3、4、5 赋值。数量性状以 0.5 倍的标准差进行 10 级分类:1 级 < X - 2 s, 10 级 ≥ X + 2 s。中间每级相差 0.5 s, X 为平均数, s 为标准差<sup>[9]</sup>。

采用 Excel 2007 软件计算各性状的平均值、最大值、最小值、标准差。利用 SPSS 18.0 软件进行性状聚类分析、多样性指数分析、相关性分析、主成分分析。

2 结果与分析

2.1 质量性状调查结果

调查的 100 份野生大豆资源均为蔓生型生长、株型开张、无限结荚习性,种皮不开裂且有泥膜,在

自然发病条件下,抗蚜虫和食心虫。

花色有紫色和白色 2 种,且以紫花为主,占总数的 96.0%。花絮以短花絮为主。叶形有 4 种,包括卵圆、椭圆、长椭、皮针,以椭圆为主,占资源总数的 95%,长椭和卵圆叶形的资源各有 1 份。99% 的资源为短叶柄。籽粒颜色以黑色为主,占总数的 98%,其余 2 份为褐色。脐色分 3 种,包括黑色、褐色、深褐,以黑色为主,占总数的 67%,深褐色占 27%。叶柄以短叶柄为主;57% 的资源茸毛密度较稀,43% 的资源茸毛密度为浓。85% 的资源茸毛颜色为棕色,15% 的资源茸毛色为灰色。在自然发病条件下,78% 的资源高抗或抗大豆花叶病毒病,其余资源均为感或高感。野生大豆资源的荚熟色以黑色为主,占总资源的 73%,褐色和深褐色分别占 17% 和 10%。这 10 个质量性状的多样性指数 (Shannon-H) 介于 0.06 ~ 0.79,平均为 0.39,脐色的多样性指数最高,为 0.79。多样性指数最低的是花絮,为 0.06。

表 2 质量性状的调查结果统计分析  
Table 2 Statistical analysis of qualitative traits

性状 Trait	分类 Type	份数 Number	占比 Percentage/%	多样性指数 Shannon-H
花色 Flower color	紫色 Purple	96	96	0.17
	白色 White	4	4	
叶形 Leaf shape	卵圆 Ovoide	1	1	0.25
	椭圆 Ellipse	95	95	
	长椭 Long ellipse	1	1	
	披针 Lanceolate	3	3	
叶柄 Petiole length	短 Short	99	99	0.06
	长 Long	1	1	
籽粒颜色 Seed color	黑色 Black	98	98	0.1
	褐色 Brown	2	2	
脐色 Hilum color	黑色 Black	67	67	0.79
	褐色 Brown	6	6	
	深褐 Dark brown	27	27	
茸毛密度 Pubescence density	稀 Sparse	57	57	0.68
	密 Dense	43	43	
茸毛颜色 Pubescence color	棕 Tawny	85	85	0.42
	灰 Grey	15	15	
	高抗 High resistant	2	2	0.61
病毒病抗性 Resistance to soybean mosaic virus	抗 Resistant	76	78	
	感 Suspective	19	19	
	高感 High susceptible	3	3	0.76
荚熟色 Color of mature pod	黑色 Black	73	73	
	褐色 Brown	17	17	
	深褐 Dark brown	10	10	

2.2 数量性状调查结果

2.2.1 产量相关性状遗传多样性分析 调查的 4 个产量相关性状分析表明(表 3),100 份野生大豆资源产量性状的变异程度为 37.59%~77.50%,平均为 64.03%。依据变异系数的大小,4 个产量性状的变异程度依次为单株荚数>单株粒数>单株粒

重>百粒重。变异幅度依次为 34.20~4 647.50 个、117.28~8 960.64 个、1.99~78.00 g、0.65~4.52 g。总体来看,这 4 个性状的遗传多样性指数都较高,多样性指数最低的是单株粒数,为 1.87,最高的是单株荚数,为 2.06。

表 3 产量性状的调查结果统计分析  
Table 3 Statistical analysis of yield traits

性状 Traits	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV	多样性指数 Shannon-H
单株荚数 Pod number per plant	4647.50	34.20	761.99	590.58	77.50	2.06
单株粒数 Seed number per plant	8960.64	117.28	1465.88	1074.22	73.28	1.87
百粒重 100-seed weight/g	4.52	0.65	1.88	0.708	37.59	1.94
单株粒重 Seed weight per plant/g	78.00	1.99	27.86	18.88	67.76	1.90

2.2.2 其它相关性状的遗传多样性分析 6 个性状的变异系数为 8.91%~39.93%,差异较大,其中叶宽的变异系数最大,株高的次之,生育期的变异

系数最小。这 6 个性状的遗传多样性指数都较高,为 1.95~2.04(表 4)。

表 4 生长性状的调查结果统计分析  
Table 4 Statistical analysis of growth traits

性状 Traits	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV	多样性指数 Shannon-H
株高 Plant height/cm	251.00	56.25	162.34	53.36	32.87	1.95
生育期 Growth period/d	161.00	104.00	137.42	12.25	8.91	2.00
叶长 Leaf length/cm	10.50	2.50	6.58	1.93	29.31	2.00
叶宽 Leaf width/cm	7.00	1.00	3.44	1.37	39.93	1.95
主茎节数 Node number of main stem	34.00	2.13	23.87	4.94	20.69	2.04
有效分枝数 Effective branch number	9.80	5.00	7.64	0.91	11.89	1.95

2.3 相关性分析

相关性分析结果(表 5)表明,20 个性状之间的相关程度不同。花色、叶形、叶柄长短、粒色与其它性状之间无相关性。花絮长短与单株粒重和百粒重呈正相关;茸毛密度与茸毛色、百粒重呈极显著的正相关,与叶长、叶宽呈显著正相关,与单株荚数呈显著负相关;茸毛色与生育期呈显著正相关;对病毒病的抗性与其他性状都呈不同程度的负相关,其中与株高、叶长、叶宽、单株荚数呈极显著负相关,与单株粒数、单株粒重呈显著负相关;脐色与株

高、主茎节数、生育期呈极显著正相关,与叶长呈显著正相关;荚熟色与叶长、叶宽、百粒重呈正相关;株高与主茎节数、生育期、叶长、叶宽及产量性状都呈极显著的正相关;主茎节数与生育期、叶长、叶宽及产量性状呈极显著正相关;生育期与叶长、叶宽、百粒重呈显著正相关。叶长与叶宽及产量性状呈极显著正相关;叶宽与产量性状呈极显著正相关;单株荚数与单株粒数、单株粒重呈极显著正相关,与百粒重呈正相关。单株粒数与单株粒重、百粒重呈极显著正相关;单株粒数与百粒重呈显著正相

关。其中,性状间相关性较强,相关系数达 0.8 以上的是叶长与叶宽、单株荚数与单株粒数及单株粒重、单株粒数与单株粒重。由此看出,与产量密切

相关的 3 个性状单株荚数、单株粒数、单株粒重间呈较强的极显著正相关。

表 5 农艺性状的相关性分析

Table 5 correlation analysis based on agriculture phenotypic

	花色	花序长短	叶形	叶柄长短	茸毛密度	茸毛色	抗病毒	粒色	脐色	荚熟色	株高	主茎节数	生育期	叶长	叶宽	有效分			
	Flower color	Inflorescence length	Leaf shape	Petiole	Pubescence density	Pubescence color	Resistance to soybean mosaic virus	Seed color	Hilum color	Color of mature pod	Plant height	Node number of stain stem	Growth period	Leaf length	Leaf width	Effective branch number	Pod number per plant	Seed plant per plant	Seed weight per plant
花序长短																			
Inflorescence length	-0.021																		
叶形																			
Leaf shape	-0.045	-0.022																	
叶柄长短																			
Petiole	-0.021	-0.01	-0.022																
茸毛密度																			
Pubescence density	0.029	0.116	-0.145	0.116															
茸毛色																			
Pubescence color	-0.086	-0.042	-0.092	-0.042	0.314 **														
抗病毒																			
Resistance to soybean mosaic virus	0	-0.051	-0.022	-0.051	0.091	0.07													
粒色																			
Seed color	-0.029	-0.014	-0.031	-0.014	0.164	0.14	-0.072												
脐色																			
Hilum color	-0.139	-0.068	0	-0.068	-0.087	0.159	-0.114	0.065											
荚熟色																			
Color of mature pod	0.040	0.096	-0.023	0.096	0.064	-0.109	-0.038	-0.08	-0.003										
株高																			
Plant height	0.101	0.075	-0.124	0.024	0.088	0.159	-0.234 *	0.035	0.308 **	0.175									
主茎节数																			
Node number of stain stem	-0.022	0.076	0.047	-0.073	-0.112	0.166	-0.137	0.108	0.369 **	0.057	0.761 **								
生育期																			
Growth period	-0.134	-0.079	-0.184	-0.079	0.015	0.251 *	0	0.04	0.442 **	0.148	0.648 **	0.575 **							
叶长																			
Leaf length	0.151	0.035	-0.163	0.192	0.209 *	0.001	-0.285 **	0.013	0.202 *	0.212 *	0.635 **	0.371 **	0.440 **						
叶宽																			
Leaf width	0.157	0.025	-0.181	0.129	0.198 *	0.12	-0.308 **	0.036	0.189	0.204 *	0.715 **	0.457 **	0.491 **	0.830 **					
有效分枝数																			
Effective branch number	0.115	0.135	0.021	-0.127	-0.075	-0.136	-0.121	-0.106	-0.001	-0.012	0.064	0.003	-0.048	-0.062	0.015				
单株荚数																			
Pod number per plant	0.091	0.184	0.048	-0.069	-0.208 *	-0.062	-0.263 **	-0.062	0.185	0.005	0.533 **	0.519 **	0.152	0.352 **	0.393 **	0.220 *			
单株粒数																			
Seed plant per plant	0.149	0.103	-0.008	-0.074	-0.014	0.1	-0.242 *	-0.064	0.182	-0.023	0.569 **	0.463 **	0.137	0.409 **	0.478 **	0.188	0.804 **		
单株粒重																			
Seed weight per plant	0.181	0.247 *	-0.103	-0.016	0.085	0.095	-0.205 *	-0.06	0.083	0.071	0.574 **	0.445 **	0.121	0.433 **	0.550 **	0.127	0.799 **	0.799 **	
百粒重																			
100-seed weight	0.123	0.197 *	-0.129	0.143	0.310 **	0.17	-0.052	0.047	-0.089	0.220 *	0.437 **	0.301 **	0.198 *	0.346 **	0.485 **	0.05	0.246 *	0.271 **	0.540 **

\* 和 \*\* 分别代表  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  水平存在显著相关性。

\* and \*\* indicate there is remarkable relativiation at  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  levels respectively.

2.4 主成分分析

主成分分析结果(表6)表明,7个主成分的累计贡献率可达81.10%,基本能代表19个农艺性状的信息,可对试验材料进行综合评价。第1主成分的贡献率为26.22%,株高的贡献率最大,但叶宽、单株粒数、单株粒重的贡献值也较大,说明第1主成分是叶宽、单株粒数和单株粒重的综合反映;第2主成分贡献率为15.38%,单株荚数的负向载荷值最大,生育期的正向贡献率最大,因此,第2主成分这是2个性状的综合反映;第3主成分的贡献率为12.23%,脐色的负向载荷值最大,茸毛密度的正向贡献率最大,说明第3主成分是脐色和茸毛密度的综合反映;第4主成分的贡献率为10.97%,茸毛色

贡献值最大,说明第4主成分是茸毛色的反映;第5主成分的贡献率为5.71%,病毒病抗性的贡献率最高大,因此,第5主成分是病毒病抗性的反映;第6主成分的贡献率为5.51%,其中花色的负向载荷值最大,说明第6主成分是花色的综合反映;第7主成分的贡献值为5.08%,有效分枝数的负向载荷值最大,说明第7主成分是有有效分枝数的反映。通过主成分分析,在调查的19个农艺性状中,叶宽、单株粒数、单株粒重、生育期、单株荚数、脐色、茸毛密度、茸毛密度、茸毛色、病毒病抗性、花色和有效分枝数为主要成分,这与张礼凤、崔艳华等研究结果不完全相同<sup>[11-12]</sup>。

表6 100份野生大豆资源农艺性状的主成分分析  
Table 6 Principal components analysis on the agronomil characters of 100 wild soybean

性状 Traits	PV(1)	PV(2)	PV(3)	PV(4)	PV(5)	PV(6)	PV(7)
花色 Flower color	0.140	-0.225	0.360	-0.066	-0.091	-0.603	-0.016
花序长短 Inflorescence length	0.158	-0.229	0.301	0.232	0.342	0.530	-0.254
叶形 Leaf shape	-0.143	-0.295	-0.219	-0.048	-0.140	0.403	0.372
叶柄长短 Petiole	0.032	0.201	0.372	-0.375	-0.303	0.281	0.305
茸毛密度 Pubescence density	0.107	0.473	0.538	0.348	-0.047	0.050	-0.091
茸毛色 Pubescence color	0.171	0.468	-0.073	0.598	-0.049	-0.031	0.128
抗病毒 Resistance to soybean mosaic virus	-0.325	0.206	0.029	0.279	0.492	-0.225	0.436
粒色 Seedcoat color	0.027	0.303	-0.041	0.299	-0.469	0.196	-0.366
脐色 Hilum color	0.330	0.209	-0.608	-0.042	-0.001	0.062	-0.129
荚熟色 Color of mature pod color	0.187	0.146	0.261	-0.468	0.447	0.221	-0.046
株高 Plant height	0.890	0.143	-0.120	-0.058	0.076	-0.029	0.005
主茎节数 Number of nodes on main stem	0.727	0.066	-0.397	0.069	0.094	0.119	0.109
生育期 Growth period	0.554	0.505	-0.414	-0.111	0.285	-0.082	-0.069
叶长 Leaf length	0.738	0.229	0.176	-0.346	-0.156	-0.082	-0.046
叶宽 Leaf width	0.825	0.217	0.171	-0.212	-0.111	-0.104	-0.059
有效分枝数 Effective branch number	0.108	-0.470	0.023	0.060	0.245	-0.098	-0.511
单株荚数 Pod number per plant	0.722	-0.539	-0.123	0.104	-0.056	0.059	0.121
单株粒数 Seed number per plant	0.750	-0.416	-0.030	0.208	-0.131	-0.076	0.143
单株粒重 Seed weight per plant	0.795	-0.348	0.212	0.236	-0.017	0.004	0.154
百粒重 100-seed weight	0.554	0.137	0.490	0.162	0.162	0.113	0.094
特征值 Eigenvalue	5.25	2.08	1.85	1.39	1.14	1.10	1.02
贡献率 Percentage	26.22	15.38	12.23	10.97	5.71	5.51	5.08
累计贡献率 Cumulative percentage	26.22	41.60	53.83	64.80	70.51	76.02	81.10

2.5 农艺性状聚类分析

利用SPSS 18.0软件对100份野生大豆资源的19个农艺性状进行聚类分析。图1表明,在欧式距

离为8.4时,可将100份野生大豆资源分为2大组群,第一组群包括30份资源,主要包括山西省中部和北部的野生资源,全部为紫花、短花序。根据叶

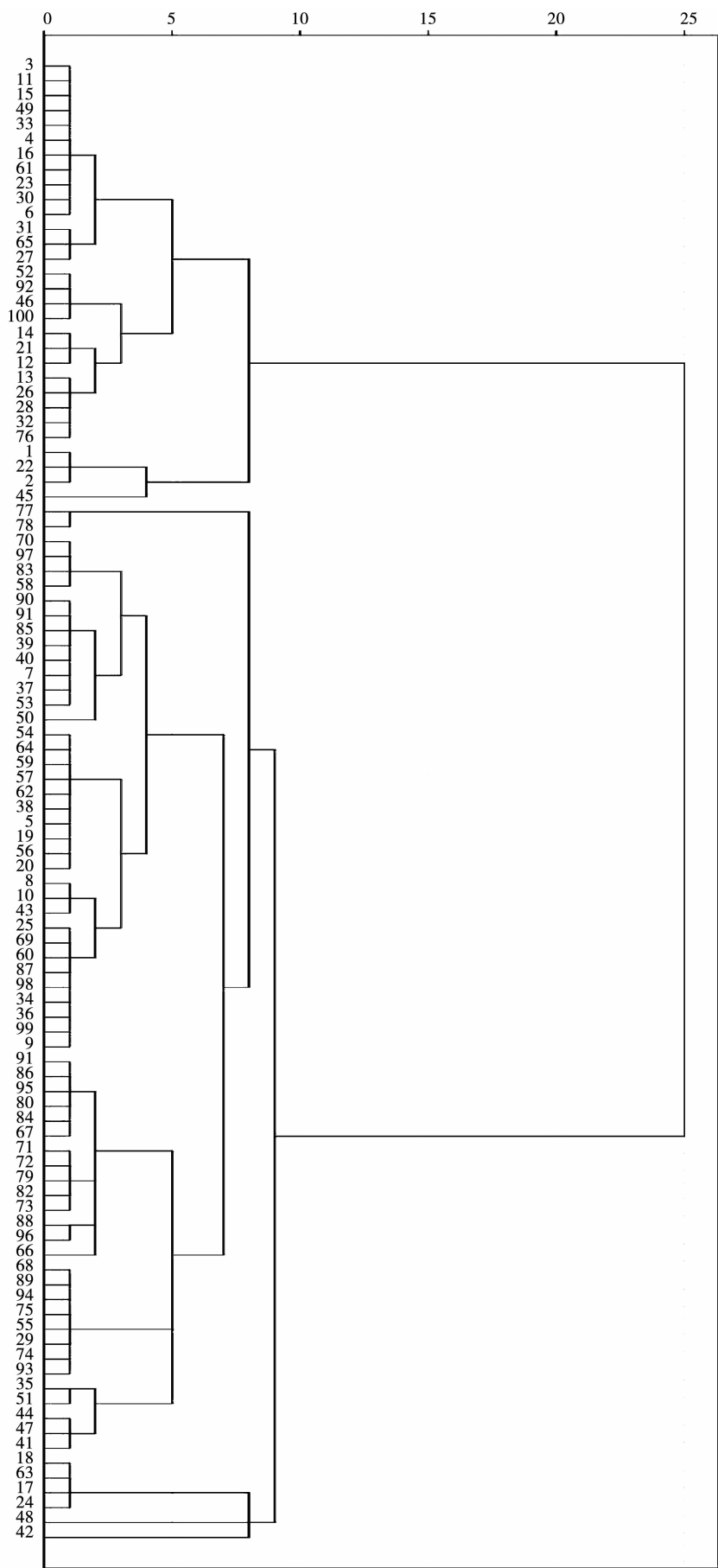


图 1 野生大豆种质资源聚类分析图

Fig. 1 Wild soybean germplasm resources cluster diagram

形,将第一组群分为椭圆叶和非椭圆叶亚群。椭圆叶亚群包括 26 份,分别为晋中 3 份、吕梁 9 份、忻州 5 份、大同 3 份、长治 3 份、运城 2 份、临汾 1 份。非椭圆叶亚群包括 4 份,分别为大同 2 份、临县 1 份、榆次 1 份。第二组群包括 70 份资源,主要包括山西省中部和南部的野生资源。这些资源均为椭圆叶,根据粒色,第二组群可分为 2 个亚群,第一亚群全部为紫花、短花序,包括 64 份资源;第二亚群为白花、短花序或紫花、中花序资源,包括 6 份资源,其中定襄 2 份、沁源 1 份、临县 1 份、榆次 1 份、古交 1 份。第一亚群可分为 2 个类型,第 1 类型脐色为茶褐色,

只包括 2 份资源,全部来源于河津(山西运城地区);第 2 类型脐色为黑色,包括 62 份资源,包括运城 19 份、临汾 9 份、长治 7 份、晋城 2 份、吕梁 4 份、晋中 7 份、太原 8 份、忻州 4 份、大同 2 份。将第一组群和第二组群资源的株高、主茎节数、生育期、叶长、叶宽、有效分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重计算比较(表 7),第二组群的在株高、主茎节数、生育期、叶长、叶宽、有效分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重方面的值明显高于第一组群。

表 7 2 个组群野生大豆资源数量性状平均值  
Table 7 The mean of the quantitative traits of two groups

组群 Group	株高 Plant height /cm	主茎节数 Number of nodes on main stem	生育期 Growth period/d	叶长 Leaf length /cm	叶宽 Leaf width /cm	有效分枝数 Effective branch number	单株荚数 Pod number per plant	单株粒数 Seed number per plant	单株粒重 Seed weight per plant /g	百粒重 100 - seed weight /g
第一组群 The first group	99. 15	19. 98	128. 63	4. 65	2. 06	7. 50	550. 49	722. 88	11. 46	1. 48
第二组群 The second group	190. 62	24. 30	132. 33	8. 02	4. 43	7. 82	815. 15	1797. 46	42. 49	2. 30

3 讨 论

遗传多样性分析表明,无论是产量性状,还是其它株高等与产量相关的数量性状的遗传多样性指数都大于 1. 8,高于安徽省野生大豆的遗传多样性<sup>[13]</sup>。说明山西省野生大豆的遗传差异较大,背景丰富,这与王果等<sup>[14]</sup>的结论一致。可利用单株荚数和单株粒数较高的品种与栽培品种杂交,创制多花多荚材料;利用百粒重较小的野生大豆可创制纳豆材料;利用单株粒重较高的野生大豆品种可创制高产中间材料。

张礼凤等<sup>[11]</sup>认为单株粒数、单株荚数、生长习性、粒色、高和结荚习性 6 个性状代表了所研究品种的农艺性状;而崔艳华等<sup>[12]</sup>对 96 份黄淮海大豆农艺性状聚类研究结果表明种皮色、花色、粗脂肪含量、株高、成熟期、粒大小为主成分。这可能与本研究大豆品种不同和所调查的农艺性状不同有关。

山西省地域狭长,气候复杂,最南部的运城属于暖温带大陆性季风气候,阳光充足,雨量充沛,一年可收获两季作物。而最北部的大同属于温带大

陆性气候,年积温低于南部,一年只能收获一季作物。本研究结果表明山西北部的野生大豆资源普遍矮小,生育期短,单株荚数少,单株产量低。而生长在中南部的资源,由于雨水和光照较北部充足,植株高大,生育期长,植株繁茂,单株荚数多,单株产量和百粒重明显高于北部资源。这说明地理气候对野生大豆品种的农艺性状影响较大。这与李莹等和张礼凤等<sup>[10-11]</sup>的研究结果一致。在本研究中,2 个组群之间的品种来源有交叉现象,这可能与相互引种有关,尤其是中部材料,共有 48 份材料,其中 16 份与北部材料归在一类,32 份与南部材料归在一类,这说明山西中部的部分野生大豆品种可能引种于北部和南部。

4 结 论

山西省野生大豆资源类型丰富,遗传多样性程度高。基于农艺性状聚类为两类。第一类群为中北部资源,较第二类群中南部资源植株矮小、生育期短、单株荚数少、百粒重和单株粒重低。



参考文献

[1] 田清震, 盖钧镱. 大豆起源与进化研究进展[J]. 大豆科学, 2001, 20(1): 54-59. (Tian Q Z, Gai J Y. A review on the research of soybean origination and evolution[J]. Soybean Science, 2001, 20(1): 54-59. )

[2] 董英山. 中国野生大豆研究进展[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 394-400. (Dong Y S. Advances of research on wild soybean in China[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2008, 30(4): 394-400. )

[3] 孙蕾, 赵洪锟, 赵芙, 等. 东北野生大豆多样性分析[J]. 大豆科学, 2015, 34(3): 355-360. (Sun L, Zhao H K, Zhao F, et al. Analysis of genetic diversity of *Glycin soja* in northeast china [J]. Soybean Science, 2015, 34(3): 356-360. )

[4] 孙寰, 赵丽梅, 黄梅. 大豆质-核互作不育系研究[J]. 科学通报, 1993, 38(16): 1535-1536. (Sun H, Zhao L M, Huang M. Studies on cytoplasmic-nuclear sterile soybean [J]. 1993, 38(16): 1535-1536. )

[5] 李莹, 王志, 李原萍. 山西大豆品种资源研究[J]. 山西农业科学, 2012, 40(7): 791-795. (Li Y, Wang Z, Li Y P. Research on germplasm resources of soybean in Shanxi province[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2012, 40(7): 791-795. )

[6] 杨光宇, 汪洋, 马晓萍, 等. 野生大豆种质资源评价与利用研究进展[J]. 吉林农业科学, 2005, 30(2): 61-63. (Yang G Y, Wang Y, Ma X P, et al. Evaluation and utilization of wild soybean germplasms [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2005, 30(2): 61-63. )

[7] 王国勋, 常汝镇, 李莹, 等. 山西省野生大豆资源考察报告[J]. 中国油料作物学报, 1980, 2(3): 41-47. (Wang G X, Chang R Z, Li Y, et al. The investigation of wild soybean germplasm in Shanxi[J]. Chinese Journal of Oil Crop Science, 1980, 2(3): 41-47. )

[8] 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: 69-79. (Qiu L J, Chang R Z, Liu Z X, et al. Descriptors and data standard for soybean (*Glycine* spp.) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 69-79. )

[9] 杨春杰, 陈佳琴, 朱星陶, 等. 贵州大豆种质资源的表型多样性[J]. 贵州农业科学. 2015, 43(1): 46-49. (Yang C J, Chen J Q, Zhu X T, et al. Phenotypic diversity of soybean germplasm resources in Guizhou[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2015, 43(1): 46-49. )

[10] 李莹, 焦广音, 王国勋, 等. 山西省野生大豆生态分析[J]. 山西农业科学, 1981, 9(7): 5-9. (Li Y, Jiao G Y, Wang G X, et al. Analysis on the ecology of wild soybeans in Shanxi province[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1981, 9(7): 5-9. )

[11] 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. )

[12] 崔艳华, 邱丽娟, 常汝镇, 等. 黄淮夏大豆遗传多样性分析[J]. 中国农业科学, 2004, 37(1): 15-22. (Cui Y H, Qiu L J, Chang R Z, et al. A study on genetic diversity of Huanghuai summer sowing soybean in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(1): 15-22. )

[13] 陈辉, 张磊, 张文明, 等. 安徽省新收集野生大豆种质资源的 SSR 分析[J]. 中国农学通报, 2008, 24(3): 345-349. (Chen H, Zhang L, Zhang W M, et al. SSR analysis of newly collected wild soybean germplasms from Anhui province[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(3): 345-349. )

[14] 王果, 胡正, 张保缺, 等. 山西省野生大豆资源遗传多样性分析[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7): 2182-2190. (Wang G, Hu Z, Zhang B Q, et al. Genetic diversity analysis of shanxi's wild soybean (*Glycine soja*) [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2008, 41(7): 2182-2190. )