

东北三省大豆种质品质性状鉴评与综合分析

孙星邈,邱红梅,马晓萍,王 洋,高淑芹,侯云龙,陈 健,王跃强

(吉林省农业科学院 大豆研究所/大豆国家工程研究中心,吉林 长春 130033)

摘 要:根据目标性状有的放矢的选配杂交亲本是提高优异品质组成品种的选择效率的基本前提。本研究对东北三省 102 份大豆种质资源的蛋白、氨基酸组分、油份及脂肪酸组分进行测定,通过遗传多样性、主成分和聚类分析,对其进行表型鉴定及基因型分类以综合评价种质品质特性。结果表明:东北三省大豆种质油份及脂肪酸组分变异较丰富,遗传多样性程度较高。根据主成分分析筛选到 9 个主成分进行聚类分析,通过聚类分析将供试种质资源分为 5 类。第 I 类群蛋白含量较高、油份含量偏低,第 II 类群蛋白、油份含量均居中,第 III 类群油份含量较高、蛋白含量偏低,第 IV 类群高油,第 V 类群高蛋白,类群间的氨基酸、脂肪酸组分各有差异。需根据育种目标在群体间选配亲本,以提高品质育种的效率。

关键词:大豆;蛋白;油份;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.1000-9841.2017.06.0872

Quality Traits Identification and Integrated Analysis of Heilongjiang, Jilin and Liaoning Soybeans

SUN Xing-miao, QIU Hong-mei, MA Xiao-ping, WANG Yang, GAO Shu-qin, HOU Yun-long, CHEN Jian, WANG Yue-qiang

(Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences/ National Engineering Research Center for Soybean, Changchun 130033, China)

Abstract: Selecting hybrid parents according to the target traits is the premise of improving selection efficiency of soybean cultivars with excellent chemical compositions. The content of protein, 16 amino acids, oil and 5 fatty acids were measured in 102 soybean germplasms of Heilongjiang, Jilin and Liaoning. Phenotypes and genotypes were identified and classified by genetic diversity, principle components and cluster analysis. The results showed that there were higher genetic variation and diversity for the content of protein, 16 amino acids, oil and 5 fatty acids in 102 soybean collections. According to the principle components analysis, nine principle components were screened. Cluster analysis was executed with 9 principle components and 102 germplasm resources were divided into 5 genetic groups by clustering analysis. Group I were higher protein content and lower oil content cluster, Group II were medium protein and oil content cluster, Group III were higher oil content and lower protein content cluster, Group IV were the highest oil content cluster, and Group V were the highest protein content cluster. The amino acids and fatty acids compositions had differences among 5 groups. According to the breeding target, selecting parents from groups would improve the efficiency of breeding in high quality cultivars.

Keywords: Soybean; Protein content; Oil content; Genetic diversity; Cluster analysis

大豆(*Glycine max* (L.) Merr.)是从野生大豆(*Glycine soja* Sieb. et Zucc.)改良驯化而来,自20世纪30年代以来,利用品种间有性杂交选育出了很多优异新品种^[1]。优质种质资源是培育大豆新品种的重要物质基础,多样化的遗传资源更有利于针对育种目标选择理想的亲本^[2],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。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。品质性状是衡量大豆营养价值的重要指标,对其鉴定评价对于品质育种十分必要。国内外在大豆蛋白、氨基酸组分、油份、脂肪酸组分的生理生态及遗传等方面均有研究,取得了较深入的进展^[3]。李为喜等^[3]的研究表明蛋白含量呈现自

北向南递增的趋势,而油份含量呈现递减趋势^[4]。已鉴定的东北大豆品种资源蛋白含量均值为42.07%,黄淮夏大豆种质蛋白含量均值为43.58%。种质资源的蛋白含量虽有所差异,但氨基酸组成基本相同,含量居前几位的一般是谷氨酸、天冬氨酸、亮氨酸等,含量最少的是蛋氨酸^[5]。张明等^[6]对1 004份大豆蛋氨酸含量进行了分析,结果表明种质间变异较大,变异系数为9.30%。Dong等^[7]鉴定92.40%种质的油份含量为15.10%~20.00%,遗传多样性指数为2.61。李文滨等^[8]鉴定东北大豆种质的油份含量均值为20.52%,变异系数为3.12%。中国大豆资源脂肪酸组分中,亚油酸含量最高,其次为油酸、棕榈酸、亚麻酸、硬脂酸,

收稿日期:2017-05-10
基金项目:国家自然科学基金(31401404);国家重点研发计划(2016YFD0100201-19)。
第一作者简介:孙星邈(1968-),男,硕士,助理研究员,主要从事大豆品质育种工作。E-mail:qhm2001-2005@163.com。
通讯作者:王跃强(1968-),男,博士,研究员,主要从事大豆种质资源研究工作。E-mail:825164942@qq.com。

亚油酸、棕榈酸含量的变异较小,亚麻酸、油酸含量的变异较大^[9-11]。宁海龙等^[12]评价了 62 份黑龙江省大豆资源的蛋白质及氨基酸组分,通过聚类分析划分出种质的主要品质类型。该研究只涉及了黑龙江省少部分种质,缺乏代表性。邱红梅等^[13-14]鉴定评价了 240 份高纬度地区大豆的蛋白、氨基酸组分、油份及脂肪酸组分,分别就蛋白、氨基酸组分及油份、脂肪酸组分进行了分型,各得到 7 个类群,分别指出了高蛋白及高油份类群。蛋白与油份独立分析,虽然增加了目标性状研究的针对性,但是欠缺了品质性状的综合分型,不能充分利用资源。本研究对 102 份东北三省大豆资源的蛋白、氨基酸组

分、油份及脂肪酸组分进行了系统分析,通过主成分、综合评价及聚类分析鉴评了资源的品质类型,有利于品质性状的综合利用,为品质育种奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为 102 份东北三省大豆种质资源,由吉林省农业科学院大豆研究所保存,包含 30 份东北三省大豆微核心种质(表 1)。其中 1~57 号来自黑龙江,58~87 号来自吉林,88~102 号来自辽宁。这些材料在公主岭均可正常成熟。

表 1 东北三省大豆种质资源名称
Table 1 Soybean collections of Heilongjiang, Jilin and Liaoning provinces

序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars	序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars	序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars
1	GD4904	东大 2 号	35	GD3263	黑农 48	69	GD0593	黄宝珠
2	GD4942	东农 42	36	GD4888	红丰 11	70	GD6153	吉林 20
3	GD4872	东农 44	37	GD1524	荆山璞	71	GD2730	吉林 35
4	GD4862	东农 46	38	GD4865	抗线 2 号	72	GD4177	吉林 39
5	GD4673	东农 47	39	GD0013	克北 1 号*	73	GD2548	吉林茶里花*
6	GD0224	方正秣食豆*	40	GD4910	龙品 03-311	74	GD4194	吉育 57
7	GD2585	丰收 6 号	41	GD0455	龙泉大豆*	75	GD4320	吉育 66
8	GD0232	合丰 24*	42	GD4138	牡丰 1 号*	76	GD4323	吉育 67
9	GD0233	合丰 25*	43	GD3505	嫩丰 11*	77	GD4464	吉育 71
10	GD4884	合丰 29	44	GD4886	嫩丰 15	78	GD4945	吉育 93
11	GD4885	合丰 30	45	GD0200	青豆*	79	GD6118	吉育 94
12	GD4483	合丰 35	46	GD0210	庆安黑豆*	80	GD0594	金元 1 号
13	GD4903	合丰 37*	47	GD0049	四粒黄	81	GD2834	九农 21
14	GD4876	合丰 39	48	GD4877	绥农 10	82	GD0468	牛毛黄*
15	GD4907	合丰 52*	49	GD4867	绥农 14*	83	GD1629	青仁黑豆
16	GD4891	黑河 11	50	GD4875	绥农 15	84	GD0829	铁荚四粒黄
17	GD4883	黑河 13	51	GD2402	绥农 1 号*	85	GD4210	通农 13
18	GD4893	黑河 14	52	GD4906	绥农 27	86	GD1816	小金黄
19	GD4701	黑河 17	53	GD4882	绥农 8 号	87	GD2394	紫花 2 号*
20	GD4878	黑河 18	54	GD4901	小粒秣食豆*	88	GD2665	铁荚子
21	GD4874	黑河 19	55	GD2619	压破车	89	GD1143	大粒黑豆*
22	GD4894	黑河 1 号*	56	GD0038	元宝金	90	GD0675	嘟噜豆
23	GD4892	黑河 25	57	GD0044	紫花 4 号	91	GD0932	黄脐*
24	GD4705	黑河 27	58	GD1828	薄地高*	92	GD0724	锦州 4-1*
25	GD4889	黑河 29	59	GD1985	茶色豆*	93	GD4870	辽鲜 1 号
26	GD4890	黑河 31	60	GD0592	丰地黄	94	GD1177	六十天还仓*

续表 1

序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars	序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars	序号 Code	资源编号 ID	品种 Cultivars
27	GD4887	黑河 35	61	GD4863	凤交 66-22	95	GD1234	猫眼豆
28	GD3497	黑河 4 号	62	GD4815	公野 03-5570	96	GD1306	牛毛黄*
29	GD2258	黑河小黄豆*	63	GD4913	公野 03-7239	97	GD5782	盘石豆
30	GD3166	黑龙江 41	64	GD4617	公野 04L-141	98	GD0792	天鹅蛋*
31	GD3496	黑农 2 号*	65	GD4716	公野 04-L15	99	GD2530	铁 5621
32	GD4505	黑农 35	66	GD4914	吉林小粒 7 号	100	GD4879	铁丰 29
33	GD4864	黑农 37	67	GD2975	和龙油太*	101	GD4868	小黄豆
34	GD4869	黑农 44	68	GD1178	怀德白花大粒*	102	GD1000	小黄豆*

* 代表东北三省大豆微核心种质。
* indicate micro-core collections in 3 provinces of Heilongjiang, Jilin and Liaoning.

1.2 试验设计

试验于 2015 和 2016 年在吉林省农业科学院公主岭试验基地进行。地块肥力中等,土地平整。随机区组种植,4 行区,行长 4 m,行距 0.6 m,株距 0.1 m,3 次重复,田间管理同一般大田。

1.3 品质性状测定

采用凯氏定氮法混合样单次测定籽粒蛋白(X_1)的含量。利用 Agilent 1100 高效液相色谱仪参照 GB/T 18246-2000 标准方法,测定天冬氨酸(X_2)、苏氨酸(X_3)、丝氨酸(X_4)、谷氨酸(X_5)、甘氨酸(X_6)、丙氨酸(X_7)、缬氨酸(X_8)、蛋氨酸(X_9)、异亮氨酸(X_{10})、亮氨酸(X_{11})、酪氨酸(X_{12})、苯丙氨酸(X_{13})、组氨酸(X_{14})、赖氨酸(X_{15})、精氨酸(X_{16})、脯氨酸(X_{17})的含量。采用索氏抽提法测定籽粒油份(X_{18})的含量。利用日本岛津 GC-14 气相色谱仪参照 GB/T 17376-1998 标准方法,测定棕榈酸(X_{19})、硬脂酸(X_{20})、油酸(X_{21})、亚油酸(X_{22})、亚麻酸(X_{23})的含量。

1.4 数据分析

采用 Excel 2010 整理分析数据。参照邱红梅等^[13]的方法,根据平均值(\bar{X})和标准差(δ)分为 10 级,1 级 $< \bar{X} - 2\delta$,10 级 $\geq \bar{X} + 2\delta$,中间每级相差 0.5δ 。各性状的遗传多样性采用 Shannon's 信息指数(H')进行评价。

利用 DPS V 7.05 软件进行主成分分析利用。

2 结果与分析

2.1 东北三省种质的品质性状的表型鉴定及比较分析

102 份东北三省大豆资源的蛋白、氨基酸组分、油份及脂肪酸组分存在较丰富的遗传变异(表 2)。其中,变异系数大于 10% 的性状有缬氨酸(X_8)、蛋氨酸(X_9)、组氨酸(X_{14})、精氨酸(X_{16})、脯氨酸

(X_{17})、硬脂酸(X_{20})、油酸(X_{21})、亚麻酸(X_{23})。精氨酸的变异系数最大为 20.71%,平均含量为 3.62%,变幅为 2.19% ~ 4.90%,极差为 2.71%。其次为油酸,变异系数为 19.73%,平均含量为 24.34%,变幅为 14.89% ~ 35.11%,极差为 20.22%。精氨酸与油酸组分的变异系数大,表明本研究样本的精氨酸与油酸组分的离散程度较高,特异含量种质较多。蛋白(X_1)的变异系数最小,仅为 4.69%,平均含量为 42.62%,变幅为 37.19% ~ 50.32%,极差为 13.13%。表明样本种质的蛋白含量较多分布在均值 42.62% 左右,离散程度较低。23 个性状中油份(X_{18})的遗传多样性指数最小,为 1.73;亚油酸(X_{22})的遗传多样性指数最大,为 2.20;各性状的遗传多样指数均值也较大,为 1.99,表明样本群体的蛋白、氨基酸组分、油份及脂肪酸组分的遗传变异丰富。

蛋白、天冬氨酸(X_2)、亮氨酸(X_{11})、酪氨酸(X_{12})、苯丙氨酸(X_{13})含量在 3 省间呈显著差异,5 个性状的含量变化趋势为辽宁省 > 吉林省 > 黑龙江省,但变异系数却是吉林省 > 黑龙江省 > 辽宁省。表明低纬度地区有利于高蛋白资源的形成,吉林省资源 X_1 、 X_2 、 X_{11} 、 X_{12} 与 X_{13} 的遗传变异更丰富。辽宁省资源的苏氨酸(X_3)、丝氨酸(X_4)含量显著高于吉林省与黑龙江省, X_3 、 X_4 的变异系数是吉林省最大。辽宁省与吉林省的甘氨酸(X_6)、丙氨酸(X_7)、缬氨酸、异亮氨酸(X_{10})、赖氨酸(X_{15})、精氨酸含量显著高于黑龙江省, X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_{10} 与 X_{15} 的变异系数在吉林省最大,而 X_{16} 的变异系数则是黑龙江省最大。黑龙江省脯氨酸、油份(X_{18})的含量显著高于辽宁省, X_{17} 、 X_{18} 的变异系数在吉林省最大。吉林省的硬脂酸含量显著高于辽宁省, X_{20} 的变异系数在辽宁省最大。辽宁省的亚麻酸含量显著高于黑龙江省, X_{23} 的变异系数在吉林省最大。

表 2 东北三省大豆种质品质性状的统计分析

Table 2 Qualitative character statistical analysis of Heilongjiang, Jilin and Liaoning soybean germplasm (%)											
性状编号 Trait	组分 Component	黑龙江 Heilongjiang		吉林 Jilin		辽宁 Liaoning		三省 Three provinces			
		平均值 Mean	变异系数 CV	平均值 Mean	变异系数 CV	平均值 Mean	变异系数 CV	平均值 Mean	变异系数 CV	变异幅度 Variation range	遗传多样性 指数 <i>H'</i>
X ₁	蛋白	41.43 c	4.09	42.61 b	5.69	43.98 a	2.97	42.62	4.69	37.19 ~ 50.32	1.78
X ₂	天冬氨酸	4.82 c	4.67	4.97 b	6.60	5.18 a	4.00	4.91	5.70	4.31 ~ 5.86	1.98
X ₃	苏氨酸	1.58 b	4.69	1.62 b	7.85	1.68 a	4.81	1.61	6.09	1.19 ~ 1.88	1.68
X ₄	丝氨酸	2.09 a	5.93	2.12 a	7.17	2.16 a	5.75	2.11	6.21	1.73 ~ 2.53	1.88
X ₅	谷氨酸	8.30 b	5.68	8.37 b	6.97	8.67 a	4.02	8.38	5.88	7.08 ~ 9.78	1.95
X ₆	甘氨酸	1.75 b	5.05	1.83 a	7.06	1.87 a	3.40	1.79	6.15	1.52 ~ 2.22	1.93
X ₇	丙氨酸	1.68 b	5.46	1.78 a	8.38	1.81 a	5.11	1.73	6.95	1.47 ~ 2.16	2.02
X ₈	缬氨酸	2.14 b	5.22	2.29 a	7.47	2.35 a	5.90	2.24	10.22	1.77 ~ 2.75	1.86
X ₉	蛋氨酸	0.57 a	9.25	0.59 a	14.33	0.58 a	8.38	0.58	11.77	0.45 ~ 0.81	1.99
X ₁₀	异亮氨酸	1.87 b	5.53	1.95 a	6.81	1.97 a	4.13	1.91	5.98	1.61 ~ 2.28	1.96
X ₁₁	亮氨酸	3.11 c	4.96	3.23 b	6.12	3.32 a	2.36	3.18	5.52	2.69 ~ 3.70	1.95
X ₁₂	酪氨酸	1.52 c	4.94	1.59 b	7.67	1.68 a	4.92	1.56	6.67	1.36 ~ 1.94	2.12
X ₁₃	苯丙氨酸	2.03 c	5.31	2.12 b	7.04	2.20 a	4.79	2.08	6.68	1.75 ~ 2.56	2.05
X ₁₄	组氨酸	1.58 a	11.01	1.58 a	9.93	1.54 a	10.52	1.57	10.55	1.27 ~ 2.04	2.01
X ₁₅	赖氨酸	2.88 b	6.15	3.00 a	7.60	3.07 a	5.22	2.95	6.81	2.41 ~ 3.51	1.92
X ₁₆	精氨酸	3.34 b	25.01	3.96 a	12.40	3.84 a	12.80	3.62	20.71	2.19 ~ 4.90	2.17
X ₁₇	脯氨酸	2.86 a	10.35	2.72 ab	16.46	2.63 b	14.35	2.80	14.47	1.85 ~ 3.61	1.81
X ₁₈	脂肪	20.96 a	7.21	20.37 a	10.78	19.03 b	6.22	20.45	8.87	12.27 ~ 23.78	1.73
X ₁₉	棕榈酸	11.72 a	6.72	11.35 a	7.98	11.35 a	5.97	11.56	6.82	9.52 ~ 13.50	2.03
X ₂₀	硬脂酸	3.61 ab	10.05	3.50 b	8.85	3.76 a	12.26	3.59	10.29	2.76 ~ 4.70	2.01
X ₂₁	油酸	24.55 a	20.89	25.30 a	19.52	22.81 a	11.20	24.34	19.73	14.89 ~ 35.11	2.19
X ₂₂	亚油酸	52.06 a	7.31	51.50 a	6.71	53.29 a	4.58	52.23	6.85	43.59 ~ 58.58	2.20
X ₂₃	亚麻酸	8.06 b	14.01	8.32 ab	18.03	8.80 a	10.56	8.27	15.38	6.22 ~ 12.41	2.01

不同小写字母差异显著 ($P < 0.05$)。
Different lowercase indicate significant difference ($P < 0.05$).

2.2 品质性状的主成分分析

对 102 份大豆资源的 23 种品质性状进行主成分分析,计算各主成分的特征值、贡献率及累积贡献率。前 9 个主成分的贡献率分别为 44.89%、12.80%、9.98%、5.57%、4.81%、4.16%、3.51%、2.58%、2.09%,累计贡献率达 90.83%(表 3)。原始变量和主成分的相关性分析表明,第 1 主成分(PC1)中 X₂、X₆、X₁₁、X₁₂、X₁₃、X₁₅的相关系数较大,是对第 1 主成分影响最大的特征向量,说明 PC1 由它们组成一个综合指标。其中 X₁₁、X₁₃、X₁₅为必需氨基酸,X₂组分为大豆蛋白中第二多氨基酸。而 PC2 主要代表油酸、亚油酸、亚麻酸 3 种不饱和脂肪

酸,PC3 主要代表组、蛋氨酸,PC4 主要代表精氨酸,PC5 主要代表谷、异亮氨基酸,PC6 主要代表蛋白和脂肪,PC7 主要代表硬脂酸,PC8 主要代表棕榈酸,PC9 主要代表脯氨酸。第一主成分值越大,种质的籽粒蛋白含量也越高。第二主成分值越大,种质的油酸含量越小,而亚油酸、亚麻酸含量越高。第三主成分值越大,表明种质的组氨酸、蛋氨酸含量越高。第一与第三主成分值均大的种质,为高蛋白且氨基酸组成优异的材料。通过上述主成分分析,有效地减少了变量数目,发掘到具有代表性的主成分因子,为资源品质性状综合评价奠定了基础。

表 3 东北三省大豆种质品质性状的主成分分析结果

Table 3 Principal component analysis on the component quality of Heilongjiang, Jilin and Liaoning soybean germplasm

主成分 Principal component	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
特征值 Eigen value	10.33	2.95	2.30	1.28	1.11	0.96	0.81	0.59	0.48
贡献率 Contribution ratio/%	44.89	12.80	9.98	5.57	4.81	4.16	3.51	2.58	2.09
累计贡献率 CCR/%	44.89	57.70	67.68	73.25	78.06	82.23	85.73	88.31	90.40
X ₁	0.23	-0.05	0.00	-0.17	0.00	-0.58	0.11	0.02	-0.08
X ₂	0.29	-0.03	0.00	-0.01	0.20	-0.05	0.11	-0.14	-0.02
X ₃	0.25	-0.02	0.16	-0.08	-0.20	0.16	0.31	0.07	0.05
X ₄	0.21	0.02	0.30	-0.19	-0.10	0.17	0.29	-0.34	0.18
X ₅	0.25	0.01	0.11	-0.23	0.26	-0.16	0.23	0.03	0.10
X ₆	0.28	-0.07	-0.05	0.03	0.07	0.12	-0.05	-0.02	0.03
X ₇	0.26	-0.07	-0.02	0.10	-0.11	0.29	-0.09	-0.32	-0.08
X ₈	0.25	-0.06	-0.18	0.10	0.14	0.05	-0.33	0.14	-0.24
X ₉	0.12	0.10	0.46	0.16	-0.34	0.04	0.09	0.02	-0.10
X ₁₀	0.26	-0.06	-0.17	0.11	0.27	0.04	-0.10	0.09	0.19
X ₁₁	0.30	-0.05	-0.03	-0.04	0.09	0.11	0.08	0.06	0.10
X ₁₂	0.26	-0.08	-0.13	0.02	-0.16	0.08	-0.03	0.10	0.06
X ₁₃	0.28	-0.12	-0.10	-0.02	0.09	0.07	-0.12	0.08	-0.11
X ₁₄	0.08	0.10	0.50	-0.01	0.13	0.14	-0.10	0.46	-0.53
X ₁₅	0.26	-0.06	-0.06	0.21	0.00	0.13	-0.02	0.09	0.05
X ₁₆	0.13	-0.14	0.10	0.55	-0.40	-0.27	-0.20	-0.10	0.14
X ₁₇	0.03	0.12	0.43	0.25	0.36	-0.26	-0.25	0.07	0.45
X ₁₈	-0.22	-0.15	0.09	0.17	0.16	0.51	-0.02	0.06	0.26
X ₁₉	-0.01	0.41	0.07	0.23	0.41	0.05	0.06	-0.49	-0.23
X ₂₀	-0.03	0.11	-0.24	0.56	0.08	-0.06	0.64	0.24	-0.13
X ₂₁	-0.09	-0.54	0.12	0.01	0.08	-0.07	0.03	-0.12	-0.15
X ₂₂	0.08	0.48	-0.11	-0.13	-0.14	0.10	-0.03	0.34	0.33
X ₂₃	0.13	0.42	-0.14	0.00	-0.21	-0.03	-0.24	-0.21	-0.19

2.3 东北三省大豆资源品质性状的聚类分析

通过主成分分析,分别得到 102 份种质的 10 个主成分得分,采用欧氏距离最大距离法进行聚类分析,得到聚类分析图(图 1)。在遗传距离 8.04 处,将 102 份东北三省大豆种质分为 5 个类群。第 I 至第 V 类群分别包含 29、30、26、7、10 份种质,占供试种质总数的 28.43%、29.41%、25.49%、6.86%、9.80%。第 IV 类为高油份类群,含有 6 份黑龙江资源,东农 42、黑农 44、绥农 15、荆山璞、四粒黄、紫花

4 号;1 份吉林种质,吉育 67。第 V 类为高蛋白类群,含有 2 份黑龙江资源,龙品 03-311、小粒秣食豆;5 份吉林种质,凤交 66-22、吉林茶里花、公野 04L-141、公野 5056、青仁黑豆;3 份辽宁资源,辽鲜 1 号、猫眼豆、小黄豆。第 I 类蛋白含量较高、油份含量偏低,第 II 类蛋白、油份含量均居中,第 III 类油份含量较高、蛋白含量偏低,可根据育种目标在类群间或同类群不同来源地选择材料进行品质育种。

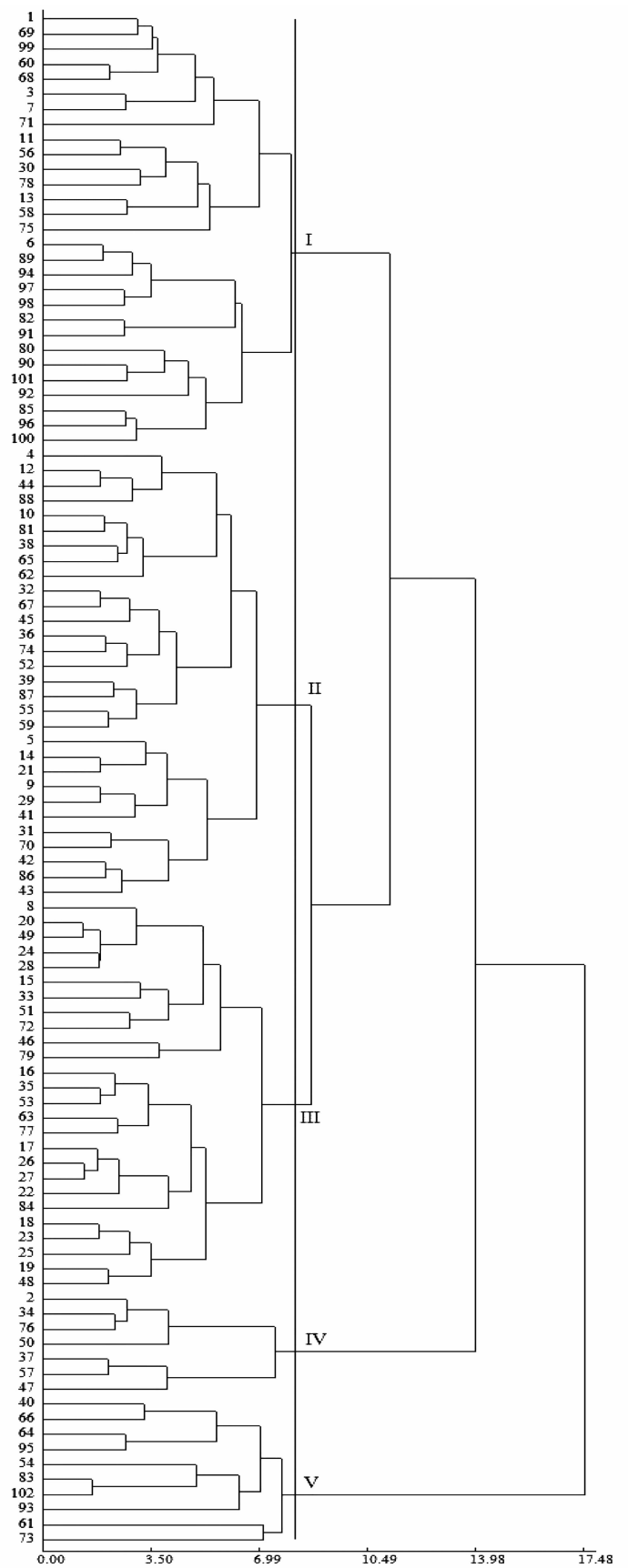


图 1 基于品质性状的东北三省大豆种质聚类树

Fig. 1 The cluster dendrogram of Heilongjiang, Jilin and Liaoning soybean germplasm base on the component quality

3 结论与讨论

大豆蛋白、油份是重要的品质性状,优异氨基酸与脂肪酸组成是优质的前提。对种质资源的蛋白含量、氨基酸组成、脂肪含量及脂肪酸组分进行评价及分型,对大豆品质育种具有重要意义。本研究分析了102份来源于黑龙江、吉林、辽宁3省栽培大豆资源的品质性状的遗传变异,统计分析表明,各性状均具有较高的遗传多样性。Dong等^[8]对19 099份中国大豆种质的蛋白遗传多样性进行了分析,鉴定到蛋白含量的变幅为30.10%~53.00%,遗传多样性指数为3.47。其分析的样本群体来自全国24个省市,包含多个生态区,故遗传多样性指数较高。崔艳华等^[15]分析4 556份黄淮夏大豆的蛋白与油份遗传多样性指数分别为1.90与2.02,邱红梅等^[13-14]鉴定我国北方122份资源蛋白与油份遗传多样性指数分别为2.04与1.99,略高于本研究蛋白与油份的遗传多样性指数,究其原因为本研究分析的样本材料较少。但是酪氨酸、苯丙氨酸、组氨酸等10个性状的遗传多样性指数高于2.00,表明品质性状还是存在较丰富的遗传变异,此样本群体在东北生态区具有一定的代表性。

本研究经由主成分分析,将23个指标转换为9个综合指标,其中第2主成分代表3种不饱和脂肪酸,说明蛋白、氨基酸组分与油份及其组分不是独立的,是有显著的关联性的,联合进行分析是十分必要的。利用9个综合指标进行聚类分析,将供试材料分为5个类群。各类群间的遗传距离大于各类群内部的,类别间品质性状高低差距较为悬殊。在品质育种中亲本亲缘的远近决定后代材料的变异幅度,亲缘差异越大,后代变异幅度越大。所以,确定亲本遗传距离是亲本选择的前提。亲本间遗传距离大,易选出性状超越亲本和适应性强的新品种。按照品质育种目标确定候选亲本类群后,选配亲本应该遵循遗传距离大的原则。在实际品质育种时,除遗传距离差异外,选配杂交亲本时还要结合高产、抗病等原则进行综合考虑。

参考文献

[1] Apuya N R, Frazier B L, Keim P, et al. Restriction fragment length polymorphisms as genetic markers in soybean [*Glycine max* (L.) merrill] [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1988, 75: 889-901.

[2] Clarke E J, Wiseman J. Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soyabeans I. Protein and amino acid content [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 134: 111-124.

[3] 王文真, 刘兴媛, 曹永生, 等. 中国大豆种质资源的蛋白质含量研究 [J]. 作物品种资源, 1998 (1): 35-36. (Wang W Z, Liu X Y, Cao Y S, et al. Research of protein content with soybean germplasm resources in China [J]. Crop Germplasm Resources, 1998 (1): 35-36.)

[4] 李为喜, 朱志华, 刘三才, 等. 中国大豆 (*Glycine max*) 品种及

种质资源主要品质状况分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5 (2): 185-192. (Li W X, Zhu Z H, Liu S C, et al. Quality characters of Chinese soybean (*Glycine max*) varieties and germplasm resources [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2004, 5 (2): 185-192.)

[5] 吕景良, 邵荣春, 吴百灵, 等. 东北地区大豆品种资源氨基酸组成的分析研究 [J]. 大豆科学, 1988, 7 (3): 245-246. (Lyu J L, Shao Y C, W B L, et al. Analysis and study of amino acid composition of soybean varieties in northeast China [J]. Soybean Science, 1988, 7 (3): 245-246.)

[6] 张明, 衣翠文, 胡传璞, 等. 栽培大豆含硫氨基酸及蛋白质含量的初步分析 [J]. 吉林农业科学, 1992 (4): 34-38. (Zhang M, Yi C W, Hu C P, et al. Preliminary analysis of the content of sulfur amino acid and protein in cultivated soybean [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 1992 (4): 34-38.)

[7] Dong Y S, Zhao L M, Liu B, et al. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2004, 108: 931-936.

[8] 李文滨, 郑宇宏, 韩英鹏. 大豆种质资源脂肪酸组分含量及品质性状的相关性分析 [J]. 大豆科学, 2008, 27 (5): 740-745. (Li W B, Zheng Y H, Han Y P. Analysis of fatty acid composition and other quality traits in soybean varieties developed in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 2008, 27 (5): 740-745.)

[9] 陈霞. 黑龙江省主栽大豆品种脂肪、脂肪酸组分的测定及其相关性的分析 [J]. 大豆科学, 1996, 15 (2): 91-95. (Chen X. The analysis of the determination and correlation of soybean variety, fatty acid composition of soybean varieties in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 1996, 15 (2): 91-95.)

[10] 徐永华, 何志鸿, 张君政, 等. 黑龙江省大豆品质生态地理分布-II-育成品种品质的遗传改进与生态分布 [J]. 大豆科学, 1997, 16 (2): 58-64. (Xu Y H, He Z H, Zhang J Z, et al. Genetic improvement and ecogeographical distribution of chemical contents of soybean varieties released in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 1997, 16 (2): 58-64.)

[11] 师臣, 杨柳. 大豆脂肪酸组分与主要农艺性状的相关分析 [J]. 黑龙江农业科学, 2009 (6): 36-37. (Shi C, Yang L. Correlation analysis between fatty acid composition and the main agronomic traits in soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2009 (6): 36-37.)

[12] 宁海龙, 李文霞, 王继安, 等. 黑龙江省大豆蛋白油分及蛋白组分类型 [J]. 作物学报, 2003, 29 (4): 551-556. (Ning H L, Li W X, Wang J A, et al. Composition analysis of protein and oil and amino acids of the soybean varieties in Heilongjiang province of China [J]. Acta Agronomica Sinica, 2003, 29 (4): 551-556.)

[13] 邱红梅, 杨春明, 高淑芹, 等. 高纬度地区大豆蛋白含量及氨基酸组分表型鉴定与聚类分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15 (6): 1202-1208. (Qiu H M, Yang C M, Gao S Q, et al. Phenotype identification and cluster analysis of soybean in upper latitudes regions based on protein content and amino acid composition [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15 (6): 1202-1208.)

[14] 邱红梅, 杨春明, 高淑芹, 等. 北方大豆油份含量及脂肪酸组分的表型鉴定与聚类分析 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (24): 123-128. (Qiu H M, Yang C M, Gao S Q, et al. Phenotype identification and cluster analysis of north soybean based on oil content and fatty acid composition, Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30 (24): 123-128.)

[15] 崔艳华, 邱丽娟, 常汝镇, 等. 黄淮夏大豆 (*G. max*) 初选核心种质代表性检测 [J]. 作物学报, 2004, 30 (3): 284-288. (Cui Y H, Qiu L J, Chang R Z, et al. Representative test for primary core collection of summer sowing soybeans in Huanghuai region of China [J]. 2004, 30 (3): 284-288.)