

鹰嘴豆种质资源农艺性状遗传多样性分析

聂石辉, 彭琳, 王仙, 季良
(新疆农业科学院粮食作物研究所, 乌鲁木齐 830091)

摘要:以 100 份鹰嘴豆种质资源为材料,应用聚类分析和主成分分析方法,对 15 个主要农艺性状的遗传多样性进行分析。结果表明,参试材料存在广泛的遗传多样性。其中,多样性指数最高的是株高,其次是百粒重;性状变异系数最大的是单株荚数,其次是单株粒重;基于各种质间形态标记的遗传差异,将 100 份鹰嘴豆种质聚类并划分为 4 大类群。第Ⅰ类群可作为选育丰产中粒型和株高适中的品种,第Ⅱ类群可作为选育矮秆耐密及特异粒色(型)品种,第Ⅲ类群丰产性较差可作为选育子粒球形、光滑的品种,第Ⅳ类群可作为选育大粒型、适宜机械化收获的品种。9 个数量性状的主成分分析结果表明,前 4 个主成分累计贡献率达 73.91%,各主成分性状载荷值反映了主要数量性状的育种选择潜力。综合分析种质资源农艺性状,为鹰嘴豆的有效利用提供一定的科学依据。

关键词:鹰嘴豆;种质资源;遗传多样性;农艺性状

Genetic Diversity of Agronomic Traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Germplasm Resources

NIE Shi-hui, PENG Lin, WANG Xian, JI Liang
(Institute of Cereal Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091)

Abstract: Fifteen agronomic traits of 100 chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes had been analyzed for genetic diversity by using cluster analysis and principal component analysis. The results revealed broad genetic diversity among these chickpeas. The diversity index of plant height was highest, followed by 100-seed weight. The coefficient variation (CV) of pod number per plant was highest, followed by seed weight per plant. Based on the genetic differentiation of agronomic traits, the 100 chickpea genotypes were divided into 4 groups. As candidate parents, the genotypes from the first group could be used for breeding varieties with high yield and moderate plant height, the genotypes from the second group could be used for breeding varieties with high population density and special seed color (shape), the genotypes from the third group could be used for breeding varieties with spherical and smooth seeds, the genotypes from the fourth group can be used for breeding varieties with large seed type and suitable for combine harvesting. The principal components analysis based on 9 quantitative traits, indicated the accumulation indices of 73.91% from the top four principal components which reflecting the breeding potential of major quantitative traits. Comprehensive analysis of agronomic traits provided scientific information for effective use of chickpea genetic resources.

Key words: chickpea (*Cicer arietinum* L.); genetic resources; genetic diversity; agronomic traits

鹰嘴豆(*Cicer arietinum* L., $2n = 16$)是豆科(Leguminosae)鹰嘴豆属(*Cicer*)唯一栽培种,早在 9500 年前,即农业出现之初,在土耳其到伊朗的新月沃土地区就已开始种植鹰嘴豆^[1]。印度次大陆鹰嘴豆的种植历史至少可以追溯到 4000 年前。据 FAO 统计资料,2001 – 2005 年间,鹰嘴豆在世界 49 个国家种植,年均种植面积 1033.8 万 hm^2 ,年均总产 801.7 万 t。生产面积最大的 5 个国家是印度、巴基斯坦、伊朗、土耳其、缅甸,其中印度不论收获面积或总产量都最大,其栽培地区的生态多样性造就了丰富的鹰嘴豆种质资源以及遗传的多样性。截至 2006 年底,全世界有 20 个国家保存鹰嘴豆资源 52179 份,其中 11 份为野生资源,保存资源超过 1000 份以上的国家有 12 个。其中,中国现保存鹰嘴豆资源 567 份,并随着育种家的努力不断扩大。鹰嘴豆具有较高的营养价值,还是中东国家日常饮食系统的一个重要组成部分。

鹰嘴豆何时传入中国还不清楚,在新疆维吾尔医药中已有两千多年应用历史,随着对其保健功能的深入研究,越来越受到科学家的关注。目前在我国种植区域较窄,主要分布于新疆、甘肃、宁夏等地

区,尤以新疆面积和产量最大,成为国内鹰嘴豆的主产区,近年我国通过国际合作引进一批鹰嘴豆资源,但尚无其遗传多样性的相关报道,亟待深入研究、开发和利用。主成分分析和聚类分析是遗传育种和品种资源研究中普遍采用的方法^[2],已在大豆^[3]、蚕豆^[4]、小麦^[5-6]、红花^[7]、燕麦^[8]等多种作物种质资源中得到广泛应用。本研究利用近年引进的鹰嘴豆资源,以主成分分析和聚类分析两种方法相结合,综合分析鹰嘴豆种质资源主要农艺性状的遗传多样性,对于鉴别特异种质,依据生产需要筛选核心种质,提高我国鹰嘴豆的产量、品质、抗逆性等具有现实意义,并为我国鹰嘴豆种质资源的收集、保护、研究和利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

依托中国农业科学院作物科学研究所和本单位已收集保存的 680 余份鹰嘴豆资源,结合多年田间试验筛选出 100 份适应性好的种质为材料,于 2012 – 2013 年在新疆奇台麦类试验站进行系统性的评价鉴定,以供今后育种利用。供试材料编号、名称见表 1。

表 1 参试材料编号及种质名称
Table 1 The chickpea genotypes for agronomic traits evaluation

编号 No.	种质名称 Genotypes	编号 No.	种质名称 Genotypes	编号 No.	种质名称 Genotypes	编号 No.	种质名称 Genotypes	编号 No.	种质名称 Genotypes
1	L0000475	21	L0000565	41	FLIP06-76C	61	中品 YZD-85	81	中品 YZD-176-1
2	L0000590	22	L0000567	42	FLIP06-120C	62	中品 YZD-87	82	中品 YZD-184
3	L0000595	23	L0000569	43	K-451	63	中品 YZD-89	83	中品 YZD-203-1
4	L0000606	24	L0000571	44	K-623	64	中品 YZD-90	84	中品 YZD-231
5	L0000609	25	L0000572	45	K-980	65	中品 YZD-91	85	中品 YZD-239
6	L0000032	26	L0000573	46	K-2992	66	中品 YZD-93	86	FLIP02-23C
7	L0000053	27	L0000574	47	L0000068	67	中品 YZD-102	87	FLIP03-17C
8	L0000058	28	L0000575	48	K-1150	68	中品 YZD-104	88	FLIP03-35C
9	L0000067	29	L0000577	49	K-1251	69	中品 YZD-106	89	FLIP03-104C
10	L0000070	30	L0000578	50	中品 YZD-101	70	中品 YZD-109	90	FLIP05-73C
11	L0000081	31	L0000579	51	中品 YZD-111	71	中品 YZD-112-1	91	FLIP05-76C
12	L0000261	32	L0000604	52	中品 YZD-121	72	中品 YZD-112-2	92	FLIP06-41C
13	L0000309	33	L0000611	53	中品 YZD-126	73	中品 YZD-115	93	FLIP06-52C
14	L0000335	34	FLIP03-23C	54	中品 YZD-127	74	中品 YZD-143	94	FLIP06-125C
15	L0000463	35	FLIP05-99C	55	中品 YZD-130	75	中品 YZD-145	95	FLIP06-155C
16	L0000465	36	FLIP05-162C	56	中品 YZD-132-2	76	中品 YZD-156-2	96	FLIP06-157C
17	L0000503	37	FLIP06-3C	57	中品 YZD-140	77	中品 YZD-159	97	FLIP06-158C
18	L0000516	38	FLIP06-55C	58	中品 YZD-196	78	中品 YZD-161	98	C 104
19	L0000521	39	FLIP06-123C	59	中品 YZD-80	79	中品 YZD-167	99	Ghaffa
20	L0000552	40	FLIP05-11C	60	中品 YZD-82	80	中品 YZD-172-2	100	JG62

1.2 试验设计

试验地点位于新疆奇台麦类试验站,43°59'57"N, 89°45'23"E,海拔 822 m;试验年度平均气温 6.6℃, 全生育期降水量 183 mm,日照 2833 h。试验地为水浇地,壤土,前茬小麦,肥力中等。

试验采用随机区组设计,3 次重复;每小区 3 行,行长 6 m,行距 50 cm,株距 8~10 cm。

1.3 性状调查

田间性状调查参照《鹰嘴豆种质资源描述规范和数据标准》^[9]进行,田间目测观察株型、花色、复叶叶型等;待植株成熟时取考种样于室内调查株高、单株一级分枝数、单株荚数、每果节荚数、荚长、单株粒数、单株粒重、百粒重、粒型、粒色、种子表面等。统计分析的性状分为 2 类:第 1 类是质量性状,包括株型、花色、复叶叶型、粒型、粒色、种子表面等 6 个性状,分析各性状的频率分布和遗传多样性指数;第 2 类是数量性状,包括株高、单株一级分枝、单株荚数、每果节荚数、荚长、单株粒数、单株粒重、百粒重、产量等 9 个性状,进行一般性描述统计分析和遗传多样性指数分析。

性状描述中各性状差异用阿拉伯数字表示,株型:1 = 直立,2 = 半直立,3 = 半披散,4 = 披散,5 = 匍匐;复叶叶型:1 = 普通,2 = 单叶,3 = 簇生小叶;花色:1 = 白,2 = 紫,3 = 粉红,4 = 红,5 = 紫红,6 = 浅蓝,7 = 蓝;粒型:1 = 羊头,2 = 鹰头,3 = 球型;粒色:1 = 黑色,2 = 肉褐色,3 = 红褐色,4 = 橘红色,5 = 褐色,6 = 其他色;种子表面:1 = 光滑,2 = 粗糙,3 = 凹凸不平。

1.4 数据处理及统计分析

试验数据采用 SPSS 16.0 计算性状的平均值($\bar{X}$)、标准差(s)等。根据计算结果将所有材料每个性状划分为 10 个等级,按第 1 级 [$X_i < (\bar{X} - 2s)$]到第 10 级 [$X_i > (\bar{X} + 2s)$],每 0.5 s 为 1 级,每 1 级的相对频率(P_i)用于计算多样性指数。遗传多样性指数即 Shannon-Wiener index (H') 信息指数^[10],计算公式: $H' = - \sum P_i \times \ln P_i$ 。式中 P_i 为某性状第 i 级别内材料份数占总份数的百分比, X_i 为第 i 级中的数据。主成分分析和聚类分析采用 SPSS 16.0 软件,聚类分析过程中,为便于数量化和统计分析,数值首先进行标准化转换(Z 得分),将质量性状予以赋值。种质间遗传距离为欧氏距离,聚类方法采用离差平方和法(Ward's method)。

2 结果与分析

2.1 鹰嘴豆种质资源形态多样性分析

对 100 份鹰嘴豆种质资源的 15 个性状进行分

析,结果表明,不同材料之间存在较大差异,不同性状在不同材料间表现出不同程度的多样性。由表 2 可以看出,参试材料的 6 个质量性状中,株型以半披散类型为主,占参试材料的 43%;其次为半直立和披散型;直立型较少;匍匐型最少。复叶叶型普通型为主,占参试材料的 99%,仅 1 份材料为单叶类型。花色以白色最多,占 64%;其次为紫红色,占 26%;粉色和粉红色较少。粒型以鹰头型为主,占 85%;其次为球型和羊头型。粒色以肉褐色为主,占 57%;其余颜色较少。种子表面类型以凹凸不平为主,占 66%;其次为粗糙和光滑型。6 个质量性状中遗传多样性指数最高的是株型 1.320,其次是粒色 1.316,花色和种子表面类型分别为 0.927 和 0.855,粒型的遗传多样性指数 0.524 相对较小,复叶叶型 0.056 最小。

表 2 鹰嘴豆种质资源 6 个质量性状的遗传多样性分析
Table 2 Assessment on genetic diversity of 6 qualitative traits of chickpea genetic resources

性状 Trait	遗传多样性指数 H'	频率分布 Ratio of distribution						
		1	2	3	4	5	6	7
株型 PT	1.320	11	25	43	20	1	-	-
复叶叶型 CLT	0.056	99	1	0	-	-	-	-
花色 FC	0.927	64	3	7	0	26	0	0
粒型 SS	0.524	6	85	9	-	-	-	-
粒色 SCC	1.316	12	57	5	3	15	8	-
种子表面 SSS	0.855	11	23	66	-	-	-	-

PT: Plant type, CLT: Compound leaf type, FC: Flower color, SS: Seed shape, SCC: Seed coat color, SSS: Seed surface shape. The same as below

对参试材料 9 个数量性状进行遗传多样性分析的结果表明,多样性指数以株高 2.047 最高;其次是百粒重 2.044;遗传多样性指数排序为:株高 > 百粒重 > 产量 > 荚长 > 单株一级分枝数 > 每果节荚数 > 单株荚数 > 单株粒数 > 单株粒重。

不同材料间各性状也存在较大差异(表 3),其中单株粒数的变异系数 73.91% 最大,变异幅度 39.80~571.70 粒;其次为单株荚数变异系数 64.21%,变异幅度 31.80~423.50 个。其余性状依次分别为:单株粒重变异系数 63.28%,变异幅度 12.04~109.12 g;每果节荚数变异系数 36.81%,变异幅度 0.32~1.49 个;百粒重变异系数 36.27%,变异幅度 9.53~55.30 g;单株一级分枝数变异系数 24.22%,变异幅度 4.60~14.00 个;株高变异系数 21.48%,变异幅度 41.04~108.76 cm;产量变异系数 19.11%,变异幅度 1609.50~6516.75 kg/hm²;荚

长变异系数 11.81% 最小,变异幅度 1.72 ~ 3.02 cm。结果表明,参试鹰嘴豆不同材料间各性状差异较大,且不同性状在不同材料间也表现出丰富的遗传多样性,综合各质量性状和数量性状的统计分析结果可

以看出,参试材料的遗传背景较丰富,改良潜力较大,这可为我国鹰嘴豆新品种的选育提供优异的种质基础,对生产中高产、株型适宜机械化收获、密植、不同粒型需求等具有重要实际意义。

表 3 鹰嘴豆种质资源 9 个数量性状的遗传多样性分析

Table 3 Assessment on genetic diversity of 9 quantitative traits of chickpea genetic resources

性状	平均值	最小值	最大值	标准差	极差	变异系数(%)	遗传多样性指数
Trait	Average	Min.	Max.	s	Range	CV	H'
株高(cm) HP	67.76	41.04	108.76	14.558	67.72	21.48	2.047
单株一级分枝数 NPB	7.01	4.60	14.00	1.698	9.40	24.22	1.925
单株荚数 PPP	119.78	31.80	423.50	76.911	391.70	64.21	1.685
每果节荚数 PPN	0.72	0.32	1.49	0.265	1.17	36.81	1.897
荚长(cm) PL	2.38	1.72	3.02	0.281	1.30	11.81	1.984
单株粒数 SPP	163.25	39.80	571.70	120.657	531.90	73.91	1.628
单株粒重(g) SYPP	34.39	12.04	109.12	21.763	97.08	63.28	1.570
百粒重(g) 100-SW	28.37	9.53	55.30	10.290	45.77	36.27	2.044
产量(kg/hm ²) YPH	4449.15	1609.50	6516.75	56.695	4907.25	19.11	1.990

HP: Height of plant, NPB: No. of primary, PPP: Pods per plant, PPN: Pods per node, PL: Pod length, SPP: Seeds per plant, SYPP: Seed yield per plant, 100-SW: 100-seed weight, YPH: Yield per hectare. The same as below

2.2 基于形态标记的聚类分析

利用 SPSS 16.0,对 100 份参试鹰嘴豆种质资源的 15 个性状进行聚类,以欧氏距离为遗传距离,聚类方法采用 Ward 法,在遗传距离为 10 处将参试材料分为 4 类(图 1),各种质类群特征见表 4。

第 I 类群包括 14 份材料,其主要特征是株型以半披散为主,披散次之;复叶叶型普通型为主,仅 1 份材料为单叶型;花色以白色为主,紫红色次之;粒型全部为鹰头型;粒色以肉褐色为主,褐色次之,其他颜色较少;种子表面性状粗糙为主,凹凸不平次之。株高中等,变异系数 15.85% 最小,单株粒数变异系数 33.82% 最大;单株荚数和每果节荚数变异系数次之,分别为 33.63% 和 28.06%。单株一级分枝数、单株荚数、每果节荚数、单株粒数和单株粒重的均值分别为 8.53、267.14、0.95、375.19 和 76.61,均为 4 个类群最大;百粒重均值 27.73 g,变异系数 23.15%,粒型中等;产量均值 4601.72 kg/hm²,位居 4 个类群中的第 2 位,变异系数 14.73%;综合各性状可以看出,此类群材料属高产型,且具有一定增产潜力,属中粒型,且株高适中。

第 II 类群包括 34 份材料,其主要特征是株型以半披散为主,披散次之,半直立最少;复叶叶型为普通型;花色以紫红色为主,其次为紫色,粉红色最少;粒型以鹰头型为主,羊头型次之;粒色以肉褐色为主,其次为红褐色,褐色和黑色较少;种子表面类型以凹凸不平为主,粗糙次之。株高较矮,均值 55.05 cm,变异系数 15.28%;单株荚数和单株粒数较多,均值分

别为 113.59 个和 162.09 粒;百粒重均值 19.49 g,变异系数 36.45%,属小粒型类群;产量均值 4216.95 kg/hm²,中等水平,变异系数 20.45%。综合各性状,此类群丰产性一般,但株型较矮,粒型属小粒型,且粒色和粒型较丰富,对于选育矮秆耐密及特异类型材料应加以关注。

第 III 类群包括 8 份材料,其主要特征是株型直立为主,半披散次之;复叶叶型普通型;花色白色为主,紫红色次之;粒型为球形;粒色以肉褐色为主,橘红色次之;种子表面类型为光滑型。株高较高,均值 71.08 cm,变异系数 27.88%,在 4 个类群中居第 1 位;单株一级分枝数 6.24 个,在 4 个类群中最少;单株荚数、每果节荚数、单株粒色和百粒重的变异系数在 4 个类群中均最小;单株粒重和产量均最低,粒型大小属中粒型。综合各性状,此类群丰产性最差,但其材料均为球型、光滑型,在选育此类材料时可加以关注。

第 IV 类群包括 44 份材料,其主要特征是株型以直立为主,半披散次之;复叶叶型为普通型;花色为白色;粒型为鹰头型;粒色肉褐色为主,仅有少量其他色;种子表面类型以凹凸不平型为主,粗糙型次之,光滑型最少。株高最高,均值 76.67 cm,变异系数 14.44%;单株一级分枝数 6.27 个较少;单株荚数和单株粒数分别为 83.60 和 96.51,在 4 个类群中均最少,但百粒重为 36.11 g,是 4 个类群中最大,为大粒型种质,其中本类群 78 号材料的百粒重 55.30 g,为 4 个类群中百粒重最高的材料;产量均值为 4714.95 kg/hm²,也为 4 个类群

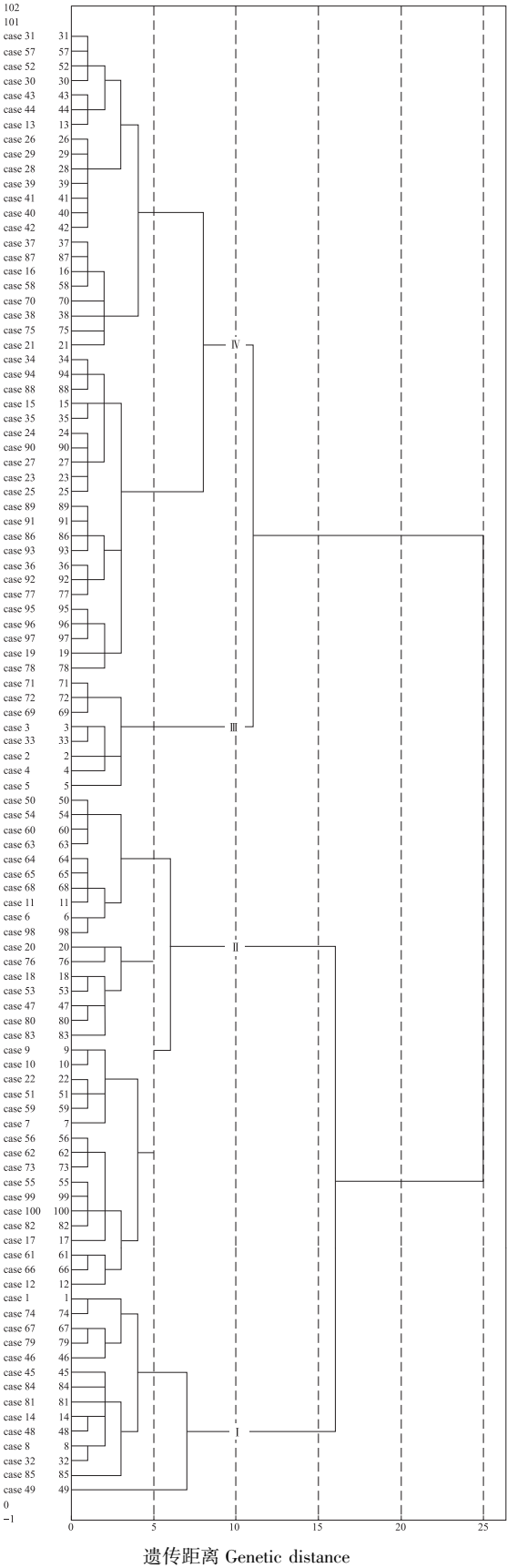


图1 鹰嘴豆种质资源基于15个性状的聚类图
Fig.1 Cluster dendrogram of chickpea genetic resources based on 15 agronomic traits

中最高产,变异系数 17.15%。综合各性状,此类群丰产性最高,并且在选育大粒型、适宜机械化收获的材料时可多加关注。

2.3 鹰嘴豆主要农艺性状的相关分析及主成分分析

对参试材料的9个质量性状采用SPSS 16.0软件进行相关和主成分分析,结果(表5)表明,在所有主成分构成中,主要信息集中在前4个主成分,其累计贡献率达79.85%。

由表5可知,第一主成分特征值3.306,贡献率36.73%。其特征向量中,载荷较高且符号为正的性状有单株荚数、单株粒数、单株一级分枝、单株粒重和每果节荚数,特征向量值分别为0.886、0.853、0.740、0.661和0.643。此类性状中除单株一级分枝与产量间接相关外,其余均为产量构成因素,单株结荚数和单株粒数越高对丰产越有利;载荷为负的性状有百粒重、株高和荚长,说明在高产育种中不能过于追求百粒重和株高,荚长对产量的影响最低。因第一主成分的贡献率最高,高产育种中第一主成分越大越好。

第二主成分特征值2.135,贡献率23.72%。第二主成分特征向量中符号为正且载荷较高的为荚长、株高、百粒重、单株粒重和产量,此类型主要反映粒型大小和产量,在一定范围内株高和百粒重增加对于高产具有重要意义,这同表4所得结果相一致,因此在育种中应适当把握。

第三主成分特征值0.933,贡献率10.37%。第三主成分主要反映种质的产量,其载荷向量0.858,其次为每果节荚数,其载荷向量0.254,随着每果节荚数增加,其余和产量有关性状会相应降低,这也不利于高产,因此每果节荚数应控制在一定范围以内以获高产。

第四主成分特征值0.812,贡献率9.02%。第四主成分主要反映百粒重,通过其载荷数值可以看出百粒重增加会导致单株结荚数和单株粒数下降,因此在育种过程中,丰产型资源粒型大小的选择要适中。

3 讨论

种质资源遗传多样性主要指群体内个体间基因组成的差异,遗传多样性的表达是通过大量基因组合来实现的,在同一植物不同品种甚至不同个体间性状也会出现不同程度差异性,种质资源遗传多样性的高低直接影响品种改良的效果,新品种选育有赖于优良基因的和利用。在新疆乃至全国审定的鹰嘴豆品种少之又少,主要原因由最初的缺乏种

表 4 鹰嘴豆种质资源各类群农艺性状特征

Table 4 Average and standard deviation amount agronomic traits in different germplasm groups of chickpea

性状 Trait	项目 Item	种质类群 Germplasms groups			
		I	II	III	IV
株高 (cm) HP	均值 $\bar{X}$	68. 74	55. 05	71. 08	76. 67
	变异系数(%) CV	15. 85	15. 28	27. 88	14. 44
单株一级分枝数 NPB	均值 $\bar{X}$	8. 53	7. 53	6. 24	6. 27
	变异系数(%) CV	25. 94	19. 50	14. 94	20. 94
单株荚数 PPP	均值 $\bar{X}$	267. 14	113. 59	87. 27	83. 60
	变异系数(%) CV	33. 63	39. 18	19. 72	37. 33
每果节荚数 PPN	均值 $\bar{X}$	0. 95	0. 80	0. 63	0. 59
	变异系数(%) CV	28. 06	33. 58	18. 75	35. 01
荚长 (cm) PL	均值 $\bar{X}$	2. 38	2. 15	2. 38	2. 56
	变异系数(%) CV	6. 71	13. 73	4. 98	6. 70
单株粒数 SPP	均值 $\bar{X}$	375. 19	162. 09	164. 39	96. 51
	变异系数(%) CV	33. 82	42. 72	98. 85	39. 96
单株粒重 (g) SYPP	均值 $\bar{X}$	76. 61	25. 55	22. 31	29. 98
	变异系数(%) CV	31. 46	37. 77	19. 52	41. 01
百粒重 (g) 100- SW	均值 $\bar{X}$	27. 73	19. 49	24. 71	36. 11
	变异系数(%) CV	23. 15	36. 45	15. 92	22. 11
产量 (kg/hm ²) YPH	均值 $\bar{X}$	4601. 72	4216. 95	3706. 95	4714. 95
	变异系数(%) CV	14. 73	20. 45	18. 55	17. 15
株型 PT		半披散、披散	半披散、披散、半直立	直立、半披散	直立、半直立、半披散
复叶叶型 CLT		普通、单叶	普通	普通	普通
花色 FC		白、紫红	紫红、紫、粉红	白、紫红	白
粒型 SS		鹰头	鹰头、羊头	球型	鹰头
粒色 SCC		肉褐色、褐色、其他	肉褐色、红褐色、褐色、黑色	肉褐色、橘红色、其他	肉褐色、其他
种子表面 SSS		粗糙、凹凸不平	凹凸不平、粗糙	光滑	凹凸不平、粗糙、光滑

表 5 鹰嘴豆种质资源主要农艺性状的主成分分析

Table 5 The principal components of chickpea genetic resources by analysis of main agronomic traits

性状 Trait	因子 1 Factor 1	因子 2 Factor 2	因子 3 Factor 3	因子 4 Factor 4
株高 HP	-0. 339	0. 683	-0. 049	-0. 527
单株一级分枝数 NPB	0. 740	-0. 012	-0. 045	0. 270
单株荚数 PPP	0. 886	0. 325	-0. 089	-0. 206
每果节荚数 PPN	0. 643	-0. 137	0. 254	0. 306
荚长 PL	-0. 308	0. 722	-0. 278	0. 277
单株粒数 SPP	0. 853	0. 185	-0. 193	-0. 244
单株粒重 SYPP	0. 661	0. 567	-0. 064	0. 122
百粒重 100 - SW	-0. 430	0. 668	-0. 051	0. 413
产量 YPH	0. 037	0. 470	0. 858	-0. 060
特征值 Ev	3. 306	2. 135	0. 933	0. 812
贡献率 (%) CR	36. 73	23. 72	10. 37	9. 02
累计贡献率 (%) ACR	36. 73	60. 46	70. 83	79. 85

Cv: Eigen value, CR: Contribution rate, ACR: Accumulative contribution rate

质资源向优异资源挖掘和利用转变,因此鹰嘴豆品种改良的关键是种质资源的有效利用。农艺性状的鉴定和描述仍然是种质资源研究的最基本的方法和途径^[11],国内外学者在不同作物中利用不同分析方

法对收集的种质进行综合评价、核心库构建,以提高种质的利用效率^[12-15]。通过对 100 份鹰嘴豆种质资源的 15 个形态标记性状分析,结果表明参试材料存在广泛的遗传多样性,其中,多样性指数最高的是株高,其次是百粒重;性状变异系数最大的是单株荚数,其次是单株粒重。由此可以看出,利用现有种质资源,根据产量构成提高鹰嘴豆产量潜力具有重要意义,并且可根据现有种质创制和拓宽新种质,为不同育种目标提供种质基础。

本研究利用聚类分析方法,对 100 份鹰嘴豆种质的 15 个性状进行了聚类,共分 4 大类群,以使性状相近的聚为一类,以便更系统地分析种质特点。通过聚类,初步明确了参试鹰嘴豆种质资源的不同类型,根据不同育种目标可较大程度提高育种效率。4 大类群中,第Ⅰ类群可作为选育丰产中粒型且株高适中的品种,第Ⅱ类群可作为选育矮秆耐密及特异粒色(型)品种,第Ⅲ类群丰产性较差可作为选育子粒球型、光滑的品种,第Ⅳ类群可作为选育大粒型、适宜机械化收获的品种。主成分分析结果表明,

前 4 个主成分反映了 9 个性状的主要信息,其累计贡献率达 79.85%,4 个主成分包含的性状信息具有一定的相关性且各性状类型的差异较大。4 个主成分各性状的载荷值表明主成分分析结果与参试资源和性状指标的选择均有关系。通过对鹰嘴豆种质形态标记的研究,鹰嘴豆种质类型多样性较丰富,对不同性状进行差异化选择可为鹰嘴豆育种工作提供丰富的原始材料,一些优良种质经过系选后可作为生产中后备资源。

农艺性状虽对资源评价简单快捷,但易受到自然环境和人为因素影响,并且反映信息有限,难以根据农艺性状来分析种质的遗传背景,最初学者是根据子粒大小将鹰嘴豆分为 Kabuli 型和 Desi 型,并通过分子多样性分析细分不同亚组^[16]。因此,应根据现有鹰嘴豆资源丰富的表型多态性,充分利用分子生物学技术,从中挖掘优异基因并同常规育种相结合以促进鹰嘴豆的遗传改良。

致谢:感谢中国农业科学院作物科学研究所食用豆类课题组对本研究用种质提供的大力支持。

参考文献

- [1] Harlan J R. Agricultural origins: centers and noncenters[J]. Science, 1971, 174: 468-474
- [2] 裴鑫德. 多元统计分析及其应用[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1990: 213-235
- [3] 张逸鸣, 李英慧, 郑桂萍, 等. 吉林省大豆育成品种的遗传多样性特点分析[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(4): 456-463
- [4] 刘玉皎, 宗绪晓. 青海蚕豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(1): 79-83
- [5] 彭芹, 戴双, 郭骞欢, 等. 1950 年以来山东省主推小麦品种的遗传多样性演变[J]. 分子植物育种, 2012, 10(2): 228-237
- [6] 马晓岗, 李凤珍, 王晓辉, 等. 青海省小麦种质材料醇溶蛋白的遗传多样性分析[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(6): 1060-1065
- [7] 郭丽芬, 徐宁生, 张跃, 等. 云南红花种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 219-225
- [8] 张向前, 刘景辉, 齐冰洁, 等. 燕麦种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(2): 168-174
- [9] 宗绪晓, 关建平, 李玲, 等. 鹰嘴豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2012
- [10] Keylock C J. Simpson diversity and the Shannon-Wiener index as special cases of a generalized entropy[J]. Oikos, 2005, 109(1): 203-207
- [11] 刘金, 关建平, 徐东旭, 等. 小扁豆种质资源形态标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(2): 173-179
- [12] 胡建斌, 马双武, 李建吾, 等. 国外甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 植物学报, 2013, 48(1): 42-51
- [13] 邱丽娟, 李英慧, 关荣霞, 等. 大豆核心种质和微核心种质的构建、验证与研究进展[J]. 作物学报, 2009, 35(4): 571-579
- [14] 王海飞, 关建平, 孙雪莲, 等. 世界蚕豆种质资源遗传多样性和相似性的 ISSR 分析[J]. 中国农业科学, 2011, 44(5): 1056-1062
- [15] 王丽侠, 程须珍, 王素华, 等. 中国绿豆应用型核心样本农艺性状的分析[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(4): 589-593
- [16] Iruela M, Rubio J, Cubero J I, et al. Phylogenetic analysis in the genus *Cicer* and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers[J]. Theor Appl Genet, 2002, 104(4): 643-651