

重庆地区豌豆 (*Pisum sativum* L.) 种质资源收集与多样性分析

龙珏臣¹, 张继君¹, 龚万灼¹, 陈红¹, 王萍¹, 宗绪晓², 何玉华³, 杜成章¹

(¹重庆农业科学院特色作物研究所, 重庆 401329; ²中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081;

³云南省农业科学院粮食作物研究所, 昆明 650205)

摘要:“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”重庆项目组于2015—2017年历时3年,从重庆19个区县收集豌豆地方种质资源56份。豌豆种质资源在重庆地区分布呈现出范围广、海拔跨度大的特点。本研究对上述豌豆资源的14个性状进行了遗传多样性分析,结果表明该批资源多样性丰富,其中多样性指数最高的质量性状和数量性状分别是荚型和百粒重;变异系数最大的是分枝数。聚类分析将该批豌豆资源划分为5大类群,第Ⅰ类群为大籽粒和食荚型材料;第Ⅱ类群为高产、中粒型材料;第Ⅲ类群为直立型、早熟型材料;第Ⅳ类群为叶用型兼食荚型材料;第Ⅴ类群为籽粒食用型材料。这些豌豆资源经重庆不同地区和民族农民长年选择后,在抗逆性、食荚性、食叶性、籽粒特性等方面发展出了独特性状,利用好这些资源将为今后的豌豆产业发展注入新的多样性。

关键词: 重庆; 豌豆资源; 调查收集; 遗传多样性; 聚类分析

Field Collection and Genetic Diversity Analysis of Pea (*Pisum sativum* L.) Germplasm Resource in Chongqing

LONG Jue-chen¹, ZHANG Ji-jun¹, GONG Wan-zhuo¹, CHEN Hong¹, WANG Ping¹, ZONG Xu-xiao²,
HE Yu-hua³, DU Cheng-zhang¹

(¹Institute of Characteristic Crops, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329; ²Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; ³Institute of food crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205)

Abstract: Under the frame of the Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resources, the Chongqing Project Group collected 56 pea germplasm accessions from 19 counties of Chongqing from 2015 to 2017. These accessions were found at wide geographic regions with different altitude. We investigated fourteen agronomic traits that were subjected for genetic diversity analysis. The abundant genetic diversity at the agronomic traits was observed, including the qualitative trait pod shape and the quantitative trait 100 grain weight with the highest diversity index, as well as the branching number that is with the highest coefficient variation (*CV*). These accessions were divided into 5 groups by clustering analysis: (1) the accessions with large gain and pod edible; (2) the accessions with high-yield potential and medium-size grain; (3) the accessions with erect or early-mature; (4) the accessions with edible leaf and edible pod; (5) the accessions with elite grain edible. Thus, these pea accessions represented phenotypic variations on pod-eating, leaf-eating

收稿日期: 2018-05-28 修回日期: 2018-06-08 网络出版日期: 2018-09-29

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20180928.2202.003.html>

第一作者研究方向为食用豆种质资源利用及遗传育种研究, E-mail: 598161800@qq.com; 张继君为共同第一作者

通信作者: 杜成章, 研究方向为食用豆与大豆育种及病虫害防治研究, E-mail: 10695299@qq.com

基金项目: 物种资源保护项目(111721301354052036); 重庆市科委项目(cstc2016shmszx80116); 重庆市财政项目(NKY-2016AB009, NKY-2016AA002); 国家现代农业产业技术体系(CARS-08)

Foundation project: Species Resources Protection Project(111721301354052036), Chongqing Science and Technology Commission Project(cstc2016shmszx80116), Chongqing Financial Project(NKY-2016AB009, NKY-2016AA002), The Modern Agricultural Industry Technology System(CARS-08)

and grain characteristics, and this germplasm resource might be valuable in breeding for new pea varieties in Chongqing.

Key words: Chongqing; pea resource; survey and collection; genetic diversity; clustering analysis

豌豆 (*Pisum sativum* L.), 又名麦豌豆、麦豆、寒豆、荷兰豆, 豆科豌豆属一年或越年生草本植物^[1]。喜凉爽湿润气候, 耐寒、耐旱、耐瘠等特点, 具有很强的适应性, 地理分布广泛, 在我国已有 2000 多年的栽培历史^[2], 随着生活水平的不断提高, 豌豆的市场需求越发多样化, 开发一批满足不同需求的豌豆品种是目前推动产业发展的必经之路。种质资源是作物遗传改良和相关基础研究的物质基础, 直接影响着现代种业的可持续发展^[3]。世界各国对种质资源的保护和利用十分重视^[4-5]。合理保存种质资源, 分析豌豆种质资源遗传多样性, 有利于优异种质资源的挖掘与创新, 对豌豆育种和生产具有重要指导意义^[6]。

重庆地处我国西南地区长江中上游, 四川盆地东部边缘, 地形以山地丘陵为主, 海拔跨度大, 有学者将重庆划分为 4 大自然生态区: 秦巴山地常绿阔叶—落叶林生态区; 三峡库区(腹地)平行岭谷低山—丘陵生态区; 三峡库区(腹地)平行岭谷低山—丘陵生态区; 渝中—西丘陵—低山生态区^[7]。重庆境内居住着以土家族、苗族、彝族、仡佬族为主的本土少数民族^[8], 从古至今, 他们都按照本民族文化和当地气象条件进行着农事生产, 多生态区和多民族的农耕文化造就了重庆市农作物种质资源丰富的多样性。“第三次全国农作物种质资源调查与收集”重庆项目组历时 3 年, 对重庆境内 12 个重点区县及 28 个非重点区县进行了调查收集, 共收集 1379 份各类农作物种质资源, 其中豌豆资源 56 份。本研究对重庆市豌豆地方资源的分布区域、特征特性进行了整理和分析, 同时也采用聚类分析方法^[9]对重庆地区豌豆资源的多样性进行了评估, 为以后的资源利用工作打下理论基础。

1 材料与方法

1.1 调查方法

项目组于 2015 年组成农作物种质资源普查先期小组, 对重庆市境内 40 个区县的农作物种质资源分布情况进行了摸底调查, 划定了 12 个重点区县和 28 个非重点区县。每个重点区县由项目组派遣包含粮食作物、经济作物、蔬菜作物、果树作物和牧草等不同学科的专家进行调查收集。每个区县选择 3

个以上代表性乡镇, 每个乡镇选择 3 个以上代表性村, 每个村选择 3 个以上代表性社和一定数量的农户, 由熟悉本村情况的村民作向导, 主要以农作物种质资源丰富、位置偏远、海拔落差大、风土人情独特和少数民族聚居的乡镇为主, 并要求调查的 3 个乡镇之间气候条件、生活习惯有明显差异。非重点区县的调查收集由当地农业技术部门负责组织相关专家进行, 调查方法与重点区县相同。

1.2 试验材料

本研究的试验材料均来自“第三次全国农作物种质资源调查与收集”重庆项目组所收集并进一步淘汰重复和品种提纯的豌豆种质资源, 共计 56 份, 分别来自重庆市 19 个区县(表 1)。

1.3 试验方法

试验设置在永川区双竹镇(105.923°E, 29.243°N, 海拔 293 m), 年平均气温 17.7 °C, 年降水量 1015.0 mm, 全年日照 1218.7 h, 全年无霜期 317 d, 试验地块地力中等, 壤土, 前茬红薯。试验采取随机区组设计, 3 次重复, 每小区 4 行, 行长 3 m, 行距 70 cm, 株距 10 cm。

1.4 性状记载

田间调查参照《豌豆种质资源描述规范和数据标准》^[10]豌豆种质资源描述规范和数据标准进行。对出苗期、开花期、成熟期、花色、叶型、荚型、株型进行记载。待成熟后于室内对株高、分枝数、单株荚数、单荚粒数、荚长、粒型、百粒重、种子表面进行记载。

性状描述中各质量性状差异用阿拉伯数字表示, 花色: 1=浅红, 2=白; 株型: 1=蔓生, 2=半蔓生, 3=直立; 叶型: 1=普通, 2=半无叶, 3=无须; 荚型: 1=连珠形, 2=直形, 3=剑形, 4=马刀形, 5=镰刀形; 粒型: 1=球形, 2=扁球形; 种子表面: 1=凹坑, 2=光滑, 3=皱褶。

1.5 数据处理及统计分析

试验数据采用 SPSS 16.0 计算各性状的平均值(X)、标准差(s)等, 并根据计算结果, 将数量性状划分为 10 个等级, 按第 1 级 [$X_i < (X - 2s)$] 到第 10 级 [$X_i > (X + 2s)$], X_i 为第 i 级中的数据, 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。

表 1 56 份豌豆资源的来源及俗名

Table 1 Information of 56 pea accessions that were collected in Chongqing

编号 No.	资源编号 Resource number	俗名 Trivial name	编号 No.	资源编号 Resource number	俗名 Trivial name	编号 No.	资源编号 Resource number	俗名 Trivial name
1	2015501235	白菜豌豆	20	P513524118	菜豆	39	2016501603	豌豆
2	2015501111	矮蔓豌豆	21	P513524108	菜豌豆	40	P500110012	本地菜豌豆
3	2015501219	菜豌豆	22	P500109010	白豌豆	41	2016501624	本地豌豆
4	2015501014	大荚豌豆	23	P500102003	食荚菜豌豆	42	2016501648	菜豌豆
5	2015501015	硬荚豌豆	24	2016502719	本地豌豆	43	2016501905	菜豌豆
6	2015501234	白菜豌豆	25	P500226008	麻豌豆	44	2016502117	本地豌豆
7	2016501416	本地豌豆	26	P500225035	豌豆	45	2016502137	茶豌豆
8	2016501315	方豌豆	27	2015502613	菜豌豆	46	2016502010	本地豌豆
9	P510226503	几豌豆	28	2016502202	本地豌豆	47	2016502022	老豌豆
10	2015502509	红豌豆	29	2015501428	老菜豌豆	48	2016502402	豌豆
11	P500118014	本地豌豆	30	2015501442	壳豌豆	49	2016502007	本地豌豆
12	P500222006	小菜豌豆	31	2015501907	本地豌豆	50	2016501909	白豌豆
13	2016501126	菜豌豆	32	2015502111	老菜豌豆	51	2016501927	菜豌豆
14	2016501108	肉豌豆	33	2015502112	豌豆	52	2016501908	白豌豆
15	2016501131	硬壳豌豆	34	2015502041	柴豌豆	53	2016501922	大菜豌豆
16	P500106015	菜豌豆	35	2016501804	菜豌豆	54	2016502029	豌豆
17	2016502403	本地豌豆	36	2016501730	菜豌豆	55	2016502104	豌豆
18	2016502240	菜豌豆	37	2016501751	大豌豆	56	2016501926	白菜豌豆
19	2016502310	本地豌豆	38	2016501812	本地豌豆			

多样性指数即 Shannon-Wiener index (H') 信息指数计算公式: $H' = -\sum P_i \times \ln P_i$ 。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^[11]。聚类分析采用 SPSS 16.0 软件进行运算, 聚类分析过程中将质量性状予以赋值, 种质间遗传距离为欧氏距离, 聚类方法采用类平均法 (UPGMA)。

2 结果与分析

2.1 调查结果

2.1.1 豌豆种质资源在重庆地区分布广泛 水平分布上, 渝东北地区资源较集中, 云阳的豌豆种质资源分布最多占总数的 25%, 主要分布在云阳县的北部和南部, 其余零星分布在城口县与奉节县交界的村社。渝西南地区资源分布较均匀, 主要分布在潼南区和万盛经济开发区且多分布在各区县交界以及与四川、贵州交界的村社, 这些村社交通落后, 老龄化问题突出, 豌豆地方种质资源保存较好。渝中部地区分布最少, 零星分布在涪陵区和武隆区 (图 1)。

豌豆资源的垂直分布较均匀, 海拔从 236.9 m 的潼南区米心镇竹台村到 1565.8 m 的石柱县枫木



图 1 重庆豌豆资源分布图

Fig.1 The collection sites of pea germplasm accessions in Chongqing

乡昌坪村跨度达到 1328.9 m, 其中 400 m 以下的有 14 份, 400~800 m 的有 20 份, 800~1200 m 的有 17 份, 1200 m 以上的有 5 份 (表 2)。

表2 重庆豌豆资源调查汇总表

Table 2 Summarized information of pea accessions collected in Chongqing

编号 No.	收集地 Location	海拔 (m) Elevation	留种户数 (户) Reserve household	利用方式 Utilization form	种植面积 (m ²) Planting area	留种时间 Reserve time
1	潼南	399.9	25~40	籽粒	80~150	50年以上
2	潼南	319.8	10~15	籽粒	50~80	30年以上
3	潼南	236.9	15~20	嫩梢、籽粒	50~80	50年以上
4	潼南	275.5	30~50	嫩荚	80~100	30年以上
5	潼南	275.5	5~10	籽粒	30~50	35年以上
6	潼南	399.9	20~30	嫩梢、嫩荚	50~60	25年以上
7	合川	341.2	80~100	嫩梢	200~250	25年以上
8	合川	764.2	8~12	嫩荚、籽粒	30~50	45年以上
9	合川	324.4	30~40	籽粒	50~80	55年以上
10	奉节	570.3	12~20	嫩梢、籽粒	30~50	60年以上
11	永川	358.4	50~80	嫩梢	100~150	25年以上
12	綦江	377.1	40~50	嫩梢、籽粒	100~120	45年以上
13	江津	788.4	10~15	嫩荚、籽粒	50~70	50年以上
14	江津	585.6	20~30	嫩梢、籽粒	60~80	55年以上
15	江津	804.8	2~5	籽粒	20~30	70年以上
16	沙坪坝	609.1	10~15	嫩梢、籽粒	30~40	50年以上
17	秀山	386.2	20~25	嫩梢	50~70	40年以上
18	秀山	826.9	10~15	嫩梢、嫩荚	30~50	35年以上
19	秀山	352.4	30~50	嫩梢、嫩荚	100~120	30年以上
20	酉阳	798.6	8~15	籽粒	50~70	50年以上
21	酉阳	758.5	10~12	嫩荚、籽粒	60~80	35年以上
22	北碚	648.1	15~30	籽粒	70~90	45年以上
23	涪陵	1117.3	18~25	嫩梢、嫩荚	70~90	35~40年
24	武隆	887.3	20~30	嫩梢、籽粒	50~80	25~30年
25	荣昌	293.6	25~40	嫩梢、籽粒	100~120	40年以上
26	璧山	354.8	35~45	嫩梢、嫩荚、籽粒	100~150	55年以上
27	石柱	1565.9	20~30	嫩梢、嫩荚、籽粒	60~80	50年以上
28	城口	1384.8	15~30	籽粒	50~60	70年以上
29	城口	1240.1	15~20	嫩荚、籽粒	40~60	70年以上
30	城口	1007.5	3~5	籽粒	60~80	75年以上
31	巫溪	659.4	10~15	嫩梢、籽粒	30~50	40年以上
32	巫山	1420.5	10~15	嫩梢、嫩荚	20~40	70年以上
33	巫山	1142.4	5~8	嫩荚、籽粒	15~25	35年以上
34	巫山	1420.2	8~12	嫩梢、籽粒	20~40	45年以上
35	万盛	854.6	20~25	嫩梢、籽粒	50~80	30年以上
36	万盛	630.2	15~20	嫩梢、嫩荚	40~60	25年以上
37	万盛	960.6	25~35	籽粒	40~60	40年以上
38	万盛	432.2	30~40	嫩梢、籽粒	60~100	35年以上
39	万盛	446.7	25~30	嫩梢、籽粒	50~70	20年以上
40	万盛	653.6	20~30	嫩梢、嫩荚	40~50	40年以上
41	万盛	608.7	15~20	嫩荚	30~40	45年以上
42	万盛	854.5	18~25	嫩荚、籽粒	40~50	35年以上
43	云阳	1152.9	10~15	嫩梢、嫩荚、籽粒	10~20	50年以上
44	云阳	911.2	30~50	嫩荚	80~100	65年以上
45	云阳	685.6	12~20	嫩荚、籽粒	30~50	70年以上
46	云阳	1036.6	50~80	嫩梢、嫩荚	100~150	40年以上
47	云阳	598.0	30~40	嫩梢	50~60	50年以上
48	云阳	929.0	8~10	嫩荚、籽粒	20~30	40年以上
49	云阳	773.4	10~12	嫩梢、籽粒	30~50	45年以上
50	云阳	1107.3	15~20	嫩荚、籽粒	50~70	70年以上
51	云阳	767.1	20~25	嫩梢、嫩荚	50~80	30年以上
52	云阳	1107.0	15~20	鲜籽粒、籽粒	30~50	30年以上
53	云阳	1099.9	10~15	嫩梢、嫩荚	30~40	40年以上
54	云阳	598.1	20~25	嫩荚、籽粒	50~70	50年以上
55	云阳	929.1	10~15	嫩梢、籽粒	30~50	40年以上
56	云阳	767.6	5~8	嫩荚、籽粒	20~30	45年以上

2.1.2 豌豆种质资源在重庆的留存现状 栽培时间长,平均达到了 44.46 年以上,栽培年限最长的资源主要集中在渝东北地区。其中城口县的 3 份豌豆资源栽培历史最长平均达到了 71.6 年,平均海拔在 1000 m 以上,这 3 份豌豆资源分别收集自城口县龙溪乡龙丰村、城口县高楠镇岭南村和城口县高楠镇团结村,这 3 个村社地处大巴山脉南麓,重庆与陕西的交界处,道路崎岖,交通闭塞,当地农民倾向于种植利用方式更加多样化的品种。

单个资源栽培面积小,单个资源平均的栽培面积仅为 51.87~74.01 m²,单个资源栽培面积最小的是收集自云阳县农坝镇云山村的编号 2016501905 材料,仅有 10~20 m²,面积最大的是收集自合川区香龙镇黑石村的编号 2016501416 材料,种植面积达 200~250 m²。

2.2 多样性分析

对 56 份豌豆资源的 14 个性状进行遗传多样性分析,结果表明,不同材料之间差异较大,参试品种各性状之间表现出不同程度的多样性。由表 3 可看出参试品种的 6 个质量性状中,花色以浅红色为主,占 83.93%,其次是白色花。株型以蔓生型

为主,占 91.07%,其次有 2 份半蔓生型和 3 份直立型。叶型以普通为主,占 94.64%,其次有 2 份半无叶型和 1 份无须型。荚型以马刀形荚最多,占 28.57%,其次是镰刀形,占 25.00%,其余分别是 11 份剑形、9 份直形、6 份连珠形。粒型以球形为主,占 75.00%,其余为扁球形。种子表面以凹坑为主,占 67.86%,其次是光滑,皱褶最少。6 个质量性状中,遗传多样性指数最高的是荚型 1.563,其次是种子表面,其余的依次是粒型 > 花色 > 株型 > 叶型。

对参试品种的 8 个数量性状进行遗传多样性分析表明(表 4),多样性指数以百粒重最高,为 2.06;其次是单株荚数为 2.02,多样性指数排序为:百粒重 > 单株荚数 > 荚长 > 开花期 > 单荚粒数 > 株高 > 生育日数 > 分枝数。

不同材料间的数量性状同样存在较大差异(表 4),其中分枝数的变异系数最大,达到 47.81%,变异幅度为 0.9~4.5 个;其次为单荚粒数变异系数为 27.77%,变异幅度为 2.1~7.6 粒,其余形状依次为单株荚数 > 百粒重 > 株高 > 荚长 > 开花期 > 生育日数。

表 3 豌豆资源 6 个质量性状的多样性分析

Table 3 Statistics of qualitative agronomic traits analyzed in this study

性状 Trait	多样性指数 <i>H'</i>	频次 Ratio of distribution				
		1	2	3	4	5
花色 FC	0.497	47	9	-	-	-
株型 PT	0.446	51	2	3	-	-
叶型 LT	0.361	53	2	1	-	-
荚型 PS	1.563	6	9	11	16	14
粒型 SS	0.562	42	14	-	-	-
种子表面 SSS	0.833	38	12	6	-	-

FC: Flower colour, PT: Plant type, LT: Leaf type, PS: Pod shape, SS: Seed shape, SSS: Seed surface shape. The same as below

表 4 豌豆资源 8 个数量性状的遗传多样性分析

Table 4 Statistics of quantitative agronomic traits analyzed in this study

性状 Trait	最大值 Max.	最小值 Min.	极差 Range	均值 Average	标准差 <i>s</i>	变异系数(%) <i>CV</i>	多样性指数 <i>H'</i>
株高(m) HP	2.5	0.6	1.9	1.80	0.40	22.07	1.93
分枝数 NB	4.5	0.9	3.6	1.99	0.95	47.81	1.86
单株荚数 PPP	22.1	5.0	17.1	13.83	3.45	24.95	2.02
单荚粒数 PPN	7.6	2.1	5.5	4.53	1.26	27.77	1.99
荚长(cm) PL	9.2	3.4	5.8	6.31	1.15	18.20	2.01
百粒重(g) SW	21.3	10.1	11.2	13.15	3.00	22.86	2.06
开花期(d) FD	126.0	63.0	63.0	103.75	12.08	11.65	2.00
生育日数(d) GD	166.0	135.0	31.0	155.91	5.82	3.73	1.92

HP: Height of plant, NB: No. of branch, PPP: Pods per plant, PPN: Pods per node, PL: Pod length, SW: 100-seed weight, FD: floral date, GD: Growth date. The same as below

数量性状和质量性状的分析结果表明,重庆地区的豌豆地方种质资源遗传多样性较丰富,具有较大的利用和改良潜力,可为育种家提供不同需求的豌豆遗传资源。

2.3 聚类分析

利用 SPSS 16.0 对 56 份参试品种的 14 个性状进行了聚类分析,以欧氏距离为遗传距离,聚类方法采用类平均法(UPGMA),在遗传距离为 7.0 处将 56 份资源分为 5 个类群(图 2)。

第 I 类群有 14 份资源,花色以浅红为主,株型蔓生,叶型普通,平均株高为 1.88 m,分枝数较少,平均为 1.7 个/株,单株荚数和单荚粒数在 5 个类群中居中,均值分别为 12.3 荚/株和 4.3 粒/株,平均荚长为 6.0 cm,荚型以连珠形为主,镰刀形次之,百粒重最大,均值为 14.2 g,生育期较长,均值为 154.8 d,粒型以球形为主,种子表面以凹坑为主(表 5)。此类群百粒重较大,荚型以连珠形为主,当地群众以食用嫩荚和鲜籽粒为主,在选育食荚型和

食籽粒型豌豆新品种时可对此类群重点考察。

第 II 类群有 36 份资源,其主要特征是花色以浅红为主,株型以蔓生为主,株高较高,平均为 1.92 m,平均分枝数为 2.2 个/株,单株荚数和单荚粒数较大,其均值分别为 14.9 荚/株和 4.55 粒/株,平均荚长为 6.5 cm,主要荚型为马刀形和直形,平均百粒重为 12.2 g,平均生育期为 157.3 d,粒型以球形为主,种子表面以凹坑为主(表 5)。该类群单株荚数多,丰产性好,增产潜力大。当地居民以叶用和食用鲜籽粒为主,利用方式较为多样,有较大的改良空间,也可直接从中选育出较好的豌豆品种。

第 III 类群仅有 1 份资源,收集自江津区四面山镇双凤村,编号为 2016501131,俗名硬壳豌,其株型为直立,花色白,叶型普通,株高为 0.62 m,平均分枝数 2.0 个/株,单荚粒数 3.7 粒/荚,荚长 5.3 cm,百粒重 11.4 g,荚型为直形,生育期最小为 135.0 d,粒型球形,种子表面为凹坑(表 5)。由于硬壳豌株型

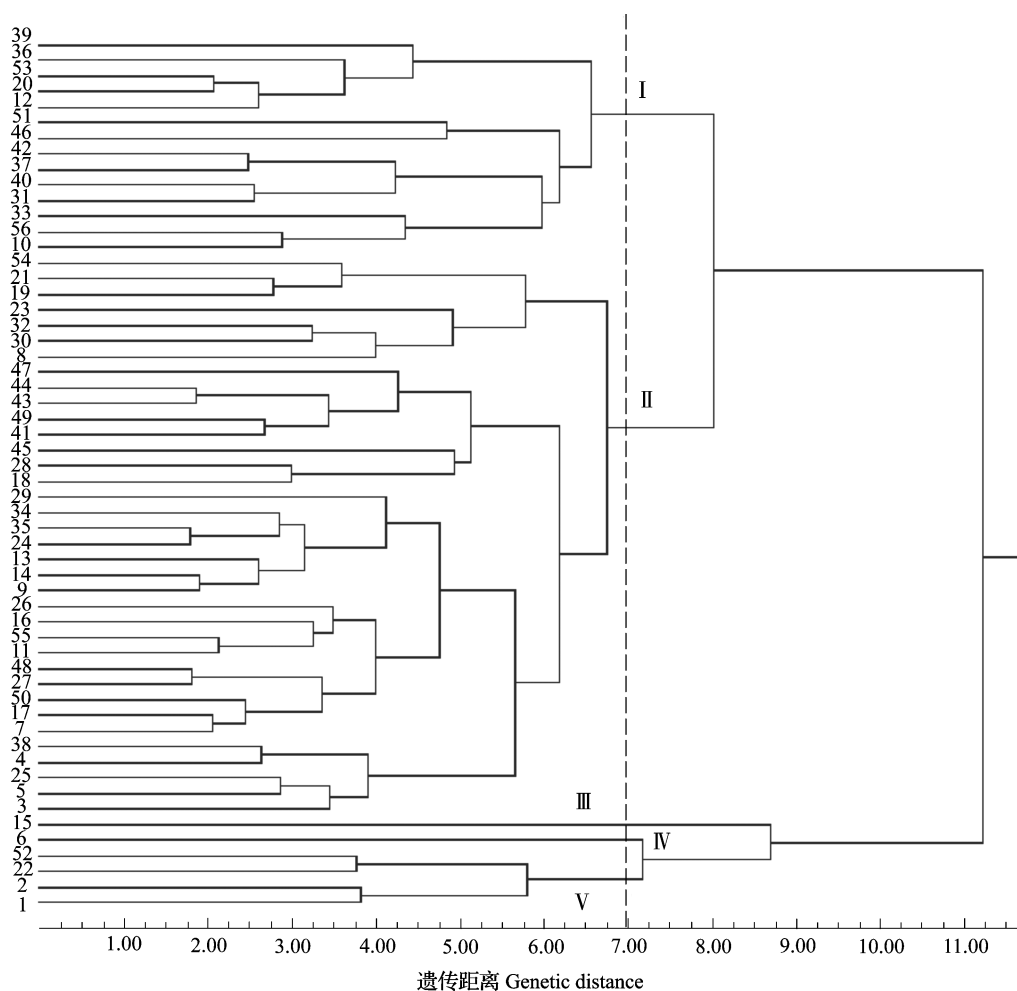


图 2 豌豆资源基于 14 个性状的聚类分析

Fig.2 Cluster dendrogram of 56 pea accessions based on 14 agronomic traits

表 5 豌豆资源聚类分析结果

Table 5 Phenotypes of the accessions in each group of pea accessions

类群 Group	材料数 量 Quality	花色 FC	开花期 (d) FD	株型 PT	叶型 LT	株高 (m) HP	分枝数 NB	单株 荚数 PPP	单荚 粒数 PPN	荚长 (cm) PL	荚型 PS	百粒重 (g) SW	生育期 (d) GD	粒型 SS	种子表面 SSS
I	14	浅红	97.5	蔓生	普通	1.88	1.7	12.3	4.3	6.0	连珠形	14.2	154.8	球形	凹坑
II	36	浅红	99.4	蔓生	普通	1.92	2.2	14.9	4.55	6.5	马刀形 直形	12.2	157.3	球形	凹坑
III	1	白	63.0	直立	普通	0.62	2.0	8.0	3.7	5.3	直形	11.4	135.0	球形	凹坑
IV	1	白	114.0	蔓生	无须	1.75	1.6	12.2	4.6	7.0	直形	12.4	152.0	球形	光滑
V	4	白	104.6	直立	半无叶	0.81	2.1	11.7	5.7	6.9	剑形	13.5	160.7	球形	光滑

直立紧凑、生育期短等特点,当地农民常利用其与玉米套作来缩短共生期,后茬又能衔接红薯与玉米套作,这极大地提高了山区土地复种指数。硬壳豌豆单株荚数和单荚粒数较小,单株产量偏低,但其干籽粒香、脆。在双凤村 60 岁以上的人群在冬季有早晨喝酒御寒的习惯,他们通常将硬壳豌豆的干籽粒作为佐酒小食。此类群丰产性较差,但株型形状和生育期有较大优势,在选育早熟、适机品种时应加以关注。

第 IV 类群仅有 1 份资源,收集自潼南区五桂镇高碑村,编号 2015501234,俗名白菜豌豆。其主要特征是花色白,株型蔓生,叶型无须,株高 1.75 m,分枝数 1.6 个/株,单株荚数 12.2 荚/株,单荚粒数 4.6 粒/荚,荚长 7.0 cm,荚型直形,百粒重 12.4 g,生育期 152.0 d,粒型为球形,种子表面为光滑(表 5)。五桂镇地处潼南、大足、安岳、铜梁四区县交汇处,交通发达,在改革开放初期就有大量青年外出务工,白菜豌豆就是 20 世纪 80 年代外出务工人员从四川省成都市附近带回的品种。白菜豌豆是 56 份资源中唯一的无须型豌豆,当地农民以食用豌豆嫩梢和食用嫩荚为主要利用方式,其豌豆尖脆嫩、清香,嫩荚甜脆,完美地迎合了当地居民饮食习惯,在新品种创制中,有较大的利用价值。

第 V 类群有 4 份资源,其主要特征是花色白,株型直立,叶型为半无叶,平均株高为 0.81 m,平均分枝数 2.1 个/株,单株荚数均值为 11.7 荚/株,单荚粒数均值为 5.7 荚/粒,平均荚长 6.9 cm,荚型以剑形为主,百粒重和生育期较大分别是 13.5 g 和 160.7 d,粒型为球形,种子表面以光滑为主(表 5)。该类型生育期长,百粒重大,叶型为半无叶,当地农民主要以食用鲜籽粒为主。此类群丰产性一般,可利用方式较单一,对于选育籽粒食用型材料时应加以关注。

3 讨论

3.1 重庆豌豆资源在四大生态区的分布特点

重庆市豌豆地方种质资源在四川盆地农业生

态区收集到 7 份,多样性指数最高,为 0.738,各质量性状多样性排序为荚型 > 种子表面 > 株型 > 叶型 = 花色 > 粒型;秦巴山地常绿阔叶一落叶林生态区收集到 22 份,多样性指数第 2,为 0.641,各质量性状多样性排序为荚型 > 种子表面 > 粒型 > 花色 > 株型 = 叶型;三峡库区(腹地)平行岭谷低山一丘陵生态区收集到 20 份,多样性指数第 3,为 0.629,各质量性状多样性排序为荚型 > 种子表面 > 粒型 > 花色 = 株型 = 叶型;渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林生态区收集到 7 份,多样性指数最小,为 0.236,各质量性状多样性排序为荚型 > 粒型,其他性状不具多样性。四川盆地农业生态区粒型很单一,均为球形。渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林生态区的多样性最差,花色均为浅红;株型均为蔓生;叶型均为普通,种子表面均为凹坑(表 6)。

调查结果显示,分布在秦巴山地常绿阔叶一落叶林生态区的豌豆资源叶用型和嫩荚食用性好的占 14/22。在调查中发现,这一生态区的农户特别喜爱用豌豆荚炒食腊肉,他们认为带有甜脆口感的豌豆荚是搭配咸香腊肉最好的伴侣。而分布在其他 3 个生态区中的豌豆资源,叶用型和利用籽粒的占 23/34,这表明居住在这 3 个生态区的人们更加偏好食用籽粒,其中居住在彭水的苗族人对豌豆籽粒的利用极具特色,“鲜豌豆”(取干豌豆用水浸泡 10~20 h 后,将泡好的豌豆煮熟。取过量提早预备好的米面,与煮熟的豌豆搅拌均匀,让米面包裹在豌豆上,再将拌好米面的豌豆上蒸锅蒸熟)、“糊豌豆”(取豌豆鲜籽粒,洗净沥干水,加胡萝卜、火腿肠、瘦猪肉翻炒,加水烧开后,倒入鸡蛋冲蛋花,最后用淀粉汁收汁成糊状)就是他们民族传统美食中不可或缺的一部分,也是苗族人冬季餐桌上最常见的菜肴。而武隆的仡佬族人喜欢在冬天吃杀猪酒时用“豌豆尖滑肉汤”招待宾朋,一来暖胃,二来醒酒。

表6 四大生态区豌豆资源6个质量性状的多样性

Table6 The genetic diversity of 6 qualitative traits in pea accessions from four eco-systems

性状 Trait	四川盆地生态区 Sichuan basin ecological region	三峡库区生态区 Three gorges reservoir ecological region	秦巴山生态区 Qinba mountain ecological region	渝东南生态区 Southeast Chongqing ecological region
花色 FC	0.637	0.325	0.474	0
株型 PT	0.868	0.325	0.185	0
叶型 LT	0.637	0.325	0.185	0
荚型 PS	1.330	1.496	1.432	1.004
粒型 GS	0	0.500	0.677	0.410
种子表面 SS	0.956	0.802	0.896	0
平均值 Average	0.738	0.629	0.641	0.236

3.2 优异资源的挖掘和利用

有学者认为种质资源遗传多样性的高低直接影响品种改良的效果,新品种选育依赖于优良基因的发现和利用^[12],重庆豌豆资源现存量不高,但遗传多样性丰富,这为我们提供了宝贵的基因资源。白粉病是豌豆的主要病害之一,一般发生年份可造成25%~50%的产量损失,严重流行时,高度感病品种的产量损失可达80%以上^[13-14],经调查发现,本次收集的资源经初步田间抗性鉴定,病情分级及抗性划分标准参照彭化贤等^[15]的方法,编号2016501131、P500109010、2015501907、2016501905这4份资源在阴冷潮湿的环境下对白粉病具有较好的抗性,充分利用这些资源对白粉病的抗性,可选育出具有较高抗性水平的新品种。潼南、江津、秀山、酉阳、万盛、石柱等地均有菜豌豆的分布,这表明一直以来人们对豌豆鲜荚都有相当大的需求。江津的硬壳豌豆株型直立紧凑、生育期短、劳动强度低等特点符合了现代豌豆新品种选育的要求,应加大力度对其进行改良和开发利用。

对农艺性状的鉴定和描述是种质资源研究的最基本的方法和途径^[16]。本研究对这56份豌豆资源的14个性状进行了聚类,共分为5大类群,第Ⅰ类群可作为选育大籽粒和食荚型材料加以利用;第Ⅱ类群利用形式丰富,主要可考虑作为高产材料加以利用;第Ⅲ类群可作为直立型、早熟型、适宜机械化收获材料进行利用;第Ⅳ类群可作为叶用型兼食荚型材料,重点利用;第Ⅴ类群可作为籽粒食用型材料进行利用。

3.3 问题与建议

历时3年的农作物调查收集行动共收集各类作物资源1379份,食用豆类资源共354份,其中豌豆资源为56份,占总数的4.06%,占食用豆类的15.82%,调查发现其原因在于:一是城镇化建设导

致从事农业工作者数量减少;二是农村人口老龄化加剧,传统农民越来越老,传统作物也随之越来越少。调查队发现很多宝贵的地方种质资源和当地独有的民俗饮食文化都随着老人的去世而消失;三是未形成产业化,经济效益不高,导致农民自家留种豌豆的积极性不断减弱,仅维持在自家食用的状态。针对以上问题,我们提出了相应的建议:一是加大调查收集保护力度,尽可能地挖掘那些潜在的豌豆优异资源;二是建立种质资源与农耕餐饮文化保存基地,根据不同豌豆资源收集地的海拔,建立400 m、800 m、1200 m的繁育基地,对豌豆资源进行分类繁育保存,同时建立每个(类)农作物种质资源的农耕方式、烹饪方法的影音数据库,力求将种质资源和传统文化共同保存下来;三是加大对豌豆资源特异性状的挖掘力度,从基因水平上开发一批分子标记,辅助今后的育种工作。

参考文献

- [1] 林汝法,柴岩,廖琴,孙世贤. 中国小杂粮. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005: 317-319
Lin R F, Chai Y, Liao Q, Sun S X. Minor grain crops of China. Beijing: China Agricultural Science And Technology Press, 2005: 317-319
- [2] 贺晨帮,宗绪晓. 豌豆种质资源形态标记遗传多样性分析. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 42-48
He C B, Zong X X. Genetic diversity of pea (*Pisum sativum* L.) germplasm resources revealed by morphological traits. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(1): 42-48
- [3] 黎裕,李英慧,杨庆文,张锦鹏,张金梅,邱丽娟,王天宇. 基于基因组学的作物种质资源研究: 现状与展望. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3333-3353
Li Y, Li Y H, Yang Q W, Zhang J P, Zhang J M, Qiu L J, Wang T Y. Genomics-based crop germplasm research: advances and perspectives. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(17): 3333-3353
- [4] Kumar J, Agrawal V. Analysis of genetic diversity and population genetic structure in *Simarouba glauca* DC. (an important bio-energy crop) employing ISSR and SRAP

- markers. *Industrial Crops and Products*, 2017, 100: 198–207
- [5] Liu Z, Li J, Fan X. Assessing the numbers of SNPs needed to establish molecular IDs and characterize the genetic diversity of soybean cultivars derived from Tokachi nagaha. *Crop Journal*, 2017, 5(4): 326–336
- [6] 曾亮, 李敏权, 杨晓明. 豌豆属种质资源遗传多样性的 ISSR 分析. *草业学报*, 2012, 21(3): 125–131
Zeng L, Li M Q, Yang X M. ISSR analysis of genetic diversity of pea germplasm resources. *Acta Prataculturae Sinica*, 2012, 21(3): 125–131
- [7] 罗怀良, 朱波, 刘德绍, 贺秀斌. 重庆市生态功能区的划分. *生态学报*, 2006(9): 3144–3151
Luo H R, Zhu B, Liu D S, He X B. Regionalization of ecological function in Chongqing city, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006(9): 3144–3151
- [8] 重庆市民族宗教事务委员会. 重庆市民族志. 重庆: 重庆出版社, 2002: 15–17
Chongqing Ethnic and Religious Affairs Commission. *Ethnography of Chongqing*. Chongqing: Chongqing Publishing House, 2002: 15–17
- [9] 裴鑫德. 多元统计分析及其应用. 北京: 北京农业大学出版社, 1990: 213–235
Pei X D. *Multivariate statistical analysis and its application*. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1990: 213–235
- [10] 宗绪晓, 王志刚, 关建平. 豌豆种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2012
Zong X X, Wang Z G, Guan J P. Description standard and data standard of pea germplasm resources. Beijing: China Agriculture Press, 2012
- [11] Keylock C J. Simpson diversity and the Shannon-Wiener index as special cases of a generalized entropy. *Oikos*, 2005, 109(1): 203–207
- [12] 聂石辉, 彭琳, 王仙, 季良. 鹰嘴豆种质资源农艺性状遗传多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2015, 16(1): 64–70
Nie S H, Peng L, Wang X, Ji L. Genetic diversity of agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16(1): 64–70
- [13] Ghafoor A, McPhee K. Marker assisted selection (MAS) for developing powdery mildew resistant pea cultivars. *Euphytica*, 2012, 186: 593–607
- [14] Fondevilla S, Rubiales D. Powdery mildew control in pea: a review. *Agron Sust Dev*, 2012, 32: 401–409
- [15] 彭化贤, 姚革, 贾瑞林, 梁洪云. 我国豌豆地方品种抗白粉病性的研究. *植物病理学报*, 1993(1): 64
Peng H X, Yao G, Jia R L, Liang H Y. On resistance to powdery mildew of pea varieties chinese. *Acta Phytopathologica Sinica*, 1993(1): 64
- [16] 刘金, 关建平, 徐东旭, 张晓艳, 顾竟, 宗绪晓. 小扁豆种质资源形态标记遗传多样性分析. *植物遗传资源学报*, 2008, 9(2): 173–179
Liu J, Guan J P, Xu D X, Zhang X Y, Gu J, Zong X X. Phenotypic diversity of lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2008, 9(2): 173–179