

广东省花生种质资源收集与鉴定评价

杜普旋¹, 刘 军², 陈荣华³, 吴柔贤², 范呈根³, 郭丹丹¹, 鲁 清¹

(¹广东省农业科学院作物研究所/国家油料作物改良中心南方分中心 / 广东省农作物遗传改良重点实验室, 广州 510640; ²广东省农作物种质资源保存与利用重点实验室 / 广东省农业科学院农业生物基因研究中心, 广州 510640; ³赣州市农业科学研究所, 江西赣州 341000)

摘要: 配合“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”, 本单位共收集到 110 份广东地方花生种质资源。通过多样性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析对花生资源的 14 个表型性状进行综合鉴定评价。结果表明, 14 个表型性状的变异系数介于 5.18%~37.34%之间, 农艺性状和产量性状的变异系数大于品质性状, 其中单株荚果数的变异系数最大, 粗脂肪含量的变异系数最小。相关性分析表明单株荚果数与主茎高呈显著负相关, 与总分枝数呈极显著正相关。主成分分析将 14 个表型性状归为 6 个主成分, 累计贡献率为 71.074%, 能够表征大部分表型变异。聚类分析在欧式距离为 15 时将 110 份花生种质分成 4 个类群, 分别具有高粗脂肪含量、高亚油酸含量、高产、高抗锈病和叶斑病等特性。本研究为新收集花生资源的利用提供了参考。

关键词: 花生; 种质资源; 鉴定评价; 广东

Systematic Collection, Identification and Evaluation of Peanut Germplasm Resources in Guangdong Province

DU Pu-xuan¹, LIU Jun², CHEN Rong-hua³, WU Rou-xian², FAN Cheng-gen³, GUO Dan-dan¹, LU Qing¹

(¹Crops Research Institute of Guangdong Academy of Agricultural Sciences/South China Peanut Sub-Center of National Center of Oilseed Crops Improvement/Guangdong Provincial Key Laboratory of Crop Genetic Improvement, Guangzhou 510640; ²Guangdong Key Laboratory for Crop Germplasm Resources Preservation and Utilization/Agro-biological Gene Research Center, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640; ³Institute of Agricultural Sciences in Ganzhou, Jiangxi Ganzhou 341000)

Abstract: Coordinating with the Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resources, we collected 110 peanut landraces in Guangdong province, P.R. China. Fourteen phenotypic traits in the collection were recorded, followed by diversity analysis, correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis. The results showed that the coefficient of variation at 14 phenotypic traits ranged from 5.18% (crude fat content) to 37.34% (pod number per plant). By correlation analysis, the pod number per plant was significantly negatively correlated with main stem height, and extremely significantly positively correlated with branch number. Fourteen phenotypic traits were classified into six principal components by principal component analysis, with a cumulative contribution rate of 71.074%, which can represent a large proportion of the phenotypic variation. 110 peanut landraces were divided into four groups by cluster analysis when applying the euclidean distance of 15, which had the characteristics of high crude fat, high linoleic acid, high yield, high resistance to rust and leaf spot respectively. This study provides a reference for the utilization of newly

收稿日期: 2022-10-10

修回日期: 2022-11-11

网络出版日期:

URL:

第一作者研究方向为花生分子育种研究, E-mail: dupuxuan2021@163.com

通信作者: 鲁清, 研究方向为花生分子育种研究, E-mail: luqing2016@126.com

基金项目: 广东省重点研发计划现代种业项目(2020B020219003, 2022B0202060004); 国家花生产业技术体系岗位专家(CARS-13); 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动(111821301354052029); 高油酸花生种质资源创制与应用(20171BBF60036); 赣州市柔性引才项目《高油酸花生新品种选育与示范推广》

Foundation projects: The Guangdong Provincial Key Research and Development Program-Modern Seed Industry(2020B020219003, 2022B0202060004), The China Agriculture Research System of MOF and MARA(CARS-13), The Third National Survey and Collection Action on Crop Germplasm Resource(111821301354052029), The Creation and Application of High Oleic Acid Peanut Germplasm Resources(20171BBF60036), The Ganzhou Talent Introduction Project “Breeding and Demonstration of New Peanut Varieties With High Oleic Acid”

collected peanut germplasm resources.

Keywords: peanut; germplasm resources; identification and evaluation; Guangdong province

花生 (*Arachis hypogaea* L.) 是世界上重要的油料和经济作物之一, 富含优质植物油、蛋白质、多种维生素和其他营养物质, 广泛种植于印度、中国和美国等 100 多个国家^[1]。中国是花生产量最大的国家, 其次是印度、美国和尼日利亚等国家。根据中国统计年鉴, 2020 年我国花生种植面积达到 473 万 hm^2 , 产量为 1799.3 万 t。其中广东省的花生种植面积为 34.8 万 hm^2 , 产量为 112.1 万 t, 位居全国第三, 仅次于花生重点产区河南省 (126.2 万 hm^2 , 594.9 万 t) 和山东省 (65.1 万 hm^2 , 286.6 万 t)。

农作物种质资源是新品种选育和相关理论研究的基础材料, 种质资源越丰富, 优异基因的发掘潜力越大^[2]。对种质资源进行系统收集与鉴定评价是育种研究的首要任务^[3]。孙东雷等^[10]结合隶属函数法和主成分分析对 40 份花生育成品种的 17 个表型性状进行了综合评价, 将表型性状归结为籽粒含油量因子、籽粒含糖量因子和丰产性因子 3 类因子, 并通过逐步回归分析筛选出 8 个表型性状作为花生种质资源鉴定评价的主要指标。牟书靓等^[11]对 108 份花生种质资源的 8 个农艺性状进行了主成分分析和聚类分析, 结果表明农艺性状被归为 4 个主成分, 花生种质被划分为 4 个类群。黄杨^[12]等对 134 份江西地方花生种质资源的 9 个农艺性状进行了研究, 聚类分析将供试花生划分为 4 个类群, 并从中筛选出一些单株生产力高、大果和小果的特异种质资源。

近年来, 随着气候、种植结构和土地经营方式的变化, 地方品种和野生种等资源迅速减少^[13]。因此, 需要尽快开展农作物种质资源的全面普查和抢救性收集。“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”广东省自 2016 年起具体实施, 收集到地方花生种质资源共计 110 份。本研究通过相关性分析、主成分分析和聚类分析对收集到的 110 份广东地方花生种质资源的农艺、产量和品质性状进行鉴定评价, 为地方花生种质资源的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中收集到的来自广东省 14 个地级市的 31 个县(市、区)的 110 份地方花生种质资源, 其中云浮市 15 份, 揭阳市 14 份, 梅州市 13 份, 清远市 11 份, 汕尾市 8 份, 茂名市 8 份, 湛江市 7 份, 惠州市 7 份, 河源市 7 份, 阳江市 6 份, 潮州市 6 份, 江门市 5 份, 韶关市 2 份, 肇庆市 1 份(图 1)。其采集编号、种质名称和采集地具体信息见表 1。



图 1 广东省花生地方种质资源的地理分布

Fig.1 Geographical distribution of peanut landraces in Guangdong province

表 1 110 份广东地方花生种质资源汇总表

Table 1 Summary of 110 peanut landraces in Guangdong province

编号 No.	采集编号 Collection number	种质名称 Name	采集地 Source	编号 No.	采集编号 Collection number	种质名称 Name	采集地 Source
1	2017442633	本地花生	汕尾市陆丰市	56	2018441552	红皮花生	清远市阳山县
2	2017442677	本地花生	汕尾市陆丰市	57	2018441611	白衣花生	清远市阳山县
3	2017442696	本地花生	汕尾市陆丰市	58	2018442370	本地花生	茂名市高州市
4	2017442703	本地花生	汕尾市陆丰市	59	2018442407	本地花生	茂名市高州市
5	2017442714	本地花生	汕尾市陆丰市	60	2018442463	本地花生	茂名市高州市
6	2017442738	本地花生	汕尾市陆丰市	61	2018442502	本地花生	茂名市高州市
7	2017442760	红皮花生	汕尾市陆丰市	62	2018442541	小粒花生	茂名市信宜市
8	P440825030	新寮花生	湛江市徐闻县	63	2018442570	本地花生	茂名市信宜市
9	P440882057	湛红 2 号	湛江市雷州市	64	2018442583	本地花生	茂名市信宜市
10	P441225011	本地花生	肇庆市封开县	65	2018442622	本地花生	茂名市信宜市
11	P441303001	秋长八月豆	惠州市惠阳区	66	2018443033	红衣花生	清远市英德市
12	P441521001	本地花生	汕尾市海丰县	67	2018443034	白衣花生	清远市英德市
13	P441625023	抗瘟花生	河源市东源县	68	2018443040	本地花生	清远市英德市
14	P441723019	短卜仔	阳江市阳东县	69	2018443157	红衣花生	清远市英德市
15	P441781031	青苗仔	阳江市阳春市	70	2018441163	本地花生	潮州市潮安区
16	P440785008	本地花生	江门市恩平市	71	2018441255	小种花生	潮州市饶平县
17	P440785039	本地花生	江门市恩平市	72	2018441267	本地花生	潮州市饶平县
18	P440785053	本地花生	江门市恩平市	73	2018441324	本地花生	潮州市饶平县
19	P440721011	本地花生	江门市江海区	74	2018441396	白花生	潮州市饶平县
20	P440883024	红皮花生	湛江市吴川市	75	2018441398	红花生	潮州市饶平县
21	P440804022	白皮花生	湛江市坡头区	76	2018441629	本地花生	揭阳市揭西县
22	P440804023	红皮花生	湛江市坡头区	77	2018441644	本地花生	揭阳市揭西县
23	P440281005	本地花生	韶关市乐昌市	78	2018441670	本地花生	揭阳市揭西县
24	P440281009	红衣花生	韶关市乐昌市	79	2018441685	本地花生	揭阳市揭西县
25	2016442181	五月浪	江门市台山市	80	2018441759	红皮花生	揭阳市揭西县
26	2016441558	界炮花生 1 号	湛江市遂溪县	81	2018441769	红皮花生	揭阳市揭西县
27	2016442010	本地花生	湛江市廉江市	82	2018441798	本地花生	揭阳市揭西县
28	2017441339	本地花生	阳江市阳春市	83	2018442226	本地花生	揭阳市普宁市
29	2017441347	大塘面花生	阳江市阳春市	84	2018442265	本地花生	揭阳市普宁市
30	2017441385	塘面花生	阳江市阳春市	85	2018442295	本地花生	揭阳市普宁市

31	2017441394	石角花生	阳江市阳春市	86	2018442314	本地花生	揭阳市普宁市
32	2017442151	本地花生	梅州市蕉岭县	87	2018442359	本地花生	揭阳市普宁市
33	2017442173	本地花生	梅州市蕉岭县	88	2018442363	本地花生	揭阳市普宁市
34	2017442191	本地花生	梅州市蕉岭县	89	2018442021	本地花生	云浮市郁南县
35	2017441115	白皮花生	梅州市大埔县	90	2018442072	本地花生	云浮市郁南县
36	2017441116	红皮花生	梅州市大埔县	91	2018442077	本地花生	云浮市郁南县
37	2017441150	昆仑花生	梅州市大埔县	92	2018442154	本地花生	云浮市郁南县
38	2017441186	本地花生	梅州市大埔县	93	2018442156	红皮花生	云浮市郁南县
39	2017441190	红皮花生	梅州市大埔县	94	2018442694	黑花生	云浮市罗定市
40	2017441197	白玉花生	梅州市大埔县	95	2018442695	彩衣花生	云浮市罗定市
41	2017441243	本地花生	梅州市大埔县	96	2018442702	本地花生	云浮市罗定市
42	2017441246	本地花生	梅州市大埔县	97	2018442709	本地花生	云浮市罗定市
43	2017441286	本地花生	梅州市大埔县	98	2018442722	本地花生	云浮市罗定市
44	2017441311	红米花生	梅州市大埔县	99	2018442728	本地花生	云浮市罗定市
45	2017441586	本地花生	河源市东源县	100	2018442769	本地花生	云浮市罗定市
46	2017441604	本地花生	河源市东源县	101	2018442828	本地花生	云浮市罗定市
47	2017441635	本地花生	河源市东源县	102	2018442854	红衣花生	云浮市罗定市
48	2017441673	八月花生	河源市东源县	103	2018442855	白衣花生	云浮市罗定市
49	2017441729	本地花生	河源市东源县	104	P445222023	乌衣花生	揭阳市揭西县
50	2017441753	百日花生	河源市东源县	105	2017443150	本地花生	惠州市龙门县
51	2018441440	本地花生	清远市阳山县	106	2017443157	本地花生	惠州市龙门县
52	2018441442	本地花生	清远市阳山县	107	2017443198	本地花生	惠州市龙门县
53	2018441498	本地花生	清远市阳山县	108	2017443226	本地花生	惠州市龙门县
54	2018441507	本地花生	清远市阳山县	109	2017443327	本地花生	惠州市龙门县
55	2018441527	本地花生	清远市阳山县	110	2017443347	本地花生	惠州市龙门县

1.2 试验方法

试验材料于 2020 年和 2021 年春季种植在广东省农业科学院白云试验基地，每份资源种植 5 行 5 列，行株间距 20 cm，每穴播种 2 粒，随机区组设计，田间管理措施按照当地大田生产管理方式进行。成熟期进行表型鉴定，主茎高、总分枝数、第一侧枝长、单株荚果数、每荚粒数、百果重、百仁重、出仁率、锈病等级和叶斑等级等性状调查方法参照《花生种质资源描述规范和数据标准》^[14]。花生籽粒中的粗脂肪、粗蛋白、油酸和亚油酸利用瑞典波通 DA7250 近红外分析仪测定。

1.3 数据统计与分析

利用 Microsoft Excel 2019 对表型数据进行统计和整理；利用 SPSS 25.0 进行相关性分析、主成分分析和聚类分析；利用 R 语言进行作图。

2 结果与分析

2.1 新收集资源表型性状多样性分析

110 份花生种质资源的 14 个表型性状统计结果见表 2。可以看出，不同地方花生种质间性状差异较大，具有丰富的遗传多样性。各表型性状变异系数介于 5.18%~37.34%之间，平均变异系数为 18.75%。单株荚果数介于 6~43 个之间，变异系数最大；粗脂肪含量介于 38%~52%之间，变异系数最小。从农艺性状、产量性状和品质性状整体表现来看，主茎高、总分枝数、第一侧枝长、锈病等级和叶斑等级这 5 个农艺性状的平均变异系数最大，为 25.50%；粗脂肪、粗蛋白、油酸和亚油酸这 4 个品质性状的平均变异系数最小，为 8.56%。单株荚果数、每荚粒数、百果重、百仁重和出仁率这 5 个产量性状的平均变异系数为 20.16%，

介于农艺性状和品质性状之间。结果表明，此次收集到的广东省地方花生种质资源的表型差异主要表现在农艺性状和产量性状中。

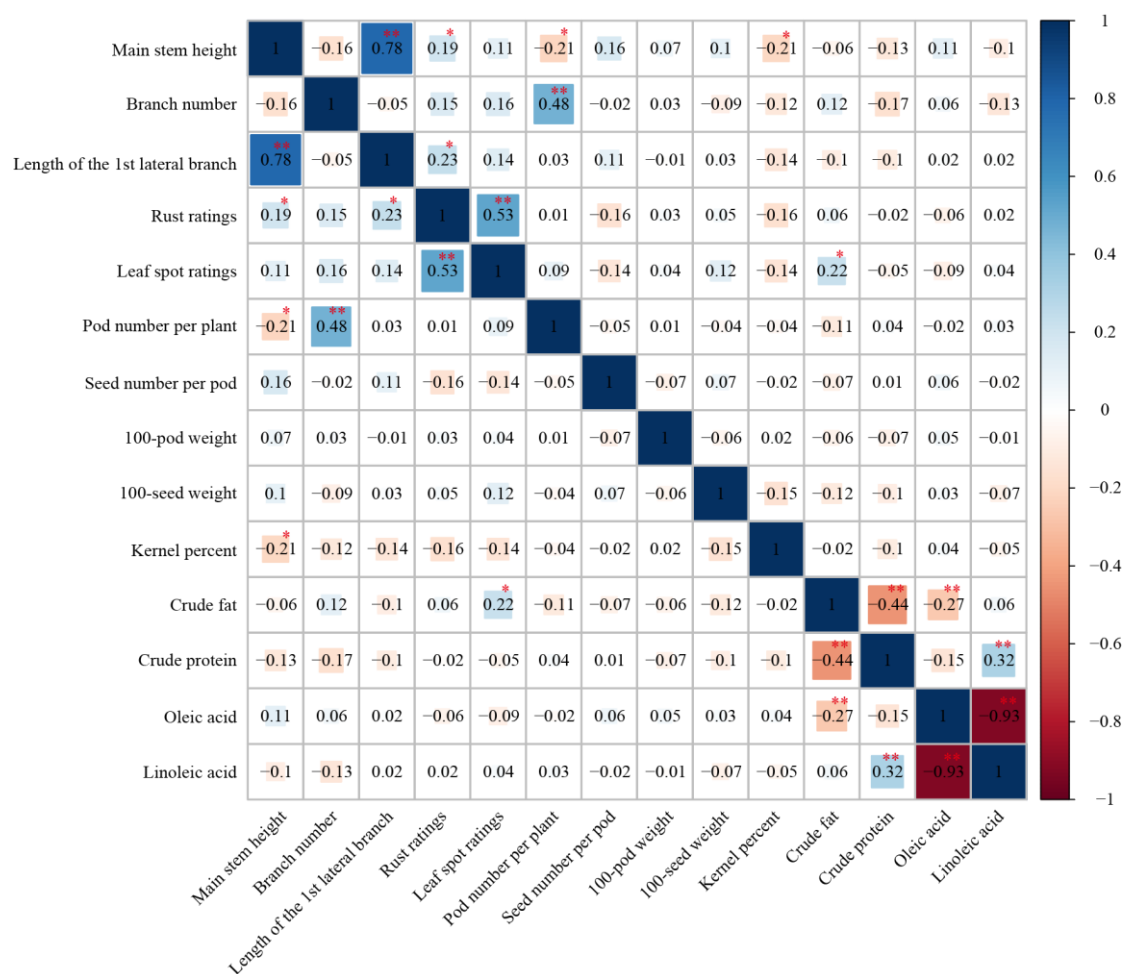
表 2 新收集资源表型性状多样性分析

Table 2 Analysis of phenotypic diversity of newly collected resources in Guangdong province

性状 Trait	最小值 Min.	最大值 Max.	均值 Mean	标准差 SD	变异系数 (%) CV
主茎高 (cm) Main stem height	23.00	90.00	51.00	12.13	23.79
总分枝数 Branch number	3.00	12.00	6.98	1.77	25.44
第一侧枝长 (cm) Length of the 1st lateral branch	39.00	90.00	60.47	11.26	18.63
锈病等级 Rust ratings	2.00	6.00	4.18	1.24	29.54
叶斑等级 Leaf spot ratings	2.00	7.00	4.25	1.28	30.11
单株荚果数 Pod number per plant	6.00	43.00	19.93	7.44	37.34
每荚粒数 Seed number per pod	2.00	3.00	2.06	0.25	11.88
百果重 (g) 100-pod weight	76.80	204.00	159.76	25.76	16.13
百仁重 (g) 100-seed weight	33.39	97.55	65.02	16.52	25.41
出仁率 (%) Kernel percent	50.00	78.00	67.66	6.80	10.05
粗脂肪 (%) Crude fat	37.69	52.04	47.20	2.45	5.18
粗蛋白 (%) Crude protein	17.00	28.00	24.47	2.46	10.07
油酸 (%) Oleic acid	34.00	55.00	42.77	4.79	11.19
亚油酸 (%) Linoleic acid	31.00	48.00	41.21	3.22	7.81

2.2 新收集资源表型性状相关性分析

由图 2 可知，不同地方花生种质表型性状之间存在不同程度的相关性。第一侧枝长与主茎高呈极显著正相关；锈病等级与主茎高、第一侧枝长均呈显著正相关；叶斑等级与锈病等级呈极显著正相关；单株荚果数与主茎高呈显著负相关，与总分枝数呈极显著正相关；出仁率与主茎高呈显著负相关；粗脂肪与叶斑等级呈显著正相关；粗蛋白与粗脂肪呈极显著负相关；油酸与粗脂肪呈极显著负相关；亚油酸与粗蛋白呈极显著正相关，与油酸呈极显著负相关。因此，在育种过程中需要充分考虑表型性状之间的相关性以实现不同的育种目标。



*表示在 0.05 水平上相关性显著, **表示在 0.01 水平上相关性显著

* indicates significant correlation at 0.05 level, ** indicates significant correlation at 0.01 level

图 2 新收集资源表型性状相关性分析

Fig.2 Correlation analysis of phenotypic characters of newly collected resources in Guangdong province

2.3 新收集资源表型性状主成分分析

14 个表型性状的主成分分析结果如表 3 所示,前 6 个主成分的特征值均大于 1,累计贡献率为 71.074%,说明这 6 个主成分可综合表征 14 个表型性状的大部分信息。主成分 1 的贡献率为 15.777%,其中主茎高和第一侧枝长的载荷系数较大。主成分 2 的贡献率为 14.937%,其中油酸和亚油酸的载荷系数较大。主成分 3 的贡献率为 13.152%,其中总分枝数的载荷系数最大。主成分 4 的贡献率为 10.534%,其中粗脂肪和粗蛋白的载荷系数较大。主成分 5 的贡献率为 8.582%,其中每荚粒数的载荷系数最大。主成分 6 的贡献率为 8.092%,其中百仁重和百果重的载荷系数较大。综上,主成分 1 和主成分 3 主要反映了农艺性状,主成分 2 和主成分 4 主要反映了品质性状,主成分 5 和主成分 6 主要反映了产量性状,表明这 6 个主成分可以对花生种质进行综合评价。

根据标准化后的表型数据、每个主成分的特征值和载荷矩阵得到 6 个主成分的得分方程,然后以每个主成分的方差贡献率权重作为系数获得综合得分方程,如下:

$$F_1 = 0.513X_1 + 0.042X_2 + 0.459X_3 + 0.266X_4 + 0.213X_5 - 0.069X_6 + 0.084X_7 + 0.061X_8 + 0.163X_9 - 0.174X_{10} -$$

0.027X₁₁ - 0.25X₁₂ + 0.361X₁₃ - 0.378X₁₄ (1)

F₂ = 0.176X₁ + 0.026X₂ + 0.242X₃ + 0.361X₄ + 0.370X₅ - 0.037X₆ - 0.098X₇ - 0.014X₈ + 0.024X₉ - 0.226X₁₀ + 0.195X₁₁ + 0.089X₁₂ - 0.530X₁₃ + 0.504X₁₄ (2)

F₃ = -0.314X₁ + 0.529X₂ - 0.239X₃ + 0.212X₄ + 0.304X₅ + 0.357X₆ - 0.242X₇ + 0.057X₈ - 0.069X₉ - 0.003X₁₀ + 0.304X₁₁ - 0.294X₁₂ + 0.101X₁₃ - 0.207X₁₄ (3)

F₄ = -0.044X₁ + 0.264X₂ + 0.077X₃ + 0.09X₄ + 0.012X₅ + 0.484X₆ + 0.041X₇ + 0.019X₈ + 0.052X₉ - 0.247X₁₀ - 0.591X₁₁ + 0.501X₁₂ + 0.121X₁₃ + 0.02X₁₄ (4)

F₅ = 0.157X₁ + 0.347X₂ + 0.273X₃ - 0.346X₄ - 0.298X₅ + 0.349X₆ + 0.498X₇ - 0.164X₈ - 0.18X₉ - 0.026X₁₀ + 0.184X₁₁ - 0.256X₁₂ - 0.163X₁₃ + 0.13X₁₄ (5)

F₆ = 0.154X₁ + 0.009X₂ + 0.228X₃ + 0.047X₄ - 0.087X₅ + 0.069X₆ - 0.247X₇ + 0.55X₈ - 0.646X₉ + 0.343X₁₀ - 0.091X₁₁ + 0.023X₁₂ + 0.01X₁₃ + 0.055X₁₄ (6)

F = 0.22F₁ + 0.21F₂ + 0.19F₃ + 0.15F₄ + 0.12F₅ + 0.11F₆ (7)

通过上述方法计算每个花生种质的综合得分 *F* 值，排名前 5 的花生种质编号分别为 1、4、33、41 和 70，其 *F* 值分别为 1.177、1.026、0.877、0.799 和 0.790。这 5 个品种的总分枝数、第一侧枝长、单株荚果数和粗脂肪性状表现优良，表明此 4 个表型性状在花生种质资源的综合评价中具有重要作用。另外，这 5 个品种的锈病和叶斑等级较高，锈病发病严重程度≥20%，叶斑发病严重程度≥10%。由上述相关性分析可知，锈病等级与第一侧枝长呈显著正相关，粗脂肪与叶斑等级呈显著正相关，由此推测这些品种的锈病和叶斑等级与其第一侧枝长和粗脂肪含量有关。

表 3 新收集表型性状主成分分析

Table 3 Principal component analysis of phenotypic of newly collected resources in Guangdong province

性状 Trait	主成分 Principal components					
	1	2	3	4	5	6
主茎高 Main stem height	0.763	0.254	-0.426	-0.053	0.172	0.164
总分枝数 Branch number	0.063	0.037	0.718	0.321	0.380	0.010
第一侧枝长 Length of the 1st lateral branch	0.682	0.350	-0.325	0.093	0.299	0.243
锈病等级 Rust ratings	0.395	0.522	0.288	0.109	-0.379	0.050
叶斑等级 Leaf spot ratings	0.316	0.535	0.413	0.014	-0.327	-0.093
单株荚果数 Pod number per plant	-0.102	0.053	0.484	0.588	0.382	0.073
每荚粒数 Seed number per pod	0.125	-0.141	-0.328	0.050	0.546	-0.263
百果重 100-pod weight	0.090	-0.020	0.078	0.023	-0.180	0.585
百仁重 100-seed weight	0.242	0.035	-0.094	0.063	-0.197	-0.687
出仁率 Kernel percent	-0.259	-0.327	-0.004	-0.300	-0.028	0.365
粗脂肪 Crude fat	-0.040	0.282	0.413	-0.717	0.202	-0.097
粗蛋白 Crude protein	-0.371	0.128	-0.399	0.608	-0.281	0.025
油酸 Oleic acid	0.537	-0.766	0.137	0.147	-0.179	0.011
亚油酸 Linoleic acid	0.561	0.729	-0.281	0.024	0.142	0.059
特征值 Eigenvalue	2.209	2.091	1.841	1.475	1.201	1.133
贡献率 (%) Contribution rate	15.777	14.937	13.152	10.534	8.582	8.092
累计贡献率 (%) Cumulative contribution rate	15.777	30.713	43.866	54.400	62.982	71.074

2.4 新收集资源表型性状聚类分析

根据 14 个表型性状数据对 110 份广东省地方花生种质资源进行聚类分析，结果如图 3 所示。当欧氏距

离为 15 时，110 份花生种质聚为 4 个类群，各类群表型数据的均值及标准差见表 4。第 I 类群包括 46 份种质，百果重和粗脂肪含量最高，锈病等级和叶斑等级较小。第 II 类群包括 28 份种质，锈病等级、叶斑等级和亚油酸含量最高。第 III 类群包括 30 份种质，总分枝数、单株荚果数、百仁重和油酸含量最高，虽然其平均油酸含量高于其他 3 个类群，但与市面上的高油酸品种相比其油酸含量是偏低的。第 IV 类群包括 6 份种质，主茎高、第一侧枝长、每荚粒数、出仁率和粗蛋白含量最高，锈病等级和叶斑等级最小，说明其对锈病和叶斑病具有良好的抗性。从各类群中共选出 5 份高单株荚果数种质、5 份高百果重及百仁重种质和 2 份高抗锈病及叶斑病种质（表 5）。

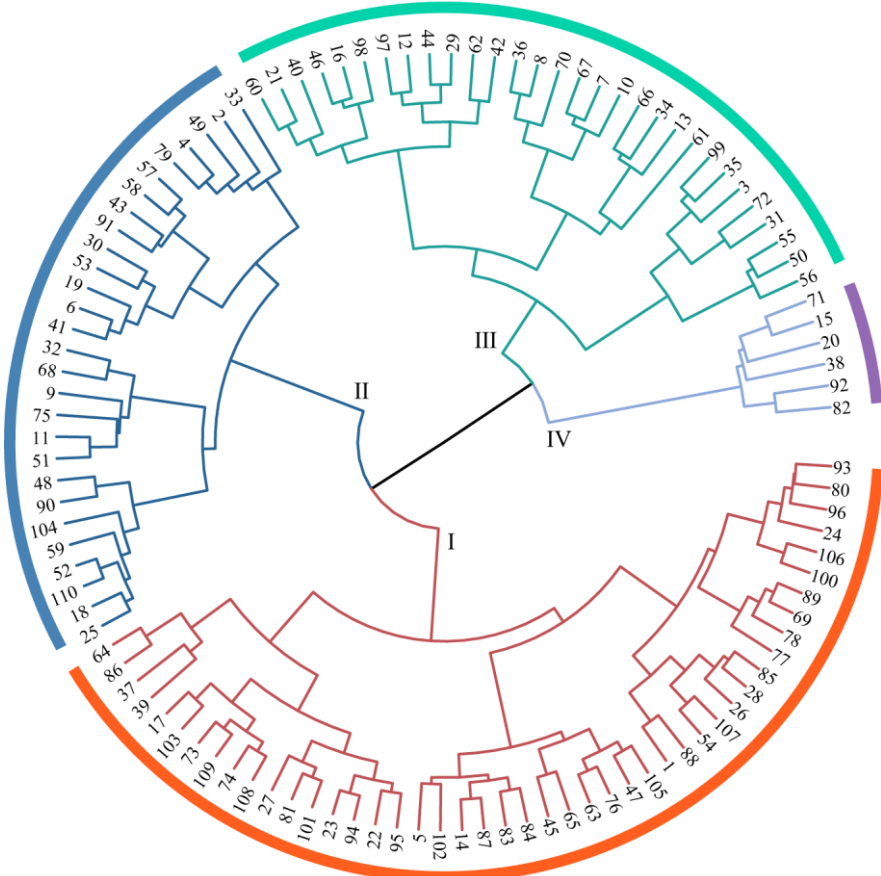


图 3 110 份广东地方花生种质资源聚类图

Fig.3 Cluster map of 110 peanut landraces in Guangdong province

表 4 新收集 4 个类群的表型性状

Table 4 Phenotypic characters of four groups of newly collected resources in Guangdong province

性状 Trait	类群 Group			
	I	II	III	IV
主茎高 Main stem height	45.00±7.91	55.71±12.03	54.37±13.02	58.17±17.21
总分枝数 Branch number	6.87±1.53	6.61±1.81	7.60±2.04	6.50±1.52
第一侧枝长 Length of the 1st lateral branch	56.28±9.73	64.50±11.61	62.03±10.83	66.00±14.24
锈病等级 Rust ratings	3.74±1.18	5.21±0.88	4.07±1.05	3.33±1.21
叶斑等级 Leaf spot ratings	3.89±1.16	5.29±1.01	4.10±1.12	3.00±1.26
单株荚果数 Pod number per plant	19.91±7.58	18.25±5.29	21.73±8.73	18.83±7.70
每荚粒数 Seed number per pod	2.00±0.00	2.00±0.00	2.03±0.18	3.00±0.00
百果重 100-pod weight	164.90±22.05	150.38±33.71	162.15±20.62	152.25±25.56

百仁重 100-seed weight	57.04±14.48	70.73±17.30	71.38±14.69	67.80±13.28
出仁率 Kernel percent	68.43±5.74	65.43±8.14	68.22±7.04	69.35±5.27
粗脂肪 Crude fat	47.63±1.72	47.35±1.94	46.70±3.48	45.71±2.70
粗蛋白 Crude protein	25.20±1.74	24.91±2.10	22.65±2.94	25.87±1.63
油酸 Oleic acid	41.36±3.41	39.73±2.70	47.75±4.23	42.89±5.71
亚油酸 Linoleic acid	42.07±2.20	43.23±2.06	37.87±2.94	41.88±3.48

表 5 部分优异资源

Table 5 Some excellent peanut landraces in Guangdong province

类别 Category	编号 No.	主茎高 MSH	总分枝数 BN	第一侧枝长 LLB	锈病等级 RR	叶斑等级 LSR	单株荚果数 PNPP	每荚粒数 SNPP	百果重 PW	百仁重 SW	出仁率 KP	粗脂肪 CF	粗蛋白 CP	油酸 OA	亚油酸 LA
高单株荚果数 High pod number per plant	7	41	10	57	4	3	40	2	136.00	52.65	74.31	50.31	25.13	41.91	40.83
	65	35	7	78	3	3	36	2	166.00	57.5	74.30	44.98	21.94	41.62	42.20
	67	38	10	48	4	5	43	2	120.00	56.38	73.63	47.84	24.95	48.44	36.92
	70	56	10	70	5	5	39	2	153.46	76.15	65.91	47.32	22.70	53.65	32.89
	72	36	7	50	3	3	36	2	155.60	82.92	70.01	37.69	27.02	46.61	41.69
高百果重、高百仁重 High 100-pod, seed weight	20	46	9	63	4	5	30	3	170.40	93.75	62.85	48.76	25.63	38.75	45.63
	46	50	7	57	3	3	13	2	204.00	86.46	69.00	48.54	20.17	42.79	40.60
	59	60	6	66	6	7	11	2	180.00	89.41	67.00	46.19	22.59	37.25	44.25
	98	55	5	58	2	4	23	2	167.20	94.26	67.69	46.92	20.30	42.29	41.26
	110	47	8	50	5	6	17	2	193.20	90.20	72.31	48.09	23.32	39.65	42.86
高抗锈病、叶斑病 High resistance to rust and leaf spot	71	47	7	47	2	2	20	3	167.10	57.23	70.70	44.04	25.66	41.11	42.69
	101	46	6	54	2	2	18	2	166.80	58.60	69.78	44.30	26.48	38.36	44.10

MSH: Main stem height; BN: Branch number; LLB: Length of the 1st lateral branch; RR: Rust ratings; LSR: Leaf spot ratings; PNPP: Pod number per plant; SNPP: Seed number per pod; PW: 100-pod weight; SW: 100-seed weight; KP: Kernel percent; CF: Crude fat; CP: Crude protein; OA: Oleic acid; LA: Linoleic acid

3 讨论

花生是广东省第二大农作物,仅次于水稻。“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”收集到的 110 份广东地方花生种质资源主要分布在粤西、粤东和粤北,收集最多的县(市、区)为粤西地区的云浮市罗定市和粤北地区的梅州市大埔县,其次为粤东地区的揭阳市揭西县和汕尾市陆丰市,而广州市、深圳市、中山市和东莞市等珠三角地区均未收集到花生种质资源,与广东省水稻和甘薯种质资源地理分布情况相似^[15-16]。地方品种是宝贵的农业财富,相关收集工作还需要加强,特别是随着经济发展和城镇化的加快,更应重视地方花生种质资源的收集和保护。

本研究对 110 份广东地方花生种质资源进行了鉴定评价,对 14 个表型性状的多样性分析表明这些种质之间存在较大差异,单株荚果数的变异系数最大(37.34%),与黄杨等^[12]的研究结果一致。110 份资源的最低粗脂肪含量和粗蛋白含量分别为 37.69%和 17.00%,低于常规水平,可能与该品种的生育期较长有关,收获时籽粒成熟度不够。因此,在种质资源的品质性状鉴定评价过程中,需要保证每份资源的荚果发育成熟度。此外,主要农艺性状和产量性状的变异系数远远高于品质性状,这与饶庆琳等^[17]的研究结果一致。相关性分析结果表明,单株荚果数和出仁率与主茎高均呈显著负相关,单株荚果数与总分枝数呈极显著正相关,与陈婷婷等^[18]的研究结果一致,因此在育种过程中可以适当降低主茎高,增加总分枝数以实现花生增产效果。主成分分析将 14 个表型性状归为 6 个主成分,累计贡献率为 71.074%。但由于表型性状之间的相关系数多数都小于 0.3,相关性较弱,导致主成分分析不能起到很好的降维作用,各主成分浓缩表型变异信息的能力相差不大,这也反映出广东地方花生种质资源的遗传多样性较为丰富。聚类分析将 110 份花生种质聚为 4 类,分别具有不同的特性,如第 I 类群和第 IV 类群的锈病和叶斑等级较低,可以作为抗性育种亲本,第 III 类群的总分枝数、单株荚果数和百仁重最高,可以作为高产育种亲本。

近年来锈病和叶斑病在华南花生产区发病较为严重,因此广东各育种单位先后育成粤油 7 号、粤油 14、粤油 114、湛油 62 和汕油 162 等高产抗叶病品种^[19]。目前广东花生单位面积产量与全国平均水平仍有一定差距,此次筛选出的单株结实性强以及高抗锈病、叶斑病的地方花生品种在选育高产多抗花生方面具有较大的利用潜力。高油、高油酸已成为现阶段国内外花生育种的主要目标,此次收集到的 110 资源平均油酸含量和平均粗脂肪含量均较低,分别为 42.77%和 47.20%,说明地方品种资源的品质相对较差,需要不断改良。

参考文献

- [1] 周小静,任小平,黄莉,罗怀勇,陈玉宁,刘念,陈伟刚,廖伯寿,雷永,姜慧芳.花生种质资源研究进展与展望.植物遗传资源学报,2020,21(01):33-39
Zhou X J, Ren X P, Huang L, Luo H Y, Chen Y N, Liu N, Chen W G, Liao B S, Lei Y, Jiang H F. Research Progress and Prospect for Peanut Germplasm Resources. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(01): 33-39
- [2] 刘冰,周长军,顾鑫,吴耀坤,于吉东,田中艳,李建英,马兰.黑龙江省西部地区大豆种质资源聚类分析及综合评价.黑龙江农业科学,2022(05):7-12
Liu B, Zhou C J, Gu X, Wu Y K, Yu J D, Tian Z Y, Li J Y, Ma L. Cluster Analysis and Comprehensive Evaluation of Soybean Germplasm Resources in Western of Heilongjiang Province. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2022(05): 7-12
- [3] 覃初贤,覃欣广,邢钊浩,温东强,望飞勇.广西荞麦种质资源主要农艺性状鉴定与评价.广东农业科学,2020,47(10):11-17

- Qin C X, Qin X G, Xing Y H, Wen D Q, Wang F Y. Identification and Evaluation of Main Agronomic Traits of Buckwheat Germplasm Resources in Guangxi. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2020, 47 (10): 11-17
- [4] 王秀秀,邢爱双,杨茹,何守朴,贾银华,潘兆娥,王立如,杜雄明,宋宪亮. 陆地棉种质资源表型性状综合评价. *中国农业科学*, 2022, 55 (06): 1082-1094
- Wang X X, Xing A S, Yang R, He S P, Jia Y H, Pan Z E, Wang L R, Du X M, Song X L. Comprehensive Evaluation of Phenotypic Characters of Nature Population in Upland Cotton. *Scientia Agricultura Sinica*, 2022, 55 (06): 1082-1094
- [5] 黎松松,许文静,张威,张红梅,刘晓庆,崔晓艳,朱月林,陈新,陈华涛. 大豆种质资源主要农艺性状的评价与分析. *江苏农业科学*, 2021, 49 (19): 35-38
- Li S S, Xu W J, Zhang W, Zhang H M, Liu X Q, Cui X Y, Zhu Y L, Chen X, Chen H T. Evaluation and analysis of main agronomic traits of soybean germplasm resources. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2021, 49 (19): 35-38
- [6] 曾维英,赖振光,谭玉荣,陈怀珠,陈文杰,梁江,孙祖东. 广西地方大豆种质资源的收集与评价鉴定筛选. *大豆科学*, 2021, 40 (03): 354-361
- Zeng W Y, Lai Z G, Tan Y R, Chen H Z, Chen W J, Liang J, Sun Z D. Collection, Evaluation and Screening of Local Soybean Germplasm in Guangxi. *Soybean Science*, 2021, 40 (03): 354-361
- [7] 李小刚,杨小侠,王俊义,王保军,雷志锋,陈平丽,张星,吴玉红,王业文,陈耀楠,闫理峰. 陕西水稻种质资源主要农艺性状鉴定与相关性分析. *安徽农业科学*, 2022, 50 (02): 30-33+51
- Li X G, Yang X X, Wang J Y, Wang B J, Lei Z F, Chen P L, Zhang X, Wu Y H, Wang Y W, Chen Y N, Yan L F. Identification and Correlation Analysis of Main Agronomic Traits of Rice Germplasm Resources in Shanxi. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2022, 50 (02): 30-33+51
- [8] 陈越,丁明亮,张敦宇,付坚,钟巧芳,肖素勤,柯学,程在全. 云南水稻种质资源农艺性状表型多样性分析及综合评价. *南方农业学报*, 2019, 50 (09): 1922-1930
- Chen Y, Ding M L, Zhang D Y, Fu J, Zhong Q F, Xiao S Q, Ke X, Cheng Z Q. Phenotypic diversity analysis and comprehensive evaluation of agronomic characters of rice germplasm resources in Yunnan Province. *Journal of Southern Agriculture*, 2019, 50 (09): 1922-1930
- [9] 沈升法,项超,吴列洪,李兵,罗志高. 浙江省甘薯种质资源的品质鉴定与聚类分析. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (01): 247-259
- Shen S F, Xiang C, Wu L H, Li B, Luo Z G. Quantification and Cluster Analysis of Quality-related traits in Sweetpotato Germplasm Resources in Zhejiang Province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (01): 247-259
- [10] 孙东雷,卞能飞,陈志德,邢兴华,徐泽俊,齐玉军,王幸,王晓军,王伟. 花生种质资源表型性状的综合评价及指标筛选. *植物遗传资源学报*, 2018, 19 (05): 865-874
- Sun D L, Bian N F, Chen Z D, Xing X H, Xu Z J, Qi Y J, Wang X, Wang X J, Wang W. Comprehensive Evaluation and Index Screening of Phenotypic Traits in Peanut Germplasm Resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19 (05): 865-874
- [11] 牟书靓,牛海龙,李伟堂,杨翔宇,王曙文,刘红欣,何中国. 花生种质资源农艺性状主成分及聚类分析. *辽宁农业科学*, 2019 (06): 1-5
- Mu S J, Niu H L, Li W T, Yang X Y, Wang S W, Liu H X, He Z G. Principal Components and Cluster Analysis of the Main Agronomic Characters of Peanut Germplasm in High Latitude Region. *Liaoning Agricultural Sciences*, 2019 (06): 1-5
- [12] 黄杨,熊信果,邹小云,丁戈,谷德平. 江西地方花生种质资源主要农艺性状分析与评价. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (06): 1550-1558
- Huang Y, Xiong X G, Zou X Y, Ding G, Gu D P. Analysis and Evaluation of Main Agronomic Traits of Local Peanut Germplasms in Jiangxi Province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (06): 1550-1558
- [13] 郭元元,周生茂,陈振东,蒋月喜,尚小红,张力,宋焕忠,车江旅,陈琴,蒋万. 广西黄瓜地方品种鉴定评价及遗传多样性分析. *南方农业学报*, 2018, 49 (07): 1273-1281
- Guo Y Y, Zhou S M, Chen Z D, Jiang Y X, Shang X H, Zhang L, Song H Z, Che J L, Chen Q, Jiang W. Identification, evaluation and genetic diversity analysis of local cucumber varieties from Guangxi. *Journal of Southern Agriculture*, 2018, 49 (07): 1273-1281
- [14] 姜慧芳,段乃雄. 花生种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
- Jiang H F, Duan N X. Description specification and data standard of peanut germplasm resources. Beijing: China Agriculture Press, 2006
- [15] 吕树伟,江立群,唐璇,张静,孙炳蕊,刘清,毛兴学,于航,吴柔贤,范芝兰,陈文丰,潘大建,李晨. 广东省水稻种质资源系统收集与鉴定评价. *植物遗传资源学报*, 2022, 23 (02): 412-421
- Lyu S W, Jiang L Q, Tang X, Zhang J, Sun B R, Liu Q, Mao X X, Yu H, Wu R X, Fan Z L, Chen W F, Pan D J, Li C. Systematic Field Collection and Identification and Evaluation of Rice Germplasm Resources in Guangdong Province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2022, 23 (02): 412-421
- [16] 姚祝芳,吴柔贤,张雄坚,戴彰言,杨义伶,黄立飞,刘军,房伯平. 广东甘薯种质资源系统收集与鉴定评价. *植物遗传资源学报*, 2021, 22 (06): 1498-1508
- Yao Z F, Wu R X, Zhang X J, Dai Z Y, Yang Y L, Huang L F, Liu J, Fang B P. Systematic Field Collection and Identification of Sweetpotato Resources in Guangdong. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2021, 22 (06): 1498-1508

- [17] 饶庆琳, 姜敏, 胡廷会, 成良强, 吕建伟, 王军. 花生种质资源品质性状的分析与评价. 贵州农业科学, 2021, 49 (11): 16-22
Rao Q L, Jiang M, Hu T H, Cheng L Q, Lyu J W, Wang J. Analysis and Evaluation on Quality Traits of Peanut Germplasm Resources. Guizhou Agricultural Sciences, 2021, 49 (11): 16-22
- [18] 陈婷婷, 王苗苗, 黄杨, 曾瑞儿, 王鑫悦, 张雷. 花生种质农艺、产量和品质性状的综合评价. 花生学报, 2020, 49 (04): 38-46
Chen T T, Wang M M, Huang Y, Zeng R E, Wang X Y, Zhang L. Evaluation on Agronomic, Yield and Quality Traits of Peanut Germplasm. Journal of Peanut Science, 2020, 49 (04): 38-46
- [19] 李少雄, 洪彦彬, 陈小平, 梁炫强. 广东花生生产、育种和种业现状与发展对策. 广东农业科学, 2020, 47 (11): 78-83
Li S X, Hong Y B, Chen X P, Liang X Q. Present Situation and Development Strategies of Peanut Production, Breeding and Seed Industry in Guangdong. Guangdong Agricultural Sciences, 2020, 47 (11): 78-83