

李新娜,刘红,何孟霞,等. 利用2种方法分析花生主要农艺性状与单株产量之间的关系[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):122-126.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.10.026

利用2种方法分析花生主要农艺性状与单株产量之间的关系

李新娜,刘红,何孟霞,齐丽雅

(邢台农业科学研究院,河北邢台 054000)

摘要:利用灰色关联度分析方法以及相关、通径分析方法研究邢台当地39个花生品系的主茎高、侧枝长、总分枝数、结果枝数、单株结果数、百果质量、百仁质量、1 kg果数、1 kg仁数、出仁率等10个主要农艺性状与单株产量的相关程度。灰色关联度分析结果显示,百仁质量、结果枝数、总分枝数与单株产量的关联度较大;相关、通径分析方法结果显示结果枝数、百仁质量、1 kg仁数、主茎高对单株产量的贡献较大。综合比较2种分析结果可知,结果枝数、百仁质量和1 kg仁数对单株产量的影响较大,其中结果枝数对单株产量为正向影响,1 kg仁数对单株产量为负向影响,且二者作用都具有显著性。

关键词:花生;单株产量;农艺性状;灰色关联度分析;相关分析;通径分析

中图分类号: S565.203 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)10-0122-05

花生是我国重要的油料作物,一直以来是我国优质的食用油和蛋白质主要来源。花生果仁中含有多种人体所需的有机物质,如蛋白质、脂肪、钙、铁、复合维生素B和维生素A等^[1]。2004—2014年我国花生的种植面积一直稳定于400万hm²左右,花生的产量从3 023 kg/hm²增长至3 578 kg/hm²,花生总产量由1 441万t增长至1 655万t。花生产量的提高是以花生单株产量的提高为前提的,而花生单株生产力的提高具有复杂的数量遗传特点,与花生的主要农艺性状存在复杂的相关性,一直是育种工作的主要难题^[2]。

花生的主要农艺性状包括主茎高、侧枝长、总分枝数、结果枝数、单株结果数、百果质量、百仁质量、1 kg果数、1 kg仁数、出仁率等。以往的研究结果表明,花生单株产量与花生主要农艺性状之间存在着一定的关联度,但是相同的分析方法分析结果不尽相同^[3-4]。本试验利用灰色关联度分析方法以及相关、通径分析方法研究河北邢台当地39个(38个花生品系+1个对照品种)花生品种(系)的主要农艺性状与单株产量之间的关系,为该地区花生品种的选育提供理论依据。

1 材料与与方法

收稿日期:2018-01-04

基金项目:河北省科技计划(编号:16226301D);现代农业产业技术体系河北省创新团队建设——冀南油料综合试验推广站项目(编号:HBCT2018090405);现代农业科技奖励性后补助资金(编号:17927699H)。

作者简介:李新娜(1987—),女,河北巨鹿人,硕士,农艺师,主要从事花生育种研究。E-mail:574110269@qq.com。

通信作者:齐丽雅,研究员,主要从事花生育种研究。E-mail:qlyxtnky@sina.com。

1.1 试验材料

试验于2017年在邢台市农业科学研究院农试场进行。从本地试验中选取39个(表1)本地花生品种(系)采用随机区组排列方法(试验品种较多,用地面积较大,38个花生品系不设置重复;为了防止因为地力不均或田间管理等区域性因素对产量等产生影响,每隔4个品系设置1个对照品种,共9个对照,对照品种为冀花5号,样品量共计48个)种植于邢台市农业科学研究院农试场(114.68°E、37.13°N,平均海拔35 m,平均气温13℃,年平均日照总时数为2 567.5 h,年平均无霜期197 d,年积温4 400℃)。试验土壤为沙壤土,土壤渗水性强,肥力中等,经检测土壤中含全氮0.76 g/kg、有机质12.32 g/kg、碱解氮69.36 mg/kg、速效磷12.45 mg/kg、速效钾166.6 mg/kg。

小区长5.6 m,宽2.4 m,行距40 cm,穴距16.5 cm,每穴2粒,15万穴/hm²,小区面积13.44 m²。2017年5月10日播种,9月18日统一收获。田间管理同大田,5月使用除草剂仲丁灵+乙氧氟草醚进行苗前封地皮灭草;6月人工锄草1次;7月中耕培土。

1.2 测定项目

主要农艺性状及产量的调查按照统一调查记载标准进行,选择主茎高(cm)、侧枝长(cm)、总分枝数(个)、结果枝数(个)、单株结果数(个)、百果质量(g)、百仁质量(g)、1 kg果数(个)、1 kg仁数(个)、出仁率(%)、单株产量(g)等11个农艺性状进行统计学分析(表1)。

1.3 主要农艺性状与单株产量的灰色关联度分析

利用灰色关联度分析法分析39个花生品种(系)中产量与10个主要农艺形状的关联度。具体方法参照文献[3]:首先参照公式 $C = \left(\frac{p - Avg}{St} \right)$ 对各数据进行标准化;其次参照公式 $\Delta_{ij} = |y_j - x_{ij}|$ 计算各数据的绝对偏差;最后参照公式(1)计算各相关系数,依据公式(2)计算灰色关联度。

表1 花生主要农艺性状与产量

品种(系)	主茎高 (cm)	侧枝长 (cm)	总分枝数 (个)	结果枝数 (个)	单株结果数 (个)	百果质量 (g)	百仁质量 (g)	1 kg 果数 (个)	1 kg 仁数 (个)	出仁率 (%)	单株产量 (g)
CK	35.9	35.3	8.0	6.50	19.0	224	85	736	1 240	70.5	19.09
200518-0-0-0-12-2-1-3	31.2	34.4	7.7	5.30	9.7	244	106	522	1 208	73.0	16.60
200619-N-0-0-5-2	27.0	34.9	8.7	4.40	10.5	210	90	580	1 328	77.0	15.00
200801-0-0-0-34-2-1-2	38.9	40.2	9.5	5.50	15.2	190	72	668	1 648	76.0	13.36
200806-0-0-0-24-3-2-1	36.2	38.4	10.7	7.40	7.9	160	60	1 020	2 416	70.0	17.78
CK	31.8	34.5	8.4	6.00	19.2	224	100	558	1 328	75.0	15.50
200810-0-0-0-27-2-1-1	28.6	30.2	10.3	8.70	19.5	280	95	602	1 344	70.5	18.60
200902-0-0-0-11-2-2	30.4	34.5	9.1	6.80	14.4	228	90	628	1 244	71.5	22.00
200904-0-0-0-11-1-2	43.0	45.9	13.3	8.80	13.5	270	108	498	1 080	70.0	28.33
200904-0-0-0-5-1-1	42.8	44.1	12.2	7.90	18.3	260	97	564	1 048	68.8	21.08
CK	32.7	32.7	8.7	5.60	9.7	280	98	486	1 120	71.0	17.33
200907-0-0-0-1-1-1	31.8	35.7	8.3	6.00	15.0	230	95	588	1 168	74.5	23.89
201001-N-0-0-23	36.0	39.4	8.8	5.10	8.9	280	102	524	1 048	72.0	15.50
201002-N-0-0-13-1-2-2	41.6	44.9	7.1	5.40	10.4	242	80	618	1 524	72.0	15.40
201002-N-0-0-14-1-1-2	33.8	37.1	9.6	4.70	9.0	184	80	644	1 568	76.0	13.00
CK	37.5	40.3	10.6	6.60	20.4	240	96	610	1 368	67.0	17.55
201003-0-0-0-16-2	32.3	34.7	8.9	6.10	12.3	280	102	506	1 168	71.0	23.70
201003-0-0-0-8-3	36.6	40.8	6.5	5.10	10.8	276	95	540	1 256	73.0	20.20
201003-N-0-0-10-3-1	33.9	39.3	8.5	5.80	11.6	224	98	536	1 200	70.0	20.73
201007-N-0-0-0-13-1-4	35.4	40.4	9.1	6.00	10.1	316	115	422	952	70.0	23.40
CK	34.0	37.9	9.0	6.80	15.2	250	96	586	1 288	69.5	30.00
201007-N-0-0-0-13-3	31.5	32.3	13.5	8.30	9.8	306	108	442	980	69.5	34.67
201007-N-0-0-0-22-1	31.2	36.5	10.1	8.40	30.2	306	110	478	1 036	70.5	33.00
201009-N-0-0-0-26	34.1	36.1	10.0	7.20	23.4	240	115	480	1 092	74.0	25.00
201011-N-0-0-0-7	43.5	49.6	9.6	7.40	20.0	250	93	658	1 040	68.0	28.60
CK	32.6	35.8	8.7	4.90	11.5	292	106	490	1 136	72.5	19.50
201013-N-0-0-15-3	39.3	42.0	9.5	7.80	29.0	200	80	642	1 536	68.0	16.70
201013-N-0-0-3-2-1	36.2	38.2	8.4	5.50	14.8	230	90	544	1 412	64.0	22.20
201014-N-0-0-4-3-2	28.0	32.1	15.0	9.40	34.9	226	90	522	1 304	68.0	24.80
201016-N-0-0-2-4-2	35.9	39.7	9.3	5.60	12.4	260	100	472	1 100	73.0	16.70
CK	28.2	29.1	8.5	6.10	17.7	238	100	644	1 104	72.0	28.80
201017-N-0-0-1-1-4	37.5	41.0	12.9	6.70	26.0	212	100	510	1 276	67.0	20.20
201017-N-0-0-1-3-1	37.4	41.5	12.0	9.00	30.8	252	102	454	1 272	70.5	24.30
201017-N-0-0-14	36.5	42.6	7.4	5.20	9.2	272	98	542	1 308	67.5	16.50
201017-N-0-0-15-2-1	34.6	38.8	9.0	5.60	9.2	262	97	492	1 208	70.0	21.00
CK	33.4	37.4	6.9	4.10	8.2	268	100	510	1 152	71.0	14.60
201017-N-0-0-20-2-2	36.9	40.2	9.3	7.20	25.5	244	103	508	1 236	71.0	21.00
201017-N-0-0-24-1-3	38.4	40.7	9.8	7.60	29.2	248	98	478	1 224	72.0	22.70
201019-0-0-0-7-1	34.9	38.1	7.5	7.40	15.5	280	98	460	1 168	70.5	19.55
201019-0-0-0-7-3	34.9	39.4	7.5	5.50	11.7	258	100	584	892	70.5	21.00
CK	35.4	41.3	7.2	5.20	13.0	280	90	564	936	72.0	26.00
201019-N-0-0-24-1-1	42.7	49.2	7.5	5.70	12.8	244	106	468	1 088	70.0	24.50
201019-N-0-0-8	41.2	42.8	9.3	7.00	16.3	270	112	444	1 016	71.0	30.20
201110-0-0-0-10	31.4	35.8	8.1	5.70	9.6	270	102	456	1 076	63.0	23.40
201110-0-0-0-15	35.8	39.5	8.0	6.00	10.1	256	105	522	1 116	71.5	18.70
CK	33.8	39.1	8.2	4.90	11.9	290	110	450	1 052	70.0	23.44
201110-0-0-0-35	38.1	43.1	5.9	3.80	10.3	260	104	488	1 116	73.5	17.55
201106-0-0-0-25-2	32.7	38.1	8.4	5.80	4.5	274	100	472	1 120	73.0	22.11

$$\xi_i(j) = \frac{\min_{\Delta_{ij}} + p \max_{\Delta_{ij}}}{\Delta_{ij} + p \max_{\Delta_{ij}}}; \quad (1)$$

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \xi_i(j). \quad (2)$$

式中: Avg 为各农艺性状的平均值, p 为各农艺性状值, S_i 为标准偏差, 各农艺性状为 i , 各品系为 j , $\xi_i(j)$ 为 j 品系中 i 农艺性状的相关系数, $\min_{\Delta_{ij}}$ 和 $\max_{\Delta_{ij}}$ 分别为绝对偏差数列中最大值与最小值。

1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 整理数据, SPSS 13.0 进行相关性及

表 2 正态性检验结果

指标	Kolmogorov - Smirnov (a)			Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	P 值	Statistic	df	P 值
产量	0.084	48	0.200	0.963	48	0.133

2.2 主要农艺性状与单株产量的灰色关联度分析

主要农艺性状与单株产量的灰色关联度分析结果如表 3 所示, 各农艺性状与单株产量的关联度依次为百仁质量 > 结果枝数 > 总分枝数 = 百果质量 > 侧枝长 > 主茎高 > 1 kg 果数 > 1 kg 仁数 = 出仁率。

2.3 主要农艺性状与产量相关性分析

为了进一步分析 39 个花生品种(系)中单株产量与 10 个主要农艺性状的关系, 利用 SPSS 13.0 进行了农艺性状与产量相关性分析, 具体结果见表 4, 各农艺性状与单株产量的相关程度为结果枝数 > 百仁质量 > 1 kg 仁数 > 百果质量 > 总分枝数 > 出仁率 > 1 kg 果数 > 单株结果数 > 侧枝长 > 主茎高。其中, 结果枝数、百仁质量、百果质量、总分枝数、单株结果数、侧枝长、主茎高与单株产量呈正相关; 1 kg 仁数、出仁率、1 kg 果数与单株产量呈负相关, 且结果枝数、1 kg 仁数与单株产量的相关性具有显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.4 主要农艺性状与产量通径分析

利用 SPSS 13.0, 通过逐步回归, 经相关系数的计算和分解, 得出 39 个花生品种(系)中单株产量与 10 个主要农艺性状的直接通径系数和间接通径系数, 结果如表 5 所示, 花生品种(系)的各主要农艺性状对单株产量的直接贡献依次为结果枝数 > 1 kg 仁数 > 主茎高 > 单株结果数 > 1 kg 果数 > 百仁质量 > 百果质量 > 出仁率 > 总分枝数 > 侧枝长, 其中结果枝数、1 kg 果数、百仁质量、百果质量、侧枝长与单株产量呈正相关; 1 kg 仁数、主茎高、单株结果数、出仁率、总分枝数与单株产量呈负相关。经计算, 10 个主要农艺性状对单株产量的共同作用的决定系数为 0.757, 即 10 个主要农艺性状对单株产量的作用占 75.7%, 剩余通径系数为 0.493, 表明除这 10 个主要农艺性状外, 其他因子对产量的直接效应作用也很大, 占 49.3%。

间接通径系数表明各农艺性状通过其他各农艺性状对单株产量的影响程度, 结果见表 5。可知总分枝数通过结果枝数对单株产量有较大的正向间接作用, 总分枝数通过单株结果数对单株产量有负向间接作用; 侧枝长通过主茎高对单株产量有较大的负向间接作用; 单株结果数通过结果枝数对单株产量有较大的正向间接作用; 百果质量通过 1 kg 仁数对单株产量有较大的正向间接作用; 还通过 1 kg 果数对单株产量有负向间接作用; 百仁质量通过 1 kg 仁数对单株产量有较大的正向间接作用; 还通过 1 kg 果数对单株产量有负向间接作

用; 1 kg 果数通过 1 kg 仁数、百仁质量分别对单株产量有负向间接作用; 1 kg 仁数通过 1 kg 果数对单株产量有正向间接作用; 通过百仁质量对单株产量有负向间接作用; 出仁率通过结果枝数对单株产量有负向间接作用。

2 结果与分析

2.1 花生主要农艺性状统计学分析与单株产量变异性分析

花生各农艺性状与单株产量的调查结果见表 1。利用 SPSS 13.0 对各数据进行正态分布检测, 结果见表 2。本研究中样品数为 48 个 [38 个花生品系, 10 个对照(冀花 5 号)], 适用于 Shapiro - Wilk 方法进行检测, 其中 Shapiro - Wilk 统计值为 0.963, 显著水平大于 0.05, 且柱状直方图结果也表明为正态分布(文中未显示), 可以进行下一步的分析。

综上所述, 在 39 个花生品种(系)中各农艺性状对单株产量都有不同程度的直接影响(直接通径系数)和间接影响(间接通径系数)。结果枝数、百仁质量和 1 kg 仁数对单株产量的影响较大, 其中结果枝数对单株产量为正向影响, 1 kg 仁数对单株产量为负向影响, 且两者作用都具有显著性。

3 讨论与结论

花生是我国传统的油料作物, 在我国农业生产中占有十分重要的地位, 在国际市场上同样具有较强的竞争力。中国是世界上最大的花生出口国占世界花生总出口量的 42%^[5]。随着人们的生活水平日益提高和饮食习惯的改变, 花生深加工产品如花生酱、速溶花生蛋白粉、花生巧克力、花生奶油等越来越受到人们的青睐, 花生市场的需求量也越来越大。

本研究利用灰色关联度分析方法分析 39 个邢台本地花生品种(系)主要农艺性状与单株产量, 结果显示, 百仁质量、结果枝数与总分枝数与单株产量的关联度最高, 也就是说此三者对单株产量的贡献最大, 但是结果中无法显示出贡献作用的正负向。相关、通径分析方法结果表明, 结果枝数、百仁质量、1 kg 仁数及主茎高对单株产量的贡献最大; 综合 2 种方法来看, 结果枝数、百仁质量及 1 kg 仁数对单株产量的贡献最大, 其中结果枝数、百仁质量为正向贡献, 1 kg 仁数为负向贡献。此结果与前人的研究结果^[3]类似, 由此可见, 在本研究中单纯使用一种分析方法得出的结论具有片面性, 综合 2 种方法得出的结果才具有一定的参考价值。

值得注意的是, 本研究中主茎高与单株产量的相关系数表明其作用为正向贡献, 但是通径分析结果显示其直接贡献为负向, 这主要是由于其他自变量通过主茎高对单株产量的影响较大。通径分析中剩余通径系数为 0.493, 表明除这 10 个主要农艺性状外, 其他因子对产量的直接效应作用占 49.3%, 也从侧面说明其他因子对单株产量的影响也较大。本研究中也存在一定的不足, 未考虑到天气因素, 以及所选品种(系)的品质分析结果与产量之间的关系, 在今后的育种过程中可以结合当地的实际外部环境选择适当的性状指标评价

表3 花生各品种(系)主要农艺性状 ξ 值及灰色关联度分析

品种(系)	主茎高 ξ_1	侧枝长 ξ_2	总分枝数 ξ_3	结果枝数 ξ_4	单株结果数 ξ_5	百果质量 ξ_6	百仁质量 ξ_7	1 kg 果数 ξ_8	1 kg 仁数 ξ_9	出仁率 ξ_{10}
CK(冀花5号)	0.82	0.90	0.94	0.83	0.75	0.87	0.80	0.55	0.85	0.91
200518-0-0-0-12-2-1-3	0.98	0.98	0.96	0.95	0.96	0.81	0.62	0.81	0.77	0.63
200619-N-0-0-5-2	0.78	0.88	0.74	0.94	0.84	0.99	0.84	0.64	0.63	0.45
200801-0-0-0-34-2-1-2	0.53	0.60	0.62	0.75	0.65	0.90	0.78	0.50	0.46	0.45
200806-0-0-0-24-3-2-1	0.75	0.82	0.65	0.65	0.89	0.57	0.50	0.34	0.33	0.88
CK	0.90	0.94	0.80	0.76	0.63	0.91	0.67	0.69	0.64	0.52
200810-0-0-0-27-2-1-1	0.72	0.67	0.71	0.55	0.72	0.67	0.90	0.72	0.73	0.88
200902-0-0-0-11-2-2	0.68	0.72	0.95	0.93	0.92	0.77	0.78	0.81	0.99	0.97
200904-0-0-0-11-1-2	0.83	0.91	0.77	0.85	0.64	0.78	0.89	0.61	0.59	0.63
200904-0-0-0-5-1-1	0.59	0.69	0.63	0.70	0.86	0.91	1.00	0.93	0.81	0.80
CK	0.95	0.83	0.84	0.92	1.00	0.63	0.77	0.94	0.89	0.77
200907-0-0-0-1-1-1	0.68	0.71	0.75	0.80	0.84	0.71	0.80	0.98	0.80	0.78
201001-N-0-0-23	0.68	0.68	0.75	0.93	0.93	0.58	0.64	0.76	0.87	0.65
201002-N-0-0-13-1-2-2	0.51	0.52	0.99	0.86	0.86	0.77	0.86	0.60	0.54	0.64
201002-N-0-0-14-1-1-2	0.69	0.69	0.60	0.87	0.80	0.86	1.00	0.52	0.48	0.45
CK	0.68	0.72	0.65	0.75	0.66	0.88	0.82	0.67	0.68	0.81
201003-0-0-0-16-2	0.71	0.68	0.83	0.82	0.76	0.87	0.99	0.77	0.81	0.88
201003-0-0-0-8-3	0.83	0.80	0.70	0.81	0.87	0.74	1.00	0.95	0.88	0.74
201003-N-0-0-10-3-1	0.94	0.92	0.92	0.92	0.88	0.80	0.95	1.00	0.99	0.94
201007-N-0-0-0-13-1-4	0.90	1.00	0.87	0.82	0.71	0.64	0.69	0.63	0.65	0.80
CK	0.59	0.60	0.61	0.68	0.62	0.62	0.61	0.69	0.67	0.56
201007-N-0-0-0-13-3	0.45	0.41	0.91	0.72	0.46	0.75	0.64	0.44	0.44	0.48
201007-N-0-0-0-22-1	0.46	0.51	0.61	0.80	0.94	0.83	0.72	0.49	0.48	0.54
201009-N-0-0-0-26	0.74	0.69	0.91	0.98	0.88	0.73	0.75	0.67	0.70	0.87
201011-N-0-0-0-7	0.81	0.72	0.71	0.83	0.79	0.66	0.61	0.91	0.57	0.54
CK	0.91	0.91	0.97	0.80	0.94	0.64	0.71	0.94	1.00	0.75
201013-N-0-0-15-3	0.59	0.63	0.73	0.59	0.50	0.81	0.80	0.60	0.56	0.96
201013-N-0-0-3-2-1	0.97	0.91	0.83	0.79	0.92	0.77	0.77	0.94	0.82	0.52
201014-N-0-0-4-3-2	0.54	0.56	0.54	0.64	0.58	0.66	0.67	0.76	0.90	0.62
201016-N-0-0-2-4-2	0.72	0.71	0.75	0.89	0.86	0.71	0.71	0.95	0.88	0.63
CK	0.47	0.44	0.61	0.64	0.72	0.60	0.70	0.86	0.60	0.73
201017-N-0-0-1-1-4	0.78	0.79	0.56	0.85	0.62	0.74	0.86	0.96	0.86	0.71
201017-N-0-0-1-3-1	1.00	0.98	0.75	0.67	0.64	0.84	0.95	0.66	0.89	0.80
201017-N-0-0-14	0.69	0.61	1.00	0.97	0.98	0.64	0.74	0.76	0.68	0.91
201017-N-0-0-15-2-1	0.98	0.97	0.99	0.86	0.78	0.88	0.99	0.86	1.00	0.92
CK	0.76	0.73	0.97	0.90	0.90	0.61	0.65	0.75	0.73	0.68
201017-N-0-0-20-2-2	0.85	0.87	0.96	0.80	0.66	0.95	0.83	0.90	0.96	0.96
201017-N-0-0-24-1-3	0.84	0.94	0.98	0.81	0.63	0.88	0.93	0.75	0.92	0.96
201019-0-0-0-7-1	0.91	0.93	0.84	0.71	0.89	0.70	0.88	0.85	0.96	0.93
201019-0-0-0-7-3	1.00	0.92	0.78	0.84	0.87	0.92	0.90	0.87	0.69	0.98
CK	0.77	0.91	0.59	0.62	0.70	0.99	0.64	0.80	0.58	0.85
201019-N-0-0-24-1-1	0.69	0.61	0.65	0.73	0.74	0.77	0.94	0.67	0.71	0.75
201019-N-0-0-8	0.93	0.79	0.63	0.70	0.64	0.71	0.89	0.51	0.52	0.63
201110-0-0-0-10	0.68	0.73	0.75	0.77	0.70	0.95	0.99	0.69	0.74	0.47
201110-0-0-0-15	0.81	0.80	0.96	0.91	0.93	0.82	0.70	0.91	0.97	0.79
CK	0.79	0.90	0.75	0.66	0.76	0.79	0.79	0.68	0.72	0.80
201110-0-0-0-35	0.66	0.62	0.74	0.71	0.99	0.74	0.68	0.95	0.90	0.63
201106-0-0-0-25-2	0.79	0.91	0.84	0.84	0.63	0.84	0.97	0.76	0.84	0.82
关联度 r	0.76	0.77	0.78	0.79	0.78	0.78	0.80	0.75	0.74	0.74

表4 花生各品系主要农艺性状与单株产量的相关分析

指标	农艺性状	单株产量	主茎高	侧枝长	总分枝数	结果枝数	单株结果数	百果质量	百仁质量	1 kg 果数	1 kg 仁数	出仁率
Pearson 相关系数	单株产量	1.000	0.001	0.007	0.355	0.518 *	0.277	0.420	0.453	-0.285	-0.449 *	-0.311
	主茎高	0.001	1.000	0.916	0.018	0.092	0.063	-0.067	-0.069	0.043	0.035	-0.202
	侧枝长	0.007	0.916	1.000	-0.094	-0.038	-0.006	-0.012	-0.001	-0.051	-0.048	-0.173
	总分枝数	0.355	0.018	-0.094	1.000	0.773	0.529	-0.121	-0.006	0.011	0.116	-0.256
	结果枝数	0.518	0.092	-0.038	0.773	1.000	0.698	0.006	0.025	0.043	0.068	-0.330
	单株结果数	0.277	0.063	-0.006	0.529	0.698	1.000	-0.180	0.023	-0.042	0.021	-0.197
	百果质量	0.420	-0.067	-0.012	-0.121	0.006	-0.180	1.000	0.736	-0.703	-0.745	-0.166
	百仁质量	0.453	-0.069	-0.001	-0.006	0.025	0.023	0.736	1.000	-0.837	-0.816	-0.073
	1 kg 果数	-0.285	0.043	-0.051	0.011	0.043	-0.042	-0.703	-0.837	1.000	0.767	0.070
	1 kg 仁数	-0.449	0.035	-0.048	0.116	0.068	0.021	-0.745	-0.816	0.767	1.000	0.055
	出仁率	-0.311	-0.202	-0.173	-0.256	-0.330	-0.197	-0.166	-0.073	0.070	0.055	1.000
P 值(单侧检验)	单株产量		0.497	0.481	0.007	0.000	0.028	0.001	0.001	0.025	0.001	0.016
	主茎高	0.497		0.000	0.452	0.267	0.336	0.326	0.320	0.387	0.407	0.085
	侧枝长	0.481	0.000		0.262	0.398	0.483	0.467	0.497	0.365	0.373	0.120
	总分枝数	0.007	0.452	0.262		0.000	0.000	0.205	0.483	0.471	0.215	0.039
	结果枝数	0.000	0.267	0.398	0.000		0.000	0.484	0.432	0.385	0.324	0.011
	单株结果数	0.028	0.336	0.483	0.000	0.000		0.111	0.439	0.390	0.444	0.090
	百果质量	0.001	0.326	0.467	0.205	0.484	0.111		0.000	0.000	0.000	0.130
	百仁质量	0.001	0.320	0.497	0.483	0.432	0.439	0.000		0.000	0.000	0.310
	1 kg 果数	0.025	0.387	0.365	0.471	0.385	0.390	0.000	0.000		0.000	0.318
	1 kg 仁数	0.001	0.407	0.373	0.215	0.324	0.444	0.000	0.000	0.000		0.356
	出仁率	0.016	0.085	0.120	0.039	0.011	0.090	0.130	0.310	0.318	0.356	

表5 花生各品种(系)主要农艺性状与单株产量的通径分析

农艺性状	相关系数	直接作用	间接通径系数									
			主茎高	侧枝长	总分枝数	结果枝数	单株结果数	百果质量	百仁质量	1 kg 果数	1 kg 仁数	出仁率
主茎高	0.001	-0.330		0.004 6	-0.000 7	0.050 7	-0.011 9	-0.008 1	-0.008 8	0.006 7	-0.016 9	0.023 4
侧枝长	0.007	0.005	-0.302 1		0.003 5	-0.021 2	0.001 2	-0.001 5	-0.000 2	-0.008 1	0.023 3	0.020 1
总分枝数	0.355	-0.037	-0.005 9	-0.000 5		0.425 9	-0.100 6	-0.014 8	-0.000 8	0.001 7	-0.056 7	0.029 7
结果枝数	0.518 *	0.551	-0.030 3	-0.000 2	-0.028 6		-0.132 6	0.000 7	0.003 3	0.006 9	-0.032 9	0.038 3
单株结果数	0.277	-0.190	-0.020 6	0.000 0	-0.019 6	0.384 6		-0.022 0	0.002 9	-0.006 6	-0.010 2	0.022 8
百果质量	0.420	0.122	0.022 0	-0.000 1	0.004 5	0.003 2	0.034 2		0.094 2	-0.111 1	0.362 8	0.019 3
百仁质量	0.453	0.128	0.022 8	0.000 0	0.000 2	0.014 0	-0.004 3	0.089 7		-0.132 3	0.397 6	0.008 5
1 kg 果数	-0.285	0.158	-0.014 0	-0.000 3	-0.000 4	0.024 0	0.007 9	-0.085 8	-0.107 1		-0.373 8	-0.008 1
1 kg 仁数	-0.449 *	-0.487	-0.011 5	-0.000 2	-0.004 3	0.037 2	-0.004 0	-0.090 9	-0.104 5	0.121 3		-0.006 3
出仁率	-0.311	-0.116	0.066 6	-0.000 9	0.009 5	-0.181 8	0.037 4	-0.020 3	-0.009 4	0.011 1	-0.026 6	

注:确定系数 $R^2 = 0.757$, 剩余通径系数 = 0.493。

系统,以达到预期的花生育种目标。

参考文献:

- [1] Krishna G, Singh B K, Kim E K, et al. Progress in genetic engineering of peanut (*Arachis hypogaea* L.): a review[J]. Plant Biotechnology Journal, 2015, 13(2): 147-162.
- [2] 张忠信, 汤丰收, 张新友, 等. 河南省夏播花生主要农艺性状与单株生产力的遗传相关及通径分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38

(30): 16817-16819.

- [3] Li X N, Qi L Y, He M X, et al. Grey relational grade analysis between yield and main agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. Journal of Peanut Science, 2017, 46(3): 1-5.
- [4] 李绍伟, 李军华, 任 丽, 等. 花生产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 陕西农业科学, 2007(1): 37-38, 52.
- [5] 刘学忠. 世界主要花生出口国花生产业国际竞争力比较[J]. 世界农业, 2008(1): 29-32.