

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20231025002

高油酸花生开农 1768 在区域试验中 主要性状的变异分析

芦振华 李绍伟 殷君华 邓丽 苗建利 李阳 郭敏杰 胡俊平 任丽
(开封市农林科学研究院,河南开封 475004)

摘要:为了解高油酸花生开农 1768 在国家北方片花生区域试验中的表现,对其产量及主要性状进行变异分析、相关回归分析和通径分析,探讨开农 1768 主要性状对产量的影响。变异分析结果表明,主要性状的变异系数大小为单株饱果数>结果枝数>主茎高>侧枝长>总分枝数>百果重>百仁重;相关分析表明,侧枝长和结果枝数与产量呈显著相关,百果重、百仁重、出仁率与产量均呈极显著正相关,且百果重、百仁重和出仁率两两之间均呈现极显著正相关;主茎高(X_1)、侧枝长(X_2)、总分枝数(X_3)、结果枝数(X_4)、百果重(X_5)、百仁重(X_6)、单株饱果数(X_7)、出仁率(X_8)、生育期(X_9)与小区产量(Y)的多元回归方程为 $Y=-7535.67+52.14X_6+96.47X_8+61.32X_7+23.01X_2$;通径分析结果显示,侧枝长、结果枝数、百果重、百仁重、单株饱果数和出仁率对产量都有直接的正效应。因此,在开农 1768 推广种植过程中,应当侧重提高品种的结果枝数、单株饱果数、百仁重和出仁率,一定量的地上部结果枝数和地下部单株饱果数是确保高产的决定性因素。

关键词:高油酸花生;开农 1768;性状;产量;变异分析

Variation Analysis of Main Traits of High Oleic Acid Peanut Kainong 1768 in Regional Trial

LU Zhenhua, LI Shaowei, YIN Junhua, DENG Li, MIAO Jianli,
LI Yang, GUO Minjie, HU Junping, REN Li
(Kaifeng Academy of Agriculture and Forestry, Kaifeng 475004, Henan)

花生(*Arachis hypogaea* L.)是我国重要的经济作物和油料作物,河南作为我国花生生产第一大省,种植总面积和花生总产量均居全国首位^[1]。我国消费者喜爱食用花生仁制取的花生油,因此,我国近 55% 的花生用于榨油^[2]。2021 年花生年产量 1830.3 万 t, 占国产油料产量的 50.66%^[3]。近年来,随着我国人民生活水平的不断提高,人们的膳食观念发生了较大的改变,对食品的品质要求越来越高,具有营养保健作用的产品深受广大消费者的青睐,

市场前景广阔。花生油作为我国主要的食用植物油,其油酸含量是影响花生油理化稳定性和营养价值的重要品质指标之一,因油酸为单烯不饱和脂肪酸,油酸含量越高,理化稳定性越高,越不容易酸败,花生及其制品的货架寿命越长,商品价值越高。同时油酸能降低人体血管中低密度脂蛋白胆固醇,保持高密度脂蛋白胆固醇,减少血管胆固醇的沉淀,软化血管,具有很好的营养保健作用。因此,高油酸花生因其具有抗氧化、耐贮藏、益于人体健康等优点^[4],深受广大消费者的喜爱。为满足人们对高油酸等优质花生及其制品的需求,全国花生科研育种单位都致力于高油酸高产花生品种的选育工作^[5-6]。开封市农林科学研究院是我国最早开展花生育种的单位

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助(CARS-13);河南省重大科技专项(221100110300);开封市重点研发专项(22ZDYF008)

通信作者:任丽

之一,创制的高油酸骨干亲本开选 016 被国内科研机构广泛应用于高油酸高产花生育种^[7],据不完全统计,目前我国花生育种单位直接选用高油酸花生种质材料开选 016 作亲本进行有性杂交,通过系谱法选育,已经培育出通过国家或省级审(鉴)定的高油酸花生新品种 20 多个,并在生产上大面积推广应用,为花生加工企业提供了优质的原料,获得了显著的社会经济效益。其中,开农 1768 是开封市农林科学研究所选育出的高油酸高产花生新品种。大量研究表明,作物产量的形成是各种遗传特性和种植环境共同作用的结果。吴正锋等^[8]比较了山东省不同生态区 6 个花生品种的产量性状差异,发现环境对花生产量和单株结果数的影响最大且达到极显著水平。张忠信等^[9]研究了远杂 9847 在河南省 3 个生态区域的最适播期和最佳播种密度,发现试验点、播期、密度、试验点 × 播期和密度 × 播期互作对远杂 9847 的产量均具有极显著影响。前人研究表明,相同花生品种不同生态区种植的主要性状表现与产量密切相关^[10-11]。因此,为明确不同环境对花生新品种开农 1768 生长发育的影响,本文分析了国家北方片花生区域试验中开农 1768 主要性状变异情况及其与产量间的关系,为加速开农 1768 在生产上的推广应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为国家(北方片)花生区域试验小粒组中的品种开农 1768。

1.2 试验方法 试验各承试点地势平坦,肥力均匀,排灌方便,田间管理按常规操作进行。采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 13.34m²,播种密度 15 万穴/hm²,每穴 2 粒,穴距按当地习惯设置。成熟期记载生育期(X_9),每小区取 5 穴,测定主茎高(X_1)、侧枝长(X_2)、总分枝数(X_3)、结果枝数(X_4)、单株饱果数(X_7)等农艺性状,收获后测定各小区产量(Y),取样调查百果重(X_5)、百仁重(X_6)、出仁率(X_8)等经济性状。

1.3 数据统计分析 利用 Excel 2010 和 R 语言软件对数据进行变异分析、相关性分析和通径分析。

2 结果与分析

2.1 开农 1768 主要性状变异分析 由表 1 可知,开农 1768 在区域试验中主要性状变异丰富,除了出仁率(X_8)和生育期(X_9)外,其余各性状的变异

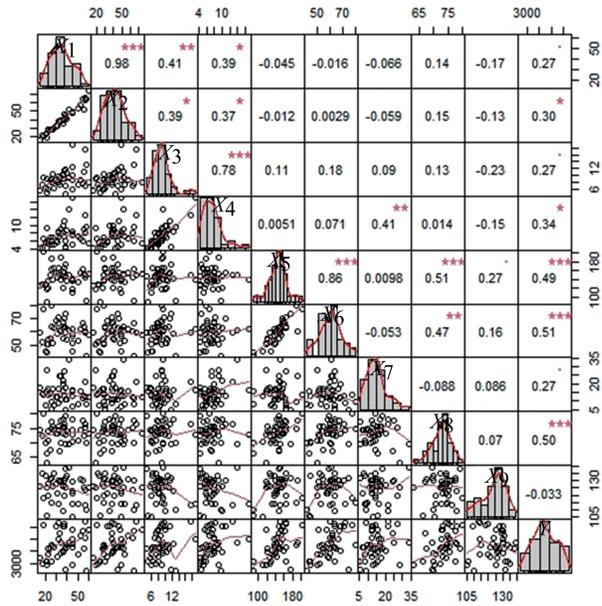
系数均大于 14%,以单株饱果数(X_7)的变异系数最大(41.72%),其次为结果枝数(X_4)(35.78%),百仁重(X_6)最小,说明主要性状中以单株饱果数(X_7)对开农 1768 产量(Y)的影响较大,在栽培过程中应注重提高单株饱果数(X_7)和结果枝数(X_4)。地上部农艺性状主茎高(X_1)均值为 36.41cm,变幅为 14.5~60.8cm;侧枝长(X_2)均值为 40.62cm,变幅为 16.2~74.0cm;总分枝数(X_3)均值为 9.06,变幅为 4.7~19.0;结果枝数(X_4)均值为 7.46,变幅为 4.2~17.0。开农 1768 产量(Y)均值为 4500.91kg/hm²,变幅为 2375.7~6510.0kg/hm²。

表 1 开农 1768 主要性状变异分析

性状	变幅	平均值	变异系数(%)
X_1 (cm)	14.5~60.8	36.41 ± 12.58	34.55
X_2 (cm)	16.2~74.0	40.62 ± 13.78	33.93
X_3	4.7~19.0	9.06 ± 2.83	31.20
X_4	4.2~17.0	7.46 ± 2.67	35.78
X_5 (g)	88.5~202.3	145.00 ± 23.01	15.87
X_6 (g)	41.9~80.0	59.68 ± 8.53	14.29
X_7	5.2~34.0	14.93 ± 6.23	41.72
X_8 (%)	63.0~80.1	73.34 ± 3.61	4.92
X_9 (d)	105.0~139.0	124.53 ± 8.48	6.81
Y (kg/hm ²)	2375.7~6510.0	4500.91 ± 1145.62	25.45

2.2 开农 1768 主要性状与产量间的相关性分析

为了解开农 1768 产量(Y)性状在不同区域的变化特点,对开农 1768 主要性状与产量(Y)间的相关性进行分析。结果表明(图 1),主茎高(X_1)和侧枝长(X_2)、总分枝数(X_3)和结果枝数(X_4)、百果重(X_5)和百仁重(X_6)、主茎高(X_1)和总分枝数(X_3)、结果枝数(X_4)和单株饱果数(X_7)分别呈极显著正相关。百果重(X_5)、百仁重(X_6)、出仁率(X_8)和荚果产量(Y)均呈极显著正相关,且百果重(X_5)、百仁重(X_6)和出仁率(X_8)两两之间均呈现极显著正相关;侧枝长(X_2)、结果枝数(X_4)分别与荚果产量(Y)呈显著相关;百果重(X_5)是花生产量构成要素之一,与荚果产量(Y)极显著正相关,侧枝长(X_2)和结果枝数(X_4)作为植株地上部生物量的一项表征,可以通过促进其生长进而提高百果重(X_5)。因此,在开农 1768 栽培过程中,只有充分考虑性状间的相互关系、兼顾地上部和地下部发育的同步提高,才能发挥品种产量潜力,获得较高产量。



左下角为二元散点图,小圆圈表示两两性状在不同试点的散点图,小圆圈与直线分布一致相关系数越大,越分散相关性越小;右上角为简单相关系数和显著性水平,数字代表性状间的相关系数,***、**、*分别表示在0.001、0.01、0.05水平下达到显著差异

图1 开农1768主要农艺性状间的相关性可视化图

2.3 开农1768主要性状对产量的回归分析 以产量(Y)为因变量,主茎高(X_1)、侧枝长(X_2)、总分枝数(X_3)、结果枝数(X_4)、百果重(X_5)、百仁重(X_6)、单株饱果数(X_7)、出仁率(X_8)、生育期(X_9)性状为自变量,进行逐步回归,建立了产量(Y)在2375.7~6510.0kg/hm²范围内的回归方程为 $Y = -7535.67 + 52.14X_6 + 96.47X_8 + 61.32X_7 + 23.01X_2$,表明百仁重(X_6)、出仁率(X_8)、单株饱果数(X_7)和侧枝长(X_2)是影响产量的主要因素。对回归方程进行显著性检验发现,相关系数 R^2 为0.56,偏回归系数

小于0.05,可见,开农1768的百仁重(X_6)、出仁率(X_8)、单株饱果数(X_7)和侧枝长(X_2)与产量(Y)间存在显著线性回归关系。此外,在其他变量不变时,百仁重(X_6)每增减1g,产量增减52.14kg/hm²,出仁率(X_8)每增减1个百分点,产量增减96.47kg/hm²,单株饱果数(X_7)每增减1个,产量增减61.32kg/hm²。

2.4 开农1768主要性状对产量的通径分析 在相关分析和回归分析的基础上进行主要性状对产量的通径分析,通过对相关系数进行分解,计算开农1768各性状与产量(Y)的直接作用和间接作用,可以更清楚地了解各性状对产量(Y)的直接和间接影响程度。通径分析结果表明(表2),侧枝长(X_2)、结果枝数(X_4)、百果重(X_5)、百仁重(X_6)、单株饱果数(X_7)和出仁率(X_8)对产量(Y)的直接通径系数均为正值,表明各性状对产量(Y)都有直接的正效应。在开农1768主要性状中,侧枝长(X_2)对产量(Y)的直接效应最大,其直接通径系数为0.653,其次为百仁重(X_6) (0.331)、出仁率(X_8) (0.319)、单株饱果数(X_7) (0.250)和结果枝数(X_4) (0.242)。而主茎高(X_1)、总分枝数(X_3)和生育期(X_9)对产量(Y)的直接效应均为负效应,但主茎高(X_1)和总分枝数(X_3)通过侧枝长(X_2)的间接效应抵消了一部分直接效应,综合效应相关性较小。因此,在开农1768种植过程中,要想获得较高产量,必须在合理的地上部群体结构基础上,适当增加百仁重(X_6)、出仁率(X_8)、单株饱果数(X_7)和结果枝数(X_4)。

3 讨论与结论

作物产量潜力的发挥除受自身生物特性决定外,还受气候、土壤和农艺措施等的影响^[12-14]。通

表2 开农1768主要性状对产量的通径系数

自变量	与Y的简单相关系数	直接通径系数	总间接通径系数	间接通径系数								
				X_1 (cm)	X_2 (cm)	X_3	X_4	X_5 (g)	X_6 (g)	X_7	X_8 (%)	X_9 (d)
X_1 (cm)	0.270	-0.440	0.710		0.640	-0.064	0.094	-0.004	-0.007	-0.018	0.045	0.023
X_2 (cm)	0.300	0.653	-0.353	-0.431		-0.061	0.089	-0.001	0	-0.015	0.048	0.018
X_3	0.270	-0.157	0.427	-0.180	0.255		0.188	0.008	0.060	0.023	0.041	0.032
X_4	0.340	0.242	0.098	-0.172	0.242	-0.122		0.001	0.023	0.103	0.003	0.021
X_5 (g)	0.490	0.076	0.414	0.022	-0.007	-0.017	0.002		0.285	0.003	0.163	-0.037
X_6 (g)	0.510	0.331	0.179	0.009	0	-0.028	0.017	0.066		-0.013	0.150	-0.022
X_7	0.270	0.250	0.020	0.031	-0.039	-0.014	0.099	0.001	-0.017		-0.029	-0.012
X_8 (%)	0.500	0.319	0.181	-0.062	0.098	-0.020	0.002	0.039	0.156	-0.023		-0.010
X_9 (d)	-0.030	-0.138	0.108	0.075	-0.085	0.036	-0.036	0.021	0.053	0.023	0.022	

通过对花生主要性状进行变异分析,有助于了解影响花生产量的限制因素。本研究通过对国家北方片花生区域试验中开农 1768 主要性状的变异分析发现,开农 1768 主要性状变异较大,说明环境影响主要性状发育;主要性状中,以单株饱果数的变异系数最大,说明单株饱果数对产量的影响较大,这与张佳蕾等^[15]、薛云云等^[16]的研究结果一致;其次为结果枝数,总分枝数最小,说明开农 1768 在种植过程中应注重提高结果枝数和单株饱果数。

花生充足的营养生长形成较大的生物量是促进荚果形成的重要物质基础,在花生栽培管理过程中应根据花生养分的需求,适时合理施肥,促进地上部和地下部协调生长,以达到养分资源高效利用和花生高产的目的^[17-18]。高建强等^[19]研究发现,随着播期的推迟,主茎高和侧枝长缩短,总分枝数、单株饱果数和单株果重降低,造成产量显著降低。本研究结果显示,侧枝长和结果枝数与产量呈显著相关;通径分析表明,侧枝长、结果枝数、百果重、百仁重、单株饱果数和出仁率对产量都有直接的正效应。因此,在开农 1768 推广种植过程中,在促进其地上部生长发育的基础上,增加结果枝数是获得稳产的前提,提高单株饱果数是获得高产的关键。在不同区域种植开农 1768,要想充分发挥开农 1768 的高产潜力,获得优质高产,在田间管理中一是在开农 1768 开花期加强水肥管理,可追施尿素 112.5~150.0kg/hm² 防止脱肥,并及时浇水,促进开农 1768 正常开花下针结果,及时防治甜菜夜蛾、斜纹夜蛾及棉铃虫等害虫的危害,确保花朵正常生长发育。二是在开农 1768 生长中后期及时防治花生叶斑病、锈病等叶部病害,防止因病害引起叶片大量脱落,并喷施叶面肥,防止脱肥早衰,保护延长绿叶面积,增加光合作用。通过加强田间管理,提高开农 1768 的结果枝数和单株饱果数,从而提高开农 1768 的产量。

参考文献

- [1] 高伟,张俊,郝西,刘娟,臧秀旺. 河南省花生生产区域变化分析. 中国农学通报,2023,39(1): 22-30
- [2] 王灿,赵慧敏,李晓龙,张春华,尚刚,桑杨圣,王翔宇,董迎章. 高油

- 酸浓香花生油和普通浓香花生油差异研究. 中国油脂. <https://doi.org/10.19902/j.cnki.zgyz.1003-7969.220736>
- [3] 国家统计局. 中国统计年鉴. 北京:中国统计出版社,2022
- [4] 刘芳,张哲,王积军. 我国高油酸花生种植及应用技术研究进展. 中国油料作物学报,2020,42(6): 956-959
- [5] 廖伯寿,殷艳,马竟. 中国油料作物产业发展回顾与展望. 农学学报,2018,8(1): 107-112
- [6] 彭守华,许铭铭,胡静,姜颖霖,梁丽君,王龙,叶全,迟晓元. 威海市高油酸花生生产现状及发展建议. 中国种业,2022(5): 45-48
- [7] 任丽,谷建中,邓丽,李阳,殷君华,苗建利,郭敏杰. 高油酸花生亲本开选 016 的选育与应用. 农业科技通讯,2017(6): 282-284
- [8] 吴正锋,王才斌,杜连涛,刘云峰,郑亚萍,孙奎香,冯昊,孙学武. 山东省不同生态区花生产量及产量性状稳定性分析. 中国生态农业学报,2008,16(6): 1439-1443
- [9] 张忠信,刘华,韩锁义,董文召,徐静,余明慧,华福平,杜培,代小冬,薛璐璐. 不同生态区播期和密度对花生远杂 9847 产量与品质的影响. 花生学报,2021,50(2): 44-49
- [10] 金欣欣,宋亚辉,王瑾,程增书,李玉荣,陈四龙. 播期对花生农艺性状、产量和品质的影响. 中国油料作物学报,2021,43(5): 898-905
- [11] 刘妍,刘兆新,何美娟,张倩,姚远,刘婷如,杨坚群,甄晓宇,栗鑫鑫,杨东清,李向东. 不同栽培方式对连作花生生理特性、产量及品质的影响. 花生学报,2018,47(2): 41-46
- [12] 芦振华,李绍伟,刘紫霞,李阳. 开封地区花生产量差异原因分析及对策. 农业科技通讯,2021(3): 242-243,290
- [13] 陈雷,贺群岭,范小玉,张枫叶,张军,刘卫星,李可,吴继华. 种植方式与密度对垄作大果花生生长发育及产量品质的影响. 江苏农业科学,2022,50(4): 73-78
- [14] 刘晓光,范燕,赵雪飞,陈志,苗秉义,陈胜萍. 不同覆膜处理对唐山地区花生生理性状和产量的影响. 花生学报,2021,50(3): 80-84
- [15] 张佳蕾,郭峰,杨莎,孟静静,耿耘,李新国,万书波. 夏直播花生早熟和晚熟品种植株发育和产量品质差异. 山东农业科学,2017,49(1): 48-52
- [16] 薛云云,白冬梅,田跃霞,权保全. 24 份山西花生资源农艺性状的相关性和主成分分析. 山西农业科学,2017,45(10): 1587-1590,1630
- [17] 金欣欣,王瑾,宋亚辉,程增书,李玉荣,苏俏. 高油酸花生干物质积累及氮磷钾养分的吸收利用. 华北农学报,2021,36(S1): 231-239
- [18] 彭美祥,周伟,刘宁,王洛营. 高油酸花生良种繁育技术要点. 中国种业,2023(9): 189-190,193
- [19] 高建强,吴保东,曲杰,程亮,吴丽青. 播期对大果型高油酸花生生长发育、产量和品质的影响. 河北农业科学,2022,26(1): 49-53

(收稿日期: 2023-10-25)