

施肥模式和种植密度对花生产量的影响

谢丽芳, 饶文平, 眭锋, 谢芳腾, 曾健, 廖强, 刘毅* (赣州市农业科学研究所, 江西赣州 341000)

摘要 为筛选花生双粒穴播适宜的施肥模式和种植密度, 以花生品种航花2号为试验材料进行田间试验, 设置3种施肥模式和3个种植密度, 采用随机区组设计, 研究不同施肥模式和种植密度对花生荚果产量的影响。结果显示, 与常规施肥处理相比, 减量施肥有增加花生荚果产量的趋势; 增加施肥量会降低花生荚果产量, 但当花生种植密度增加到一定程度时, 增加施肥量会显著提高花生荚果产量; 与常规种植密度相比, 降低种植密度对花生产量无显著影响; 提高种植密度会随着施肥量的增加, 花生荚果产量逐渐增加, 当施肥量在A3(纯氮 N 135 kg/hm²、P₂O₅ 180 kg/hm²、K₂O 240 kg/hm²)条件下, 提高种植密度会显著增加花生荚果产量。在该试验条件下, 双粒穴播适宜的施肥模式为纯氮 N 120 kg/hm²、P₂O₅ 157.5 kg/hm²、K₂O 210 kg/hm², 种植密度为 31.5 万株/hm²。

关键词 双粒穴播; 施肥模式; 种植密度; 产量

中图分类号 S565.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)20-0029-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Fertilization Modes and Planting Density on Yield of Peanut

XIE Li-fang, RAO Wen-ping, SUI Feng et al (Ganzhou Institute of Agricultural Sciences, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract To screen the suitable fertilization mode and planting density of peanut double seed hole sowing, peanut variety Hanghua 2 was used as the experimental material for field experiment. Three fertilization modes and three planting densities were set up so as to study the effects of fertilization and planting density on peanut pod yield. The results showed that compared with conventional fertilization treatment, reduced fertilization had the trend of increasing peanut pod yield. Increasing the amount of fertilizer could reduce the pod yield of peanut, but when the planting density of peanut increased to a certain extent, enhancement of fertilizer amount would significantly increase the pod yield of peanut. Compared with conventional planting density, reducing planting density had no significant effects on flower production. Increasing the planting density gradually enhanced the peanut pod yield with the increase of the amount of fertilizer. When the amount of fertilizer was A3 (pure nitrogen N 135 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 240 kg/hm²), increasing the planting density significantly increased the peanut pod yield. Under the experimental conditions, the suitable fertilization modes for double seed hole sowing were pure nitrogen 120 kg/hm², P₂O₅ 157.5 kg/hm², K₂O 210 kg/hm², and the planting density was 315 000 plants/hm².

Key words Double grain hole sowing; Fertilization mode; Planting density; Yield

花生是我国重要的油料作物之一^[1], 也是我国油料作物中单产水平最高的品种, 且花生蛋白质含量高、营养丰富^[2]。全国花生种植面积从2000年的485.5万hm²发展到2019年的463.3万hm², 花生单产也从2000年的2973 kg/hm²发展到2019年的3781 kg/hm²^[3]。但化肥的使用也在逐年增加, 据统计, 2001—2018年间全国氮肥使用量增加了26.2%^[4]。

化肥可以迅速补充和及时满足作物对养分的需求, 提高花生的产量和品质^[5-6]。但为了提高产量, 导致化肥过量使用, 从而增加投入成本、降低经济效益、加剧环境污染、降低土壤质地^[7-8]。以往研究表明, 在花生生育期, 增加有机肥使用, 减少化肥使用, 花生产量和单纯施用化肥产量一致^[9]。张彩军等^[10]的研究结果指出, 与常规施肥处理相比, 分层减量施肥能增加荚果干物质积累, 显著提高花生单株结果数、果质量和荚果产量。合理的种植密度能提高群体叶面积指数, 提高作物生物量, 但过高的种植密度会降低中下层叶片的光照条件, 降低光合能力, 导致作物产量降低^[11-13]。张俊等^[14]研究发现, 与低密度处理相比, 高密度处理会显著降低单株结果数和单株果重, 但产量却增加12.44%, 且会显著增加饱果率和出仁率。因此, 适宜的施肥量和种植密度能为花生高产高质提供技术保障。鉴于此, 笔者以双穴播种花生为

研究对象, 设置不同施肥量和不同种植密度对花生产量的影响, 以期筛选出适宜的施肥水平和种植密度, 为合理使用花生种植肥料、建立合理的群体结构提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2020年在江西省赣州市信丰县正平镇富珠山进行, 该地区属中亚热带季风性湿润气候, 年平均气温19.6℃, 无霜期287d, 全年日照时间约1596.8h, 年均降水量1500~1600mm。土壤类型为砖红壤, 排灌方便。

1.2 试验材料 花生品种为航花2号。

1.3 试验设计 小区面积为13.33m², 垄长10.00m, 垄宽1.33m, 双垄种植, 起垄后覆膜, 双粒穴播。设置3种施肥模式和3个种植密度。施肥模式分别为纯氮N 105 kg/hm²、P₂O₅ 135.0 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²(A1减量施肥处理); 纯氮N 120 kg/hm²、P₂O₅ 157.5 kg/hm²、K₂O 210 kg/hm²(A2常规施肥处理); 纯氮N 135 kg/hm²、P₂O₅ 180.0 kg/hm²、K₂O 240 kg/hm²(A3增加施肥处理)。种植密度分别为25.5万株/hm²(D1降低密度处理)、28.5万株/hm²(D2常规密度处理)、31.5万株/hm²(D3增加密度处理)。试验共9个处理, 每个处理重复3次, 随机区组设计, 如表1所示。试验于2020年4月9日播种, 2020年7月22日收获, 生育期内各小区田间的病虫害草等管理措施一致。

1.4 测定方法 于花生成熟期按小区收获, 洗净, 晾晒, 测产。

1.5 数据处理 采用SPSS 25.0对数据进行分析处理。

基金项目 赣州市科技计划项目(赣市财教字[2018]65号)。

作者简介 谢丽芳(1984—), 女, 江西于都人, 高级农艺师, 从事花生栽培技术研究。*通信作者, 研究员, 从事花生高产高效栽培技术研究。

收稿日期 2021-11-23

表1 不同处理施肥量及种植密度比较

Table 1 Comparison of fertilization amount and planting density of different treatments

处理编号 Treatment code	纯氮 N kg/hm ²	五氧化二磷 P ₂ O ₅ kg/hm ²	氧化钾 K ₂ O kg/hm ²	种植密度 Planting density 万株/hm ²
A1D1	105.0	135.0	180.0	25.5
A1D2	105.0	135.0	180.0	28.5
A1D3	105.0	135.0	180.0	31.5
A2D1	120.0	157.5	210.0	25.5
A2D2	120.0	157.5	210.0	28.5
A2D3	120.0	157.5	210.0	31.5
A3D1	135.0	180.0	240.0	25.5
A3D2	135.0	180.0	240.0	28.5
A3D3	135.0	180.0	240.0	31.5

2 结果与分析

2.1 不同施肥模式对花生荚果产量的影响 由表2可知,在相同的试验条件下,降低种植密度、减量施肥处理(A1D1处理)比常规施肥处理(A2D1处理)增产6.3%,但2个处理间产量无显著差异;常规种植密度、减量施肥处理(A1D2处理)比常规施肥处理(A2D2处理)增产10.4%,且2个处理间产量差异显著;增加种植密度、减量施肥处理(A1D3处理)比常规施肥处理(A2D3处理)增产5.9%,2个处理间产量无显著差异。降低种植密度、增加施肥量处理(A3D1处理)比常规施肥处理(A2D1处理)减产7.5%,2个处理间产量无显著差异。常规种植密度、增加施肥量处理(A3D2处理)比常规施肥处理(A2D2处理)减产4.5%,2个处理间产量无显著差异;增加种植密度、增加施肥量处理(A3D3处理)比常规施肥处理(A2D3处理)增产19.0%,2个处理间产量差异显著。由此可知,与常规施肥处理相比,减量施肥处理有增加花生荚果产量的趋势;增加施肥量会降低花生荚果产量,但当花生种植密度增加到一定程度时,增加施肥量会显著提高花生荚果产量。

表2 不同处理对花生荚果产量的影响

Table 2 Effects of different treatments on pod yield of peanuts

处理编号 Treatment code	荚果产量 Pod yield kg/hm ²	比常规施肥 处理增减 Yield increase compared with conventional fertilization ±%	比常规密 度处理增减 Yield increase compared with conventional planting density ±%
A1D1	4 037.9±108.9 ab	6.3	-2.1
A1D2	4 123.4±196.7 a	10.4	—
A1D3	3 555.1±88.8 cd	5.9	-13.8
A2D1	3 797.2±92.5 bc	—	1.7
A2D2	3 734.3±374.8 bc	—	—
A2D3	3 355.5±108.6 d	—	-10.1
A3D1	3 511.2±102.8 cd	-7.5	-1.5
A3D2	3 564.5±67.3 cd	-4.5	—
A3D3	3 994.1±166.0 ab	19.0	12.1

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

2.2 不同种植密度对花生荚果产量的影响 由表2可知,减量施肥、降低种植密度处理(A1D1处理)比常规种植密度处理(A1D2处理)减产2.1%,2个处理间产量无显著差异;常规施肥、降低种植密度处理(A2D1处理)比常规种植密度处理

(A2D2处理)产量增加1.7%,但2个处理间产量无显著差异;增加施肥量、降低种植密度处理(A3D1处理)比常规种植密度处理(A3D2处理)产量降低1.5%,2个处理间产量无显著差异。减量施肥、增加种植密度处理(A1D3处理)比常规密度处理(A1D2处理)减产13.8%,且2个处理间产量差异显著;常规施肥、增加种植密度处理(A2D3处理)比常规密度处理(A2D2处理)产量降低10.1%,且2个处理间产量差异显著;增加施肥量、增加种植密度处理(A3D3处理)比常规种植密度处理(A3D2处理)产量增加12.1%,且2个处理间差异显著。因此,与常规种植密度相比,降低种植密度对花生产量无显著影响;提高种植密度会随着施肥量的增加,花生荚果产量逐渐增加,当施肥量在A3条件下时,提高种植密度会显著增加花生荚果产量。

3 结论与讨论

化肥的使用能为作物提供持续的养分供给,改变土壤速效养分含量,满足作物生长所需营养元素^[15-17]。合理的施肥能增强花生抗病性,增加菌群物种丰度,提高土壤细菌多样性,减少养分损失,提高肥料利用率,增加产量^[18-20]。但化肥的过量投入会导致花生茎、叶等干物质分配增加,而荚果干物质比例分配降低,收获指数降低,不利于花生荚果产量的形成^[21]。李洁等^[22]研究表明,与常规施肥处理相比,在起垄条件下,肥料减施25%对花生荚果产量无显著影响。史桂芳等^[23]研究指出,与习惯施肥处理相比,二月兰还田减施10%~20%化肥可以增加土壤速效养分含量,提高花生叶片叶绿素含量,改善农艺性状,增加花生产量,增幅达3.1%~7.2%。该试验结果显示,与常规施肥处理相比,增加施肥量会降低花生荚果产量,但当花生种植密度增加到一定程度时,增加施肥量会显著提高花生荚果产量。

作物的产量需要个体和群体关系的平衡,而种植密度的增加会加大群体数,影响群体内小环境,个体间遮蔽性增强,个体发育受限,影响作物产量^[24]。高飞等^[25]研究发现,在一定种植密度内,花生产量随种植密度的增加而逐渐增加,但达到最适种植密度后,花生叶片光合作用和肥力供应等方面受到影响,其产量随密度的增加逐渐降低。李爽等^[26]研究指出,随着花生种植密度的增加,百仁重和单株果重逐渐降低,但群体产量却先增加后降低。该试验结果表明,与常规种植密度相比,降低种植密度对花生产量无显著影响;提高种植密度会随着施肥量的增加,花生荚果产量逐渐增加,当施肥量在A3条件下,提高种植密度会显著增加花生荚果产量。

参考文献

- [1] 万书波,张佳蕾.中国花生产业降本增效新途径探讨[J].中国油料作物学报,2019,41(5):657-662.
- [2] 张立伟,王辽卫.我国花生产业发展状况、存在问题及政策建议[J].中国油脂,2020,45(11):116-122.
- [3] 国家统计局.中国统计年鉴-2020[M].北京:中国统计出版社,2020.
- [4] 联合国粮农组织数据库[DB/OL].[2021-06-28].http://www.fao.org/faostat/en/#home.
- [5] 陈志德,刘瑞显,沈一等.不同施肥水平下花生对肥料的吸收积累特性[J].花生学报,2021,50(2):21-27,32.
- [6] 甄志高,段莹,王晓林,等.长期定位施肥对花生产量和品质的影响[J].土壤通报,2006,37(2):2323-2325.

法^[3]、加权平均法^[9]和隶属函数法^[20,27-28]等方法广泛应用于植物产量、农艺、品质等性状综合评价。该研究采用隶属函数法计算大白菜的产量和各单一品质指标的隶属函数值,进行产量和品质的综合分析和评估。该试验条件下,3个大白菜品种的各单一品质指标的隶属函数值存在差异,“德高16”的干物质、可溶性糖和Ve含量隶属函数值较高,“义和秋”品种的可溶性蛋白和硝酸盐含量具有较大隶属函数值。对大白菜品质进行综合评价,“德高16”的综合隶属函数值最大,综合品质最好;“义和秋”综合隶属函数值最小,综合品质最差。在考虑产量和品质协同提高的情况下,“德高秋丰王”综合得分最高,其次为“义和秋”,“德高16”最低。由此可见,生产中适宜的大白菜品种选择应充分考虑人们对产量和品质的具体要求。

4 结论

白菜品种的遗传特性是决定其产量和品质的重要因素之一。该试验优化施肥条件下,3个大白菜品种间产量差异不显著,但地上部、地下部干物质累积量和分配比例以及各品质指标(硝酸盐含量除外)差异均达显著水平。采用隶属函数法对大白菜产量和品质进行综合评价,“德高16”综合品质最好,“德高秋丰王”有利于产量和品质的协同提高。因此,生产中应根据人们对产量和品质的不同需求,选择适宜的白菜品种,实现高产优质生产。

参考文献

- [1] FAO.FAOSTAT online database[DB/OL].(2020-12-22) [2021-06-03].
http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
- [2] 张凤兰,于拴合,余阳俊,等.“十三五”我国大白菜遗传育种研究进展[J].中国蔬菜,2021(1):22-32.
- [3] 赖仕,韦树谷,黄玲,等.不结球白菜主要营养品质性状的配合力分析[J].北方园艺,2021(5):1-7.
- [4] 蔡淑芳,吴宝意,雷锦桂.基于光温效应的大白菜生理特性及营养品质动态模拟效果[J].中国农业气象,2021,42(1):34-43.
- [5] 韩睿,赵孟良,孙世英,等.47份大白菜品种的遗传多样性研究[J].西北农业学报,2021,30(5):707-716.
- [6] LI H Y, SI D X, LV F T. Differential responses of six Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) cultivars to potassium ion deficiency[J]. Journal of horticultural science & biotechnology, 2015, 90(5): 483-488.

- [7] 王亚晨,蒋芳玲,唐静,等.氮肥减量施用条件下配施土壤调理剂对白菜生长、产量和品质的影响[J].江苏农业科学,2019,47(17):132-137.
- [8] 张素平,李贞霞,王玲燕,等.不同氮磷钾含量复合肥对大白菜品质及产量的影响[J].浙江农业科学,2020,61(2):251-253.
- [9] 王靖莹,满孝印,李海云,等.充足磷钾供应下大白菜产量和品质对氮素形态的响应[J].聊城大学学报(自然科学版),2016,29(3):48-51.
- [10] 陈亚男,吕晓惠,丁谦,等.大白菜对氮素响应的基因型差异及相关特征分析[J].华北农学报,2020,35(1):131-140.
- [11] 孙丽,李贞霞,王广印,等.不同品种直筒型大白菜的营养品质分析[J].广东农业科学,2013,40(20):35-37.
- [12] LI H Y, SI D X. Effect of potassium on uptake and translocation of sodium and potassium in Chinese cabbage under NaCl stress[J]. Journal of plant nutrition, 2019, 42(3): 250-260.
- [13] AHMED M, RAUF M, AKHTAR M, et al. Hazards of nitrogen fertilizers and ways to reduce nitrate accumulation in crop plants[J]. Environmental science and pollution research, 2020, 27(15): 17661-17670.
- [14] GAO N, LIU Y, WU H Q, et al. Interactive effects of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, nitrogen uptake, and recovery of two successive Chinese cabbage crops as assessed using ¹⁵N isotope[J]. Scientia horticulturae, 2017, 215: 117-125.
- [15] 杜公福,吕延超,韩旭,等.夏秋季黑叶小白菜优化配方施肥初探[J].中国瓜菜,2019,32(9):45-49.
- [16] 刘一凡,王红,张瑞芳,等.不同氮肥施用量对白菜产量及品质的影响[J].北方园艺,2021(10):35-40.
- [17] 段梅轻,董若征.不同施肥配方对白菜产量及品质的影响[J].现代农业科技,2016(7):70-74.
- [18] 李海云,司东霞.钾对不同品种大白菜生长、品质及钾积累的影响[J].中国农学通报,2014,30(10):223-226.
- [19] 杨景华,耿川雄,陈拾华,等.不同绿色增效技术对白菜生长生理和养分吸收的影响[J].安徽农业科学,2022,50(3):155-157.
- [20] 王燕,贾智麟,任冬雪,等.隶属函数法评价马铃薯高代品系材料的抗旱性[J].种子,2017,36(6):72-75.
- [21] 徐彦军,李启华,李娇,等.棚室大白菜品种栽培比较[J].种子,2020,39(2):137-139.
- [22] 侯喜林,张增翠,曹春梅,等.不结球白菜新组合主要营养品质比较试验[J].中国蔬菜,2001(2):26-27.
- [23] 任琴.分光光度法测定蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的探究[J].农家参谋,2021(4):81-82.
- [24] 武维华.植物生理学[M].北京:科学出版社,2003:167-168.
- [25] 陈连珠,张雪彬,白大娟,等.不同光照度下快白菜光合特性及叶绿素荧光日变化[J].中国瓜菜,2021,34(5):52-56.
- [26] 朱丽丽,李井会,宋述尧.基于SPAD值的大白菜氮素营养诊断和推荐施肥模型研究[J].北方园艺,2019(17):21-25.
- [27] 原让花,原连庄,肖艳,等.不同栽培季节苗用大白菜品种(组合)的品质分析及评价[J].广东农业科学,2013,40(7):46-48.
- [28] 高佳,田玉尚,罗芳耀,等.16个优良朝天椒组合干制品品质分析与评价[J].食品安全质量检测学报,2021,12(4):1386-1392.

(上接第30页)

- [7] WANG C B, ZHENG Y M, SHEN P, et al. Determining N supplied sources and N use efficiency for peanut under applications of four forms of N fertilizers labeled by isotope ¹⁵N[J]. Journal of integrative agriculture, 2016, 15(2): 432-439.
- [8] 万书波,李新国.花生全程可控施肥理论与技术[J].中国油料作物学报,2022,44(1):211-214.
- [9] 邢会花,禹山林,蒋学杰.花生化肥减量增效对比试验[J].特种经济动植物,2019,22(12):21-22.
- [10] 张彩军,霍俊豪,袁洁,等.分层减量施肥对花生植株干物质积累及产量的影响[J].花生学报,2020,49(3):58-63.
- [11] 李飞,李斯佳,姬小玲,等.播种密度对漯河4087农艺性状及产量的影响[J].作物研究,2019,33(3):191-193.
- [12] 张俊,臧秀旺,郝西,等.不同密植方式对夏直播花生叶片功能及产量的影响[J].中国油料作物学报,2021,43(4):656-663.
- [13] 陈康.密度和氮肥互作对单粒精播花生SPAD值、植株和产量性状的影响[J].中国油料作物学报,2021,43(6):1070-1076.
- [14] 张俊,刘娟,臧秀旺,等.不同种植方式密植对花生开花结实的影响[J].中国农业科技导报,2019,21(1):125-131.
- [15] 王道中,郭熙盛.氮肥深施对水稻生长和产量的影响[J].安徽农业科学,2009,37(31):15630-15631.

- [16] 史红娜,刘娜.花生化肥田间利用率试验[J].河南农业,2020(31):22.
- [17] 张佳蕾,郭峰,孟静静,等.酸性土施用钙肥对花生产量和品质及相关代谢酶活性的影响[J].植物生态学报,2015,39(11):1101-1109.
- [18] 崔瑞,李玉荣,李楠.不同施肥量对坡耕地花生生长及产量的影响[J].辽宁农业科学,2007(6):10-12.
- [19] 黄志鹏,吴海宁,唐秀梅,等.化肥减施对花生根际土壤细菌群落结构和多样性的影响[J].花生学报,2020,49(3):8-13,31.
- [20] 张冠初,戴良香,徐扬,等.减氮配施钙肥对花生光合特性、产量及肥料贡献率的影响[J].中国油料作物学报,2020,42(6):1010-1018.
- [21] 杨吉顺,李尚霞,张智猛,等.施氮对不同花生品种光合特性及干物质积累的影响[J].核农学报,2014,28(1):154-160.
- [22] 李洁,陈翠霞,聂红民,等.减量施肥及起垄对花生产量的影响[J].安徽农业科学,2021,49(11):26-27.
- [23] 史桂芳,董浩,朱国梁,等.绿肥还田条件下化肥减施对土壤性状及花生产量的影响[J].山东农业科学,2020,52(11):65-68,79.
- [24] 卢霖.乙矮合剂对不同密度夏玉米抗倒防衰的调控效应[D].北京:中国农业科学院,2015.
- [25] 高飞,翟志席,王铭伦.密度对夏直播花生光合特性及产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(9):320-323.
- [26] 李爽,侯睿,张小军,等.种植密度对“蜀彩花1号”多彩花生发育性状及产量的影响[J].中国农业大学学报,2018,23(12):31-38.