

卞能飞,王晓军,孙东雷,等. 水稻—花生轮作对不同花生品种生长发育、产量和病虫害的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(20):69-71.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.017

水稻—花生轮作对不同花生品种生长发育、产量和病虫害的影响

卞能飞¹, 王晓军¹, 孙东雷¹, 王 幸¹, 徐泽俊¹, 齐玉军¹, 邢兴华¹, 俞春涛²

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏徐州 221131; 2. 江苏省农业技术推广总站, 江苏南京 210036)

摘要:连作障碍是花生生产面临的突出问题,为建立更合理的花生轮作制度,对4个不同花生品种在水稻—花生轮作模式下的生长发育、产量性状和田间病虫害进行调查分析。结果表明4个品种在水稻—花生轮作模式下出苗率不受影响,生育期延长,营养生长更旺盛;单株饱果数、百果质量、百仁质量、出仁率均有所提高,产量分别提高20.7%、23.6%、22.8%和18.5%,生育期短的小果型品种增产幅度更大。另外,水稻—花生轮作可以显著降低花生叶斑病病级和地下害虫的数量。水稻—花生轮作是一种合理的种植模式。

关键词:花生;水稻;轮作;生长发育;产量;病虫害

中图分类号: S565.204; S344.1 **文献标志码:** A

文章编号: 1002-1302(2018)20-0069-03

花生(*Arachis hypogaea* L.)是我国重要的油料及经济作物。近年来,由于花生种植效益高,加上国家种植业结构调整,花生种植面积有增加趋势。我国花生产区集中,连作现象普遍,长期连作导致花生病虫害加重,产量降低,品质变差,效益减少^[1-2],已成为花生生产主要限制性因素之一。花生连作障碍的主要原因有土壤微生物种群失衡、土壤矿质元素失

调、某些土壤酶活性降低以及化感自毒物质积累4个方面^[3-7]。缓解花生连作障碍的措施主要有轮作换茬、翻转深耕、地膜覆盖、土壤消毒、合理施肥、防治病虫害和选用耐连作品种等,每种方法都有其局限性,而其中轮作换茬法是当前最经济有效、应用范围最广的方法^[8]。

江苏花生种植面积常年稳定在10万hm²左右,产地集中在苏北地区,连作现象普遍,这既降低了花生种植效益,也不能充分发挥花生的固氮养地作用。建立花生与其他主要农作物的合理轮作制度有利于耕地用养结合,减少肥料用量,提高土地种植效益,也有利于构建粮经饲协调发展的作物结构,促进农业可持续发展。本研究对不同花生品种在水稻—花生轮作模式和花生连作模式下的生长发育、产量相关性状以及田间病虫害进行调查,为探索更合理的耕作制度提供依据。

收稿日期:2017-05-10

基金项目:国家花生产业技术体系建设专项(编号:CARS-14);江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2016]286)。

作者简介:卞能飞(1987—),男,江苏徐州人,硕士,助理研究员,主要从事花生遗传育种研究。E-mail: biannf@163.com。

通信作者:俞春涛,研究员,主要从事特粮特经作物栽培技术与推广。E-mail: yct@jsagri.gov.cn。

效利用中具有一定的可行性。

参考文献:

- [1] 杨学云,张树兰,袁新民,等. 长期施肥对土硝态氮分布、累积和移动的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(2):134-138.
- [2] 刘春增,寇长林,王秋杰. 长期施肥对砂土肥力变化及硝态氮积累和分布的影响[J]. 土壤通报,1996,27(5):216-218.
- [3] Zhao R F, Chen X P, Zhang F S, et al. Fertilization and nitrogen balance in wheat maize rotation system in North China[J]. Agronomy Journal,2006,98:938-945.
- [4] He P, Li S T, Jin J Y, et al. Performance of an optimized nutrient management system for double cropped wheat - maize rotations in North Central China[J]. Agronomy Journal,2009,101(6):1489-1495.
- [5] Zhu Z L, Chen D L. Nitrogen fertilizer use in China contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems,2002,63(2/3):117-127.

- [6] Liu J G, Diamond J. China's environment in globalizing world[J]. Nature,2005,435(7046):1179-1186.
- [7] Liu J G, Diamond J. Revolutionizing China's environmental protection[J]. Science,2008,319(5859):37-38.
- [8] 温铁军. 农业造成的污染远大于工业[R/OL]. (2013-05-11) [2017-01-01]. http://www.360doc.com/content/13/0716/21/13184574_300464739.shtml.
- [9] 赵允格,邵明安. 不同整地方式下施肥对夏玉米产量及水氮利用效率的影响[J]. 农业工程学报,2004,20(4):40-44.
- [10] 戴廷波,孙传范,荆 奇,等. 不同施氮水平和基追比对小麦籽粒品质形成的调控[J]. 作物学报,2005,31(2):248-253.
- [11] 何 萍,金继运,林 葆,等. 不同氮、磷、钾用量下春玉米生物产量及其组分动态与养分吸收模式研究[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(2):123-130.
- [12] 赵 营,同延安,赵护兵. 不同供氮水平对夏玉米养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(5):622-627.
- [13] 郭红梅,王宏庭,王 斌,等. 氮肥运筹对春玉米产量及经济效益的影响[J]. 山西农业科学,2008,36(11):67-70.

1 材料与方 法

1.1 试验材料

选择在苏北地区种植面积较大的4个花生品种,分别为徐花13号、徐花14号、徐花17号和徐花19号,其中徐花13号和徐花19号为普通果型高产大花生,徐花14号为珍珠豆型早熟小花生、徐花17号为普通果型早熟小花生。轮作换茬的水稻品种为徐稻9号,种子由江苏徐淮地区徐州农业科学研究所保存提供。

1.2 试验方法

试验于2015—2016年在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所试验基地进行,2块试验地原均为连续多年种植花生的田块。2015年在水稻—花生轮作田块种植水稻,花生连作田块种植花生,田间管理同当地大田生产,收获后冬闲。2016年2个田块分别种植4个品种花生,设置3个重复,随机排列,每个小区13.33 m²,行距0.4 m,穴距0.16 m,密度15.6万穴/hm²,每穴2粒,起垄栽培,起垄前施复合肥(N:P:K=15%:15%:15%)600 kg/hm²。各品种在2块试验田的田间管理方式一致。

1.3 调查统计

花生盛花期调查田间杂草数,每小区取样3处,每处面积1 m²。收获前调查花生叶斑病和锈病,每小区30株,病情级别确定依据国际半干旱所(ICRISAT)九级标准^[9]。收获时每小区取10株调查花生的生长发育指标、产量相关性状,方法参照焦坤等介绍的方法^[5],每小区取3处面积1 m²挖土30 cm深调查主要地下害虫数量。数据处理使用Microsoft Excel 2010软件。

2 结果与分析

2.1 水稻—花生轮作对不同花生品种生长发育的影响

对水稻—花生轮作模式和花生连作模式下徐花13号、徐花14号、徐花17号和徐花19号4个花生品种的生长发育性状进行调查,调查性状有生育期、出苗率、主茎高、侧枝长和总分枝数,结果见表1。轮作模式下,4个品种的生育期均比连作模式延长,延长时间分别为2、3、2、2 d。在不同的种植模式下,4个品种の出苗率均没有显著变化。轮作模式下,4个品种的主茎高分别比连作模式下增加5.7、5.0、4.6、6.3 cm,侧枝长分别比连作模式增加6.4、5.7、5.0、7.0 cm,总分枝数分

别比连作模式增加0.6、0.9、0.6、0.7个,不同种植模式下4个品种的主茎高、侧枝长和总分枝数差异均达到显著或极显著水平。综上,水稻—花生轮作模式与花生连作模式相比,可以显著地改善花生地上部生长发育状态,延长生育期,避免花生后期早衰。

表1 4个花生品种在不同种植模式下生长发育性状统计

品种	种植模式	生育期 (d)	出苗率 (%)	主茎高 (cm)	侧枝长 (cm)	分枝数 (个)
徐花13号	连作	131aA	90.0aA	45.3aA	49.3aA	8.1aA
	轮作	133bB	90.7aA	51.0bB	55.7bB	8.7aA
徐花14号	连作	119aA	91.3aA	36.3aA	38.0aA	6.7aA
	轮作	122bB	91.0aA	41.3bA	43.7bA	7.6bA
徐花17号	连作	121aA	90.7aA	38.7aA	41.0aA	7.5aA
	轮作	123bB	91.0aA	43.3bA	46.0bA	8.1bB
徐花19号	连作	133aA	90.3aA	44.7aA	48.3aA	8.0aA
	轮作	135bB	90.7aA	51.0bA	55.3bA	8.7aA

注:同列数据后不同小写字母和大写字母分别表示同一品种连作与轮作之间在0.05和0.01水平上差异显著。下表同。

2.2 水稻—花生轮作对不同花生品种产量性状的影响

对水稻—花生轮作模式和花生连作模式下徐花13号、徐花14号、徐花17号和徐花19号4个花生品种的产量相关性状进行调查,调查性状有单株果数、单株饱果数、单株秕果数、单株烂果数、百果质量、百仁质量和出仁率,结果见表2。轮作模式下,4个品种的单株果数分别比连作模式下增加0.8、1.3、1.2、0.6个,但差异不显著;饱果数分别增加2.7、3.6、3.8、2.9个,差异均达到极显著水平;秕果数分别减少1.1、1.2、1.2、1.0个;烂果数分别减少0.8、1.2、1.4、1.3个;百果质量分别增加44.0、29.0、26.7、38.0 g,差异均极显著;百仁质量分别增加14.8、11.2、12.3、15.3 g,差异均极显著;出仁率分别增加2.8%、3.6%、3.3%、2.6%,差异均极显著。

对水稻—花生轮作模式和花生连作模式下4个花生品种的产量进行统计,徐花13号轮作模式比连作模式增产1 025 kg/hm²,增产幅度20.7%;徐花14号增产950 kg/hm²,增产幅度23.6%;徐花17号增产900 kg/hm²,增产幅度22.8%;徐花14号增产975 kg/hm²,增产幅度18.5%。从2种植模式下产量构成因素看,轮作模式增产的原因主要在于花生饱果数更多,荚果更饱满,百果质量大,产量更高。轮作模式下大果型的徐花13号和徐花19号产量更高,但小果型的徐花14号和徐花17号的增产幅度更大。

表2 4个花生品种在不同种植模式下产量相关性状统计

品种	种植模式	单株结果数(个)				百果质量 (g)	百仁质量 (g)	出仁率 (%)	小区产量 (kg)	折合产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
		饱果数	秕果数	烂果数	总计						
徐花13号	连作	7.5aA	4.3aA	1.1aA	12.8aA	230.7aA	92.3aA	67.8aA	6.6aA	4 950.0aA	
	轮作	10.2bB	3.2bA	0.3bA	13.7aA	274.7bB	107.2bB	70.5bB	8.0bA	5 975.0bA	20.7
徐花14号	连作	8.3aA	3.3aA	1.6aA	13.2aA	121.0aA	60.0aA	69.4aA	5.4aA	4 025.0aA	
	轮作	11.9bB	2.1aA	0.4bA	14.4aA	150.0bB	71.2bB	73.1bB	6.6bB	4 975.0bB	23.6
徐花17号	连作	8.4aA	3.1aA	1.9aA	13.4aA	119.3aA	61.0aA	69.2aA	5.3aA	3 950.0aA	
	轮作	12.2bB	1.9aA	0.5bA	14.6aA	146.0bB	73.3bB	72.6bB	6.5bA	4 850.0bA	22.8
徐花19号	连作	7.7aA	3.9aA	1.7aA	13.3aA	244.3aA	94.3aA	68.9aA	7.0aA	5 275.0aA	
	轮作	10.6bB	2.9bA	0.4aA	13.9aA	282.3bB	109.7bB	71.5bB	8.3bB	6 250.0bB	18.5

2.3 水稻—花生轮作对田间主要病虫害的影响

对水稻—花生轮作模式和花生连作模式下徐花13号、徐

花14号、徐花17号和徐花19号4个花生品种的叶部病害、主要地下害虫和田间杂草数量进行统计,结果见表3。轮作

模式下,4个品种的叶斑病病级分别降低2.5、1.8、1.9、1.5级,差异均达到极显著水平;4个品种在2种植植模式下锈病发病均较轻,且无明显差异。轮作模式下,4个品种的蛴螬分别减少1.1、2.0、2.1、1.9头/m²,差异均达到极显著水平;地老虎分别减少0.5、0.4、0.7、0.6头/m²,差异达显著或极显著水平。轮作模式下,4个品种的田间杂草数量均有所减少,但差异不显著。以上结果显示水稻—花生轮作换茬可以显著降低连作花生田叶斑病和地下害虫的危害。

表3 4个花生品种在不同种植模式下田间病虫害害统计

品种	种植模式	叶斑病(级)	锈病(级)	蛴螬(头/m ²)	地老虎(头/m ²)	杂草数(株/m ²)
徐花13号	连作	4.8aA	1.4aA	2.4aA	0.8aA	45.3aA
	轮作	2.3bB	1.6aA	1.3bB	0.3bA	37.6aA
徐花14号	连作	5.1aA	1.7aA	2.7aA	0.9aA	57.8aA
	轮作	3.3bB	1.3aA	0.7bB	0.5bA	47.1aA
徐花17号	连作	4.9aA	1.5aA	3.0aA	1.0aA	51.5aA
	轮作	3.0bB	1.7aA	0.9bB	0.3bB	49.1aA
徐花19号	连作	4.4aA	1.3aA	2.9aA	0.8aA	48.4aA
	轮作	2.9bB	1.2aA	1.0bB	0.2bB	41.7aA

3 讨论与结论

花生是连作障碍最为严重的作物之一。李艳红研究表明,多年连作抑制了花生营养生长,降低了出苗率、主茎高、侧枝长和主茎绿叶数,降低了荚果的出仁率、单株结果数和产量^[10];崔瑞等研究表明,花生重茬连作1年减产18.5%,重茬连作2年减产23.61%,重茬连作3年减产32.95%^[11]。本研究结果显示,与轮作田块相比,花生连作种植使4个花生品种的单株饱果数减少,秕果数和烂果数增加,百果质量、百仁质量和出仁率下降,产量降低。实行2年以上的轮作是解除花生连作障碍的最好对策,崔瑞等试验结果显示,与连作重茬相比,玉米茬种植花生增产23.74%,谷茬增产22.30%,高粱茬增产16.91%,与小杂粮作物轮作换茬也有较好的增产效果,增产幅度达到15%~25%^[11];封海胜等用不同作物与花生模拟轮作,前茬作物为小麦、菠菜、油菜、水萝卜时荚果产量分别比连作增加25.10%、14.20%、17.00%、21.20%^[12]。本研究采用水稻—花生轮作模式,可以显著地促进4个花生品种的营养生长,收获期植株落叶少,不早衰,延长生育期,荚果饱满,比连作增产18.5%~23.6%,表明水稻也是花生理想的前茬作物。

万书波等对不同品种花生的连作生育特性进行研究,发现品种间总的趋势是珍珠豆型小花生鲁花12号对连作的反应最为敏感,普通型大花生8130最小,中间型高产大花生鲁花14号居中^[13];刘美昌等研究表明,根系发达、生育期相对较长的普通型大花生适应性较好,而生育期较短的珍珠豆型小花生适应性较差^[14]。在本研究中,与连作模式相比,生育期较长的普通果型大花生品种徐花13号和徐花19号轮作种植分别增产20.7%、18.5%,生育期较短的珍珠豆型小花生徐花14号和普通果型小花生徐花17号分别增产23.6%、22.8%,增产幅度更大,这从侧面反映生育期短的小花生对连作更敏感,和前人研究结果一致。本试验中,连作敏感的花生品种虽然增产幅度更大,但最终产量依然小于大果型花生品种,所以在水稻—花生轮作模式实践中要综合产量和市场需求来确定种植品种。

连作能明显加重花生叶部病害的发生率,刘美昌等研究表明,连作1年病叶率和病情指数分别增加5.1%和43.2%,连作2年分别增加12.2%和130%^[14]。本研究中,经过水稻—花生轮作倒茬,4个花生品种叶斑病病级由连作的4.4~5.1级减轻到2.3~3.3级,效果显著。水旱轮作种植水稻,给土壤创造长期的缺氧环境,可以物理方式杀死地下害虫,与花生连作或早早轮作相比控制地下害虫危害有更加显著的效果,水稻—花生轮作使蛴螬数量从连作田块的2.4~3.0头/m²降低到0.7~1.3头/m²,地老虎数量从连作田块的0.8~1.0头/m²降低到0.2~0.3头/m²,效果明显。

水稻—花生轮作模式可以打破花生的连作障碍,提高花生生产量和品质。水稻种植常常施重肥,水稻茬花生可以充分利用土壤残留的肥力,花生固氮能力强,固定的氮肥部分自己利用,部分留在土壤中供下茬作物吸收,水稻—花生轮作模式可以减少农业生产肥料总用量。水稻—花生轮作可以周期性改变土壤环境,物理方法杀灭土传病害和地下害虫,减少杀菌剂和杀虫剂用量。在实际应用中,可以联系当地情况,建立水稻—花生—小麦、水稻—花生—大蒜或水稻—花生—油菜等两年三熟的耕作制度,这样既可以减少肥料农药用量,降低成本,提高经济和生态效益,又可以构建粮油经协调发展的作物结构,促进农业可持续发展。

参考文献:

- [1] 万书波. 中国花生栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2003:115-120.
- [2] 郑亚萍,王才斌,黄顺之,等. 花生连作障碍及其缓解措施研究进展[J]. 中国油料作物学报,2008,30(3):384-388.
- [3] Chen M, Li X, Yang Q, et al. Soil eukaryotic microorganism succession as affected by continuous cropping of peanut—pathogenic and beneficial fungi were selected [J]. PLoS One, 2012, 7(7):e40659.
- [4] 刘 苹,赵海军,万书波,等. 连作对花生根系分泌物化感作用的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(3):639-644.
- [5] 焦 坤,陈明娜,潘丽娟,等. 长期连作对不同花生品种生长发育、产量与品质的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(15):44-51.
- [6] 李孝刚,张桃林,王兴祥. 花生连作土壤障碍机制研究进展[J]. 土壤,2015,47(2):266-271.
- [7] 滕 应,任文杰,李振高,等. 花生连作障碍发生机理研究进展[J]. 土壤,2015,47(2):259-265.
- [8] 孔祥云,周晓冬,吴洪生,等. 花生连作障碍防治研究进展[J]. 江西农业学报,2010,22(8):12-15.
- [9] 孙大容. 花生育种学[M]. 北京:中国农业出版社,1998:227-232.
- [10] 李艳红. 前茬作物对连作花生生理特性、产量和品质的调控作用[D]. 泰安:山东农业大学,2013:15-17.
- [11] 崔 瑞,李玉荣. 花生重茬连作危害与合理轮作倒茬效果的调查研究[J]. 辽宁农业科学,2008(1):18-20.
- [12] 封海胜,张思苏,万书波,等. 解除花生连作障碍的对策研究: I. 模拟轮作的增产效果[J]. 花生科技,1996(1):22-24.
- [13] 万书波,王才斌,卢俊玲,等. 连作花生的生育特性研究[J]. 山东农业科学,2007(2):32-36.
- [14] 刘美昌,郑亚萍,王才斌,等. 连作对花生生育的影响及其缓解措施研究[J]. 中国农学通报,2006,22(9):144-148.