

# 施氮方式对连作花生生长发育及产量的影响

隋世江, 张海楼\*, 张艳君, 华利民, 苏黎, 于涛, 叶鑫

(辽宁省农业科学院 植物营养与环境资源研究所, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:** 为探讨氮肥施用方式对花生连作障碍的减缓效果, 设置不同比例的底肥和追肥比例, 研究氮肥施用方式对连作花生农艺性状、光合特性、干物质质量、产量的影响。结果表明, 在等氮条件下, 大量氮肥肥效后移有利于增加连作花生荚果成熟过程中的有效光合面积, 有利于主要产量构成因素的形成, 增加连作花生的净光合速率、叶绿素含量、干物质质量, 提高产量; 氮素底肥和追肥合理搭配较单一施用底肥更能满足连作花生生长发育对氮素的大量需求, 保证了花生生长前期不缺肥、后期不脱肥, 进而提高花生产量, 其中, 氮肥施用以底肥 25% + 花针期追肥 75% 处理产量最高 (3 906.7 kg/hm<sup>2</sup>), 较全部底肥处理增产 21.3%。

**关键词:** 花生; 连作; 氮肥后移; 光合; 产量

中图分类号: S565.2 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)11-0032-04

## Effects of Nitrogen Application Methods on the Growth and Yield of Continuous Cropping Peanut

SUI Shi-jiang, ZHANG Hai-lou\*, ZHANG Yan-jun, HUA Li-min, SU Li, YU Tao, YE Xin

(Plant Nutrition and Environmental Resources Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** To discuss the slowing effects of nitrogen (N) application modes on peanut continuous cropping obstacle, different basal/topdressing ratios were designed to investigate agronomic characters, photosynthetic characteristics, dry matter and yield for continuous cropping peanut as affected by N application modes. The results show that, at the same N rate, N fertilizer postponing increased effective photosynthetic area during the process of pod maturation, in favor of improving yield component factors, and increased net photosynthetic rate, chlorophyll content, dry matter and peanut yield. Compared with single basal fertilization, reasonable basal/topdressing cooperated fertilization met N needs much better for continuous cropping peanut growth, ensured fertilizer sufficiency during the whole growing stage, and further increased peanut yield, in which the yield under 25% N basal fertilization and 75% N topdressing at flowering and pegging stage was the highest, 3 906.7 kg/ha, by increment of 21.3% compared with total N basal fertilization.

**Key words:** peanut; continuous cropping; fertilizer postponing; photosynthesis; yield

近年来, 花生在种植规模上已经跃升为辽宁省第三大粮油作物, 2010 年种植面积达 33.24 万 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。花生种植规模扩大主要源于花生具有较强的耐旱、耐寒、耐瘠薄能力, 适于在较干旱的砂壤地

或山坡地上种植。花生种植规模的扩大改变了辽宁省的种植业结构, 同时为砂壤地或瘠薄山坡地面积较大的地区寻找了一条经济有效的生产途径。但随着花生种植规模的逐步扩大, 辽宁省花生连作生产

收稿日期: 2014-06-03

基金项目: 财政部农业推广项目 (GCNT-LN-08)

作者简介: 隋世江 (1978-), 男, 山东诸城人, 研究实习员, 本科, 主要从事植物营养及农业环境资源研究。

E-mail: my0708@163.com

\* 通讯作者: 张海楼 (1963-), 男, 吉林磐石人, 副研究员, 博士, 主要从事植物营养及农业环境资源研究。

E-mail: zhanghailou5@163.com

规模越来越大,现阶段连作在花生生产中占据主体。连作花生植株瘦弱、果少、果小、果秕、产量低、品质差,一般减产 20%~30%,连作年限越长,减产越严重<sup>[2]</sup>,因此,有效缓解连作障碍是花生种植业健康发展的重要保证。近年来,国内外不少学者对花生连作障碍的作用机制进行了研究,初步认为花生连作障碍主要是矿质营养元素胁迫、土壤微生物种群失衡以及土壤中某些酶活性降低等影响了花生的正常生长发育<sup>[3-7]</sup>。鉴于此,2013 年在连作花生田研究了施氮方式对花生干物质分配积累、光合特性、农艺性状、产量等的影响,旨在探讨氮肥施用方式对花生连作障碍的减缓效果。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2013 年在辽宁省康平县海州乡纪家营子村进行。试验地块 2002—2012 年连续 11 a 种植花生,其土壤成土母质为黄土,土壤类型为褐土,属淋溶褐土亚类,为耕型坡积淋溶褐土。土壤有机质 8.7 g/kg,碱解氮 70.5 mg/kg、有效磷 17.0 mg/kg、速效钾 58.2 mg/kg,有效硫 8.0 mg/kg、有效硼 0.58 mg/kg、有效钼 0.28 mg/kg,Cu 0.59 mg/kg、Fe 4.8 mg/kg、Mn 4.5 mg/kg、Zn 0.26 mg/kg。

### 1.2 试验材料

供试花生品种为阜花 13 号,由辽宁省农业科学院风沙所提供;供试氮肥尿素(N 60%)由辽化集团公司生产,过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16%)由东亚农资公司提供,氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60%)由加拿大钾肥公司生产。

### 1.3 试验设计

试验共设 6 个处理,处理 1—5 均施 N 90 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 112.5 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 112.5 kg/hm<sup>2</sup>,处理 6 (CK) 施 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 112.5 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 112.5 kg/hm<sup>2</sup>,不施氮肥。其中处理 1:氮肥底肥 100%;处理 2:氮肥底肥 75%+氮肥追肥 25%;处理 3:氮肥底肥 50%+氮肥追肥 50%;处理 4:氮肥底肥 25%+氮

肥追肥 75%;处理 5:氮肥追肥 100%。试验采用随机区组设计,重复 3 次,小区面积 15 m<sup>2</sup>。磷、钾作为底肥一次性施入。种植密度 225 000 穴/hm<sup>2</sup>,每穴 2 粒,5 月 13 日露地播种,5 月 24 日出苗,7 月 1 日花针期追肥,9 月 10 日收获。

### 1.4 测定项目及方法

在花针期采用烘干法测定花生植株各器官干质量,每处理取 5 穴(10 株),洗净后将根、茎、叶分开,置于烘箱内 105 ℃杀青 1 h,80 ℃烘干至恒质量,冷却后称质量;用北京分析仪器厂生产的 QGD-07CO 分析仪于晴天 9:00—10:00 选主茎倒数第 3 片复叶测定单叶净光合速率;采用 Arnon 法测定叶绿素含量。

于饱果期每小区取 5 穴(10 株)进行室内考种,调查主茎高、侧枝长、分枝数、主茎绿叶数、单株饱果数、单株瘪果数、百果质量、百仁质量、出仁率,以每个小区取样单株的平均值作为各单株性状的数据。

### 1.5 数据处理与分析

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 施氮方式对连作花生农艺性状的影响

由表 1 看出,所有施氮肥处理(处理 1—5)的主茎高、侧枝长、分枝数、主茎绿叶数、单株饱果数、单株瘪果数、百果质量、百仁质量等农艺性状均与 CK 有显著差异,表明施用氮肥对连作花生生长发育具有显著的促进作用。处理 4 和处理 5 的单株饱果数、百果质量、百仁质量、出仁率较高,其余依次是处理 3、处理 2、处理 1,表明大量氮肥肥效后移有利于花生主要产量构成因素形成;各处理主茎绿叶数和单株瘪果数表现为处理 5>处理 4>处理 3>处理 2>处理 1>处理 6,表明大量氮肥肥效后移有利于提高连作花生生育中后期的持绿性,从而增加荚果在成熟过程中的有效光合面积,但同时也产生更多的未成熟荚果;主茎高和侧枝长表现为处理 4>

表 1 施氮方式对连作花生农艺性状的影响(饱果期)

处理	主茎高/ cm	侧枝长/ cm	分枝数/ 个	主茎绿叶 数/片	单株饱果 数/个	单株瘪果 数/个	百果质量/ g	百仁质量/ g	出仁率/ %
1	40.4c	45.2c	6.6c	6.46b	4.9c	4.5c	147.0c	101.4c	69.0b
2	42.8c	48.6b	7.3bc	7.98b	5.6b	5.3bc	150.3b	107.7b	71.7ab
3	45.6b	50.4b	8.4ab	9.57a	6.5a	5.8b	156.7a	115.3a	73.6a
4	49.7a	54.5a	9.6a	10.87a	7.2a	6.1b	158.6a	116.8a	73.6a
5	48.2a	54.1a	8.0a	11.00a	6.8b	7.3a	158.4a	117.2a	74.0a
6(CK)	33.4d	37.8d	5.2d	4.51c	4.0d	3.5d	140.8d	94.6d	67.2b

注:同列不同小写字母表示在 5%水平差异显著,下同。

处理 5>处理 3>处理 2>处理 1>处理 6,表明前期施用少量氮肥可以保证苗期对氮素的需求,大量氮素后移可以满足连作花生旺盛生长期对氮素的大量需求;分枝数表现为处理 4>处理 3>处理 5>处理 2>处理 1,表明氮素底肥与追肥合理搭配能够促进连作花生平衡生长。从以上结果看,处理 4(底肥 25%+追肥 75%)少量施用底肥、大量施用追肥,能够满足连作花生生育前期和后期的氮素养分供应,为提高连作花生产量构建了合理的农艺性状基础。

## 2.2 施氮方式对连作花生叶片叶绿素、光合速率及其干物质积累的影响

表 2 表明,处理 1—4 的苗期和花针期的净光

合速率、叶绿素含量、干物质质量无显著差异,但均显著高于处理 5、处理 6,表明施用 25%~100%的底肥对连作花生生育前期的生理特性及干物质积累影响差异不显著,这与连作花生生育前期养分需求量少有密切关系;同时也表明,底肥中不施用氮肥明显降低连作花生生育前期的净光合速率、叶绿素含量、干物质积累。结荚期的净光合速率、叶绿素含量、干物质质量表现为处理 5>处理 4>处理 3>处理 2>处理 1,表明随着氮肥追施量的增加,连作花生的净光合速率、叶绿素含量、干物质质量逐步提高,进一步表明氮肥追施对于提高连作花生净光合速率、叶绿素含量、干物质积累非常重要。

表 2 施氮方式对连作花生净光合速率、叶绿素含量、干物质积累的影响

处理	净光合速率/ $[\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$				叶绿素含量/(mg/g)				干物质质量/(g/穴)			
	苗期	花针期	结荚期	成熟期	苗期	花针期	结荚期	成熟期	苗期	花针期	结荚期	成熟期
1	27.1a	24.8a	21.6c	17.2c	2.53a	2.20a	1.57c	1.29c	6.0a	9.6a	46.0d	58.0d
2	27.2a	24.0a	23.2b	19.5b	2.52a	2.17a	2.18b	1.75b	5.8a	9.5a	50.0c	62.0c
3	26.6a	24.3a	24.1ab	21.2ab	2.49a	2.15a	2.28ab	1.94a	5.9a	9.7a	55.0b	68.0b
4	26.3a	24.5a	25.1a	22.3a	2.50a	2.12a	2.35a	2.01a	5.8a	9.5a	58.0ab	79.0a
5	24.6b	19.3b	25.4a	22.8a	2.40b	1.80b	2.36a	2.05a	5.0b	7.1b	61.0a	81.0a
6(CK)	24.3b	19.0b	17.4d	15.5d	2.40b	1.80b	1.03d	0.81d	5.1b	6.0b	38.0e	46.0e

## 2.3 施氮方式对连作花生荚果产量的影响

从表 3 可以看出,所有施用氮肥处理(处理 1—5)产量比不施氮肥的处理 6 增产 22.3%~48.4%,差异均达到极显著水平,表明施用氮肥具有极显著的增产作用。在等氮量条件下,处理 1—4 产量表现为处理 4>处理 3>处理 2>处理 1,表明在 0~75%氮肥追施范围内,追肥量所占比例越大连作花生产量越高;处理 4 的

产量较处理 5 高 2.1%。25%底肥+75%追肥处理较 100%追肥处理能更好地满足花生生育前期和后期的氮素需求。在等氮量条件下,处理 2—5 产量均极显著高于处理 1,增加 8.3%~21.3%,表明氮素追肥在连作花生产量形成中具有重要作用,其中处理 4 产量最高,表明氮素底肥和追肥合理搭配能够更好地满足花生生长发育的需求。

表 3 施氮方式对连作花生产量的影响

处理	小区产量/(kg/hm <sup>2</sup> )				比 CK 增产/%	比处理 1 增产/%
	I	II	III	平均		
1	3 186.7	3 220.0	3 246.7	3 220.0dD	22.3	—
2	3 573.3	3 393.3	3 493.3	3 486.7cC	32.4	8.3
3	3 693.3	3 740.0	3 660.0	3 700.0bB	40.5	14.9
4	3 940.0	3 926.7	3 853.3	3 906.7aA	48.4	21.3
5	3 793.3	3 860.0	3 826.7	3 826.7aAB	45.3	18.8
6(CK)	2 620.0	2 733.3	2 546.7	2 633.3eE	—	—

注:同列不同大写字母表示在 1%水平差异极显著。

## 3 结论与讨论

本试验结果表明,大量氮肥肥效后移可以满足连作花生旺盛生长期对氮素的大量需求,有利于增

加荚果在成熟过程中的有效光合面积,有利于主要产量构成因素形成。氮素底肥与追肥合理搭配能够促进连作花生平衡生长,处理 4(底肥 25%+追肥 75%)少量施用底肥、大量施用追肥能够满足连作花

花生生育前期和后期的氮素养分供应,为提高连作花生产量奠定了合理的农艺基础,这与前人研究结果<sup>[8-10]</sup>相近。施用 25%~100%氮肥作底肥对连作花生生育前期的生理特性及干物质积累影响不显著,这与连作花生生育前期养分需求量少有密切关系;但在此范围内,随着氮肥追施量的增加,连作花生的净光合速率、叶绿素含量、干物质质量整体表现为逐步提高,表明氮肥追肥能够提高连作花生的净光合速率、叶绿素含量、干物质质量。前人研究认为,适量、适期追肥能够提高连作花生的光合能力<sup>[8-9,11]</sup>,这一结论与本研究结果相近。

马超等<sup>[11]</sup>认为,在等氮量施用条件下,将氮素养分释放时期合理搭配较符合花生的需肥规律,能有效地提高产量和氮素利用率。底肥前期养分释放较快,供肥充足,有利于植株的营养生长,保证了花生生长前期不缺肥、后期不脱肥,进而提高花生产量<sup>[12-13]</sup>。本研究结果表明,在 0~75%氮素追施比例中,氮素追施所占比例越大,连作花生产量越高;追肥在连作花生产量形成中具有重要作用,其中,25%底肥+75%追肥处理产量最高,较 100%追肥处理能更好地满足连作花生生育前期和后期的氮素需求,氮素底肥和追肥合理搭配比单一施用底肥更能满足连作花生生长发育对氮素的大量需求,产量增加 8.3%~21.3%。

#### 参考文献:

[1] 辽宁省统计局. 辽宁省统计年鉴 2011[M]. 北京:中国

统计出版社,2011:314.

- [2] 孔祥丽,任新明. 花生连作障碍的产生机理及防控措施研究[J]. 湖北农业科学,2011,50(10):1951-1953.
- [3] 陈国泽,叶万余,陈勤平,等. 花生青枯病及其连作障碍调控措施[J]. 现代农业科技,2011(11):191-192.
- [4] 曹爱东,秦庆红. 花生连作重茬减产原因及增产措施[J]. 现代农业科技,2007(21):137-138.
- [5] 周可金,马成泽,李定波,等. 花生 B、Cu、Mo、Zn 肥配施效应研究[J]. 花生学报,2003,32(1):21-25.
- [6] 封海胜,张思苏,万书波,等. 连作花生土壤养分变化及对施肥反应[J]. 中国油料,1993(2):53-57.
- [7] 吴继华,姜继业,李可,等. 叶面喷施微肥对花生产量及品质的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(1):53-55.
- [8] 毕振方,杨富军,闫萌萌,等. 不同追肥时期对花生光合特性及产量的影响[J]. 农学学报,2011,1(7):6-10.
- [9] 陈超,万勇善,刘风珍,等. 肥效后移对花生光合特性与产量的影响[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2012,43(4):615-620.
- [10] 朱新利. 花生连作减产原因及其高产栽培措施[J]. 现代农业科技,2011(15):95,98.
- [11] 马超,王德民,吴正锋,等. 缓释肥对旱薄地花生产量及其性状的影响[J]. 作物杂志,2009(1):57-59.
- [12] 李敏,李广涛,叶舒娅,等. 连续施用控释氮肥对超级花生产量、氮肥利用率及土壤养分变化的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(33):130-134.
- [13] 李敏,叶舒娅,刘枫,等. 包膜控释尿素用量试验对花生产量和氮肥利用率的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(4):170-173.