

# 不同肥力土壤小麦、大豆轮作施氮效应研究

高国华

(叶县农业技术推广中心, 河南 叶县 467200)

**摘要:** 为了解不同肥力土壤小麦、大豆轮作周年最佳施氮量和分配, 对高、中肥力土壤小麦大豆轮作进行了不同施氮量效应研究, 结果表明, 施氮与不施氮相比, 高、中肥力地块小麦平均分别增产为 15.7%、41.9%, 大豆平均分别增产为 33.4%、46.8%; 小麦、大豆氮肥偏生产力随着施氮量增加而降低, 氮肥农学效率以处理 3(麦 N 210 kg/hm<sup>2</sup>—豆 N 90 kg/hm<sup>2</sup>) 最高, 小麦、大豆氮肥贡献率均随着施氮量的增加先增后降; 同等施氮量在中等肥力地块的产量效应高于高肥力地块的效应; 从不同肥力小麦、大豆氮肥效应函数得出, 高肥力条件下, 小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别为 213.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 121.5 kg/hm<sup>2</sup>; 中等肥力条件下, 小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别为 330.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 130.5 kg/hm<sup>2</sup>, 即河南省平原农区小麦、大豆轮作高、中肥力土壤周年最佳施氮量分别为 334.5 kg/hm<sup>2</sup> 与 460.5 kg/hm<sup>2</sup>、小麦、大豆氮分配比例分别为 1:0.57 和 1:0.40。

**关键词:** 小麦; 大豆; 轮作; 施氮效应; 土壤肥力

**中图分类号:** S512.1 S565.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)04-0084-03

## Effect of N Application in Different Fertility Soils in Wheat-Soy Rotation System

GAO Guo-hua

(Yexian Agricultural Extension Center, Yexian 467200, China)

**Abstract:** In order to know the annual optimal amount of nitrogen application and nitrogen distribution of different fertility soils in wheat-soy rotation system, the different nitrogen utilization efficiencies of high and middle fertility soils were studied. The result showed that the average increase rates of wheat were 15.7% and 41.9%, and the rates of soy were 33.4% and 46.8% under the nitrogen application treatments in high and middle fertility soils. The partial factor productivity of applied N of both wheat and soy decreased with nitrogen application increasing. The N agronomic efficiency was the highest with 210 kg/ha for wheat and 90 kg/ha for soy. With the nitrogen application increasing, the N contribution rate of both wheat and soy increased at first and decreased afterwards. Under the same amount of nitrogen application, the yield efficiency of the middle fertility soil was higher than that of the high fertility soil. Conclusions could be drawn from the wheat and soy N fertilizer response functions in different fertility soils. Under high fertility conditions, the N application amounts for the optimum yields of wheat and soy were 213.0 kg/ha and 121.5 kg/ha, respectively, while under medium fertility conditions, the N application amounts for the optimum yields of wheat and soy were 330.0 kg/ha and 130.5 kg/ha, respectively.

**Key words:** wheat; soybean; rotation; N application effect; soil fertility

小麦、大豆是河南省主要的粮食和油料作物。近年来, 河南省小麦播种面积约 520 万 hm<sup>2</sup>、大豆播种面积约 50 万 hm<sup>2</sup>。河南省小麦、大豆种植主要采

取一年两熟的轮作模式。以往对小麦、大豆单季施肥技术研究较多<sup>[1-4]</sup>, 而对小麦大豆轮作周年一体化合理施肥技术研究较少, 这不仅不利于周年轮作施

收稿日期: 2012-03-12

作者简介: 高国华(1967-), 男, 河南叶县人, 农艺师, 大专, 主要从事土壤肥料研究工作。E-mail: tfzggh@163.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

肥技术体系的制定,而且容易造成养分资源浪费。鉴于此,对小麦大豆一年两熟周年氮肥用量及合理分配进行了研究,以期对不同肥力土壤小麦大豆轮作科学施用氮肥提供依据。

## 1 材料和方法

试验根据河南省叶县小麦、大豆轮作种植情况和耕地肥力分级水平,分别在城关乡沟王村(高肥力)和园艺场(中等肥力)进行。供试土壤类型为黄褐土,基础土壤养分状况见表 1。供试小麦、大豆品种分别为豫麦 49—198、平豆 2 号。

表 1 试验点基础土壤养分状况

肥力水平	有机质/ (g/kg)	碱解氮/ (mg/kg)	有效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	pH
高肥力	20.4	112.0	20.0	125.0	7.4
中等肥力	14.9	80.0	15.6	89.5	7.5

试验为小麦、大豆轮作下氮肥用量,共设 5 个施氮水平,即 5 个处理(kg/hm<sup>2</sup>):①不施氮(CK),即麦 N 0—豆 N 0,②麦 N 105—豆 N 45,③麦 N 210—豆 N 90,④麦 N 315—豆 N 135,⑤麦 N 420—豆 N 180;试验在统一施磷、钾基础上进行,小麦季磷钾用量均为 90 kg/hm<sup>2</sup>,大豆季磷钾肥用量均为 75 kg/hm<sup>2</sup>。试验随机排列,重复 3 次,小区面积 30 m<sup>2</sup>。供试肥料品种分别为尿素(含 N46%)、过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%)。小麦季 40%氮肥和全部磷、钾肥基施,60%氮肥小麦拔节期追施;大豆季磷钾肥和 30%氮肥于定苗后施用,70%氮肥在出苗 45 d 追施。小麦于 2009 年 10 月 10 日播种,大豆于 2010 年 6 月 18 日播种。其他生

产管理措施均采用当地常规管理方法。

为了说明氮肥的效应,用以下参数表征氮肥的利用效率<sup>[5]</sup>:氮肥偏生产力指单位投入的肥料氮所能生产的作物籽粒产量,即氮肥偏生产力(kg/kg)=施氮区产量/施氮量;氮肥农学效率指单位施氮量所增加的作物籽粒产量,氮肥农学利用率(kg/kg)=(施氮区产量—无氮区产量)/施氮量;氮肥贡献率=(施氮区产量—无氮区产量)/施氮区产量×100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同肥力土壤施氮量对小麦、大豆产量的影响

小麦、大豆测产结果(表 2)表明,在 5 个施氮水平下,不论高肥力或中等肥力地块,小麦、大豆产量均随着施氮量的增加先增加后降低,均以处理 4(麦 N 315 kg/hm<sup>2</sup>—豆 N 135 kg/hm<sup>2</sup>)单产最高。方差分析结果表明,施氮与不施氮处理相比,除处理 2 与不施氮处理小麦产量差异不显著外,其他处理间差异均达显著水平;施氮处理间相比,高肥力地块处理 3、4、5 与处理 2 差异达显著水平。中肥力地块各施氮处理间差异不显著。

同一施氮水平,高肥力与中等肥力土壤地块相比,施氮对小麦、大豆的增产效果均低于中等肥力地块,尤其是小麦增产效果差异较大,经检验,处理 3、4、5 与不施氮处理的差异达显著水平;施氮与不施氮相比,高、中肥力地块小麦平均增产分别为 15.8%、41.9%,大豆平均增产分别为 33.4%、46.8%。可见,同等施氮量在中等肥力地块的增产效果优于高肥力地块的增产效果。

表 2 施氮量对小麦、大豆产量的影响

处理	高肥力				中等肥力			
	小麦产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	增产/%	大豆产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	增产/%	小麦产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	增产/%	大豆产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	增产/%
1(CK)	5 436.0b		2 422.5b		4 402.2b		2 067.0b	
2	5 736.2b	5.5	2 782.5b	14.9	5 002.5ab	13.3	2 535.0ab	22.6
3	6 369.9a	17.2	3 292.5a	35.9	6 403.2a	45.4	3 025.5a	46.4
4	6 903.5a	26.9	3 600.0a	48.6	6 903.0a	56.7	3 459.0a	67.3
5	6 169.8a	13.5	3 250.5a	34.2	6 703.4a	52.2	3 114.0a	50.7

注:同一列数字后的小写字母表示差异达 0.05 显著水平,下同。

### 2.2 不同肥力土壤小麦、大豆氮肥利用效率的差异

氮肥偏生产力、氮肥农学效率和氮肥贡献率反映了氮肥对作物产量的贡献和氮肥的利用效率,能够较好地评价氮肥效应。从表 3 可以看出,氮肥偏生产力随着施氮量增加而降低;同等肥力土壤,大豆的氮肥偏生产力大于小麦的氮肥偏生产力;同一施氮水平相同季节高、中肥力土壤相比,除低氮(处理 2)水平氮肥偏生产力差异较大外,其他处理几乎没有差异,说明

投入相同的肥料氮所能生产的作物产量在高、中肥力土壤上表现基本一致。氮肥农学效率不同处理相比,氮肥农学效率均以处理 3 最高,处理 4 与处理 3 差异不显著,但显著高于处理 2 和处理 5 的农学效率;同等肥力土壤,大豆的氮肥农学效率大于小麦的氮肥农学效率;同一处理,中等肥力地块的氮肥农学效率大于高肥力地块的氮肥农学效率,尤其小麦季差异明显。不同处理氮肥贡献率与小麦、大豆产量变化趋势

相同,均随着施氮量的增加先增加后降低,以处理 4 (麦 N 315 kg/hm<sup>2</sup>—豆 N 135 kg/hm<sup>2</sup>) 的最高;同一处理,高肥力地块大豆季的氮肥贡献率高于小麦季的

氮肥贡献率,而中等肥力地块,两季差异不大;中、高肥力土壤同季同一处理相比,中等肥力地块的氮肥贡献率高于高肥力地块的氮肥贡献率。

表 3 施氮量对小麦、大豆氮利用效率的影响

处理	高肥力						中等肥力					
	偏生产力/(kg/kg)		农学效率/(kg/kg)		氮肥贡献率/%		偏生产力/(kg/kg)		农学效率/(kg/kg)		氮肥贡献率/%	
	小麦	大豆	小麦	大豆	小麦	大豆	小麦	大豆	小麦	大豆	小麦	大豆
2	54.63a	61.83a	2.86b	8.00a	5.23c	12.94b	47.64a	56.33a	5.72b	10.40a	12.00b	18.46b
3	30.33b	36.58b	4.45a	9.67a	14.66ab	26.42a	30.49a	33.62b	9.53a	10.65a	31.25a	31.68ab
4	21.92bc	26.67b	4.66a	8.72a	21.26a	32.79a	21.92ab	25.62bc	7.94a	10.31a	36.23a	40.24a
5	14.69c	18.06c	1.75b	4.60b	11.89b	25.47a	15.96b	17.30c	5.48b	5.82b	34.33a	33.62ab

### 2.3 不同肥力土壤小麦、大豆最佳施氮量

由表 4 可知,不同肥力水平土壤施氮量对小麦、大豆产量的一元二次回归方程的  $F$  检测均达显著水平,模型中的一次项、二次项系数及截距与实际数值的相关性较好,这说明模拟的回归方程符合预期目的。高肥力条件下,小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别

为 213.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 121.5 kg/hm<sup>2</sup>;中等肥力条件下,小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别为 330.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 130.5 kg/hm<sup>2</sup>。由此表明,高肥力与中肥力地块达到最佳产量时,小麦季施氮量差异较大,土壤肥力越低,施氮量越大,而土壤肥力对大豆达到最佳产量的施氮量影响较小,中、高肥力大豆最佳施氮量接近。

表 4 不同施氮量与产量的一元二次回归分析

土壤肥力	作物	$y=b_0+b_1x+c_1x^2$			$R$	$F$	最佳施氮量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	最佳施氮量产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )
		$b_0$	$b_1$	$c_1$				
高肥力	小麦	353.53	8.28	-0.21	0.961 8**	25.23*	213.0	6 430.5
	大豆	156.28	15.78	-0.86	0.924 6**	12.27*	121.5	3 415.5
中等肥力	小麦	281.53	12.99	-0.24	0.944 1**	16.89*	330.0	6 774.0
	大豆	132.91	17.49	-0.90	0.938 5**	15.25*	130.5	3 255.0

注: \* 为 0.05 水平显著, \*\* 为 0.01 水平显著。

### 3 结论与讨论

氮是对作物产量影响最大的营养元素。本试验得出的不同施氮量对小麦、大豆产量影响的研究结果与前人研究结果相似<sup>[6]</sup>,即随着施氮量增加产量先增加而后降低。结果还表明,不同施氮量的效应、氮利用效率、氮肥偏生产力随着施氮量增加而降低,氮肥农学效率以中等施氮水平处理最高,氮肥贡献率与小麦、大豆产量变化趋势相同,均随着施氮量的增加先增加后降低;高、中肥力同等施氮水平对小麦、大豆效应的影响研究得出,同等施氮量在中等肥力地块的效应高于高肥力地块的效应,高肥力地块大豆季氮肥贡献率高于小麦季的氮肥贡献率。

河南省小麦、大豆轮作面积虽然没有小麦、玉米轮作面积大,但大豆作为养地作物,改善土壤理化性质、提高土壤养分利用率的效果较好,对后茬小麦生长和产量提高影响明显。本研究结果表明,高肥力条件下,小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别为 213.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 121.5 kg/hm<sup>2</sup>;中等肥力条件下,小麦、大豆达到最佳产量时的施氮量分别为 330.0 kg/hm<sup>2</sup> 和 130.5 kg/hm<sup>2</sup>;可见,河南省平原农区小麦、大豆轮作,高肥力土壤,以周年施氮 334.5 kg/hm<sup>2</sup>,小麦、大

豆氮分配比例 1:0.57 为宜;中等肥力土壤,以周年施氮 460.5 kg/hm<sup>2</sup>,小麦、大豆氮分配比例 1:0.40 为佳。

#### 参考文献:

- [1] 乔红进,李连科.夏大豆施肥效应研究[J].山西农业科学,2007,35(9):91-92.
- [2] 杨明喜.驻马店夏大豆高产高效栽培技术[J].现代农业科技,2010(14):55-56.
- [3] 张学斌,孙克刚,汪立纲,等.河南省夏大豆施用钾肥的效果研究[J].土壤肥料,2002(1):23-25.
- [4] 许艳丽,李春杰,李兆林,等.种植顺序对黑土区大豆、玉米、小麦的产量效应[J].农业系统科学与综合研究,2002,18(4):266-268.
- [5] 邹娟,鲁剑巍,陈防,等.冬油菜施氮的增产和养分吸收效应及氮肥利用率研究[J].中国农业科学,2011,44(4):745-752.
- [6] 李金才,屈会娟,魏风珍.氮肥运筹技术对冬小麦产量和品质的影响[J].河南农业科学,2005(2):8-11.
- [7] 申丽霞,王璞.不同氮肥运筹方式对夏玉米产量和氮素利用的影响[J].山西农业科学,2009,37(2):36-39.
- [8] 陶帅平,阚中培.小麦氮磷钾肥配施的效应研究[J].现代农业科技,2008(1):120,122.
- [9] 刘田,肖承璋,刘文广.不同氮肥用量及运筹方式对扬麦 16 群体动态和产量的影响[J].现代农业科技,2010(23):78-81.
- [10] 于华荣.周口市潮土区不同地力水平下夏玉米氮肥用量试验研究[J].现代农业科技,2010(11):47,50.