

# 施氮水平对水稻生长与产量特性的影响

于艳敏<sup>1,2</sup>, 文景芝<sup>1</sup>, 赵北平<sup>2</sup>, 宋丽娟<sup>2</sup>, 杨忠良<sup>2</sup>, 武洪涛<sup>2</sup>, 高洪儒<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院 五常水稻研究所, 黑龙江 五常 150229)

**摘要:**以松粳9号为试材,研究了不同施氮水平对水稻生长特性、产量以及产量构成因素的影响。结果表明:氮肥有利于水稻株高和分蘖的增加,但氮肥过多也会导致无效分蘖增加,增施氮肥在一定范围内能够提高作物产量,但会造成收获指数有所下降,氮肥能够促进每平方米穗数、穗实粒数以及千粒重等产量构成因素提高,同时建立了施氮量为依变量,穗数、实粒数、千粒重为自变量的多元线性回归方程。

**关键词:**施氮水平;水稻;生长;产量

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)09-0036-03

水稻是黑龙江省最重要的粮食作物,水稻生长发育过程和产量的形成受到品种遗传特性和环境条件等多种因素综合作用影响。氮、磷、钾肥是水稻生长必需的三大营养元素,其中氮肥的影响最大,合理施用氮肥是确保水稻优质高产的主要措施<sup>[1]</sup>,过量施用氮肥会带来农民的经济负担、氮肥利用效率下降、生产效益降低,同时又会通过渗漏、氨挥发和反硝化等作用损失造成环境污染,并且容易加重病害发生<sup>[2]</sup>,研究水稻氮肥的合理使用仍然是农业研究、生产和环境保护的重要问题。该文探讨氮肥施用量对水稻株高、分蘖动态等生长特性和产量、产量构成因素的影响,以期对水稻高效高产栽培提供一定依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试水稻品种为松粳9号(粳稻),生育期138 d,活动积温2 650℃,主茎叶片数14片,适合黑龙江省第一积温区种植。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2010年在黑龙江省农业科学院五常水稻研究所试验田进行,土壤类型为沙壤土,土壤基础肥力:有机质 34.25 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 1.75 g·kg<sup>-1</sup>,速效氮 14.0 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷

23.9 mg·kg<sup>-1</sup>,有效钾 91 mg·kg<sup>-1</sup>,pH6.24。纯氮施用量分别设为处理 I:0 kg·hm<sup>-2</sup>、处理 II:45 kg·hm<sup>-2</sup>、处理 III:90 kg·hm<sup>-2</sup>、处理 IV:135 kg·hm<sup>-2</sup>、处理 V:180 kg·hm<sup>-2</sup>、处理 VI:225 kg·hm<sup>-2</sup>共6个水平,其中处理 I 为空白对照。氮肥为尿素,磷肥为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,钾肥为 K<sub>2</sub>O,磷肥和钾肥用量均为 75 kg·hm<sup>-2</sup>,氮肥 40%作基肥,60%作分蘖肥,磷肥 100%作为基肥施用,钾肥 50%作基肥,50%作分蘖肥施用,试验设置3次重复。插秧规格为 33.3 cm×16.7 cm,每穴 2~3 苗。采取间歇灌溉,即平均每 4~6 d 灌水,每次灌水使田面形成 15~20 mm 水层,有水层 2~3 d,无水层 2~3 d,灌前土壤含水率不低于田间持水率的 90%~95%。

1.2.2 测定项目与方法 水稻返青后小区定点,每 7 d 分别调查分蘖动态和株高,每个处理连续调查 10 丛。成熟期分别随机取样 10 穴,称量整株干重、稻谷干重和稻草干重,收获时各个处理单打单收,称重后测定水分含量,并换算为标准含水量下的稻谷产量,并进行室内考种<sup>[4]</sup>。

### 1.3 数据处理与分析

采用 Excel 进行数据处理与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施氮量对株高的影响

由图 1 可见,增施氮肥后水稻株高明显高于对照(处理 I),且随着施氮量的增加水稻株高逐渐增高。处理 II~处理 VI 比对照的株高分别增高 2.36%、4.83%、6.29%、7.97%、8.19%,当施氮量高于 180 kg·hm<sup>-2</sup>后,施氮量的增加对株高影响变化不明显。

收稿日期:2012-06-10

基金项目:国家粮食丰产科技工程资助项目(2011BAD16B11)

第一作者简介:于艳敏(1981-),女,黑龙江省海林市人,在读博士,助理研究员,从事水稻育种研究。E-mail: yym0409@163.com。

通讯作者:文景芝(1964-),女,黑龙江省哈尔滨市人,博士,教授,从事植物病理学研究。E-mail: jzhwen2000@yahoo.com.cn。

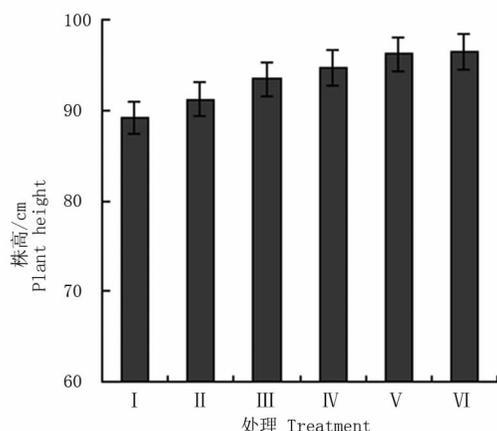


图1 不同施氮量对株高的影响

Fig. 1 Effect of nitrogen amount on plant height

## 2.2 不同施氮量对分蘖动态的影响

由图2可以看出,各个氮肥处理水稻的分蘖数都是随着生育进程呈先升高后下降的趋势。水稻分蘖受氮肥影响很大,6月14日之前不同施氮量对分蘖影响差别不明显,6月14日后进入分蘖高峰,随着生长发育氮肥用量越高的处理分蘖数也越多,处理VI>处理V>处理IV>处理III>处理II>处理I,处理I~处理V在7月5日达到分蘖高峰,处理VI在7月12日达到分蘖高峰,说明氮肥高有利于分蘖发生,但氮肥量过高也很可能造成稻株营养生长期延长,植株过于繁茂,导致无效分蘖增加,不利于增产;进入分蘖下降阶段后,施氮量越高的稻株分蘖数下降越快,施氮量越少的稻株分蘖数下降越慢,分蘖数稳定后,增施氮

肥的各个处理分蘖数明显高于对照,且随着氮肥施用量增高,分蘖数也越多。

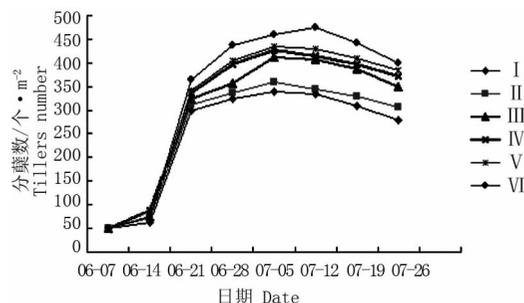


图2 不同施氮量对分蘖动态的影响

Fig. 2 Effect of nitrogen amount on tiller dynamic change

## 2.3 不同施氮量对收获指数的影响

由表1可知,各施氮肥处理的稻谷和稻草产量均显著高于对照产量,但收获指数却低于对照,可见氮肥能够促进植株生长,有利于提高稻谷和稻草的产量形成。随着施氮量增加稻谷产量呈现上升趋势,处理VI略有下降,处理II~处理VI的稻谷增产幅度分别为25.0%、51.9%、108.7%、114.7%、113.7%,施氮量在135~225 kg·hm<sup>-2</sup>处理IV~VI时,稻谷产量均高于9600 kg·hm<sup>-2</sup>,当施氮量达到180 kg·hm<sup>-2</sup>(处理V)时稻谷产量达到最高值,随着施氮量增加稻谷产量略有下降;稻草产量和总干物质质量则随着施氮量增加呈逐渐上升的趋势;各处理收获指数均低于对照,特别是当施氮量为225 kg·hm<sup>-2</sup>(处理VI)时,收获指数达到最小值,可见增施氮肥在一定范围内能够提高作物产量,但同时会造成收获指数的下降。

表1 不同处理稻株产量和收获指数比较

Table 1 Comparison of different treatments on rice yield and harvest index

处理 Treatment	稻谷产量/kg·hm <sup>-2</sup> Economy yield	稻草产量/kg·hm <sup>-2</sup> Biomass yield	总干物质质量/kg·hm <sup>-2</sup> Dry matter weight	收获指数/% Harvest index
I (CK)	4627.2	4305.6	8932.8	51.8
II	5782.4	5555.6	11338.0	51.0
III	7028.3	6834.2	13862.5	50.7
IV	9655.6	9166.2	18821.8	51.3
V	9936.5	9357.7	19294.2	51.5
VI	9887.8	10047.3	19935.1	49.6

## 2.4 不同施氮量对产量及产量构成因素的影响

由表2可知,增施氮肥后水稻的每平方米穗数、穗颖花数、穗实粒数、结实率以及千粒重等产量构成因素均高于对照,每穗瘪粒数除处理VI外均低于对照。其中每平方米穗数随着施氮量增加而增加,颖花数随施氮量增加而增加;施氮量0~180 kg·hm<sup>-2</sup>(处理I~V)时,穗瘪粒数随着施氮

量增加而降低,当施氮量达到225 kg·hm<sup>-2</sup>(处理VI)后,瘪粒数反而骤然增加;当施氮量在0~180 kg·hm<sup>-2</sup>(处理I~V)时,实粒数和结实率随着施氮量增加而增加,之后随着施氮量的继续增加实粒数和结实率反而呈降低趋势,可见过量的氮肥会造成植株营养生长过剩而生殖生长受到限制,导致实粒数和结实率降低,出现减产;施氮量

的变化对千粒重影响并不明显。理论产量均显著高于对照,随着施氮量增加理论产量呈先增加后降低的趋势,当施氮量在 0~180 kg·hm<sup>-2</sup> (处理 I~V) 时,施氮量越多理论产量也越高,施氮量

180 kg·hm<sup>-2</sup> (处理 V) 时产量为 10 380.6 kg·hm<sup>-2</sup>, 是对照产量的 2.6 倍,当施氮量高于该范围,达到 225 kg·hm<sup>-2</sup> (处理 VI) 时,理论产量则有所降低。

表 2 不同处理产量及产量构成因素比较

Table 2 Comparison of different treatments on yield and yield components

处理 Treatment	穗数/穗·m <sup>-2</sup> Spike number	穗颖花数 No. of spikelet per panicle	穗实粒数 Full grain number per spike	穗瘪粒数 Blighted kernels per panicle	结实率/% Seed setting	千粒重/g 1000-kernel weight	理论产量/kg·hm <sup>-2</sup> Theoretical yield	显著性 Significance	
								5%	1%
I (CK)	160.2	114.5	102.6	11.9	89.6	24.3	3996.1	e	D
II	224.7	116.6	104.5	11.1	89.6	25.1	5894.1	d	C
III	289.6	120.8	111.3	9.5	92.1	25.2	8123.0	c	B
IV	332.2	125.3	115.9	9.4	92.5	25.2	9703.0	b	A
V	350.7	127.6	117.4	9.2	92.8	25.2	10380.6	a	A
VI	361.8	133.5	108.9	25.8	81.6	25.2	9933.8	a	A

注:同一列数据后不同字母表示差异达显著水平(LSD法)。

Note: The different lowercase and capital letters mean significant difference (LSD).

## 2.5 回归分析

建立以施氮量为依变量(Y),穗数、实粒数、千粒重为自变量(X<sub>1</sub>, i=1, 2, 3)的多元线性回归方程:

$$Y = -2\ 591.6 + 160.2X_1 + 102.6X_2 + 24.3X_3$$

对该回归方程的模型检验达极显著水平(F=69.194 6, F<sub>0.01</sub>=1.218 7E<sup>-18</sup>), 回归方程成立, 方程截距-2 591.6 的检验结果为 t=2.009 1≤3.072 3, 达极显著水平; X<sub>1</sub> 偏回归系数 0.020 8, 穗数与施氮量显著相关, X<sub>2</sub> 偏回归系数 0.004 7, 实粒数与施氮量极显著相关, X<sub>3</sub> 偏回归系数 0.822 3, 千粒重与施氮量无明显相关关系。

## 3 结论与讨论

氮肥能够促进水稻株高增加和分蘖增多,随着施氮量的增加水稻株高和分蘖数明显增加,但过多施用氮肥容易造成水稻分蘖期持续时间延长,生长过于繁茂,从而产生更多无效分蘖,使成穗率下降。增施氮肥的处理稻谷产量和稻草产量显著高于不施氮肥处理,但收获指数却低于不施氮肥处理,理论上总干物质质量和收获指数增高可以提高产量,但实际上总干物质提高对产量更重要,该研究也得到同样的结果,与王伟妮等<sup>[5]</sup>的研究一致。施氮量为 135~225 kg·hm<sup>-2</sup> 时水稻产量较高,施氮量为 180 kg·hm<sup>-2</sup> 时产量达到最高,因此建议生产中施氮量控制在该范围内比较合

理。增施氮肥后每平方米穗数、穗颖花数、穗实粒数、结实率以及千粒重等产量构成因素均高于对照,当施氮量在 0~180 kg·hm<sup>-2</sup> 时,随着施氮量增加实粒数和结实率不断升高,之后实粒数和结实率变化趋势则与施氮量相反,这与韦正宝等<sup>[6]</sup>的研究结果一致。稻农在生产中氮素使用量普遍偏高,影响了水稻产量提高,造成大量肥料流失以及环境污染等问题,将氮肥控制在合理使用范围内,有利于协调营养生长与生殖生长,防止稻株徒长和贪青,改善群体质量,抑制无效分蘖,提高穗数和结实率,从而促进水稻稳产增产。

## 参考文献:

- [1] 吾建祥,施南芳.长期不同施肥对水稻养分吸收和肥料利用率的影响[J].湖北农业科学,2002(4):54-56.
- [2] 齐国锋,崔月峰,孙国才,等.不同氮素水平对超级稻产量形成的影响[J].现代农业科技,2011(11):1.
- [3] 冯蕾,童成立,石辉,等.不同氮磷钾施肥方式对水稻碳、氮积累与分配的影响[J].应用生态学报,2011,22(10):2615-2621.
- [4] 张洪程,王秀芹,戴其根,等.施氮量对杂交稻两优培九产量、品质及吸氮特性的影响[J].中国农业科学,2003,36(7):800-806.
- [5] 王伟妮,鲁剑巍,何予卿,等.氮、磷、钾肥对水稻产量、品质及养分吸收利用的影响[J].中国水稻科学,2011,25(6):645-653.
- [6] 韦正宝.不同控释氮肥用量对早稻生长性状及产量的影响[J].南方农业学报,2011,42(4):388-390.

(下转第 52 页)

- cides in soils from South Korea[J]. Chemosphere, 2001, 43:137-140.
- [20] 章海波, 骆永明, 赵其国, 等. 香港土壤研究IV. 土壤中有有机氯化物的含量和组成[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 220-224.
- [21] 史锐, 张红, 胡文友, 等. 基于三次样条插值法的土壤中有有机氯污染研究[J]. 土壤学报, 2011, 48(1):83-89.
- [22] 夏利亚, 来俊卿. 土壤重金属污染及防治对策[J]. 能源环境保护, 2011, 25(4):54-56.
- [23] 彭训广, 王彩虹, 孙力, 等. 农用薄膜对土壤污染现状、原因与治理对策[J]. 价值工程, 2010(4):83.
- [24] 夏家淇, 骆永明. 关于耕地土壤污染调查与评价的若干问题探讨[J]. 土壤, 2006, 38(5):667-670.
- [25] 金福杰, 佟敬军. 土壤污染状况调查综合管理系统开发设计[J]. 环境保护科学, 2010, 36(2):79-81.
- [26] 胡春华, 邓先珍, 汪茜, 等. 土壤污染修复技术研究综述[J]. 湖北林业科技, 2005(5):44-47.
- [27] 高岩, 骆永明. 蚯蚓对土壤污染的指示作用及其强化修复的潜力[J]. 土壤学报, 2005, 42(1):140-145.
- [28] 陈世军, 孟蕊, 田义文, 等. 我国耕地污染防治的法律思考[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(6):2493-2494, 2498.

## Brief Analysis on the Study about Soil Pollution of Chinese Cultivated Land

CHEN Hao

(Geographic and Oceanographic Sciences School of Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093)

**Abstract:** Cultivated land in China is similar to that in the Middle East. Soil pollution is a tumour in developing well farmland. The present situation of its study in China was summarized, approximate aspects: fundamental understanding of soil pollution, investigation and assessment, countermeasure research, etc. In detail, for example, study about heavy metal pollution, restoration technology against soil pollution, about system and legislation, etc. The domestic researches have less quantification in comparison with foreign study about soil pollution.

**Key words:** cultivated land; soil pollution; heavy metal pollution; investigation and assessment; countermeasure

(上接第 38 页)

## Effects of Nitrogen Fertilizer Level on Grow and Yield Characteristics of Rice

YU Yan-min<sup>1,2</sup>, WEN Jing-zhi<sup>1</sup>, ZHAO Bei-ping<sup>2</sup>, SONG Li-juan<sup>2</sup>, YANG Zhong-liang<sup>2</sup>, WU Hong-tao<sup>2</sup>, GAO Hong-ru<sup>2</sup>

(1. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. Wuchang Rice Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Wuchang, Heilongjiang 150229)

**Abstract:** Taking Songjing No. 9 as material, the effects of nitrogen fertilizer level on grow characteristics, yield and yield components of rice were studied. The results indicated that nitrogen fertilizer was good for increasing of rice height and tiller, but too much nitrogen fertilizer would lead to more invalid tillers. Using nitrogen fertilizer could increase yield, while harvest index would descend. Spike number, full grain per spike and 1000-grain weight were raised by using nitrogen fertilizer, polybasic linear regression equation taking nitrogen fertilizer amount as dependent variable, spike number, full grain and 1000-grain weight as independent variable was set up at the same time.

**Key words:** nitrogen fertilizer level; rice; grow; yield