

# 不同氮肥施入量对盐碱地水稻氮素吸收及产量的影响

齐春艳,侯立刚\*,马巍,刘亮,刘晓亮,郭晞明,隋鹏举,付胜

(吉林省农业科学院水稻研究所,吉林 公主岭 136100)

**摘要:**为了明确不同氮肥施入量在盐碱地水稻氮素吸收的规律,优化苏打盐碱地水稻的高产高效栽培技术,以长白9号为供试材料,采用盆栽方式,在非盐碱土(S0)、轻度盐碱土(S1)、中度盐碱土(S2)3种土壤条件下,通过设置不同氮肥施入量,测定水稻植株氮总量、氮在各部位的分配、氮吸收利用效率及产量的变化情况。结果表明,增施氮肥有利于提高长白9号氮总量和各部位吸氮量,但因器官不同、土壤盐碱化程度不同,峰值出现的氮水平也不相同。施氮量越多,长白9号氮利用效率越低。低氮处理下长白9号产量增加最明显,高氮处理效果最差。综合考虑各因素,长白9号在盐碱地的最佳施氮量应为150 kg/hm<sup>2</sup>左右。

**关键词:**水稻;氮肥;盐碱地;氮素吸收;产量

中国分类号:S511

文献标识码:A

## Effects of Different Nitrogen Application on Nitrogen Uptake and Yield of Rice in Saline Soil

QI Chun-yan, HOU Li-gang\*, MA Wei, LIU Liang, LIU Xiao-liang, GUO Xi-ming, SUI Peng-ju, FU Sheng  
(Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** This study was to ascertain the effects of different nitrogen application on nitrogen uptake of rice and optimization of rice cultural practice on soda alkali-saline soil. Pot-cultured Changbai 9 was grown on three kinds of soil including non-saline soil (S0), mild-saline soil (S1), moderate saline soil (S2). At different Nitrogen application rates, total Nitrogen in plants, Nitrogen distribution in each parts of plant, Nitrogen uptake efficiency and yield were determined. The results showed that the content of total Nitrogen, Nitrogen distribution in each parts of plant and Nitrogen uptake in Changbai 9 was increased by increase of Nitrogen application. However, as the rice organ and degree of soil salinization differs, nitrogen levels have different peak. The more nitrogen applied, the less the nitrogen use efficiency of Changbai 9. Under this experimental condition, yield increased obviously in low N-treatment, but high N-treatment had the worst effect. Considering the grain yield and nitrogen use efficiency together, the best Nitrogen fertilizer application of Changbai 9 was about 150kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** Rice; Nitrogen fertilizer; Soda alkali-saline; Nitrogen uptake; Yield

水稻是我国最重要的粮食作物,其播种面积占我国粮食作物总面积的30%,产量接近我国粮食总产量的50%<sup>[1-2]</sup>。因此,重视水稻安全生产对于保障我国粮食供应和可持续发展具有十分重要的意义。

苏打盐碱土壤是土壤理化性质极为恶劣的土

壤类型之一,影响水稻生长发育,降低产量和品质。近年来,随着耐盐碱水稻新品种的选育及栽培技术的研究和推广,盐碱地水稻种植面积不断扩大,产量稳步提高,在吉林省盐碱地水稻种植面积已经占到总种植面积的1/3以上。随着盐碱地水稻生产技术的提升,盐碱地氮肥施用量也在逐年增加,农民为了追求高产,过量施用氮肥的现象普遍存在,水稻施氮量已达到250 kg/hm<sup>2</sup>,超出东部、中部施氮量近100 kg/hm<sup>2</sup>。一些研究认为,氮肥可以降低盐分对植物的毒害作用,提高作物产量<sup>[3-5]</sup>。但氮肥的这种作用受到作物种类、盐分水平及环境条件等因素的限制,过量施用氮

收稿日期:2014-06-12

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-01-04A),科技部粮丰工程项目(2012BAD04B02)

作者简介:齐春艳(1978-)女,副研究员,博士,主要从事水稻高产栽培技术研究。

通讯作者:侯立刚,男,研究员,博士,E-mail: lhw@cjaas.com

肥会加重盐分胁迫对作物的负面影响。目前的施肥技术,并未考虑到土壤盐碱化及氮肥之间的交互作用<sup>[6]</sup>,这样不合理的盲目投施氮肥,不仅利用率不高,而且会导致土壤环境继续恶化,进而污染水体。

本文以吉林苏打盐碱地广泛种植的长白9号为材料,在不同盐碱土壤条件下,通过分析比较不同氮肥施入量对盐碱地水稻氮素吸收和产量的影响,以期为苏打盐碱地水稻的高产高效栽培技术提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

试验于2012年在吉林省农业科学院水稻研究所试验基地进行。供试土壤为非盐碱土、轻度盐碱土、中度盐碱土,分别用S0、S1、S2表示。供试水稻品种为长白9号。土壤和品种均由吉林省农业科学院水稻研究所提供。

### 1.2 试验设计

取用S0、S1、S2三种土壤种植水稻,共设4种氮肥施入量,分别为不施肥(F0)、尿素氮低量(F1,100 kg N/hm<sup>2</sup>)、尿素氮中量(F2,150 kg N/hm<sup>2</sup>)、尿素氮高量(F3,200 kg N/hm<sup>2</sup>)。各处理磷

肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)施入量均为75 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥(K<sub>2</sub>O)施入量均为100 kg/hm<sup>2</sup>。

4月15日播种育苗,5月28日选取长势一致的秧苗移栽至盆钵(490.8 cm<sup>2</sup>×27 cm,12 kg干土/盆)中,3穴/盆,3株/穴,5次重复。氮肥按基肥 蘖肥 粒肥=4 3 2 1的比例施入;磷肥作为基肥于插秧前一次性施入;钾肥按基肥 蘖肥=1 1比例施入。所有盆栽均以塑料活动棚防雨。全生育期浅水层管理,收获前10 d断水。

### 1.3 测定项目与方法

土壤全氮含量的测定采用凯氏定氮法<sup>[7]</sup>,根、茎、叶、鞘、穗干物质重采用105℃杀青、80℃烘干至恒重称重的方法测定,整株吸氮量、各部位氮素分配、氮利用效率采用下列公式计算<sup>[8]</sup>。

整株吸氮量=根吸氮量+茎吸氮量+叶吸氮量+鞘吸氮量+穗吸氮量

氮素分配(%)=(各部位吸氮总量/整株吸氮量)×100%

氮利用效率=籽粒产量/整株吸氮总量

### 1.4 数据统计分析

数据采用spss statistics 17.0分析软件进行方差分析,采用Excel 2003软件进行作图。

表1 供试土壤基本理化性质

供试土壤	pH	有机质(g·kg <sup>-1</sup> )	碱解氮(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	速效磷(mg/kg)
S0	7.01	30.4	140	87.1	10.6
S1	7.87	26.6	119	79.7	8.1
S2	8.56	20.6	77.9	71.3	4.9

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮肥施入量对水稻植株吸氮总量的影响

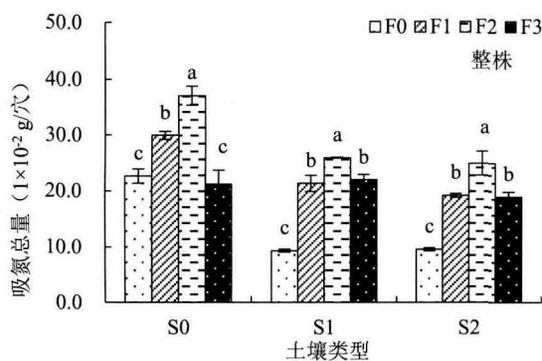


图1 不同氮肥施入量对水稻植株吸氮总量的影响

从图1可以看出,在相同土壤条件下,当施氮量在F0~F2处理水平下,长白9号整株吸氮量随着施氮量的增而增加。当施氮量在F2~F3处理水平下,随着施氮量的增加,长白9号整株吸氮量反而呈下降趋势。其中在S0土壤条件下,F1和F2处理长白9号整株吸氮量均显著高于F0处理,分别增加32.1%和63.9%;在S1和S2土壤条件下,F1、F2、F3处理长白9号整株吸氮量均高于F0处理,分别增加128.9%、178.2%、135.6%和100.1%、160.2%、96.9%。

### 2.2 不同氮肥施入量对氮素在水稻植株各部位分配的影响

由图2可以看出,长白9号成熟期各部位氮素分配比例由大到小依次为穗、叶、茎、鞘、根。在S0土壤条件下,随着施氮量的增加,穗部吸氮比

例呈下降趋势,叶部吸氮比例逐渐上升,茎部氮素吸收比例随着施氮量的增加,呈先升后降的变化趋势,且在F2处理水平下达到最大值。鞘部氮素吸收比例在施入氮肥后普遍低于F0处理;在

S1、S2土壤处理条件下,根部和茎部氮素吸收比例随着施氮量的增加呈先下降后上升的变化趋势,叶部氮吸收比例随着施氮量的增加而增加。

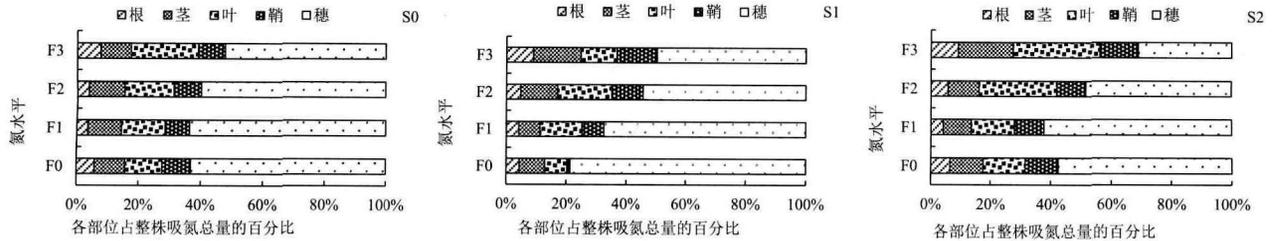


图2 不同氮肥施入量对氮素在水稻植株各部位分配的影响

### 2.3 不同氮肥施入量对水稻植株氮利用效率的影响

由图3可知,在S0土壤条件下,F1和F3处理长白9号氮利用效率均高于F0处理。在S1、S2土壤条件下,均表现为F0、F1处理氮利用效率高于F2、F3,即未施氮处理和低氮处理下长白9号氮利用效率高于中氮、高氮处理。S1土壤下,F1、F2、F3处理长白9号氮利用效率分别比F0处理减少8.1%、35.6%和46.5%;S2土壤下,F2和F3处理分别比F0处理减少27.7%和43.9%。

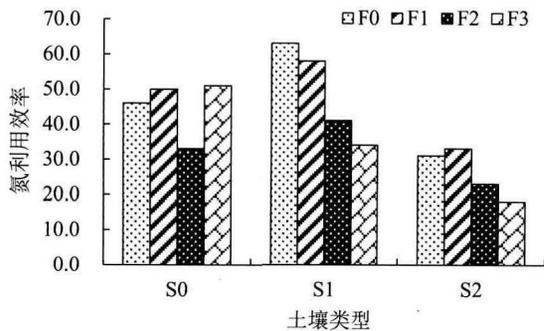


图3 不同氮肥施入量对氮素在水稻植株各部位分配的影响

### 2.4 不同氮肥施入量对水稻产量的影响

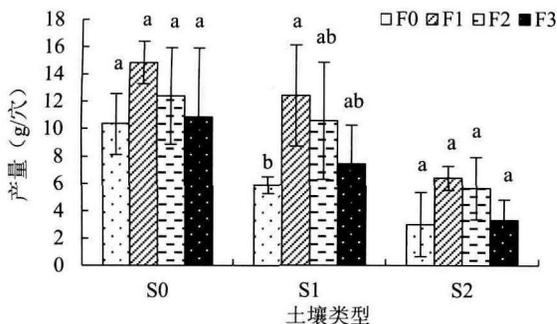


图4 不同氮肥施入量对水稻产量的影响

由图4可以看出,土壤盐碱化导致水稻产量

降低,其中在F0处理下,S1和S2长白9号产量分别比S0减少42.9%、70.9%;在F1处理下,S1和S2长白9号产量分别比S0减少16.3%、56.8%;在F2处理下,S1和S2长白9号产量分别比S0减少14.8%、54.4%;在F3条件下,S1和S2长白9号产量分别比S0减少31.4%、69.4%。在相同土壤条件下,增施氮肥可促进水稻产量提高,且氮肥施用量为F1时长白9号产量最高,F2施氮处理次之,F3增产效果最低。

## 3 结论与讨论

土壤的盐碱化抑制水稻植株氮素向地上部分的运转,且施氮量越高,其抑制作用也越明显,这与氮盐之间的交互作用呈现负效应有关<sup>[6]</sup>,当盐分处于较低水平时,增施氮肥作物产量提高较明显,盐分含量较高时,过量的氮肥使土壤盐渍化加重,进一步抑制作物的生长,使氮素的转移受阻<sup>[9]</sup>。本研究表明适当增施氮肥有利于提高长白9号吸氮总量和各部位吸氮量。在低氮条件下,籽粒是最重要的代谢库,而过量施氮则降低了籽粒吸收、利用氮素的能力<sup>[10]</sup>。本研究表明在成熟期,水稻植株吸收的氮绝大部分分布于穗部,其次是叶,分配比例最低的是根部,随着施氮量的增加,籽粒吸氮量逐渐降低,且盐碱化程度越重,籽粒降低趋势越明显,这与张耀鸿等<sup>[10]</sup>研究一致。

鲁艳红等<sup>[11]</sup>研究了不同施氮量对水稻产量的影响,表明在低氮水平下,增加氮肥施用量有利于提高单位面积水稻有效穗数、籽粒产量、生物产量、籽粒和稻草氮含量及氮素积累量,但施氮量达到一定水平后,随施氮量的增加而降低,最佳施氮量在180 kg/hm<sup>2</sup>,这是大田试验结果,与盆栽相比,不可避免地存在更多的氮素损失,盆栽最佳施氮量应低于180 kg/hm<sup>2</sup>。本(下转第42页)

- atile-producing fungus *Muscodor albus*[J]. Crop Protection, 2005, 24(4): 355–362.
- [15] Stinson A M, Zidack N K, Strobel G A, et al. Mycofumigation with *Muscodor albus* and *Muscodor roseus* for control of seedling diseases of sugar beet and verticillium wilt of eggplant[J]. Plant Disease, 2003, 87(11): 1349–1354.
- [16] Worapong J, Strobel G A. Biocontrol of a root rot of kale by *Muscodor albus* strain MFC2[J]. BioControl, 2009, 54(2): 301–306.
- [17] Mercier J, Jiménez J I. Control of fungal decay of apples and peaches by the biofumigant fungus *Muscodor albus*[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31(1): 1–8.
- [18] Mercier J, Jiménez J I. Control of green mold and sour rot of stored lemon by biofumigation with *Muscodor albus*[J]. Biological Control, 2005, 32(3): 401–407.
- [19] Riga E, Lacey L A, Guerra N. *Muscodor albus*, a potential biocontrol agent against plant-parasitic nematodes of economically important vegetable crops in Washington State, USA[J]. Biological Control, 2008, 45(3): 380–385.
- [20] Grimme E, Zidack N K, Sikora R A, et al. Comparison of *Muscodor albus* volatiles with a biorational mixture for control of seedling diseases of sugar beet and root-knot nematode on tomato[J]. Plant Disease, 2007, 91(2): 220–225.
- [21] Lacey L A, Neven L G. The potential of the fungus, *Muscodor albus*, as a microbial control agent of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored potatoes[J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2006, 91(3): 195–198.
- [22] Lacey L A, Horton D R, Jones D C, et al. Efficacy of the biofumigant fungus *Muscodor albus* (Ascomycota: Xylariales) for control of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in simulated storage conditions[J]. Journal of Economic Entomology, 2009, 102(1): 43–49.
- [23] Yee W L, Lacey L A, Bishop B J. Pupal mortality and adult emergence of western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae) exposed to the fungus *Muscodor albus* (Xylariales: Xylariaceae)[J]. Journal of Economic Entomology, 2009, 102(6): 2041–2047.
- [24] 邓金保. 美农业部继续给 AgraQuest 公司的创新项目拨款[J]. 新农药, 2005(6): 29.
- [25] 杨毅, 陈慧, 王健美. 生物技术入门[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 174–175.

(上接第 27 页) 研究结果表明低氮条件下长白 9 号产量高于中、高氮处理, 这是因为盆栽条件下水稻群体较小, 群体内个体之间生长竞争没有大田条件下激烈, 盆土中养分供应能力较强, 而且肥料不会流失, 因此, 虽然盆栽最佳施氮量为 100 kg/hm<sup>2</sup>, 但考虑到生产上氮素肥料会有一定的损失, 尤其是盐碱地较重时水稻对氮素的吸收利用会受到一定影响, 综合考虑, 在盐碱地大田生产条件下, 最佳施氮量应在中氮即 150 kg/hm<sup>2</sup> 左右。

朱兆良等<sup>[8]</sup>对 199 个水稻品种的氮效率参数的研究表明, 随着施氮水平的增加, 氮利用效率有所下降, 童依平等<sup>[12]</sup>在小麦上的研究结果也表明, 氮利用效率随供氮水平的增加而降低。本研究结果与上述研究结果相一致。已有研究结果指出, 氮利用效率与产量呈极显著正相关<sup>[8]</sup>, 本试验研究结果表明在低氮水平水稻产量最高, 也印证了这一观点。

参考文献:

- [1] 梁书民. 中国农业种植结构及演化的空间分布和原因分析[J]. 中国农业资源与区划, 2006, 27(2): 29–34.
- [2] 宫攀, 陈仲新, 唐华俊, 等. 土地覆盖分类系统研究进展[J]. 中国农业资源与区划, 2006, 27(2): 35–40.
- [3] Gomez J. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants[J]. Plant Nutr, 1996(19): 353–359.
- [4] Shen Z G, Shen Q R, Liang Y C, et al. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt-stressed barley[J]. Plant Nutr, 1994(17): 787–799.
- [5] Khan M G, Silberbush M, Lips S H. Physiological studies of salinity and nitrogen interaction in alfalfa. I. Biomass production and root development[J]. Plant Nutr, 1994(17): 657–668.
- [6] Ali A. Effect of Salinity and mixed ammonium and nutrition on the growth and nitrogen utilization of barley J. Agron[J]. Crop Sci, 2001(186): 223–228.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] 朱兆良, 张福锁. 主要农田生态系统氮素行为与氮肥高效利用的基础研究[M]. 北京: 科学技术出版社, 2010.
- [9] 霍星, 史海滨, 田德龙, 等. 盐分条件下水氮对向日葵影响及其产量模型研究[J]. 节水灌溉, 2012(6): 22–26.
- [10] 张耀鸿, 张亚丽, 黄启为, 等. 不同氮肥水平下水稻产量以及氮素吸收、利用的基因型差异比较[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 616–621.
- [11] 鲁艳红, 廖育林, 汤海涛, 等. 不同施氮量对水稻产量、氮素吸收及利用效率的影响[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(4): 479–483.
- [12] 童依平, 李继云, 李振声. 农作物氮素利用效率基因型差异及其机理[J]. 生态农业学报, 1999(2): 23–27.