

不同侧深施肥方式对寒地水稻生长、产量及肥料利用率的影响

杨成林 王丽妍

(黑龙江省农垦总局建三江管理局大兴农场, 黑龙江 佳木斯 156303; 第一作者: yangchenglin83@163.com)

摘 要:为了保证水稻侧深施肥技术发挥最佳的节本增产增收效果,以水稻品种龙粳 31 为试验材料,通过大田随机区组设计,研究了不同侧深施肥处理对水稻生长、产量及肥料利用率的影响。结果表明,侧深施肥 4 种施肥方式均有利于水稻分蘖早生快发,单株分蘖数较对照增多,分蘖成穗率高,水稻产量均高于对照。其中,基肥侧深同施处理的分蘖数及成穗率最高,产量高达 9.97 t/hm²;肥料利用率则表现为,基肥侧深同施方式有利于水稻氮素的吸收与积累,且氮素农学利用率高达 55.3%,氮素偏生产力高达 105.5 kg/kg,与对照差异极显著。试验结果说明基肥侧深同施方式同时提高了水稻的产量及肥料利用率,是一种有效的施肥方式。

关键词:寒地;水稻;侧深施肥;产量;肥料利用率

中图分类号:S511.062;S143.1

文献标识码:A

文章编号:1006-8082(2018)02-0096-04

近年来,寒地稻作随着品种的改良及各优质高产栽培技术措施的推广和应用,水稻单产、总产均有了较大幅度的提高,相应肥料的用量也迅速增加,特别是氮肥的施用量过多^[1-2]。目前,我国水稻生产中还存在肥料用量过大、施肥方式不合理及肥料利用率低等现象^[3-5],不仅影响水稻的增产增效,还带来严重的环境污染等问题。1994 年黑龙江省水田机械化研究所将侧深施肥器引入试验成功后,水稻侧深施肥插秧机开始在深施肥技术领域内大面积推广应用^[6]。水稻侧深施肥技术是应用水稻侧深施肥插秧机在插秧的同时将肥料定位、定量、均匀的施在秧苗的一侧 3 cm、深 5 cm 的土壤中,实现插秧和施肥同步进行,可实现水稻定量、精准深施肥,在黑龙江水稻生产大面积应用过程中,取得了增产节本增效、提高肥料利用率等显著效果。近年来,很多学者在侧深施肥方式下不同施肥量对水稻生长和产量的影响方面做了很多研究^[7-10],但关于不同侧深施肥方式对水稻生长、产量形成及肥料利用率等方面缺少研究。本文研究了不同侧深施肥方式对寒地水稻生长及肥料利用率的影响,以期为水稻生产侧深施肥方式的选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2014-2016 年在黑龙江省农垦大兴农场科技园区水稻田进行。水稻田土质为草甸白浆土,pH 值 6.3,有机质 4.18%,碱解氮 159.4 mg/kg,速效磷 31.8

表 1 不同处理施肥量情况

处理	基肥	返青分蘖肥	穗肥	施肥总量 (kg/hm ²)
CK	285	90	75	450
N0	219	0	45	264
C1	285	90	75	450
C2	285	90	75	450
C3	375		75	450
C4	450			450

mg/kg,速效钾 126.9 mg/kg。前茬为水稻,老稻田,秋翻地。供试水稻品种为龙粳 31,主茎 11 叶。供试肥料:尿素(含 N46%)、磷酸二铵(含 N 18%;含 P₂O₅ 46%)、硫酸钾(含 K₂O 50%)、水稻侧深施专用肥(N:P:K=21:15:16)。机械为洋马侧深施肥插秧机。

1.2 试验设计与方法

以当地常规施肥方式为对照(CK)、不施氮肥(N0)为参照,在施肥总量相同的条件下,设置侧深施基肥(C1)、侧深施蘖肥(C2)、侧深基蘖同施(C3)及侧深一次性施肥(C4)4 种处理(表 1)。N:P:K=2:1.1:1.7,按照处理进行侧深施入,其他施肥时期人工撒施,其中,基肥在最后 1 遍水整地前施用,返青分蘖肥在水稻 4 叶期施用,穗肥在水稻 10 叶期施用,侧深一次性施肥在插秧时一次性施入全量肥料。

试验采取大田种植模式,4 月 8 号播种,5 月 10 号插秧,10 月 1 号收获,其他田间管理按照建三江高产优质水稻生产标准规程进行,各试验小区播种、插秧、

收稿日期:2017-11-11

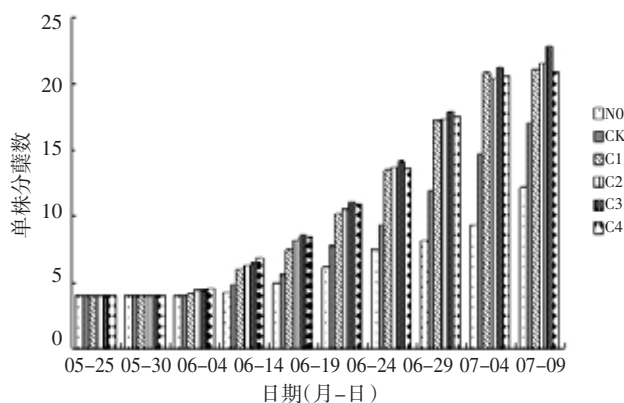


图1 不同处理水稻分蘖动态变化

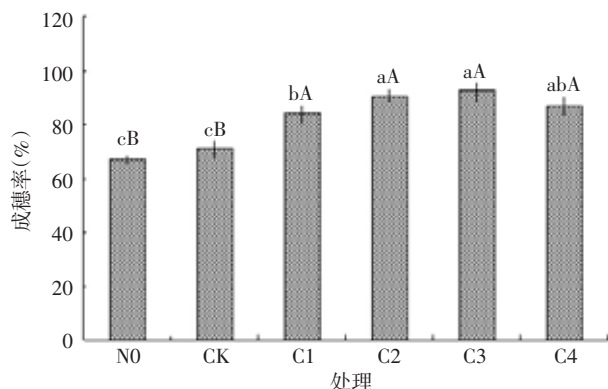


图2 不同处理对水稻成穗率的影响

取样、收获均在一天内完成。采用小区对比法,3次重复,对照及每个处理均为一块田,每个处理面积约为1 000 m²,随机区组排列。

1.3 测定项目

1.3.1 分蘖动态

每个小区5点法调查水稻分蘖数,每点10丛,抽穗前每隔5 d调查1次。

1.3.2 成穗率

收获时调查有效穗数,计算成穗率。成穗率=收获时有效穗数/最高分蘖数×100。

1.3.3 产量及产量构成

成熟期5点法取样测产及室内考查产量构成因素。

1.3.4 植株氮素含量

分别于幼穗分化期、抽穗期、灌浆期(齐穗后15 d)和成熟期5点取样,将叶、茎鞘、穗各部分分开,置于105℃烘箱中杀青30 min,85℃烘干至恒质量,降至室温分别称其干质量,并将样品粉碎,采用凯氏定氮法测定水稻氮素含量。

1.3.5 氮效率的计算

氮素积累总量(TNA,kg/hm²):单位面积植株氮素积累量的总和。

氮素农学利用率(AE,kg/kg)=(施氮处理水稻产量-氮空白区处理水稻产量)/施氮量;

氮肥偏生产力(PFP,kg/kg)=施氮区稻谷产量/施氮量。

1.4 数据分析

所有数据均为3年、3次重复的平均值。采用DPS7.05和SPSS13.0软件对数据进行统计分析,利用Duncan新复极差法进行差异显著性测验,采用Excel 2003绘图。

2 结果与分析

2.1 不同侧深施肥方式对水稻分蘖动态变化的影响

如图1所示,侧深施肥各处理均在6月4日开始分蘖,6月9日后各处理的分蘖速度均高于CK;7月9日分蘖均达到最大值,其中,C3处理的分蘖数均大于其他处理和CK,比CK增加了25%,差异达极显著水平;C3处理和其他处理差异未达显著水平。这说明侧深施肥几种方式在生育前期均发挥了较高的营养水平,有利于水稻返青,分蘖早生快发,分蘖时间相对较长,低位分蘖较多,单株分蘖数较CK增多。其中以C3处理表现较好。

2.2 不同侧深施肥方式对水稻分蘖成穗率的影响

如图2所示,侧深施肥方式下各处理分蘖成穗率均极显著高于CK,其中C2和C3处理的成穗率均在90%以上,C3处理成穗率最高为92.17%,显著高于C1处理;C2处理成穗率为90.30%,显著高于C1处理。说明侧深施肥方式促进了前期返青分蘖,减少了后期无效分蘖的发生,能显著提高水稻分蘖成穗率,改善水稻群体质量。

2.3 不同侧深施肥方式对水稻产量的影响

如表2所示,各处理的单位面积有效穗数表现为C3>C2>C4>C1>CK>N0,其中,C2、C3、C4处理极显著高于CK和N0处理,但侧深施肥4种方式间差异均未达显著水平。说明侧深施肥处理分蘖发生早,发生快,增加了单位面积的有效穗数。每穗粒数、结实率、千粒重表现为4个侧深施肥处理均高于CK,但差异不显著,侧深施肥处理之间差异也未达显著水平。

各处理产量表现为C3>C2>C4>C1>CK>N0。其中,C2、C3处理的产量显著高于CK,分别高8.31%和9.23%;C4和C1处理的产量与CK相比无显著差

表 2 不同处理对水稻产量及其构成因素的影响

处理	有效穗数 (个/m ²)	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	实收产量 (t/hm ²)
N0	318±10.6 cC	64.5±3.3 bB	91.7±3.7 aA	25.21±3.1 bA	4.74±0.23 cB
CK	439±13.6 bB	85.6±4.9 aA	92.1±6.3 aA	26.16±2.6 aA	9.05±0.37 bA
C1	454±10.9 abAB	86.8±5.1 aA	92.2±3.3 aA	26.19±3.3 aA	9.52±0.27 abA
C2	464±23.1 aA	87.1±4.4 aA	92.6±3.3 aA	26.46±1.9 aA	9.87±0.46 aA
C3	468±12.5 aA	87.4±3.7 aA	92.5±6.4 aA	26.46±1.4 aA	9.97±0.25 aA
C4	462±20.3 aA	86.6±5.1 aA	91.8±7.8 aA	26.25±1.6 aA	9.62±0.31 abA

表中数据为 3 次重复平均值±标准差。同列数据后不同大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平差异显著,下同。

表 3 不同处理对水稻氮素积累的影响

处理	(kg/hm ²)		
	穗分化期	抽穗期	成熟期
CK	17.5±0.24 aA	115.9±6.233 bB	123.7±3.26 bA
C1	18.9±2.16 aA	122.3±5.98 aAB	127.2±4.78 aA
C2	19.2±1.02 aA	124.3±1.94 aA	134.5±3.31 aA
C3	19.6±1.11 aA	126.3±5.87 aA	136.2±2.16 aA
C4	18.6±1.36 aA	119.8±6.13 abAB	126.9±2.76 bA

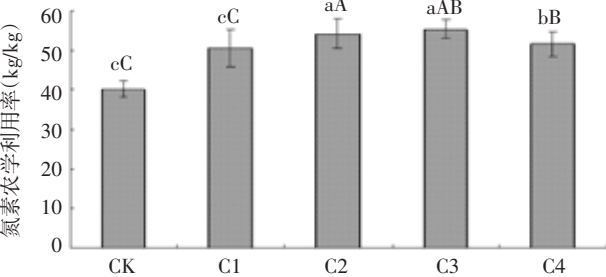


图 3 不同处理对水稻氮素农学利用率的影响

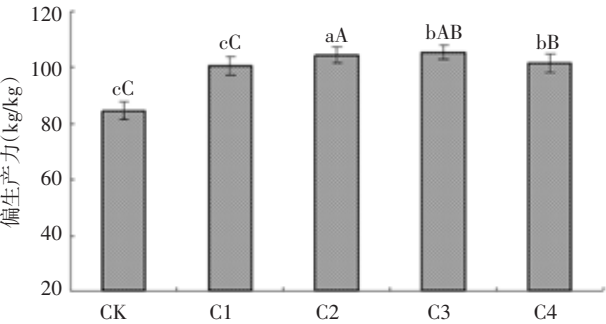


图 4 不同处理对水稻偏生产力的影响

异。各处理中,侧深基肥同施处理(C3)产量表现最好。

2.4 不同侧深施肥方式对氮素积累及利用效率的影响

2.4.1 不同侧深施肥方式对水稻氮素积累量的影响

如表 3 所示,在幼穗分化期,侧深施肥各处理均高于 CK,其中,C3 处理氮素积累量最高,但不同处理间差异未达显著水平;抽穗期 C3 处理氮素积累量仍然最高,各侧深施肥处理间无显著差异,但 C1、C2 和 C3 处理与 CK 相比差异显著;成熟期 C1、C2 和 C3 处理间差

异不显著,但显著高于 CK 和 C4 处理,C3 处理氮素积累量最高,与 CK 和 C4 处理相比分别增加了 10.11%和 7.33%。说明侧深施肥基肥同施方式有利于水稻氮素的吸收积累。

2.4.2 不同侧深施肥方式对水稻氮素利用效率的影响

如图 3 所示,各处理氮素农学利用率表现为 C3 > C2 > C4 > C1 > CK,所有侧深施肥处理均高于 CK。其中,C3 处理氮素农学利用率高达 55.3%,比 CK 高 27.3%,显著高于 C4 处理和 C1 处理,极显著高于 CK;C2 处理氮素农学利用率达 54.3%,比 CK 高 26.0%,显著高于 C4 处理和 C1 处理,极显著高于 CK;C3 和 C2 处理间差异未达显著水平。说明侧深施肥方式提高了氮肥的利用率,其中侧深基肥同施和侧深基肥施入方式效果更好。

如图 4 所示,各处理氮素偏生产力表现为 C3 > C2 > C4 > C1 > CK,所有侧深施肥处理均极显著高于 CK,侧深施肥各处理间差异未达显著水平。其中 C3 处理氮素偏生产力高达 105.5 kg/kg,比 CK 高 20.0%。说明侧深基肥同施的施肥方式可显著提高水稻氮肥偏生产力。

3 结论与讨论

很多学者研究表明,在影响水稻产量的构成因素中,每穗粒数对产量的直接贡献最大,有效穗数与产量呈极显著正相关^[11-12]。白雪等^[9]研究表明,侧深施肥技术之所以能提高水稻产量,关键在于提高了水稻生长前期的分蘖数及分蘖成穗率,有效增加了水稻单位面积收获穗数,但对于每穗粒数、结实率和千粒重不会造成负面的影响,从而增加了水稻的产量。张广龙等^[13]研究表明,侧深施肥可促使水稻早返青早分蘖,收获后侧深施肥处理的平均茎蘖数比常规施肥多 0.7~2.1 个,增产的主要原因是增加了水稻的分蘖和提高了结实率。本研究结果与前人结果基本一致,4 种施肥方式的侧深施肥处理产量均高于常规施肥,其中基肥侧深同施方

式产量最高。

有研究表明,水稻产量的高低与成熟期氮素积累量呈抛物线关系^[14],氮素积累量也反映了水稻吸收氮素的多少。本研究发现,侧深施肥4种方式水稻产量和氮素积累量均高于常规施肥对照,其中基肥同施方式的产量和氮素积累量均达到最高值,说明这种侧深施肥方式能促进水稻对氮素的吸收,进而促进水稻产量的形成。水稻氮肥利用率的高低与施肥量和不同施肥时期有一定关系,有研究表明,前期施氮占总施氮的比例与氮肥利用率间呈显著抛物线关系^[15]。本试验结果发现,侧深施肥4种施肥方式均提高了氮肥的农学利用率,而基肥同施的侧深施肥方式肥料利用率最高,可能是因为侧深施肥方式有利于根系的吸收利用,减少了肥料表施造成的肥料流失、挥发等,同时在影响水稻氮素利用率的生育前期提高了肥料的利用,进而水稻一生的氮素利用率较高。

参考文献

- [1] 倪四良. 当前水稻施肥中存在的问题及解决对策 [J]. 作物研究, 2008,22(2):124-126.
- [2] 孙淑红. 黑龙江省水稻生产与科研现状 [J]. 中国农学通报, 2004,20(1):233-235.

- [3] 范立春,彭显龙,刘元英,等. 寒地水稻实地氮肥管理的研究与应用[J]. 中国农业科学,2005,38(9):1761-1766.
- [4] 苗淑杰,罗盛国,姜佰文,等. 减氮处理对水稻根系氧化力和产质量的影响[J]. 东北农业大学学报,2004,35(5):522-525.
- [5] 彭少兵,黄见良,钟旭华,等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学,2002,35(9):1095-1103.
- [6] 解保胜. 水稻侧深施肥技术[J]. 垦殖与稻作,2000(1):18-20.
- [7] 张滨,刘婷婷. 不同施肥量侧深施肥技术在寒地水稻上的应用效果研究[J]. 土壤植保,2015,32(12):135.
- [8] 白雪. 八五七农场水稻侧深施肥效果研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2014.
- [9] 白雪,郑桂萍,王宏宇,等. 寒地水稻侧深施肥效果的研究[J]. 黑龙江农业科学,2014(6):40-43.
- [10] 孙帅,韩馥泽,车刚. 水稻侧深施肥梯度试验研究[J]. 现代化农业,2016(9):21-22.
- [11] 高良艳,周鸿飞. 水稻产量构成因素与产量的分析[J]. 辽宁农业科学,2007(1):26-28.
- [12] 姜廷波,李荣田,崔成煥,等. 水稻穗型构成性状的相关与通径分析[J]. 东北农业大学学报,1995,26(4):330-335.
- [13] 张广龙,王亚微. 不同肥料侧深施肥效果研究[J]. 农民致富之友, 2014,(22):91.
- [14] 张岳芳,王余龙,张传胜,等. 籼稻品种间氮素吸收利用的差异及其对产量的影响[J]. 江苏农业学报,2006,22(4):318-324.
- [15] 许仁良,戴其根,王秀芹,等. 氮肥施用量、施用时期及运筹对水稻氮素利用率影响研究[J]. 江苏农业科学,2005(2):19-22.

Effects of Different Side Deep Fertilization Methods on Growth, Yield and Nitrogen Use Efficiency of Rice in Cold Region

YANG Chenglin, WANG Liyan

(Daxing Farm, Jiansanjiang Branch, Heilongjiang Farms & Land Reclamation Administration, Jiamusi, Heilongjiang 156303, China; 1st author: yangchenglin83@163.com)

Abstract: In order to ensure the best effects of the deep fertilization on the yield of rice, a field experiment was carried out to explore the growth, yield and fertilizer utilization of rice under different side deep fertilization methods, using Longgeng 31 as material. The results showed that 4 kinds of fertilization methods were beneficial to early tillering and fast tillering of rice, the tiller number of per plant and spike rate were higher than that of the control. The yield of the 4 treatments was higher than the control. The yield of base tillering fertilizer side depth treatment was the highest, the nitrogen use efficiency of agronomy was up to 55.3%, nitrogen partial productivity was up to 105.5 kg/kg, it was significantly higher than the control.

Key words: cold region; rice; side deep fertilization; yield; nitrogen use efficiency

(上接第95页)

Study on Nutrition Characteristics and Fertilizer Effect of *Japonica* Rice Wuyugeng 33

ZHANG Aili¹, ZENG Xiangzhi², WAN Long², YANG Li³, LIU Yong¹, WANG Guangyou¹

(¹ Nanzhang County Agricultural Technology Promotion Center, Nanzhang, Hubei 441500, China; ² Qinghe Farm Agricultural Technology Promotion Center, Nanzhang, Hubei 441522, China; ³ Institute of Plant Protection, Soil and Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China; 1st author: 417186837@qq.com; *Corresponding author: yangligaofeinongye@163.com)

Abstract: A field experiment was conducted to study the nutrition characteristics and the fertilizer effects of *japonica* rice, using Wuyugeng 33 as material. The results showed that Wuyugeng 33 needs more nitrogen and phosphorus in early growth stage, but needs more potassium in the late growth stage. The effect of nitrogen on yield components was significantly higher than that of phosphorus and potassium. By model simulations, the most suitable number of fertilizer is N 240~280 kg/hm², P₂O₅ 80~100 kg/hm² and K₂O 90~135 kg/hm² in north area of Hubei under medium fertility conditions.

Key words: *japonica* rice; Wuyugeng 33; nutrition characteristics; fertilizer effects