

氮肥用量和栽插密度对吉粳513产量及品质的影响

杨春刚, 王金明, 邱志刚, 郭桂珍*

(吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘要:以水稻新品种吉粳513为供试品种,采用二因素裂区试验设计,研究不同氮肥用量(纯N 150、200、250 kg/hm²)和栽插密度(33.33万、22.22万、16.67万穴/hm²)对水稻产量和品质的影响。结果表明:施氮量和栽插密度显著影响吉粳513的有效穗数,而对穗实粒数、千粒重无显著影响。在施氮量为200 kg/hm²和插秧密度为22.22万穴/hm²时,水稻产量最高(9.43×10³ kg/hm²),显著高于其他处理;同时,在此条件下,降低了垩白粒率和垩白度,提高了蛋白质含量,其品质达到最佳。

关键词:水稻;氮施用量;插秧密度;产量;稻米品质

中图分类号: S511.05

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)02-0006-04

Effects of Different Planting Density and Nitrogen Application Rate on Yields and Rice Quality Characteristics of 'Jijing 513'

YANG Chungang, WANG Jinming, QIU Zhigang, GUO Guizhen*

(Institute of Rice Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: To investigate the effect of nitrogen application rate and planting density on rice grain yield and quality characteristics, we used japonica rice cultivar 'Jijing 513' as the test material in this study. Split plot experiments with N application rate (N 150, 200 and 250 kg/ha) as main plot and planting density (33.33 ×10⁴, 22.22 ×10⁴ and 16.67 ×10⁴ seedlings/ha) as sub-plot were carried out. The results showed that both N application rate and planting density had significant effects on the effective panicles of the japonica rice cultivar 'Jijing 513'. The combination of N application rate of 200 kg/ha and planting density of 22.22 ×10⁴ seedlings/ha led to the highest yield (9.43×10³ kg/ha), which was significantly higher than other treatments. Meanwhile, these were proper conditions to decrease the chalkiness and increase the protein content of grain.

Key words: Rice; Nitrogen application rate; Density of transplant; Yield; Rice quality

水稻产量和品质形成主要受遗传因子和环境因素的调控。其中,栽培密度和肥料运筹是影响水稻生长发育的重要因素^[1]。现阶段,大部分农民没有根据土壤肥力水平合理施用氮肥,盲目、过量施用氮肥的现象普遍存在。过量氮肥直接或间接导致水稻倒伏,病虫害加剧,产量、品质和氮肥利用率下降和环境污染等一系列问题。因此,研究适用不同水稻品种的合理施肥技术对提高粮

食单产和总产以及提高氮肥利用率、降低肥料成本,减少环境污染风险等具有重要的理论和实践意义。前人研究表明,在一定范围内,施氮量越高,氮肥农学利用率和氮肥生理利用率越高,偏生产力越低^[2]。但过量氮肥施用不利于水稻营养器官中的碳水化合物形成和氮素向籽粒转移,最终导致产量降低和土壤中氮素积累^[3]。随着人民生活水平的提高和稻米市场的开放,稻米品质问题日益受到重视。周培南等^[4]研究表明施氮量对稻米加工品质影响较小,对外观品质几乎无影响;增施氮肥可以提高稻米蛋白质含量。徐春梅等^[5]研究认为增施氮肥有利于提高稻米的碾磨和外观品质,增加其蛋白质含量;栽插密度对品质影响不明显。谢黎虹等^[6]研究认为增大种植密度可以提高整精米率,降低RVA的消减值、回复值和米饭质地的硬度。因此,研究氮肥施用量和栽

收稿日期: 2016-10-26

基金项目: 科技部国家星火计划(2015GA660005); 吉林省重点科技成果转化项目(20150307027NY); 吉林省科技厅重点项目(20150204018NY)

作者简介: 杨春刚(1973-),男,副研究员,硕士,从事水稻常规育种研究。

通讯作者: 郭桂珍,女,研究员,从事水稻常规育种, E-mail: ggz1962@126.com

插密度等栽培措施对产量及稻米品质的影响具有重要的现实意义。

试验以施氮量和栽插密度为因素,研究其对吉粳513产量和品质的影响,为水稻优质高产高效施肥技术提供理论和实践依据。

1 材料和方法

1.1 供试品种

吉粳513:2014年通过吉林省品种审定委员会审定的中晚熟品种,整精米率67%,垩白粒率38%,垩白度4.6%,蛋白质6.46%,直链淀粉15.4%,区试产量8577.8 kg/hm²。

1.2 试验设计

试验于2015年在吉林省农业科学院水稻研究所试验田进行,土质为黑土,地力中等、均衡,土壤pH值为7.43,土壤含有机质30.52 g/kg、水解氮152 mg/kg、速效磷60.70 mg/kg、速效钾152.48 mg/kg。

试验采用裂区设计,以氮肥使用量为主区,设150 kg/hm²、200 kg/hm²、250 kg/hm²的3个纯氮施肥水平,分别记为N1、N2、N3。栽插密度为副区,设为33.33万穴/hm²(30 cm×10 cm)、22.22万穴/hm²(30 cm×15 cm)、16.67万穴/hm²(30 cm×20 cm)分别记为D1、D2、D3;小区面积10 m²,重复3次,主区区间用塑料波纹板隔离并埋入土壤20 cm(耕层隔离),保证各小区单独排灌。

试验于4月15日播种,6月28日移栽,每穴插2~3苗。

各时期N肥施用比例为基肥:返青肥:蘖肥:穗肥=35%:30%:25%:10%。基肥整地时施入,分蘖肥于秧苗移入大田1周后施入,穗肥于幼穗分化期施入,P、K肥同常规栽培,每公顷施P₂O₅ 150 kg/hm²、K₂O 150 kg/hm²,全部用作基肥。其他管理措施统一按常规栽培要求实施。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 水稻分蘖动态调查

每处理调查5穴的分蘖数,每周调查1次,统计单位面积蘖茎数。收获期采集样本,风干后室内考种,调查穗粒数、空秕粒,计算理论产量。

1.3.2 稻米品质测定

稻谷贮3个月后,测定出糙率、精米率、整精米率;利用大米外观品质检测仪测量稻米垩白粒率和垩白度等品质指标。

1.3.3 直链淀粉、蛋白质含量测定

采用米粒食味计PS-500测定稻米的直链淀粉、蛋白质含量。

2 结果与分析

2.1 施氮量和密度对分蘖动态的影响

由表1可以看出,在同一施氮量处理下,吉粳513分蘖数随插秧密度降低而降低。在低氮N1(150 kg/hm²)条件下,在分蘖盛期(7月10日),各种插秧密度的分蘖数相接近,随着时间的推进,三种插秧密度单位面积穗数差异达到显著水平。在中、高氮N2、N3(200 kg/hm²、250 kg/hm²)条件下,高密度插秧处理D1(30 cm×10 cm)的各生育阶段分蘖数和成熟期穗数与中、低密度插秧处理D2、D3(30 cm×15 cm、30 cm×20 cm)间达到显著差异水平。在中氮、高密度插秧处理下,其分蘖数达到所有处理下的最高值;而最终有效穗数在中氮(N2)、高密度(D1)下为最高。由此可知,在N1施氮量下,由于施氮量低,吉粳513的分蘖数和有效穗数稍低;随着施氮量的增加,其分蘖数与有效穗数逐渐增加;而在高氮N3条件下,由于高的施氮量,造成吉粳513分蘖数低于N2条件下,而且成穗率偏低,与低氮N1相接近。只有在N2施氮量下,无论是最高分蘖数和有效穗数,均达到最高,说明N2施氮量是吉粳513的最佳施氮量。在相同施氮量不同的插秧密度条件下,插秧密度越高,有效穗数就越高,因此,提高吉粳513的插秧密度就能提高吉粳513的有效穗数。

表1 施氮量与插秧密度对水稻分蘖动态的影响

(个/m²)

| 施氮量 | 插秧密度 | 6月26日 | 7月3日 | 7月10日 | 7月17日 | 有效穗数 |
|-----|------|---------|---------|--------|---------|---------|
| N1 | D1 | 286.64a | 484.95a | 543.3a | 513.28a | 433.29a |
| N1 | D2 | 244.42b | 435.51b | 523.3a | 505.51a | 404.40b |
| N1 | D3 | 207.54c | 376.74b | 486.8a | 488.43a | 366.74c |
| N2 | D1 | 381.63a | 541.61a | 743.3a | 708.26a | 513.28a |
| N2 | D2 | 317.76b | 457.74b | 617.7b | 635.50b | 473.30b |
| N2 | D3 | 224.21c | 389.24c | 533.4c | 518.99c | 430.92c |
| N3 | D1 | 269.97a | 478.29a | 639.9a | 609.94a | 433.29a |
| N3 | D2 | 182.20b | 306.64b | 484.4b | 465.51b | 358.85b |
| N3 | D3 | 132.53c | 245.88c | 396.7c | 421.20b | 345.90b |

2.2 施氮量和插秧密度对水稻产量及产量构成的影响

由表2可知,在相同的施氮量情况下,吉粳513单位面积的有效穗数随着插秧密度的下降而下降;而在插秧密度相同的情况下,单位面积有效穗数随施氮量的提高,呈现出先升后降的趋势。单位面积最高有效穗数出现在200 kg/hm²的施氮量条件下。每穗的实粒数随着施氮量的增加,依次增加。

吉粳513的千粒重随着施氮量的增加呈现逐渐下降的趋势。低氮水平下(N1),随着插秧密度的降低,千粒重呈现逐渐升高趋势;在中氮水平

下(N2),千粒重的变化规律与低氮水平表现一致;在高氮水平下(N3),吉粳513的千粒重是随插秧密度降低而降低的。说明在高施氮量条件下,对于提高吉粳513的千粒重是不利的;在中、低施氮量条件下,插秧密度低,有利于提高吉粳513的千粒重。

在N1、N2施氮量条件下,水稻产量随着插秧密度的降低,产量逐渐降低。在N3施氮量条件下,插秧密度D1的产量反而最低。在相同的插秧密度条件下,随着施氮量的增加,水稻产量呈现出先增加,而后降低的趋势。

表2 施氮量和插秧密度对吉粳513产量构成和产量的影响

| 施氮量 | 插秧密度 | 有效穗数(个/m ²) | 饱满粒数(个/穗) | 千粒重(g/1000粒) | 理论产量(kg/hm ²) | 实际产量(kg/hm ²) |
|-----|-----------|-------------------------|-----------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| N1 | D1 | 433.29a | 108.76a | 25.20a | 11 875.22a | 8 992.06a |
| N1 | D2 | 404.40b | 105.19a | 25.23a | 10 732.87b | 8 642.86b |
| N1 | D3 | 366.74c | 110.57a | 25.31a | 10 263.25c | 7 944.44c |
| | \bar{x} | 401.48 | 108.17 | 25.25 | 10 957.11 | 8 526.45 |
| N2 | D1 | 513.28a | 104.32a | 24.82a | 13 290.01a | 9 952.38a |
| N2 | D2 | 473.30b | 108.45a | 24.86a | 12 760.49b | 9 447.44b |
| N2 | D3 | 430.92c | 116.00b | 24.96a | 12 476.67b | 8 896.83c |
| | \bar{x} | 472.50 | 109.59 | 24.88 | 12 842.39 | 9 432.22 |
| N3 | D1 | 433.29a | 105.63c | 24.87a | 11 382.41a | 8 293.65b |
| N3 | D2 | 358.85b | 111.98b | 24.82a | 9 973.819b | 8 730.16a |
| N3 | D3 | 345.90b | 120.51a | 24.79a | 10 333.26b | 8 619.05a |
| | \bar{x} | 379.35 | 112.71 | 24.83 | 10 563.16 | 8 547.62 |

2.3 施氮量和插秧密度对稻米品质的影响

由表3可以看出,随着施氮量的增加,不同插秧密度平均值比较,水稻吉粳513的整精米率、糙

米率、垩白粒率和垩白度呈现出先降低后增加的趋势;蛋白质和直链淀粉的含量随施氮量的增加缓慢增加。

表3 施氮量和插秧密度对稻米品质的影响

| 施氮量 | 插秧密度 | 整精米率(%) | 糙米率(%) | 垩白粒率(%) | 垩白度(%) | 蛋白质(%) | 直链淀粉(%) |
|-----|-----------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|
| N1 | D1 | 68.3 | 82.4 | 9.6 | 3.6 | 6.0 | 15.2 |
| N1 | D2 | 70.5 | 81.2 | 10.9 | 3.4 | 6.4 | 15.6 |
| N1 | D3 | 66.9 | 82.0 | 9.1 | 3.3 | 6.2 | 14.9 |
| | \bar{x} | 68.57 | 81.87 | 9.87 | 3.43 | 6.20 | 15.23 |
| N2 | D1 | 67.4 | 80.4 | 10.2 | 3.2 | 6.6 | 15.7 |
| N2 | D2 | 68.1 | 82.8 | 8.7 | 2.9 | 6.5 | 15.8 |
| N2 | D3 | 66.6 | 82 | 9.1 | 2.8 | 6.4 | 15.0 |
| | \bar{x} | 67.37 | 81.73 | 9.33 | 2.97 | 6.50 | 15.50 |
| N3 | D1 | 68.3 | 82 | 9.6 | 3.4 | 6.4 | 15.2 |
| N3 | D2 | 70.2 | 82 | 9.4 | 3.6 | 7.4 | 16.9 |
| N3 | D3 | 68.4 | 81.6 | 9.6 | 3.5 | 5.7 | 15.2 |
| | \bar{x} | 68.97 | 81.87 | 9.53 | 3.50 | 6.50 | 15.77 |

在相同的施氮量条件下,吉粳513的整精米率随插秧密度的降低而出现先升高而后降低的趋势。垩白粒率在N1施氮量下,呈现出先升高而后降低的趋势,在N2、N3施氮量条件下,吉粳513的垩白粒率随插秧密度的降低,呈现出先降低而后升高的趋势。在N1、N2施氮量条件下,吉粳513的垩白度随着插秧密度的降低而降低;在N3条件下吉粳513的垩白度呈现出先升高而后降低的趋势。吉粳513的蛋白质和直链淀粉在相同施氮量条件下,随着插秧密度的降低,呈现出先升高后降低的趋势。

在施氮量N2、插秧密度D2时,吉粳513的整精米率、垩白度、垩白粒率达到最好,达到国家二级米标准。

3 讨论和结论

长期以来,围绕着水稻高产进行的氮肥运筹和插秧密度对水稻产量和品质的影响进行了大量的研究和探讨。在一定范围内,水稻产量随施氮量的增加而提高,超过一定范围后产量和部分产量构成因素则下降^[7]。本研究结果表明,在氮用量小于200 kg/hm²时增施氮肥,有利于分蘖数、有效穗数和饱满粒数的增加;而在高氮肥水平下,无效、低效分蘖增加,不利于水稻高产的形成。这与兰艳等^[1]、徐春梅等^[5]研究结果相一致。众多研究表明,提高水稻的成穗率有助于获取高产^[8-9]。本试验表明,随着施氮量的增加,有效穗数先增后降;而在相同施氮量的前提下,适当密植,有利于提高成穗率,这与蒋彭炎^[10]研究结果不一致。这可能与品种的特性有关。

稻米品质形成与水稻生长发育过程密切相关,是多种物质共同完成了一系列积累、转化等过程而形成的^[10]。杨泽敏等^[11]、Yoshida^[12]和Hong等^[13]研究认为氮素营养与稻米品质一般呈负相关,增施氮肥使稻米蒸煮食味品质变劣。本试验的研究表明,不同的施氮水平,对吉粳513的整精米率和糙米率影响很小,稻米蛋白质含量与直链淀粉含量随施氮量的增加而呈缓慢增加趋势。在

同一氮肥水平下,中度密度种植,其蛋白质含量和直链淀粉含量值最高。

在本试验条件下,施氮量和栽插密度对吉粳513的产量和品质均有较显著影响。综合不同施氮量和栽插密度对吉粳513的影响,从水稻优质高产栽培综合考虑,吉粳513优质高产的适宜施氮量为200 kg/hm²,栽插密度为22.22万穴/hm²。

参考文献:

- [1] 兰艳,黄鹏,江谷驰弘,等.成都平原稻作区施氮量和栽插密度对粳稻D46产量及品质的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2016,42(1):63-73.
- [2] 冯洋,陈海飞,胡孝明,等.高、中、低产田水稻适宜施氮量和氮肥利用率的研究[J].植物营养与肥料学报,2014,20(1):7-16.
- [3] 巨晓棠,谷保静.我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J].植物营养与肥料学报,2014,20(4):783-795.
- [4] 周培南,冯惟珠,许乃霞,等.施氮量和移栽密度对水稻产量及稻米品质的影响[J].江苏农业研究,2001,22(1):27-31.
- [5] 徐春梅,王丹英,邵国胜,等.施氮量和栽插密度对超高产水稻中早22产量和品质的影响[J].中国水稻科学,2008,22(5):507-512.
- [6] 谢黎虹,叶定池,陈能,等.播期和种植密度对水稻“中浙优1号”RVA特征值和米饭质地的影响[J].江西农业学报,2007,19(10):1-4.
- [7] 周瑞庆,萧光玉,汪大明,等.施肥量对水稻产量及产量构成因素的影响[J].作物研究,1991,6(增刊):21-26.
- [8] 凌启鸿,苏祖芳,张海泉.水稻成穗率与群体质量的关系及其影响因素的研究[J].作物学报,1995,21(2):463-469.
- [9] 蒋彭炎.高产水稻的若干生物学特性[J].中国稻米,1994(2):43-45.
- [10] 殷春渊,王书玉,薛应征,等.氮肥处理对水稻穗部形状和品质的影响[J].天津农业科学,2013,19(1):15-19.
- [11] 杨泽敏,王维金,蔡明历.氮肥施用期及施用量对稻米品质的影响[J].华中农业大学学报,2002,21(5):429-434.
- [12] Yoshida S. Symposium on potential productivity of field crops under different environments[M]. Manila: IRRI, 1983: 103-127.
- [13] Hong Y P, Kim S Y. Influences of growing location, culture practices and application of organic manure on grain yield and quality in rice[J]. RDA J Agric Sci, 1993, 35(2): 41-46.

(责任编辑:王昱)