

雷武生,杨宝林,戴金平. 不同氮肥运筹对水稻品种越光氮素吸收利用及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):54-56.

不同氮肥运筹对水稻品种越光氮素吸收利用及产量的影响

雷武生^{1,2}, 杨宝林¹, 戴金平¹

(1. 江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400;

2. 南京农业大学国家信息农业工程技术中心/农业部南方作物生理生态重点开放实验室,江苏南京 210095)

摘要:以水稻品种越光为材料,在氮肥施用总量不变的条件下,研究不同基肥、蘖肥、穗肥、粒肥比例对机插稻产量及氮素利用率的影响。结果表明:适当提高生育后期氮肥施用比例能提高水稻成穗率、功能叶叶绿素含量、籽粒产量、氮肥利用效率,基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:3:2:2是越光合理的氮肥运筹方式。

关键词:水稻;越光;氮肥运筹;氮素表观利用率;氮素农学利用率;氮素生产效率

中图分类号: S511.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0054-03

水稻是我国最重要的粮食作物之一,其总产量占全国粮食总产量的50%。随着水稻品种改良和产量水平提高,施氮量不断增加,高产栽培中的氮肥施用量已达300~350 kg/hm²,甚至高达400~450 kg/hm²。由于氮肥施用的盲目性和不合理性,导致水稻产量、品质、肥效下降,造成土壤质量退化、环境污染等问题,已成为制约农业生产可持续发展的重要限制因素^[1-5]。对于水稻而言,不仅施氮量对水稻产量和氮素利用率有直接影响,而且基肥、蘖肥、穗肥的施用比例对其产量和氮素利用率也有一定影响^[6-10]。丁艳锋等研究表明,水稻对不同生育期追加的氮肥表现出较大的吸收利用率差异,并指出穗粒肥的氮肥利用率明显比基肥、蘖肥高^[11]。江立庚等研究了3个

水稻品种的氮素利用率及其对产量和品质的影响,发现在相同施氮水平下提高穗肥比例可增加氮素回收效率、氮素积累总量和氮素运转效率,而氮素生产效率下降^[12]。日本水稻品种越光具有外观晶莹透亮、香味浓厚、味道香甜等特征,是世界公认的顶级优质水稻品种,但由于越光单产较低,稻谷产量只有4 125 kg/hm²左右^[13],比我国各地推广水稻品种产量低3 000~4 000 kg/hm²,从而制约了越光的推广应用。目前关于氮肥运筹对越光氮素吸收利用和产量影响的研究还相对较少。本研究探讨不同氮肥运筹对越光产量和氮肥利用率的影响,以期对越光因种栽培、定量施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点、材料

试验于2013年5—9月在位于江苏省句容市陈武镇的江苏农林科技示范园进行,该地区属北亚热带季风气候,年平均气温15.1℃,年平均相对湿度78%,年平均降水量1 018.6 mm,无霜期229 d,年日照时数2 116 h,地势平坦。

收稿日期:2014-02-17

基金项目:江苏省高等学校大学生实践创新训练计划[编号:苏高教(2010)16号];江苏农林职业技术学院科研项目(编号:2012kj001)。

作者简介:雷武生(1980—),男,甘肃泾川人,博士研究生,讲师,研究方向为作物生理生态。E-mail:leiwsh@163.com。

璃化芽苗恢复正常生长。

卡那霉素是植物转基因研究中最常用的筛选标记,不同物种、基因型及外植体材料对卡那霉素的敏感性存在较大差异^[7]。筛选用卡那霉素的最佳浓度是一方面可有效抑制非转化组织的生长,另一方面能使转化组织正常发芽和生长发育^[8-9]。通过系统研究不同浓度卡那霉素对M₇叶片再生、芽增殖及生根的影响,明确了适宜M₇筛选用的最佳浓度。苹果M₇砧木叶片愈伤组织形成对卡那霉素的敏感浓度为20 mg/L,抑制叶片愈伤组织生根的卡那霉素浓度为5 mg/L;M₇新梢增殖与生根对卡那霉素的敏感浓度分别为40、10 mg/L。

参考文献:

- [1]程家胜,鄂超苏,田颖川,等. 转Bt抗虫基因苹果植株的再生[J]. 中国果树,1994(4):14-15.
- [2]Duan Y X,Guo W W,Meng H J,et al. High efficient transgenic plant

regeneration from embryogenic calluses of *Citrus sinensis*[J]. *Biologia Plantarum*,2007,51(2):212-216.

- [3]王紫萱,易自力. 卡那霉素在植物转基因中的应用及其抗性基因的生物安全性评价[J]. 中国生物工程杂志,2003,23(6):9-13.
- [4]魏国芹,梁美霞,李鼎立,等. 平邑甜茶与M₇离体叶片不定芽再生的研究[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2009,26(2):103-108.
- [5]张洪胜,牟云辛,辛培刚. 苹果离体培养中试管苗玻璃化现象发生机理的探讨[J]. 果树科学,1991,8(2):71-74.
- [6]高遐虹,李梅,张桂凤. 苹果砧木试管苗发生玻璃化的因素及预防[J]. 北京农学院学报,1997,12(2):16-19.
- [7]魏爱民,张文珠,杜胜利,等. 黄瓜花粉管通道法抗虫基因导入及卡那霉素抗性筛选[J]. 华北农学报,2008,23(6):54-57.
- [8]王峰,卢永恩,李汉霞. 几种白菜类蔬菜卡那霉素抗性的研究[J]. 武汉植物学研究,2006,24(4):377-380.
- [9]徐鹏飞,张淑珍,吴俊江,等. 利用卡那霉素对花粉管通道法转基因大豆的筛选研究[J]. 大豆科学,2006(3):275-278.

试验土壤为下蜀黄土,土壤质地为重壤土至轻黏土,土壤肥力中等。试验土壤理化性状:pH 值 6.15,有机质 18.4 g/kg,碱解氮 118 g/kg,速效磷 14.7 mg/kg,速效钾 98.4 mg/kg。试验期间气候正常,籽粒灌浆期间温度 25~32℃。

1.2 试验设计

试验采取大田种植模式,插植规格为 15 cm×15 cm,试验小区面积为 25 m²,重复 3 次,共 15 个小区,每个小区均筑田埂,并用农膜隔水,保证各小区独立排灌。移植密度为 20 万穴/hm²,移栽前施过磷酸钙 450 kg/hm²,氯化钾 225 kg/hm²(其中基肥 60%、穗肥 40%),田间水分管理及病虫害管理等其他管理措施按当地常规方法进行。总施氮量为 150 kg/hm²,4 种不同氮肥施肥比例处理:N1 处理施氮比例为基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:7:0:0,(基肥+蘖肥):(穗肥+粒肥)=10:0,前期基蘖肥占 100%,后期不施穗粒肥;N2 处理施氮比例为基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:4:2:1,(基肥+蘖肥):(穗肥+粒肥)=7:3;N3 处理施氮比例为基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:3:2:2,(基肥+蘖肥):(穗肥+粒肥)=6:4;N4 处理施氮比例为基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:2:3:2,(基肥+蘖肥):(穗肥+粒肥)=5:5;N5 处理(CK),以不施氮肥区作对照。

1.3 测定内容和方法

分蘖数测定:每处理定苗 20 穴,在抽穗扬花前每 5 d 记载 1 次分蘖动态,获得最高分蘖值。成熟期田间考查有效穗数。

叶绿素测定:于分蘖期开始每区定 3 点,每点 3 穴,采用 SPAD-502 叶绿素测定仪测量挂牌标记的水稻植株剑叶 SPAD 值,每片剑叶测上、中、下 3 个部位^[14],记平均值。测定时期包括分蘖期、孕穗期、齐穗期、灌浆期。

产量性状、氮素测定:成熟期在每小区取代表性植株 6 穴,分茎鞘、叶片、穗 3 部分,105℃杀青 10 min,70℃烘 3 d 至恒重,称取干质量。采用凯式半微量定氮法测定植物组织含氮量,取 10 穴调查产量结构,成熟期按小区实收产量。

1.4 有关参数计算方法

氮素积累总量(TNA):成熟期单位面积植株(茎、叶、穗)N 积累量的总和。氮肥表观利用率(NRE):施 N 肥区与不施 N 肥区植株 N 素积累量之差占施 N 量的百分比。氮肥农学利用率(NAE):施 N 肥区与不施 N 肥区产量之差与施 N 量之比。氮素稻谷生产效率(NGPE):单位面积籽粒产量与单位面积植株 N 积累量之比。

1.5 数据分析

常规数据处理和做图在 Excel 2007 软件中进行,方差分析在 SPSS 20.0 软件中进行。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥施用比例对水稻成穗率的影响

由图 1 可知,随着施氮时间后移,越光最高分蘖数呈下降趋势,其中 N1 处理的最高茎蘖数显著大于 N2、N3、N4 处理。成穗率随着施氮时间后移呈上升趋势,N3 处理成穗率达到最大值,N1 处理的成穗率显著低于 N2、N3、N4 处理,由此可见氮肥后移的施肥方式能够提高水稻成穗率。但是由于 N1 处理的最高茎蘖数显著高于其他处理,所以 4 种施肥方式下的

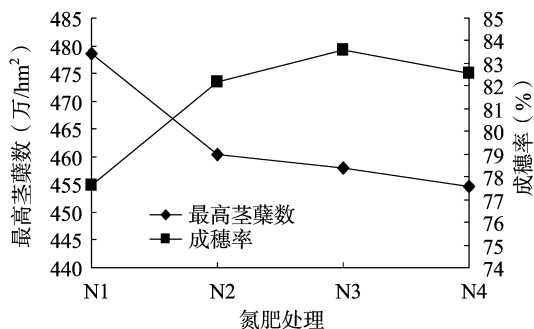


图1 不同氮肥施用比例对越光成穗率的影响

有效穗数差异并不显著。

2.2 不同氮肥施用比例对水稻叶片叶绿素含量 (SPAD) 的影响

叶绿素是植物光合作用中能量转化的基础,其含量通常是衡量叶片衰老程度和光合功能强弱的一个重要参数。由图 2 可知,越光剑叶的 SPAD 值随“分蘖期—孕穗期—齐穗期—灌浆期”的生育进程表现为“低—高一高—缓慢降低”的变化趋势,但不同氮素施用比例处理之间有差异。分蘖期和孕穗期 N1、N2 处理的 SPAD 值高于 N3、N4 处理;从孕穗期开始, N4 处理的 SPAD 值增长速度快于其他 3 个处理,各处理的 SPAD 值均在齐穗期达到峰值,然后逐渐下降;灌浆期 N1、N2 处理的 SPAD 值与 N3、N4 处理差异显著。由此可见不同氮肥运筹方式与叶片 SPAD 值密切相关,后期增加氮素供应能够提高叶片中叶绿素的含量。

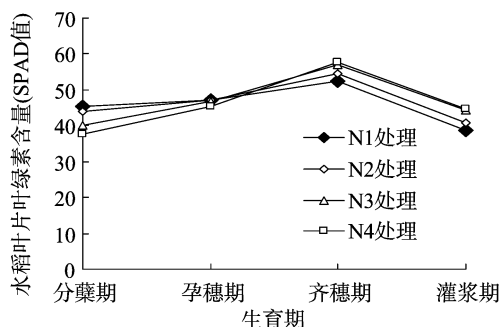


图2 不同氮肥施用比例对越光叶片叶绿素含量的影响

2.3 不同氮肥运筹对水稻产量及产量构成因素的影响

由表 1 可知,不同氮肥施用比例对水稻产量有明显影响。水稻实际产量以 N3 处理最高,达 7 328.57 kg/hm²,比对照增产 54.12%,差异显著;N4 处理产量次之,为 6 864.13 kg/hm²,比对照增产 44.35%。各处理的产量由高至低依次为:N3>N4>N2>N1>CK。各处理的产量均比对照显著增产。基蘖肥与穗粒肥的比例过高或过低均不能达到最高产量水平,前期施用氮肥过多,则无效分蘖过多,有效分蘖临界期后生长旺盛产生过多的无效分蘖;氮素追肥全部作基蘖肥在分蘖期一次性施完,最高茎蘖数增多,单穗小粒少,结实率低,进而缩小库容,降低产量。当基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=3:3:2:2(N3 处理)时,水稻高产的群体结构最合理,有效穗、穗粒数、结实率与千粒质量的乘积最大,协调产量的各个因子达最佳。

表 1 不同氮肥比例对越光产量及产量构成因素的影响

处理	有效穗数 (万/hm ²)	穗粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	千粒质量 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实收产量 (kg/hm ²)
N1	371.41d	97.23c	84.72cd	21.40b	6 547.17c	6 208.31c
N2	378.32b	101.63b	85.24bc	21.62ab	7 085.66b	6 728.55b
N3	382.81a	104.80a	86.21a	21.91a	7 577.83a	7 328.57a
N4	375.40c	102.53b	85.81ab	21.73ab	7 176.00b	6 864.13b
CK	347.83e	83.27d	84.10d	20.90c	5 090.94d	4 755.24d

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

2.4 不同氮肥施用比例对氮素积累及利用率的影响

从表 2 中可见,随着前氮后移,氮素积累总量先增加后下降,在 N3 处理下达到最高值,然后出现下降趋势,但 N2、N3 处理间差异不显著。氮素表观利用率和氮素农学利用率变化趋势与氮素积累总量一致,也是随氮肥后移呈先升后降的趋势,均在 N3 处理下达到最高值。氮素表观利用率的大小顺序为 N3 > N2 > N4 > N1,各处理间差异显著;氮素农学利用率的大小顺序为 N3 > N4 > N2 > N1,各处理间差异显著,说明不同氮肥施用比例对氮素表观利用率、氮肥农学利用率影响很大。N3 处理的氮素生产效率较高,但 4 种处理之间差异不太明显,表明不同氮素施用比例对氮素生产效率影响不大。

处理	氮素积累总量 (kg/hm ²)	氮素表观 利用率(%)	氮素农学 利用率(kg/kg)	氮素生产效率 (kg/kg)
N1	108.90c	43.60d	9.69d	57.01c
N2	117.17a	49.11b	13.16c	57.43c
N3	118.40a	49.93a	17.16a	61.90b
N4	115.27b	47.85c	14.06b	59.55bc
CK	43.50d			109.33a

3 结论与讨论

氮素是作物最重要的产量限制因子之一。不同氮肥运筹方式对水稻产量及氮肥利用率有很大影响,传统的氮肥运筹方式一般都是重施基肥,忽视穗粒肥,这种施肥方式往往导致前期无效分蘖过多,后期籽粒灌浆缺乏氮素。因此,迫切需要探讨一种合理的氮肥运筹方式,以促进水稻产量提高。

本研究表明,N3 处理下水稻产量最高;分蘖期水稻叶片 SPAD 值大小顺序为 N1 > N2 > N3 > N4,而在灌浆期后期水稻叶片 SPAD 值大小顺序为 N4 > N3 > N2 > N1;N1 处理最高茎蘖数显著高于 N2、N3、N4 处理,这可能是由于 N1 处理在前期施用大量氮肥于基肥中,使水稻分蘖数增多,造成成穗率下降^[15]。N3 处理可以有效抑制无效分蘖,提高成穗率,说明适当前氮后移能有效延缓后期水稻叶绿素的降解,减少无效分蘖,提高水稻成穗率,这与前人研究结果^[16]一致。

本研究表明,N3 处理下水稻产量和氮素积累量均达到最高值,而 N1 处理下氮肥全部作基肥则产量和氮肥利用率均最低,说明合理的氮肥管理不仅能提高作物产量,而且能减少氮肥损失^[17],提高氮肥利用率。合理的氮肥运筹,能优化超级水稻群体结构,提高水稻籽粒产量和氮肥表观利用率、氮肥农学利用率,实现产谷效率与氮素利用率的统一。因此氮肥运筹是水稻栽培调控的重要组成部分。在不改变施氮量的前提下,合理分配不同生育期的施氮量可以达到提高氮肥利

用率和产量的效果,为建立越光新型栽培调控技术提供了重要理论依据。

参考文献:

[1]张福锁,王激清,张卫峰,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报,2008,45(5):915-924.

[2]张国荣,李菊梅,徐明岗,等. 长期不同施肥对水稻产量及土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(2):543-551.

[3]晏娟,尹斌,张绍林,等. 太湖地区稻麦轮作系统中氮肥效应的研究[J]. 南京农业大学学报,2009,32(1):61-66.

[4]Peng S B, Buresh R J, Huang J L, et al. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China [J]. Field Crops Research, 2006, 96(1):37-47.

[5]段小丽,范先鹏,张富林,等. 湖北省稻田地表径流氮磷养分流失规律初探[J]. 湖北农业科学,2012,51(18):3953-3957.

[6]周薇,徐志江,付立东,等. 水稻新品种盐粳 188 氮肥运筹技术研究[J]. 北方水稻,2007(3):74-76.

[7]田智慧,潘晓华. 氮肥运筹及密度对超高产水稻中优 752 的产量及产量构成因素的影响[J]. 江西农业大学学报,2007,29(6):894-898.

[8]赵锋,程建平,汪本福,等. 氮肥运筹对机械栽植早稻两优 287 根系特征和产量的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(7):1506-1509.

[9]付立东,王宇,隋鑫,等. 氮素基肥穗肥不同施入比例对超级稻生育及产量的影响[J]. 作物杂志,2010,138(5):34-38.

[10]陈贵,陈莹,施卫明. 太湖地区主栽高产水稻的氮素利用特性[J]. 江苏农业学报,2013,29(5):928-937.

[11]丁艳锋,刘胜环,王绍华,等. 氮素基、穗肥用量对水稻氮素吸收与利用的影响[J]. 作物学报,2004,30(8):762-767.

[12]江立庚,曹卫星,甘秀芹,等. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J]. 中国农业科学,2004,37(4):490-496.

[13]刘伟忠,张建英,赵亚夫.“越光”有机水稻种植模式与效益研究——以句容市为例[J]. 江西农业学报,2008,20(4):122-123.

[14]李刚华,丁艳锋,薛利红,等. 利用叶绿素计(SPAD-502)诊断水稻氮素营养和推荐追肥的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(3):412-416.

[15]黄卫群,郝兴顺,冯志峰,等. 不同氮肥水平下水稻干物质生产量及氮素利用率研究[J]. 陕西农业科学,2010,56(4):7-9.

[16]李忠,陈军,林世圣,等. 氮肥运筹比例对水稻生长及产量的影响[J]. 福建农业学报,2011,26(4):557-561.

[17]王淳,周卫,李祖章,等. 不同施氮量下双季稻连作体系土壤氮挥发损失研究[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):349-358.