

水稻机械化钵体摆栽氮肥施用量研究

步金宝,刘华招,宋 微

(黑龙江省农垦科学院 水稻研究所,黑龙江 哈尔滨 150070)

摘要:为使钵育摆栽技术与氮肥使用方法进行有机结合,以水稻品种龙粳 30 为试材,以新型水稻 2ZB-633 型摆栽机为试验对象,探究摆栽机最适宜的水稻本田氮肥施用量。结果表明:运用 2ZB-633 型摆栽机在 23.1 cm×10.0 cm 的最优摆栽密度下,全生育期总施氮量为 127.5 kg·hm⁻²时,水稻群体各重要性状最优,产量构成因素相互协调发展,可获得较高产量。

关键词:水稻;摆栽机;氮肥施用量

中图分类号:X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)01-0036-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.01.0036

黑龙江垦区作为全国人均土地资源最多,农业机械化程度和农业劳动生产率最高的超大型现代粮食生产基地,伴随着科学技术的迅猛发展,特别是应用现代高新技术成果转化为现实生产力,使得粮食综合生产能力不断增强^[1-3]。钵育摆栽技术就是在科学技术和现代农业生产发展的双重要求下应运而生的现代化水稻种植技术^[4]。钵苗移栽具有播量少、可育成带蘖壮苗、出穗早、不伤根、移栽后无缓苗现象、前期生长旺盛、结实率高及优质、高产等特点,得到了垦区和许多水稻种植大户的认可^[5-7]。钵育苗技术已经得到广泛的研究且技术十分成熟,但是本田的关键栽培技术尚不成熟,致使该技术在黑龙江垦区至今仍未能大面积推广应用。通过前期研究,已经探究出钵育摆栽的最佳移栽密度,下一步的关键栽培技术就是讨论肥料的运筹。作物生长发育必不可少的三大营养元素——氮、磷、钾,其中以氮素影响最大,所以,本研究对 2ZB-633 型摆栽机在最适宜摆栽密度下构建的群体进行氮肥施用量研究,通过对水稻群体质量和产量构成的影响,阐述氮肥对水稻的增产效应,为水稻高产提供合理的科学依据。以期达到提高水稻单产、改善品质、高效利用肥料、减少环境污染的目的。同时,将钵育摆栽技术与氮肥施用方法更加有机、协调的结合到一起,为钵育摆栽在垦区的大面积推广奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地基本概况

试验于 2014 年在黑龙江省农垦科学院水稻研究所哈尔滨试验站进行,试验土壤为坡地碳酸盐黑土,前茬是水稻。试验地土壤基础肥力:有机质含量 26.3 g·kg⁻¹、全氮 1.74 g·kg⁻¹、全磷 430.0 mg·kg⁻¹、缓效钾 701.5 mg·kg⁻¹、碱解氮 120.8 mg·kg⁻¹、速效磷 16.7 mg·kg⁻¹、速效钾 99.3 mg·kg⁻¹,土壤 pH7.84。

1.2 材料

供试水稻品种为龙粳 30,主茎 12 片叶,需活动积温 2 450℃。生育日数 134 d,株高 87.1 cm 左右,平均每穗粒数 116 粒左右,千粒重 25.1 g。供试肥料为尿素(N 46%)、磷酸二铵((NH₃)₂HPO₃ 46%)、硫酸钾(K₂SO₄ 50%)。

1.2 方法

试验共设 4 个氮肥处理,分别为 M0:全生育期不施氮肥;M1:尿素施用量 172.5 kg·hm⁻²;M2:尿素施用量 127.5 kg·hm⁻²;M3:尿素施用量 150 kg·hm⁻²,小区面积 46.2 m²。

施用时期和施用量见表 1。各处理总施氮量均按照基:蘖:穗:粒肥 4:3:2:1 比例施入。各处理磷钾肥用量相同,磷酸二铵为 80 kg·hm⁻²,硫酸钾为 100 kg·hm⁻²。钾肥按 60%作基肥,40%作穗肥追施,磷肥作基肥一次性施入。试验采用随机区组设计,3 次重复;小区行长 20 m,10 行区,行距 23.1 cm,穴距 10.0 cm (7×3 寸)。4 月 13 日播种,5 月 13 日移栽,其它管理同一般生产田。

2 结果与分析

2.1 茎蘖动态比较

从图 1 可以看出,各施氮肥的处理各生育期

收稿日期:2014-08-26

第一作者简介:步金宝(1987-),男,河北省平泉县人,硕士,助理研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail:bujinbao1987@163.com。

通讯作者:刘华招(1978-),男,博士后,副研究员,从事水稻遗传育种研究。

表 1 各处理施肥量及施肥时期
Table 1 Fertilization and fertilization period of treatments

处理 Treatments	总施氮量/ (kg·hm ⁻²) Total amount of nitrogen	基肥/(kg·hm ⁻²) Base fertilizer			蘖肥/(kg·hm ⁻²) Tillering fertilizer		追肥/(kg·hm ⁻²) fertilizer		穗肥/(kg·hm ⁻²) Panicle fertilizer
		尿素 Urea	磷酸二铵 DAP	硫酸钾 Potassium	尿素 Urea	尿素 Urea	硫酸钾 Potassium	尿素 Urea	
M0	0	0	0	60	0	0	40		0
M1	172.5	69	80	60	51.75	34.5	40		17.25
M2	127.5	51	80	60	38.25	25.5	40		12.75
M3	150.0	60	80	60	45	30	40		15

M0 所施磷肥用过磷酸钙(60 kg·hm⁻²)代替磷酸二铵。
The diammonium phosphate fertilizer was instead of M0 with superphosphate (60 kg·hm⁻²).

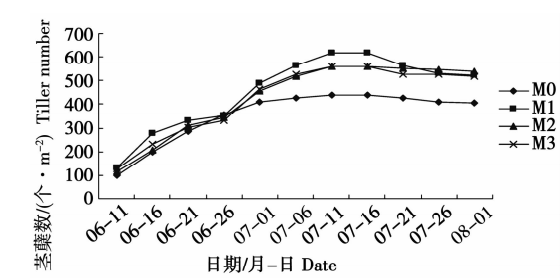


图 1 各处理群体茎蘖动态
Fig. 1 Group dynamic tiller of each treatment

阶段,龙粳 30 群体茎蘖动态明显高于不施氮肥处理,各施肥处理分蘖盛期茎蘖数表现为:M1>M3>M2>M0,说明群体茎蘖数随氮肥施用量的增加而增加。6 月 21 日以前各处理群体茎蘖数缓慢增加,6 月 21 日至 7 月 1 日群体茎蘖数迅速增加,7 月 16 日左右达到最大值,这可能与当时的有效积温有关,7 月 21 日至 8 月 1 日单株分蘖增加缓慢,同时,群体茎蘖数有下降趋势。M1 处理茎蘖数下降最快,其余施肥处理后期茎蘖数下降缓慢,可能是由于在 23.1 cm×10.0 cm 的模拟

摆栽密度下,施肥量过多造成前期无效分蘖过多,生育后期无效分蘖死亡,群体分蘖数较其它处理下降的多。

2.2 干物质积累

从表 1 可以看出,各处理在龙粳 30 生育前期,干物质积累动态差异较大,随着施肥量的增加,干物质积累速度较快。加施氮肥的处理(M1、M2 和 M3)干物质积累速率高于不施氮肥的处理(M0)。在水稻生长后期(即成熟期)除 M0 处理外,其它各处理干物质积累速度差异不大,说明生育周期干物质积累速度与氮肥施用量没有明显的关系。M2 处理的谷/草值最高,达到 1.71,M1 和 M3 处理谷/草值分别为 1.60 和 1.67。M0 处理干物质积累最慢,谷草比最低,仅为 1.42。由此说明,虽然 M2 处理施氮肥水平较高,使得水稻前期生物产量较高,但后期籽粒干物质积累量没有明显高于其它施氮肥的处理。M2 处理干物质积累速率与谷/草值均略高于 M3 处理,说明施氮肥量略低于生产实际施氮量也能获得较高的产量。

表 1 各处理干物质累积动态
Table 1 Dry matter dynamics accumulation of each treatment

处理 Treatments	插秧期 Green returned stage	分蘖盛期 Tillering stage	抽穗期 Heading phase	干物质累积量/(g·m ⁻²) Dry matter accumulation			
				成熟期 Maturity			
				茎秆 Stalk	籽粒 Grain	合计 Total	谷/草 Valley / Grass
M0	3.4	136.1	430.2	446.0	634.4	1080.4	1.42
M1	3.4	169.1	563.4	516.4	825.4	1341.8	1.60
M2	3.4	172.3	568.8	496.3	848.7	1345.0	1.71
M3	3.4	170.3	554.0	500.7	836.5	1337.2	1.67

2.3 氮素含量变化

由表 2 可知,龙粳 30 水稻氮素含量总体变化以幼嫩器官和种子中含氮量较高,茎秆含量较低,尤其是老熟的茎秆含氮量更低。同时,全生育期

内,植物体内氮素含量随施氮量的增加而增加,但成熟期,不同处理籽粒含氮量表现为 M2>M3>M1>M0,说明在各生育时期施肥比例一定的情况下,总施肥量对水稻籽粒含氮量的影响不大。

表 2 不同处理不同生育时期氮素含量变化

Table 2 Change of nitrogen content of different treatment at different growth stages

处理 Treatments	氮素含量/% Nitrogen content				
	返青期	分蘖盛期	抽穗期	成熟期 Maturity	
	Green returned stage	Tillering stage	Heading phase	茎秆 Stalk	籽粒 Grain
M0	3.464	1.547	0.948	0.511	0.814
M1	3.464	3.196	1.657	0.788	1.687
M2	3.464	2.766	1.522	0.784	1.771
M3	3.464	2.805	1.498	0.766	1.743

2.4 各处理氮肥利用率的影响

由表 3 可知,龙粳 30 不同处理间氮肥吸收利用率差异显著,M2 处理氮肥吸收利用率最高,但总施氮量增加,导致前期水稻生长过盛,后期会影响作物对氮的吸收,从而降低成熟期水稻对氮的吸收利用率。

龙粳 30 的氮肥农学利用率随着总施氮量的增加而降低。龙粳 30 M2 处理氮肥农学利用率最高,显著高于其它处理;生理利用率随着总施氮量的增加而增加,M1 处理氮肥生理利用率最高,显著高于处理 M0 和 M2。由此可知,在一定范围内增加施氮肥总量能够显著增加水稻前期生长发育对氮素的吸收转化能力,对水稻产量提高没有决定性作用。而在适宜的氮肥施用量下,可以在保证前期生长的前提下,提高和协调后期产量形成时期,水稻对氮素的吸收和转化能力,从而获得较高产量。

表 3 不同氮肥运筹处理对氮肥利用率的影响
Table 3 Effect of different nitrogen application on nitrogen use efficiency

处理 Treatments	吸收利用率/% Absorption efficiency	生理利用率/ (kg·kg ⁻¹) Physiological efficiency	农学利用率/ (kg·kg ⁻¹) Agronomic efficiency
M0	32.33 c	8.50 c	4.00 d
M1	44.12 b	22.36 a	6.54 c
M2	58.01 a	14.86 b	10.21 a
M3	54.09 a	21.64 a	8.32 b

2.5 各处理水稻产量和产量构成因素

从表 4 可以看出,不同处理水稻产量和产量构成因子有一定的差异。施氮肥处理的株高、每平方米穗数、穗粒数和产量均比不施氮处理高。株高以 M1 处理最高,为 93.5 cm。每平方米穗数以 M1 处理最多,为 654 个;其次是 M2 和 M3 处理,每平方米穗数分别为 625 和 639 个。穗实粒数 M2 处理最多,每穗 113 粒,M1 和 M3 处理次之,穗粒数分别为 110 和 109 粒。M2 处理结实率最高,为 96.1%,其次是处理 M3、处理 M1 和处理 M0,结实率分别为 93.9%、86.4% 和 80.2%。千粒重各处理相差不大,处理 M2 最高,千粒重为 27.6 g。根据试验结果推测,施氮量较生产施用量相对较低时,植株生长略快,个体相对矮小,形成的库容量较小,植株因为生殖生长阶段较长,籽粒灌浆的时间较长,每个籽粒获得的养分相对较多,所以籽粒饱满,千粒重高,结实率高。

M2 处理产量最高,为 10 252.5 kg·hm⁻²,比 M0 处理增产 52.2%;其次是 M3 处理和 M1 处理,稻谷产量分别为 9 978.0 和 8 659.5 kg·hm⁻²,分别比 M0 增产 48.1% 和 28.5%。试验结果表明,总施氮量对结实率、千粒重和产量的影响较大,且随着施氮量的增加,产量构成因素及产量有下降的趋势。在人工模拟钵育摆栽机的最适摆栽密度条件下,增加氮肥施用对水稻高产群体产量没有明显提高,反而在常规施肥量下降 15% 左右的情况下,更加能很好地提高产群体质量,协调各产量构成因素,获得较高产量。同时,M1 处理由于晚生分蘖过多,造成贪青晚熟,青粒较多,稻谷品质下降。

表 4 氮肥运筹对水稻产量及产量构成因素的影响

Table 4 Effect of nitrogen application on yield and yield component factors of rice

处理 Treatments	株高/cm Plant height	穗数/(个·m ⁻²) Panicles number	穗粒数 Grains number	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/(kg·hm ⁻²) Yield
M0	80.6	441 cC	95 bB	80.2 dD	17.3 dC	6738.0 dD
M1	93.5	654 aA	110 aA	86.4 cC	20.3 cB	8659.5 cC
M2	85.8	625 bB	113 aA	96.1 aA	27.6 aA	10252.5 aA
M3	87.1	639 bB	109 aA	93.9 bB	26.8 bA	9978.0 bB

3 结论与讨论

本试验结果表明,群体茎蘖数随氮肥施用量的增加而增多。在生育后期茎蘖数下降的比较中,M1 处理茎蘖数将下降最快,可能是由于在 23.1 cm×10.0 cm 的模拟摆栽密度下,施肥量过多造成前期无效分蘖过多,生育后期无效分蘖死亡,群体分蘖数较其它处理下降的多。各处理在水稻生育前期,干物质积累动态差异较大,随着施肥量的增加,干物质积累速度较快。且生育周期干物质积累速度与氮肥施入量没有明显的关系^[8]。另外,植物体内氮素含量随施氮量的增加而增加,且在各生育时期施肥比例一定的情况下,总的施肥量对水稻籽粒含氮量的影响不大^[9]。试验中 M2 处理产量最高,比不施氮肥的处理增产 52.2%,表明在一定范围内增加施氮肥总量能够显著增加水稻前期生长发育对氮素的吸收转化能力,对水稻产量提高具有重要意义。而在适宜的氮肥施用量下,可以在保证前期生长的前提下,更好地提高和协调后期产量形成时期水稻对氮素的吸收和转化能力,从而获得较高产量。

试验结果表明,在人工模拟钵育摆栽机的最适摆栽密度条件下,增加氮肥施用对水稻高产群体质量及产量没有明显提高,反而在常规施肥量

下降 15%左右的情况下,更好地协调各产量构成因素,获得较高产量。

参考文献:

[1] 陈熙,刘强,荣湘民,等.不同栽培法对水稻氮代谢及蛋白质产量的影响[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(3):288-291.

[2] 郭熙盛,张辛未,朱宏斌,等.稻田肥水管理对氮素效益的影响[J].安徽农业科学,1992,20(3):251-254.

[3] 李虎,唐启源.我国水稻氮肥利用率及研究进展[J].作物研究,2006(5):401-404.

[4] 石庆华,程永盛,潘晓华,等.施氮对两系杂交晚稻产量和品质的影响[J].土壤肥料,2000(4):9-12.

[5] 王德建,林静慧,孙瑞娟,等.太湖地区稻麦高产的氮肥适宜用量及其对地下水的影响[J].土壤学报,2003,40(3):426-432.

[6] 曾勇军,石庆华,潘晓华,等.施氮量对高产早稻氮素利用特征及产量形成的影响[J].作物学报,2008,34(8):1409-1416.

[7] 王光火,张奇春,黄昌勇.提高水稻氮肥利用率、控制氮肥污染的新途径-SSNM[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2003,29(1):67-70.

[8] 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):894-897.

[9] 刘立军,王志琴,桑大志,等.氮肥运筹对水稻产量及稻米品质的影响[J].扬州大学学报:农业与生命科学版,2002,23(3):46-50.

Study on Nitrogen Fertilizer Application Levels of Rice with Mechanization

BU Jin-bao,LIU Hua-zhao,SONG Wei

(Rice Research Institute of Heilongjiang Scientific Agricultural Reclamation Academy, Harbin, Heilongjiang 150070)

Abstract: In order to make organic combined of the tray grown rice seeding transplanter technique and nitrogen fertilizer application method, taking rice variety Longjing 30 as material, taking new type 2ZB-633 the tray grown rice seeding transplanter machine as test object, after studying the plant density, under different nitrogen fertilizer condition the high-quality rice varieties in Heilongjiang province main growth traits and yield components were studied, the most suitable application levels of nitrogen fertilizer for rice planting machine were explored. The results showed that by using 2ZB-633 machine in the process of practical production, total nitrogen content in the whole stages was 127.5 kg·hm⁻² under the 23.1 cm×10.0 cm of the optimal planting density, the important traits of rice population, production factors and yield could achieve the maximum.

Keywords: rice; tray grown rice seeding transplanter machine; application levels of nitrogen fertilizer