

密度和氮肥对寒地粳稻生长发育及产量的影响

孙 羽,王曼力,王 麒,宋秋来,曾宪楠,冯延江

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为了进一步提高水稻产量,以龙香稻 2 号为材料,研究不同的栽插密度和施氮量对龙香稻 2 号生长发育及产量结构的影响。结果表明:随着施氮肥量的增加,分蘖期、抽穗期和成熟期推迟 1~2 d。种植密度小处理比密度大处理生育期延迟 2~4 d;密度和氮肥对水稻有效分蘖数有直接影响,低密度条件下(15.00 万穴·hm<sup>-2</sup>)适当施用氮肥可促进大量分蘖而提高有效分蘖;密度和氮肥对水稻产量的影响主要通过影响有效分蘖数和穗粒数实现;龙香稻 2 号的最佳氮肥和密度配比方案为:密度 16.67 万穴·hm<sup>-2</sup>,尿素 160 kg·hm<sup>-2</sup>,产量为 8 001 kg·hm<sup>-2</sup>。

**关键词:**栽插密度;施氮量;粳稻;产量

**中图分类号:**S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)08-0022-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2015.08.0022

黑龙江省 2014 年水稻种植面积达到 400 多万 hm<sup>2</sup>,占东北稻区水稻种植面积的 80%左右,已稳定成为北方和中国最大的商品粳稻生产基地。寒地粳稻在确保我国粮食安全,特别是大中城市居民“口粮安全”方面,具有举足轻重的地位与作用<sup>[1]</sup>。由于黑龙江省地缘优势,是优质稻米主要产区,尤其是优质香米由于具有独特的香味、口感和营养保健功能越来越受到百姓青睐。香型

粳稻栽培历史悠久,但栽培技术研究相对滞后,无法做到良种良法相配合<sup>[2-6]</sup>。在黑龙江寒地条件下,应结合品种特性及土壤条件合理实施最佳肥料和密度栽培技术。本试验以龙香稻 2 号为试验材料,以不同施氮量及栽插密度为试验因素,研究和探讨肥密因素与寒地香型粳稻生长发育及产量的关系。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为龙香稻 2 号,主茎 13 叶,需活动积温 2 550~2 600℃,生育期 135 d。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2013 年在黑龙江省尚志市进行。采用裂区设计,以氮肥用量为主区,种

收稿日期:2015-06-08

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划——国家粮食丰产科技工程资助项目(2011BAD16B11);黑龙江省科学基金资助项目(C2015030);哈尔滨市科技局创新人才研究专项资金资助项目(2014RFQJ044)

第一作者简介:孙羽(1980-),女,黑龙江省大庆市人,博士,副研究员,从事水稻育种及栽培生理研究。E-mail: sy-fx19801979@163.com。

Preliminary Report on Aseptic Seeding and Tissue Culture of *Pholidota chinensis* Lindl.

WEN Xiu-ping, LIN Qing-qing, YANG Cheng-zi, YU Hong-min

(College of Pharmacy, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122)

**Abstract:** In order to build the seed rapid propagation technology of *Pholidota chinensis*, the aseptic seeding and tissue culture of *Pholidota chinensis* were studied. The results showed that the disinfection treatment with 0.1% HgCl<sub>2</sub> solution for 8 min was most suitable for aseptic seeding. The best medium for seed germination was N<sub>6</sub> medium, the optimum medium of N<sub>6</sub>+6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 1.0 mg·L<sup>-1</sup> was also suitable for seed germination; Different combinations of 6-BA and NAA didn't show significant difference on the growth of young seedlings of *Pholidota chinensis*, and the appropriate medium was N<sub>6</sub>+6-BA 1.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 0.5 mg·L<sup>-1</sup>. Seedling's rooting rate was 85% on the medium of N<sub>6</sub>+6-BA 0.5 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 1.5 mg·L<sup>-1</sup>+75 g·L<sup>-1</sup> banana. The system of asymbiotic seed germination and rapid propagation of *Pholidota chinensis* was constructed successfully by the technology of plant tissue culture.

**Keywords:** *Pholidota chinensis*; seed; aseptic seeding; rapid propagation

植密度为副区,主区面积 240 m<sup>2</sup>,副区面积 60 m<sup>2</sup>,3 次重复。氮肥用量设 3 个处理:N<sub>1</sub> 低肥区(N<sub>1</sub>PK 尿素 120 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵150 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 80 kg·hm<sup>-2</sup>),N<sub>2</sub> 中肥区(N<sub>2</sub> PK 尿素 160 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵 150 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 80 kg·hm<sup>-2</sup>)和 N<sub>3</sub> 高肥区(N<sub>3</sub>PK 尿素 200 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵150 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 80 kg·hm<sup>-2</sup>);种植密度设 4 个处理:栽植密度 D<sub>1</sub>:15.00 万穴·hm<sup>-2</sup>(33.3 cm×20 cm),D<sub>2</sub>:16.67 万穴·hm<sup>-2</sup>(30 cm×20 cm),D<sub>3</sub>:22.58 万穴·hm<sup>-2</sup>(33.3 cm×13.3 cm),D<sub>4</sub>:25.00 万穴·hm<sup>-2</sup>(30 cm×13.3 cm)。氮肥施用时期及比例为基肥:分蘖肥:穗肥=3:1:1,钾肥施用时期及比例为基肥一半,齐穗后一半,磷肥为基肥一次性施入。

试验采用间歇灌溉方法,即在插秧后灌浅水,够苗计划穗数(80~90%)后晒田 7~10 d,再灌浅水施肥到抽穗期,抽穗后至收割前 7 d,间歇灌溉。所有试验均要求严格控制病害和虫害,不施用除草剂,采用人工中耕。2013 年 4 月 23 日育苗,5 月 29 日插秧。

1.2.2 测定项目与方法 生育期调查:每个小区内连续选定 10 穴作为田间定穴调查对象,每 7 d 进行 1 次相关的物候期记载,在生育时期交替时每天进行 1 次调查。

叶面积测定:于水稻各生育时期每处理取代表性植株 5 穴,测定全部叶片的长和宽,用长×宽×校正系数法,求出其叶面积,换算求出叶面积指数。

收获考种及测产:水稻成熟前,每个小区选定 3 点,每点连续选 10 穴,风干后考种。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施氮量及栽插密度对水稻生育期的影响

从表 1 可以得出,种植密度和氮肥用量对龙香稻 2 号的生育进程有一定影响;在同一密度下,随着施氮肥量的增加,龙香稻 2 号分蘖期、抽穗期和成熟期推迟 1~2 d。相同施肥水平下,种植密度小处理比密度大处理生育期延迟 2~4 d。

### 2.2 不同施氮量及栽插密度对水稻有效分蘖数的影响

由图 1 可见,施肥量与密度对水稻有效分蘖影响很大,在低密度条件下(15.00 万穴·hm<sup>-2</sup>),随着施肥量增加,促进植株大量分蘖而提高有效

分蘖。在较高密度条件下,施肥量增减对有效分蘖数无显著影响。高密度(25.00 万穴·hm<sup>-2</sup>)处理的水稻有效分蘖数明显低于其余 3 个处理。在不同的种植密度下应采用不同的施肥处理,才可以获得最大的有效分蘖数。

表 1 不同施氮水平及栽插密度对水稻生育期的影响

Table 1 Effect of different nitrogen amount and planting density on growth period of rice					
施氮量 Nitrogen amount	密度/ (万穴·hm <sup>-2</sup> ) Planting density	返青期 Regreening stage	分蘖期 Tillering stage	抽穗期 Heading stage	成熟期 Ripening stage
N1	15.00	06-03	07-14	08-11	09-19
N2		06-03	07-14	08-12	09-19
N3		06-03	07-15	08-13	09-20
N1	16.67	06-03	07-14	08-11	09-18
N2		06-03	07-14	08-11	09-18
N3		06-03	07-14	08-11	09-19
N1	22.58	06-03	07-14	08-10	09-18
N2		06-03	07-14	08-10	09-18
N3		06-03	07-14	08-11	09-19
N1	25.00	06-03	07-11	08-08	09-16
N2		06-03	07-11	08-08	09-16
N3		06-03	07-12	08-09	09-17

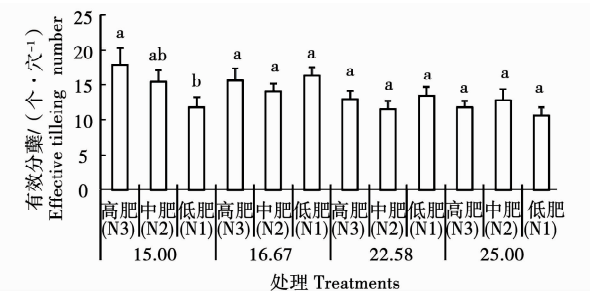


图 1 不同处理水稻有效分蘖数

Fig. 1 Effective tillering number of different treatments

### 2.3 不同施氮量及栽插密度对水稻叶面积指数的影响

苗期:相同施氮水平下,随着栽插密度增加,水稻叶面积指数有增加趋势。相同密度条件下,不同氮肥处理间变化没有规律。叶面积 LAI 均小于 1。

分蘖期:在高氮条件下,随着栽插密度增加,叶面积指数逐渐降低。中、低氮肥条件下,随着栽

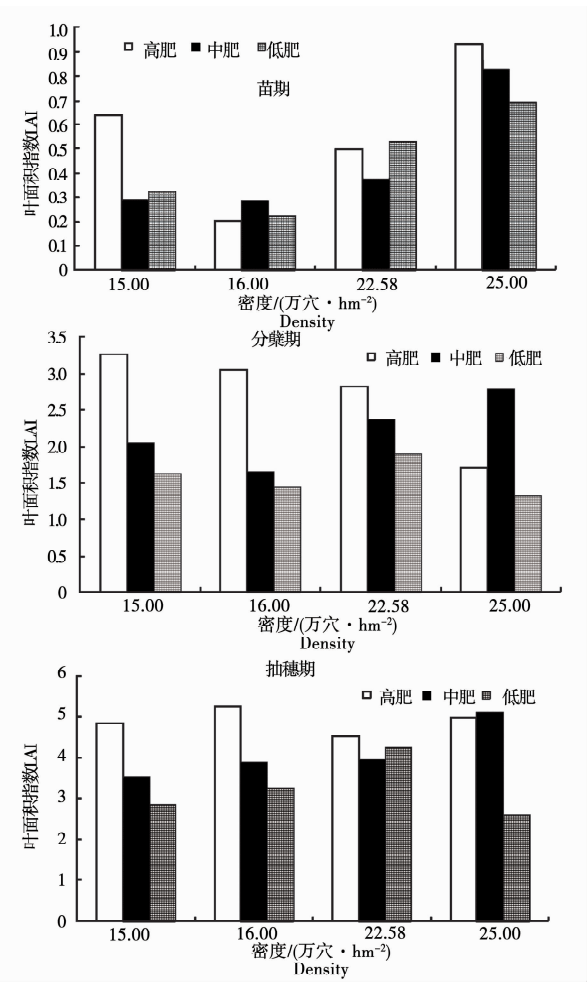


图 2 不同生育时期叶面积指数  
Fig. 2 Leaf area index at different growth stage

插密度增加,水稻叶面积指数的变化趋势为降低、增加而后降低。相同栽插密度下,叶面积指数随施氮肥增加而增大。栽插密度为 25.00 万穴·hm<sup>-2</sup> 时,中肥处理的叶面积指数最大。分蘖期叶面积 LAI 为 1.5~3.5。

抽穗期:适宜的叶面积指数是水稻高产主要标志,是协调库源关系和各部器官平衡发展的基础。相同栽插密度下,叶面积指数随施氮肥增加而增大。叶面积 LAI 为 3.0~5.5。

2.4 不同施氮量及栽插密度对水稻产量及产量构成因子的影响

水稻的产量构成因子在不同处理产生变化(见表 2)。龙香稻 2 号的穗长在 15.00 万穴·hm<sup>-2</sup> 处理的高肥条件下及 22.58 万穴·hm<sup>-2</sup> 处理的低肥条件达到最大值和最小值,为 26.5 和 21.9 cm; 穗粒数以 15.00 万穴·hm<sup>-2</sup> 处理的高肥条件最高,为 145.8 粒。千粒重较为稳定,受栽插密度和氮肥用量影响不大。栽培条件对水稻产量的影响主要通过影响有效分蘖数、穗粒数来实现的,要提高水稻产量,必须协调好各因子的关系。

从种植密度水平上看,龙香稻 2 号产量表现出低密度处理产量高的趋势,说明该品种应采取适当稀植。从施肥水平上看,龙香稻 2 号在中、高肥获得较大产量,而过低施用 N 肥会降低产量。试验结果表明,龙香稻 2 号的肥力和密度的最佳配比方案:密度为 16.67 万穴·hm<sup>-2</sup>,施肥标准为尿素 160 kg·hm<sup>-2</sup>、磷酸二铵 150 kg·hm<sup>-2</sup>、硫酸钾 80 kg·hm<sup>-2</sup>。

表 2 不同种植密度和施肥量对水稻产量及产量构成因子的影响

Table 2 Effect of different nitrogen amount and planting density on yield and its components							
密度/ (万穴·hm <sup>-2</sup> ) Planting density	施氮量 Nitrogen amount	穗长/cm Panicle length	实粒数 Filled grains per panicle	总粒数 Total grains per panicle	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield
15.00	N3	26.5	138.2	145.8	94.8	26.6	8000 a
	N2	25.6	133.9	140.6	95.2	27.9	7560 b
	N1	23.8	116.3	120.3	96.7	27.1	6760 c
	平均 Average	25.3	129.5	135.5	95.6	27.2	7440 ab
16.67	N3	25.3	131.3	137.2	95.7	27.6	7990 a
	N2	22.4	111.1	115.1	96.5	26.8	8001 a
	N1	22.2	98.1	100.8	97.3	27.2	7001 b
	平均 Average	23.3	113.5	117.7	96.4	27.2	7664 a
22.58	N3	23.3	110.1	114.1	96.5	28.0	7857 a
	N2	25.0	107.2	112.5	95.3	28.0	6503 b
	N1	21.9	97.21	100.2	97.1	28.3	6019 c

续表 2 Continuing Table 2

密度/ (万穴·hm <sup>-2</sup> ) Planting density	施氮量 Nitrogen amount	穗长/cm Panicle length	实粒数 Filled grains per panicle	总粒数 Total grains per panicle	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield
平均 Average		23.4	104.8	108.9	96.2	28.1	6793 b
25.00	N3	23.2	99.8	104.0	96.0	26.9	7800 a
	N2	23.9	110.9	117.3	94.5	28.4	7500 ab
	N1	23.3	78.7	81.5	96.6	27.1	5700 b
平均 Average		23.5	96.5	100.9	95.6	27.5	7000 ab

3 结论与讨论

由于化学肥料特别是氮肥对水稻生产的显著作用,稻田系统中,氮素的施用量不断增加,而氮肥利用率仅为 30%~70%,氮肥损失严重,产生了环境污染、土壤质量退化、生态失衡等问题<sup>[7]</sup>。合理施用氮肥在提高氮肥利用率、减少生产成本和保护生态环境方面有着十分重要的意义。为了获取水稻高产,良种与良法相结合是关键。龙香稻 2 号为优质香型粳稻,以往的研究中往往忽视了栽培技术对水稻产量、优质和抗性的保障作用。科学合理的氮肥运筹和适宜的栽插密度是获取水稻高产的两个重要栽培措施。适宜的栽培密度能有效地利用光能,充分地利用地力,保证个体的正常发育和群体的协调发展,使单位面积上穗数、粒数和粒重得到统一,从而获得高产。本研究结果表明施尿素水平 160 kg·hm<sup>2</sup>、磷酸二铵 150 kg·hm<sup>2</sup>、硫酸钾 80 kg·hm<sup>2</sup>,栽插密度 16.67 万穴·hm<sup>2</sup>

时,产量最高,达到 8 001 kg·hm<sup>2</sup>。

参考文献:

[1] 韩贵清. 中国寒地粳稻[M]. 北京:中国农业出版社,2011.

[2] 汪秀志,钱永德,吕艳东,等. 施氮和密度对寒地水稻分蘖状况及产量的影响[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2011,37(1):69-76.

[3] 于晓慧,王广元,李广信,等. 不同施氮量和栽插密度对晋稻 8 号产量及品质的影响[J]. 中国稻米,2011,17(4): 45-47.

[4] 姜辉,王秋菊,孟英,等. 不同施氮水平对寒地水稻生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学,2010(8):56-59.

[5] 李世锋,刘宝法,刘蓉蓉,等. 移栽密度和施氮量对宁粳 3 号产量及其构成因素的影响[J]. 中国稻米,2010(1):40-43.

[6] 房玉伟,于海富. 施氮水平和栽插密度对协优中 1 号生长和产量及产量构成因子影响[J]. 中国稻米,2010,16(2): 55-58.

[7] 张志兴,李忠,陈军,等. 氮肥运筹对大穗型水稻品种金恢 809 灌浆期叶片蛋白质表达的影响[J]. 作物学报,2011, 37(5):842-854.

Effect of Transplanting Density and Nitrogen Amount on Growth and Yield of *Japonica* Rice in Cold Region

SUN Yu,WANG Man-li,WANG Qi,SONG Qiu-lai,ZENG Xian-nan,FENG Yan-jiang

(Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to further increase rice yield,taking rice variety Longjing 2 as experimental material,effect of different transplanting density and nitrogen amount on growth and yield of cold land *Japonica* rice were studied. The results showed that with increasing of nitrogen amount,tillering stage,heading stage ,mature stage delayed 1~2 d,the growth stage of the treatment with low planting density delayed 2~4 d than treatment with high planting density. Highest number of effective tillers was found in treatment with 160 kg·hm<sup>-2</sup> nitrogen amount under low transplanting density. Effects of transplanting density and nitrogen amount on rice yield primarily by affecting the number of effective tillers and grain number. The regime for highest yield was density of 166 700 hole per hectare and suitable nitrogen application amount (160 kg·hm<sup>2</sup>). Under this condition,transplanting density and nitrogen amount interaction had significant positive effect on yield.

**Keywords:** transplanting density; nitrogen amount; *Japonica* rice; yield