

## 不同施氮量与栽插密度对杂交稻 C 两优 9 号产量及其构成因素的影响

陆春燕<sup>1</sup>, 覃佳佳<sup>2</sup> (1. 广西来宾市兴宾区农业技术推广站, 广西来宾 546100; 2. 广西来宾市兴宾区土壤肥料工作站, 广西来宾 546100)

**摘要** [目的]为当地杂交水稻栽培寻求适合的技术。[方法]采用裂区设计,以施氮量(3个水平)为主区,栽插密度(3个水平)为副区,研究不同施氮量和栽插密度对杂交稻 C 两优 9 号产量及其产量构成因素的影响。[结果]施氮量、栽插密度对 C 两优 9 号的产量均有显著影响。在施氮量与栽插密度的 9 个处理中,以施用纯 N 180 kg/hm<sup>2</sup>、栽插 30.0 万穴/hm<sup>2</sup> 产量最高,且与其他处理差异达极显著水平。施氮量及栽插密度对杂交水稻产量及其构成因素有不同的影响:低施氮量随着密度增加产量逐渐升高,高施氮量随着密度增加产量逐渐降低;分蘖力随着施氮量的增加及栽插密度的减小而增强;成穗率随着施氮量的增加及栽插密度的加大而减小;单位面积穗数随着栽插密度的增加而增多;施氮量和栽插密度对穗粒数影响不大;结实率随着施氮量的增加而减小;千粒重随着施氮量的增加而减小,栽插密度对其影响不大。[结论] C 两优 9 号是分蘖力极强的杂交水稻,合理密植,精准施肥,可以充分发挥其产量潜力。

**关键词** 施氮量;栽插密度;产量;产量构成

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)36-066-03

## The Effect of Different N Application Rate and Planting Densities on Yield and Its Factors of Hybrid Rice C Liangyou 9

LU Chun-yan<sup>1</sup>, QIN Jia-jia<sup>2</sup> (1. Xingbin Area of Laibin City Station for Agricultural Technology Extension, Laibin, Guangxi 546100; 2. Soil and Fertilizer Station of Xingbin Area of Laibin City, Laibin, Guangxi 546100)

**Abstract** [Objective] To seek technical support for the cultivation of local hybrid rice. [Method] With N application rate as primary area and planting density as secondary area, the effect of different nitrogen fertilizer and planting densities on yield and its factors of hybrid rice C Liangyou 9 was studied using split plot design. [Result] Both nitrogen application and planting densities had significant effect on the yield of C Liangyou 9. Among the 9 treatments, the one with fertilization of pure N 180 kg/hm<sup>2</sup> and planting density 300 000/hm<sup>2</sup> had the highest yield and its difference reached extremely significant level. The N application and planting density varied in the effect on hybrid rice yield and its factors; the yield increased following the increasing planting density in the condition of low N application, conversely, the yield decreased. The tillage ability became stronger with N fertilizer added and planting densities reduced; the spike rate decreased with N fertilizer added and planting densities increased; panicle per unit area increased with planting densities increased; both N fertilizer and planting densities had little or no effect on grains per spike; seed setting rate increased with N fertilizer added; 1 000-grain weight decreased with N fertilizer added, planting densities produced little influence. [Conclusions] C Liangyou 9 is a hybrid rice with strong tillage ability, proper planting densities plus accurate fertilization can bring its full yield potential.

**Key words** Fertilizer rate; Planting densities; Yield; Yield factor

氮肥施用量和移栽密度作为水稻生产的主要栽培技术,一直是研究的重点。氮素是影响水稻生长发育和产量最敏感的因素<sup>[1]</sup>,氮肥在水稻生产中的投入成为增产的有效措施之一,然而,氮肥过量使用在破坏生态环境的同时也威胁到人类的健康,合理使用氮肥,不仅可以提高水稻产量,而且可以减少因过量使用氮肥而造成的环境污染。栽插密度对水稻群体结构产生较大影响,适宜的栽插密度能有效利用光能,充分利用地力,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。笔者以杂交稻 C 两优 9 号为材料,研究不同氮肥用量和栽插密度对其产量及产量构成因素的影响,旨在为水稻高产高效节本栽培提供科学依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验材料** 供试水稻品种为湖南农业大学选育的高产优质杂交稻新品种 C 两优 9 号。

施用的氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60%)由中化化肥有限公司生产,钙镁磷肥(含 P<sub>2</sub>O 18%)由云南玉溪银河磷化有限公司生产,尿素(含纯 N 46%)由广西河池化肥股份有限公司生产。

**1.2 试验地概况** 试验于 2015 年在兴宾区三五乡碑口村委塘田村试验田进行。试验田土壤有机质 28.8 g/kg,碱解氮 102.33 mg/kg,速效磷 9.6 mg/kg,速效钾 128.2 mg/kg,pH 4.7,土壤肥力中等。试验田交通方便,排灌条件完善。

**1.3 试验设计** 采用裂区设计,以施氮量为主区,面积 200.1 m<sup>2</sup>,设 150 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>1</sub>)、180 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>2</sub>)、210 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>3</sub>)3 个施氮水平,以栽插密度为副区,面积 66.7 m<sup>2</sup>,设 24 万穴/hm<sup>2</sup>(B<sub>1</sub>)、30 万穴/hm<sup>2</sup>(B<sub>2</sub>)、36 万穴/hm<sup>2</sup>(B<sub>3</sub>)3 个栽插密度水平。移栽前结合整地,各小区基肥、分蘖肥、穗肥的氮肥施放量比例为 4:4:2,钾肥施放量比例为 5:3:2,施放氯化钾 300 kg/hm<sup>2</sup>。基肥整地时施入;分蘖肥移栽后 7 d 施入;穗肥在倒三叶出生到剑叶展开期间施放,施钙镁磷肥 500 kg/hm<sup>2</sup>,作基肥一次性施入。试验随机区组排列,单灌单排。3 月 17 日播种,4 月 9 日 4 叶 1 心移栽抛秧,秧龄 24 d。

**1.4 测定项目与方法** 移栽后 10 d 始,每小区定点 10 株,每隔 5 d 记载群体数,至分蘖止;成熟期每小区取具有代表性平均茎蘖植株 10 株,测定单株穗数、实粒数、千粒重;成熟期每小区实收测产。

**1.5 数据分析** 数据采用 EXCEL 和 RTC 99 等软件分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同施氮量与栽插密度对水稻产量的影响** 从表 1 可以看出,在 3 种施氮水平下,C 两优 9 号的产量在 A<sub>1</sub> 施肥水平下,随着种植密度的增加递增,且 B<sub>3</sub> 处理较 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 处理增

**作者简介** 陆春燕(1978-),女,广西来宾人,农艺师,从事农业技术推广工作。

**鸣谢** 感谢黄恒掌推广研究员对该研究的大力帮助与指导。

**收稿日期** 2015-11-26

产达极显著水平; A<sub>2</sub> 施肥水平下, 以栽插密度 B<sub>2</sub> 处理的产量最高, 且与其他密度处理产量差异极显著; A<sub>3</sub> 施肥水平下, 各密度处理产量差异不显著, 随着密度的增加, 产量有减少趋势。

在各处理组合中, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 处理产量显著高于其他处理, 其次是 A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>; 低施氮量随着密度增加产量逐渐升高, 高施氮量随着密度增加产量逐渐降低, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 产量最低。

在 3 种施氮肥处理间, C 两优 9 号的产量表现为 A<sub>2</sub> > A<sub>3</sub> > A<sub>1</sub>, 且 A<sub>2</sub> 的产量显著高于 A<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>; A<sub>3</sub> 产量高于 A<sub>1</sub>, 但两者差异不显著。A<sub>2</sub> 产量明显高于其他处理, 说明 C 两优 9 号在适量的氮量施用下可以获得高产, 过多过少施氮都对产量有影响。不同栽插密度间水稻产量表现为 B<sub>2</sub> > B<sub>3</sub> > B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 产量略高, B<sub>3</sub> 产量次之, B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 之间产量差异不显著; B<sub>1</sub> 产量较低, 与 B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 之间产量差异达极显著水平。可见, 合理密植增加有效穗数有利于提高 C 两优 9 号的产量。

由此可见, 在适量施氮量和适当的栽插密度下, 可以实现 C 两优 9 号高产, 说明合理密植, 精准施肥, 可以充分发挥其产量潜力。

表 1 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的产量 kg/hm<sup>2</sup>

施氮量	密度			平均
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	8 141.9	8 253.9	8 515.8	8 303.9 bB
A <sub>2</sub>	8 845.2	9 142.2	8 857.0	8 948.1 aA
A <sub>3</sub>	8 403.7	8 365.9	8 365.7	8 378.4 bB
平均	8 463.6 bB	8 587.3 aA	8 579.5 aA	

## 2.2 不同施氮量与种植密度对水稻产量构成因素的影响

**2.2.1 不同施氮量和栽插密度对分蘖成穗率的影响。**由表 2 可知, 随着施氮量和栽插密度的增加, 群体逐渐加大, 分蘖率随着施氮量增加及栽插密度减小其分蘖力增强, A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 处理分蘖率最高; 随着施氮量的增加及栽插密度的加大成穗率减小, 施氮量增加, 促进分蘖的发生, 过多分蘖因肥水不足, 多成为无效分蘖<sup>[2]</sup>; C 两优 9 号 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 处理基本苗单茎分蘖达 7.4 茎, A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 处理群体最高, 为 606.4 万蘖/hm<sup>2</sup>, 而最高分蘖率的 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 处理成穗率不是最高。可见, 过多施用氮肥促进过多的分蘖, 无效分蘖也多, 这不仅造成环境污染, 而且造成经济损失, 因此, 要实现其高产, 应通过减量追施, 促蘖、促成穗。

表 2 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的分蘖成穗率

处理组合	基本苗	最高群体	有效穗	分蘖率//% 成穗率//%
	万株/hm <sup>2</sup>	万株/hm <sup>2</sup>	万株/hm <sup>2</sup>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	55.3	313.5	264.0	564.7 84.2
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	75.8	393.1	316.5	524.0 80.5
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	93.0	475.5	372.0	511.3 78.2
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	54.2	393.2	321.4	727.8 81.7
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	72.0	491.6	388.9	681.3 79.2
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	91.5	589.5	444.6	644.3 75.3
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	57.1	422.6	325.7	739.5 77.2
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	78.5	532.5	399.6	682.7 74.9
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	90.1	606.4	445.7	673.3 73.5

**2.2.2 不同施氮量和栽插密度对单位面积穗数的影响。**由表 3 可知, 随着施氮水平的提高, 单位面积穗数逐渐增多, 表现为 A<sub>3</sub> > A<sub>2</sub> > A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> 与 A<sub>2</sub> 之间差异不显著, 但较 A<sub>1</sub> 增加极显著。不同栽插密度间, 单位面积穗数随着栽插密度的增加而增多, 3 个密度处理间均达极显著水平, 表现为 B<sub>3</sub> > B<sub>2</sub> > B<sub>1</sub>。这与石守设等<sup>[3]</sup>研究结果基本一致。表明 C 两优 9 号分蘖力较强, 合理密植可充分发挥其较高分蘖能力的潜力。

表 3 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的单位面积穗数

施氮量	密度			平均
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	264.3	316.6	372.8	317.9 bB
A <sub>2</sub>	321.8	388.2	444.6	384.9 aA
A <sub>3</sub>	325.6	399.1	438.2	387.6 aA
平均	303.9 cC	368.0 bB	418.5 aA	

**2.2.3 不同施氮量和栽插密度对穗粒数的影响。**从表 4 可以看出, 随着施氮量的增加, 穗粒数表现为 A<sub>3</sub> > A<sub>2</sub> > A<sub>1</sub>。A<sub>3</sub>、A<sub>2</sub> 穗粒数无显著差异, 但均比 A<sub>1</sub> 增加显著。从施氮量对 C 两优 9 号穗粒数影响来看, 高肥水有利于其群体颖花量的增加。随密度的增加穗粒数减小, 3 个密度处理间穗粒数差异不显著, 说明适量稀植、高肥有利于多粒大穗形成。

表 4 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的穗粒数 粒/穗

施氮量	密度			平均
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	179.6	169.9	167.5	172.3 bA
A <sub>2</sub>	187.3	184.1	183.3	184.9 aA
A <sub>3</sub>	192.3	185.0	185.7	187.7 aA
平均	186.4 aA	179.7 aA	178.8 aA	

**2.2.4 不同施氮量和栽插密度对结实率的影响。**从表 5 可以看出, C 两优 9 号结实率受施氮量和密度影响显著。C 两优 9 号结实率为 A<sub>1</sub> > A<sub>2</sub> > A<sub>3</sub>, A<sub>1</sub> 较 A<sub>3</sub> 增加达极显著水平, 说明 C 两优 9 号受施氮量影响较大, 随着施氮水平的提高, 结实率明显减少。随着密度的增加, 结实率明显减少, 表现为 B<sub>1</sub> > B<sub>2</sub> > B<sub>3</sub>。

表 5 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的结实率 %

施氮量	密度			平均
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	92.1	90.6	89.2	90.6 aA
A <sub>2</sub>	87.6	86.6	85.8	86.7 bB
A <sub>3</sub>	83.9	83.4	82.6	83.3 cC
平均	87.9 aA	86.9 bB	85.9 cC	

表 6 不同施氮量和栽插密度下 C 两优 9 号的千粒重

施氮量	密度			平均
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub>	24.76	24.50	24.43	24.56 abA
A <sub>2</sub>	24.73	24.67	24.40	24.60 aA
A <sub>3</sub>	24.60	24.57	24.30	24.49 bA
平均	24.69 aA	24.58 bB	24.38 cC	

**2.2.5 不同施氮量和栽插密度对千粒重的影响。**从表 6 可

以看出,在不同施氮处理中,千粒重表现为  $A_3 < A_1 < A_2$ ,  $A_2$  千粒重较  $A_1$  增加不显著,较  $A_3$  增加显著,说明精量施肥有利于促进 C 两优 9 号谷粒饱满度。随着栽插密度的增加,千粒重表现为  $B_3 < B_2 < B_1$ ,  $B_2$ 、 $B_3$  均较  $B_1$  减少达极显著水平。 $A_3$ 、 $B_3$  千粒重较低,这与水稻施氮量过大导致贪青晚熟,过于密植导致稻株库大源不足有关<sup>[4]</sup>。

### 3 结论与讨论

该研究表明,C 两优 9 号是分蘖力较强的杂交水稻,在  $A_2$ 、 $B_2$  组合下产量最高。在一定范围内,适量的施氮量有利于产量的增加,过多施用氮肥促进过多的分蘖,无效分蘖也多,这不仅造成环境污染,而且造成经济损失;合理密植可充

分发挥其分蘖潜力;高肥高密植易导致贪青晚熟、病虫害严重。在生产中通过合理密植、精量追肥,有利于促蘖成穗、成大穗、提高粒重和结实率,在收获时能实现完熟,获得更理想的产量,既经济又环保。

### 参考文献

- [1] 杨国才,游艾青,胡刚,等. 施氮用量和栽插密度对杂交稻 W 两优 3418 产量及米质的影响[J]. 湖北农业科学,2009(12):2944-2946.
- [2] 祁玉良,石守设,鲁伟林,等. 不同栽植密度杂交稻分蘖成穗规律及其穗部性状研究[J]. 中国农学通报,2006(5):177-179.
- [3] 石守设,尹海庆,扶定,等. 施氮量和栽插密度对郑稻 18 产量及其构成因素的影响[J]. 中国农学通报,2010(10):115-121.
- [4] 马铮,霍二伟,卢兆成,等. 杂交水稻主要性状对产量的影响[J]. 山东农业科学,2006(3):21-23.

(上接第 54 页)

表 1 2011 年参试谷子品种的产量参数及高稳系数

品种名称	产量//kg/hm <sup>2</sup>	增产率//%	产量位次	标准差	变异系数	变异系数位次	高稳系数//%	高稳系数位次
汾选 446	3 877.95	9.43	1	61.84	23.92	5	75.69	3
长生 09	3 859.50	8.91	2	74.82	29.08	12	70.22	7
晋汾 96	3 853.20	8.73	3	71.42	27.80	10	71.36	5
长农 41 号	3 847.20	8.56	4	56.95	22.20	2	76.78	1
长 1001	3 847.05	8.56	5	72.13	28.13	11	70.93	6
太选 11 号	3 842.70	8.43	6	57.12	22.30	3	76.60	2
汾选 5 号	3 782.25	6.73	7	66.36	26.32	7	71.49	4
糙谷 2 号	3 691.95	4.18	8	65.66	26.67	8	69.45	9
太选 13 号	3 619.35	2.13	9	59.55	24.68	6	69.93	8
长农 35 号(CK)	3 543.75	-	10	64.48	27.29	9	66.10	11
航谷 8 号	3 370.95	-4.88	11	52.70	23.45	4	66.20	10
沁黄 3 号	3 294.90	-7.02	12	48.19	21.94	1	65.98	12

表 2 2012 年参试谷子品种的产量参数及高稳系数

品种名称	产量//kg/hm <sup>2</sup>	增产率//%	产量位次	标准差	变异系数	变异系数位次	高稳系数//%	高稳系数位次
长 1001	4 635.90	14.12	1	69.50	22.49	5	80.41	1
长农 41 号	4 416.60	8.72	2	63.41	21.54	3	77.55	2
相谷 1 号	4 391.70	8.10	3	68.29	23.32	7	75.36	4
晋品谷 3 号	4 313.10	6.17	4	73.42	25.54	9	71.87	7
长生 11 号	4 263.30	4.95	5	58.20	20.48	2	75.87	3
汾选 9 号	4 216.95	3.80	6	74.63	26.55	11	69.32	10
太选 13 号	4 210.20	3.64	7	60.79	21.66	4	73.81	5
汾选 5 号	4 090.50	0.69	8	64.11	23.51	8	70.02	8
长农 35 号(CK)	4 062.45	-	9	62.39	23.04	6	69.97	9
农大 10 号	4 018.50	-1.08	10	52.67	19.66	1	72.25	6
晋中 232	3 970.35	-2.27	11	73.68	27.84	12	64.11	12
长农 42 号	3 964.35	-2.41	12	69.83	26.42	10	65.27	11

表 3 平均产量、变异系数与高稳系数的相关系数

指标	2011 年		2012 年	
	平均产量	变异系数	平均产量	变异系数
变异系数	0.36	-	-0.30	-
HSC	0.80**	-0.26	0.88**	-0.71**

注: \* 表示相关性显著( $P < 0.05$ ), \*\* 表示相关性极显著( $P < 0.01$ )。

量呈正相关,且达极显著水平,与变异系数呈负相关;2012 年的 HSC 与产量呈正相关,与变异系数呈负相关,均达极显著水平,与生产性区域试验结果相一致。

### 3 结论与讨论

依据 2011 年和 2012 年山西省谷子中晚熟区生产性区域试验资料,采用高稳系数、标准差和变异系数等多种参数对参试谷子品种的高产稳产性进行分析,结果表明长农 41 号谷子新品种 2 年平均产量 4 131.90 kg/hm<sup>2</sup>,平均比对照增产 8.64%,2 年变异系数相对小而稳定,2 年 HSC 平均最大,

说明长农 41 号丰产高产性强,稳产广适性好,适宜山西省谷子中晚熟区及国内相应区域大面积生产应用。

对谷子品种 HSC 与平均产量和变异系数的相关性分析结果显示,HSC 与平均产量呈高度正相关,与变异系数呈负相关,说明高稳系数法评价品种的高产稳产性具有较高的可靠性。

### 参考文献

- [1] 张丽颖,王金君,石清琢,等. 高稳系数法在玉米区试中的应用与评价[J]. 杂粮作物,2005,25(2):69-71.
- [2] 任爱民,马卫军,崔明晖,等. 抗虫杂交棉新品种邯杂 306 的高产稳产性分析[J]. 河北农业科学,2011,15(3):89-91.
- [3] 连少英,张琪,言向前. 豫东地区夏大豆品种的高产稳产性分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(14):65-66.
- [4] 马育华. 试验统计[M]. 北京:中国农业出版社,1982.
- [5] 马育华. 田间试验和统计方法[M]. 北京:农业出版社,1979.
- [6] 温振民,张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨[J]. 作物学报,1994,20(4):508-512.