

冬水田免耕条件下氮肥管理和移栽密度 对杂交中稻产量的影响

周兴兵 张林* 蒋鹏 熊洪 朱永川 刘茂 郭晓艺 徐富贤*

(四川省农业科学院水稻高粱研究所 / 农业部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室/国家水稻改良中心四川泸州分中心, 四川 泸州 646000; *通讯作者: xu6501@163.com)

摘 要:以川绿优 642、蓉优 1015、冈优 725 为材料,研究了西南稻区冬水田在免耕条件下施肥模式(A1,“底肥一道清”;A2,平衡施肥)和移栽密度(C1,1.4 万丛/667 m²; C2,1.1 万丛/667 m²;C3,0.8 万丛/667 m²)对杂交中稻产量及其构成的影响。结果表明,A1 处理的平均产量要比 A2 处理低 4.76%;随着移栽密度的增加,参试品种产量呈增加趋势,以 C1 处理的产量最高,较 C2 和 C3 处理平均分别增加了 2.4%和 3.5%;对不同类型品种而言,以川绿优 642(多穗型)产量最高,较冈优 725(大穗型)和蓉优 1015(穗粒兼顾型)分别增加了 8.3%~15.6%、6.3%~17.3%,其增产优势主要表现在有效穗数上。施肥方式对杂交中稻产量影响差异不显著,而品种、栽插密度对杂交中稻产量的影响显著。由此可见,选用分蘖力强的穗数型品种,适当增加移栽密度,采用“底肥一道清”的施肥方式是四川冬水田免耕水稻实现高产、省工的有效途径。

关键词:免耕;杂交稻;施肥方式;移栽密度;产量

中图分类号:S511.048 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)03-0063-04

肥料运筹和种植密度是影响水稻产量的两个重要因素,更是研究热点。已有研究表明,采用合理的施肥技术和适宜的移栽密度可显著提高水稻产量和肥料利用率^[1-3],但这些研究主要在常规翻耕条件下进行。近年来,随着我国城镇化的快速发展,农村青壮年劳动力大量向城市转移,传统的水稻耕作方式因劳动强度大、工作效率低、生产成本低,已不能适应我国农业和经济发展要求。免耕作为当前国内外研究和推广的主要耕作模式之一,具有省工节本、生产效率高、缓和季节矛盾、保护水土流失等优点,在南方稻区得到广泛应用^[4-7]。蒋鹏等^[8]研究表明,免耕水稻可获得与翻耕水稻相当甚至更高的产量,但其产量形成特点又有别于翻耕水稻,免耕水稻的增产优势主要表现在结实率和千粒重上。程永盛等^[9]研究表明,免耕水稻施用穗肥有利于结实率和千粒重的提高。赵建红等^[10]则认为,适当的增施穗肥对免耕水稻结实率和千粒重影响不大,但可促进大穗的形成。姜新有等^[11]研究表明,免耕晚稻需加大前期氮肥施用量,否则不利于分蘖产生,导致有效穗数减少,进而造成产量下降。廖恒登等^[12-13]研究表明,免耕条件下随着种植密度的增加,水稻最高分蘖数和有效穗数显著增加,产量也呈增加趋势。但这些研究只针对肥料运筹或移栽密度对免耕水稻产量的影响,而关于免耕条件下肥料运筹、移栽密度及其互作对水稻产量的影响鲜有报道。为此,本文采用大田试验,研究免耕条

件下肥料运筹、移栽密度及其互作对水稻产量的影响,以实现水稻生产高产、高效、可持续发展的目标,为集成水稻免耕种植技术提供理论指导和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及试验设计

于 2016 年在四川省农业科学院水稻高粱研究所泸县基地进行大田试验。试验设 2 种施肥模式:A1,底肥一道清;A2,平衡施肥(氮肥,底肥:磷肥:钾肥=5:3:2)。3 个品种:B1,川绿优 642(穗数型);B2,蓉优 1015(穗粒兼顾型);B3,冈优 725(大穗型)。3 种移栽密度:C1,1.4 万丛/667 m²;C2,1.1 万丛/667 m²;C3,0.8 万丛/667 m²。采用裂区设计,以氮肥管理模式为主区,品种为裂区,移栽密度为再裂区,小区面积 15 m²,3 次重复。2 种施肥模式的纯 N 用量为 8 kg/667 m²,N:P:K=1:0.5:1,其中平衡施肥的磷、钾肥全部作基肥,氮肥按照底肥:磷肥:钾肥=5:3:2 的比例分 3 次施用。采用地膜湿润育秧,于 3 月 6 日播种,4 月 11 日移栽,每丛 2 苗。灌溉方式:采用“浅-深-浅”模式,即移栽至最高苗期灌

收稿日期:2016-11-28

基金项目:四川省财政-能力提升-公益性研究深化工程(GYSH-031);国家水稻产业体系(CARS-01-29);四川省“十三五”水稻育种攻关项目(2016NYZ0028)

表 1 不同处理对杂交中稻产量及产量构成的影响

处理	有效穗数 (万/667 m ²)	每穗粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	千粒重 (g)	产量 (kg/667 m ²)
A1B1C1	16.05 a	160.46 f	84.82 ab	29.37 abcd	679.34 ab
A1B1C2	13.36 abcd	176.24 def	86.49 ab	29.51 abcd	678.17 ab
A1B1C3	13.40 abcd	187.94 bcdef	82.70 b	28.90 abcd	658.00 abcd
A1B2C1	13.35 abcd	162.89 f	88.14 ab	31.61 a	600.84 bcd
A1B2C2	11.37 cdef	169.20 ef	88.51 ab	31.39 ab	579.00 bcd
A1B2C3	10.03 ef	191.79 bcdef	88.49 ab	30.60 abc	562.34 cd
A1B3C1	12.93 abcde	204.56 abcde	85.45 ab	27.46 d	579.67 bcd
A1B3C2	11.33 cdef	217.61 abc	86.36 ab	27.52 d	561.34 d
A1B3C3	9.88 ef	216.04 abcd	87.41 ab	27.50 d	576.50 bcd
平均	12.41±1.96	187.41±21.88	86.49±1.93	29.32±1.64	608.36±49.32
A2B1C1	15.26 ab	188.12 bcdef	83.80 ab	29.71 abcd	665.50 abc
A2B1C2	12.92 abcde	181.9 3 cdef	81.94 b	30.08 abcd	687.67 a
A2B1C3	13.81 abc	191.28 bcdef	85.13 ab	30.02 abcd	649.50 abcd
A2B2C1	13.63 abcd	163.24 f	90.12 a	30.76 abc	634.67 abcd
A2B2C2	12.76 bcde	199.22 bcdef	86.17 ab	31.50 a	608.67 bcd
A2B2C3	10.48 def	218.63 abc	85.17 ab	29.71 abcd	605.84 bcd
A2B3C1	11.76 cdef	226.71 ab	84.99 ab	28.54 bcd	650.50 abcd
A2B3C2	11.18 cdef	226.40 ab	87.85 ab	28.35 cd	604.84 bcd
A2B3C3	9.27 f	243.96 a	84.98 ab	28.39 cd	628.84 abcd
平均	12.34±1.85	204.39±26.31	85.57±2.33	29.67±1.09	637.34±28.72

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

浅水,5.0 cm 以下水层,最高苗期-抽穗期 5.0~20.5 cm 水层,抽穗-成熟期 5.0 cm 以内水层。

1.2 测定项目

1.2.1 最高分蘖数

于杂交稻最高分蘖期,每小区沿对角线调查 20 丛分蘖数,用于计算最高分蘖数。

1.2.2 产量构成

于成熟期每个小区取样 5 丛,用于考察每穗粒数、结实率、千粒重;同时调查 20 丛穗数,用以计算单位面积有效穗数。

1.2.3 产量

于成熟期收获整个小区,每个小区单打单晒,折算成 13.5%含水量后,记作实收产量。

1.3 数据整理分析

采用 Excel 2007 整理数据,DPS 软件进行方差分析,LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对杂交中稻产量的影响

由表 1 和表 2 可知,A1 处理水稻平均产量为 608.36 kg/667 m²,较 A2 处理低了 4.76%,但差异不显著;不同穗粒型杂交稻品种对施肥模式的响应存在较大的差异。A1 模式下,川绿优 642(穗数型)、蓉优 1015

(穗粒兼顾型)、冈优 725(大穗型)平均产量分别为 671.81 kg/667 m²、580.73 kg/667 m²、572.50 kg/667 m²,与 A2 模式相比,穗数型品种产量增加了 0.64%,而穗粒兼顾型、大穗型品种产量分别降低了 5.79%、8.85%。单就品种而言,不论是“底肥一道清”施肥方式还是平衡施肥方式,均一致以川绿优 642 产量最高,较冈优 725 和蓉优 1015 分别增加了 8.3%~15.6%、6.3%~17.3%,而冈优 725 和蓉优 1015 间产量差异不显著。随着移栽密度的增加,杂交稻产量呈增加趋势,C1 处理产量较 C2 和 C3 处理分别增产 2.4%和 3.5%。由此可见,免耕条件下底肥一道清施肥模式并不利于穗粒兼顾型和大穗型品种产量潜力的发挥。

2.2 不同处理对杂交中稻产量构成的影响

由表 1 可知,A1 模式下杂交稻的有效穗数、结实率和每穗粒数平均为 12.41 万/667 m²、86.49% 和 187.41 粒/穗,与 A2 处理相比,有效穗数和结实率分别增加了 0.6%和 0.92 个百分点,而每穗粒数减少了 8.3%,千粒重两者相当。A1 模式下,川绿优 642 有效穗数较蓉优 1015 和冈优 725 分别高了 23.2%和 25.4%;但每穗粒数较冈优 725 减少了 17.8%,与蓉优 1015 相当。A2 模式下,与蓉优 1015 和冈优 725 相比,川绿优 642 有效穗数分别增加了 13.9%和 33.7%,每穗粒数分别减少了 3.4%和 19.5%。不论是 A1 处理还是 A2 处

表 2 杂交中稻产量方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值
施肥模式(A)	4.5356	1	4.5356	1.6971	0.3225
品种(B)	23.7177	2	11.8589	13.7755	0.0026
移栽密度(C)	1.7677	2	0.8839	3.5921	0.0432
A×B	3.3427	2	1.6713	1.9415	0.2054
A×C	0.0067	2	0.0034	0.0136	0.9865
B×C	1.9695	4	0.4924	2.0011	0.1265
A×B×C	0.4666	4	0.1166	0.4741	0.7543

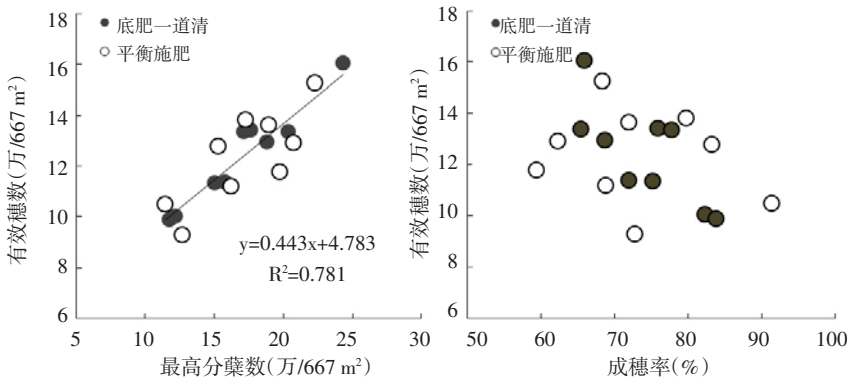


图 1 杂交中稻有效穗数、最高分蘖数和成穗率的关系

理,千粒重均以蓉优 1015 最大,川绿优 642 次之,冈优 725 最小。不同基因型品种之间结实率差异相对较小。随着移栽密度的增加,有效穗数呈增加趋势,每穗粒数呈下降趋势。不同移栽密度之间杂交稻结实率和千粒重差异相对较小。

3 小结与讨论

张玉等^[14]研究表明,免耕条件下平衡施肥处理水稻产量显著高于重施穗肥处理,相对于重施穗肥,平衡施肥能明显促进免耕水稻根系生长,增加有效穗数,提高结实率,最终提高水稻产量。本研究结果表明,采用“底肥一道清”模式免耕水稻可获得与平衡施肥模式相当的产量,但其产量形成特点并不一致。“底肥一道清”处理下,免耕水稻有效穗数、结实率高于平衡施肥处理,而每穗粒数低于平衡施肥处理。重施穗肥的处理造成免耕水稻生长前期肥料供应不足,分蘖力下降,有效穗数不足,后期施用过量氮肥容易造成贪青晚熟,导致结实率下降,造成产量下降;而“底肥一道清”确保了足够的肥料供应,促进免耕水稻强壮生长即快速分蘖,提高有效穗数,进而实现高产。此外,冬水田保水保肥能力强,且其速效养分含量高^[15],这也是“底肥一道清”在后期不施氮情况下仍可获得较高的结实率和千粒重的主要原因。

洛育等^[16]以大穗型和多穗型粳稻品种为材料,研

究了耕作方式对不同类型品种产量的影响,结果表明,免耕、少耕条件下多穗型品种产量较大穗型品种平均增产 7.0%,增产优势主要表现在有效穗数和结实率上。本研究结果表明,与大穗型和穗粒兼顾型品种相比,免耕条件下多穗型品种产量平均分别增加了 11.6%和 11.9%,单位面积有效穗数显著增加是其增产的主要原因。本研究结果还表明,免耕条件下随着移栽密度的增加,杂交稻产量呈增加趋势,以

C1 的产量最高,与 C2 和 C3 处理相比,平均分别增产 2.4%和 3.5%,其增产优势主要表现在有效穗数上。同时,相关性分析结果表明,有效穗数与最高分蘖数呈显著正相关,与成穗率相关性不显著。由此可见,在目前水稻生产中,插足基本苗是免耕水稻获得高产的重要基础。

综上所述,川西南冬水田免耕栽培高产策略是“选用分蘖力强的穗数型品种,适当增加移栽密度,其施肥策略可采用‘底肥一道清’模式”。由于只进行了 1 年的试验,其结果是否适合连续免耕条件下杂交水稻的高产栽培尚待进一步的探索研究。

参考文献

[1] 周江明,赵琳,董越勇,等. 氮肥和栽植密度对水稻产量及氮肥利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(2):274-281.
[2] 谢小兵,周雪峰,蒋鹏,等. 低氮密植栽培对超级稻产量和氮素利用率的影响[J]. 作物学报,2015,41(10):1 591-1 602.
[3] 陈海飞,冯洋,蔡红梅,等. 氮肥与移栽密度互作对低产田水稻群体结构及产量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(6): 1 319-1 328.
[4] Huang M, Ibrahim M, Xia B, et al. Significance, progress and prospects for research in simplified cultivation technologies for rice in China[J]. J Agric Sci, 2011, 149: 487-496.
[5] 刘军,黄庆,刘怀珍,等. 水稻免耕抛秧的特点及高产技术[J]. 作物杂志,2000(4):11-12.
[6] 孙国峰,陈阜,李琳,等. 耕作措施对长期免耕双季稻田土壤碳库

- 的影响[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(6): 45-49.
- [7] 楚良, 谢永芬, 徐庆坤. 水稻免耕栽培技术在昆明的应用[J]. 云南农业科技, 2005(1): 23-24.
- [8] 蒋鹏, 张林, 周兴兵, 等. 四川冬水田区免耕移栽对杂交稻产量形成的影响[J]. 中国稻米, 2016, 22(3): 73-74.
- [9] 程永盛, 黄庆, 刘怀珍, 等. 不同施氮处理对免耕抛秧稻产量及其产量构成因素的影响[J]. 广东农业科学, 2001(5): 28-30.
- [10] 赵建红, 李玥, 孙永健, 等. 灌溉方式和氮肥运筹对免耕厢沟栽培杂交稻氮素利用及产量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(3): 609-617.
- [11] 姜新有, 周江明. 氮素运筹对免耕移植水稻产量及氮素利用率的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(9): 104-108.
- [12] 廖恒登, 谭正兴, 宁树珍, 等. 抛栽密度对免耕抛秧水稻产量的影响[J]. 杂交水稻, 2006, 21(S1): 61-63.
- [13] 徐一成, 朱德峰, 陈惠哲. 不同机插密度对免耕机插水稻生长即产量形成的影响[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(5): 9-12.
- [14] 张玉, 秦华东, 黄敏, 等. 氮肥运筹对免耕水稻根系生长、根际土壤特性及产量的影响[J]. 广西植物, 2014, 34(5): 681-685.
- [15] 王蓉芳, 黄德明, 崔勇. 我国不同地区土壤肥力监测报告(1988-1997)——南方二熟制稻田区土壤肥力变化趋势及原因分析[J]. 土壤肥料, 2002(2): 3-8.
- [16] 洛育, 孙世臣, 张凤鸣, 等. 免耕与少耕栽培对水稻产量和品质的影响及其经济效益分析[J]. 黑龙江农业科学, 2014(8): 39-42.

Effects of Nitrogen Management and Planting Density on Grain Yield of Hybrid Rice under No-tillage Condition in Winter Paddy Field

ZHOU Xingbing, ZHANG Lin*, JIANG Peng, XIONG Hong, ZHU Yongchuan, LIU Mao, GUO Xiaoyi, XU Fuxian*

(Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture/ Luzhou Branch of National Rice Improvement Center, Luzhou, Sichuan 646000, China; *Corresponding author: xu6501@163.com)

Abstract: A field experiment was conducted to studied the effects of two fertilizer managements (A1, all for basal fertilizer; A2, balance fertilizer management) and planting density (C1, 1.4×10^4 hills/667 m²; C2, 1.1×10^4 hills /667 m²; C3, 0.8×10^4 hills/667 m²) on grain yield and yield components under no-tillage condition in winter paddy field in Southwest China, with three hybrid rice Chuanlvyou642, Rongyou1015 and Gangyou725 as materials. The results showed that the yield of hybrid rice under A1 treatment was decreased by 4.76% compared to A2 treatment, but had no significant difference. The grain yield of hybrid rice was increased with the planting density increasing, C1 treatment was highest, and the yield of Chuanlvyou 642 was highest among three hybrid rice. The high grain yield for Chuanlvyou 642 was associated with high effective panicles. There were significant difference in grain yield among three hybrid rice and three planting densities. Thus it can be seen, choosing strong tillering panicle type rice, appropriate increasing the transplanting density, and adopting all for basal fertilizer, is a feasible approach to achieve high yield and save labor under no-tillage condition in winter paddy field in Southwest China.

Key words: no-tillage; hybrid rice; fertilization mode; planting density; grain yield

·综合信息·

河南省 2016 年审定通过的水稻新品种

审定编号 (豫审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667 m ²)	生试产量 (kg/667 m ²)
2016001	汴稻 1 号	粳型常规稻	河南省开封市农林科学研究院	镇稻 99/ 秋丰	155 ~ 164	653.45	636.60
2016002	新稻 69	粳型常规稻	河南省新乡市农业科学院	新稻 18 号 / 苏北 9 号	151 ~ 157	576.40	600.40
2016003	信粳 18	粳型常规稻	河南省信阳市农业科学院	方欣 1 号 / 镇稻 88	150 ~ 156	578.05	591.90
2016004	Y 两优 800	籼型两系杂交稻	湖南袁创超级稻技术有限公司	Y58S × R800	145 ~ 150	606.30	675.30
2016005	科两优 9	籼型两系杂交稻	湖南科裕隆种业有限公司	科 S/ 湘恢 112-9	146 ~ 149	608.15	671.60
2016006	Y 两优 886	籼型两系杂交稻	河南农业大学	Y88S × 益恢 66	142 ~ 148	605.00	669.30
2016007	Y 两优 808	籼型两系杂交稻	安徽国豪农业科技有限公司	Y58S × 豪恢 808	141 ~ 144	577.25	669.00
2016008	Y 两优 188	籼型两系杂交稻	北京北农睿丰农业科技有限公司	Y58S × R18	141 ~ 144	601.15	676.20
2016009	广两优 9826	籼型两系杂交稻	河南省信阳市旺达种业有限公司	广占 63-4s × 信丰 9826	146 ~ 151	609.40	688.90
2016010	信优糯 5533	籼型三系杂交糯稻	河南省信阳市农业科学院	信 3122Awx × 信糯恢 5533	140 ~ 145	593.50	668.50

(中稻宣)