

直播条件下播种量对不同千粒重杂交稻产量的影响

刘茂 徐富贤 熊洪 张林 郭晓艺 周兴兵 朱永川 陈琳 蒋鹏*

(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, 四川 德阳 618000;

* 通讯作者: jiangyipeng137@163.com)

摘 要: 为了探明直播条件下播种量对不同千粒重杂交稻产量形成特点和干物质生产特性的影响, 以雅 5 优 2199(小千粒重)和内 6 优 103(大千粒重)为材料, 于 2017 年采用人工撒播栽培方式在四川德阳进行不同播种量(7.5、15.0、22.5、30.0、37.5 kg/hm²)大田试验。结果表明, 不同播种量对杂交稻产量影响显著, 有效穗数和干物质质量随播种量的增加而增加, 而每穗粒数呈下降趋势, 播种量对结实率、千粒重和收获指数影响不显著。雅 5 优 2199 产量随着播种量增加呈先增加后下降的趋势, 以播量为 22.5 kg/hm² 的处理最高, 达 10.86 t/hm², 较播量为 7.5 kg/hm² 的处理增加了 20.53%, 差异显著; 内 6 优 103 产量以播量为 37.5 kg/hm² 的处理最高, 达 10.82 t/hm², 较播量为 7.5 kg/hm² 的处理增加了 11.20%, 差异显著; 2 个品种在 15.0、22.5、30.0、37.5 kg/hm² 播量时, 处理间产量差异均不显著。不同千粒重杂交稻之间的产量差异不显著。综合考虑产量和种子成本, 小千粒重杂交稻的适宜播种量为 15.0~22.5 kg/hm², 大千粒重杂交稻的适宜播种量为 22.5~30.0 kg/hm²。

关键词: 直播稻; 播种量; 杂交稻; 千粒重; 产量

中图分类号: S511.042 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2018)02-0084-04

近年来, 随着农村青壮年劳动力向城市转移, 传统的育苗移栽稻作技术因其用工多、劳动强度大、效率低已难以适应当前我国水稻生产的发展需要。同时, 随着经济的快速发展、城镇化步伐的加快和种植业结构调整, 水稻种植面积刚性下降, 而人口不断增长对粮食的刚性需求日趋增加。采用合理的栽培技术持续提高水稻产量对保障我国粮食安全具有重要意义。水稻直播省去了育秧、拔秧和移栽等作业环节, 大幅度节省了生产用工, 减轻了劳动强度, 提高了生产效益, 已成为一项不推自广的种植技术, 种植面积迅速上升^[1]。以四川省为例, 2008 年以前四川省水稻直播面积为 0^[2], 2016 年仅南充市的水稻直播面积就超过了 0.67 万 hm², 未来几年预计将超过 2.67 万 hm², 约占该市水稻种植面积的 20%^[3]。然而, 直播稻生产中普遍存在一播全苗难、杂草控制难、易倒伏、产量稳定性差等问题, 尤其是为了确保一播全苗, 在实际生产中很多稻农刻意加大播种量, 从而导致群体过大, 相互间遮荫严重, 极易诱发病虫害和倒伏, 不利于高产群体的构建。确定合理的播种量不仅有利于构建合理的高产群体, 协调个体与群体间的矛盾, 还有利于降低直播稻的种子成本。

关于播种量对直播稻的影响前人进行了大量研究, 明确了直播稻产量与播种量呈开口向下的二次曲线关系, 即存在最佳播种量^[4-6]; 播种量对直播稻有效穗数、每穗粒数、干物质质量影响显著, 对结实率和千粒重

影响较小^[5,7]。随播种量的增加, 直播稻成熟期干物质积累量呈增加趋势, 齐穗至成熟期干物质积累量呈下降趋势^[4]; 直播稻有效穗数呈增加趋势, 每穗粒数呈下降趋势^[5]。上述研究习惯于用播种量来衡量播种密度, 而不是用单位面积种子粒数这个指标来衡量播种密度, 至今尚未有人提出种子千粒重与直播稻播种量和播种密度的关系, 其结果导致相同播种量下, 水稻种子千粒重越小, 单位面积所播种子粒数就越多, 反之, 水稻种子千粒重越大, 单位面积所播种子粒数就越少, 造成了千粒重小的杂交稻前期基本苗过多, 群体过大, 中后期易受病虫害和倒伏的影响而难以实现高产、稳产; 千粒重大的杂交稻单位面积播种粒数减少, 有利于个体生长, 有效分蘖增多, 每穗粒数也增多, 但因穗数不足亦难以实现高产。因此, 本文以不同千粒重杂交稻为材料, 探讨不同播种量对杂交稻产量形成特点的影响, 旨在进一步丰富直播杂交稻的栽培理论。

1 材料与方法

收稿日期: 2017-11-24

基金项目: 四川省农业科学院优秀论文基金(2016LWJJ-009); 四川省科技支撑计划(2016NZ0112); 国家现代农业产业技术体系建设水稻栽培与土壤岗位科学家项目(CARS-01-29)

表 1 直播条件下播种量对不同千粒重杂交稻生育期和产量的影响

处理	雅 5 优 2199		内 6 优 103	
	生育期 (d)	产量(t/hm ²)	生育期 (d)	产量(t/hm ²)
B _{7.5}	126	9.01±0.32 b	141	9.73±0.30 b
B _{15.0}	126	10.26±0.41 a	141	10.15±0.16 ab
B _{22.5}	124	10.86±0.21 a	139	10.30±0.22 ab
B _{30.0}	124	10.53±0.29 a	139	10.45±0.63 ab
B _{37.5}	123	10.58±0.53 a	138	10.82±0.55 a

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;±后的数值为标准差。下同。

表 2 直播条件下播种量对不同千粒重杂交稻产量构成的影响

品种	处理	有效穗数 (穗/m ²)	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)
雅 5 优 2199	B _{7.5}	296.7 c	126.8 a	93.5 a	24.8 a
	B _{15.0}	305.6 c	136.0 a	90.3 ab	25.2 a
	B _{22.5}	388.9 b	123.4 a	88.0 bc	24.8 a
	B _{30.0}	465.6 a	106.7 b	84.8 c	24.8 a
	B _{37.5}	476.7 a	101.1 b	85.8 c	24.8 a
内 6 优 103	B _{7.5}	223.3 c	147.8 a	93.6 a	30.0 a
	B _{15.0}	275.5 b	119.8 b	94.2 a	30.5 a
	B _{22.5}	300.0 ab	122.9 ab	93.3 a	30.4 a
	B _{30.0}	305.6 ab	119.5 b	95.0 a	30.5 a
	B _{37.5}	343.3 a	107.8 b	96.0 a	30.9 a

1.1 供试材料

以雅 5 优 2199、内 6 优 103 为试验材料。其中,雅 5 优 2199 为小千粒重品种,千粒重为 22.3 g,种子由四川农业大学水稻研究所提供;内 6 优 103 为大千粒重品种,千粒重为 27.1 g,种子由四川省农业科学院水稻高粱研究所提供。

1.2 试验设计

于 2017 年在四川省德阳市旌阳区进行大田试验。试验设置 5 个播量处理,播种量分别为 7.5、15.0、22.5、30.0、37.5 kg/667 m²,记为 B_{7.5}、B_{15.0}、B_{22.5}、B_{30.0} 和 B_{37.5}。试验采用裂区设计,播种量为主区,品种为副区,副区面积 20 m²,3 次重复。氮肥施用量为(纯 N)150 kg/hm² 基肥:分蘖肥:穗肥=5:2:3;N:P₂O₅:K₂O=1:0.5:1,其中,磷肥全部作基肥,钾肥分基肥、穗肥 2 次施用,各占 50%。浸种 2~3 d 后,直接人工撒播盲谷(未破胸)。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 干物质

于成熟期各小区选取 0.48 m²(2 个点,每个点 0.24 m²)的植株,将植株连根取出,用水冲洗干净,将根系与地上部分开,计数穗数后,人工将植株分成稻草、实粒、秕粒三部分,置于 70℃下烘干至恒质量后测定,用百分之一天平称重。总干物质质量=稻草干质量+实粒干质量+

秕粒干质量;收获指数=实粒干质量÷总干物质质量×100%。

1.3.2 产量构成

结合干物质测定的样品,每份实粒称量总质量后,人工计数 3 个 1 000 粒,秕粒全部计数,用于测定每穗粒数、结实率、千粒重,同时于成熟期调查 0.48 m²(2 个点,每个点 0.24 m²)植株穗数,用于计算单位面积有效穗数。

1.3.3 产量

于成熟期收获整个小区测产,产量换算成 13.5% 标准含水量。

1.4 数据分析

采用 Statistix 8.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 播种量对不同千粒重杂交稻产量和生育期的影响

由表 1 可知,随播种量增加,雅 5 优 2199 产量呈先增加后下降的趋势,以 B_{22.5} 处理产量最高,为 10.86 t/hm²,较 B_{7.5} 处理高了 20.53%,差异达显著水平,较 B_{15.0}、B_{30.0}、B_{37.5} 处理分别增产 5.85%、3.13%、2.65%,差异不显著;内 6 优 103 产量随播种量增加呈显著增加的趋势,B_{37.5} 处理产量最高,为 10.82 t/hm²,较 B_{7.5} 处理增加了 11.20%,差异达显著水平。同一品种 B_{15.0}、B_{22.5}、B_{30.0}、B_{37.5} 处理间的产量差异不显著。不同千粒重杂交稻品种产量差异不显著,内 6 优 103 平均产量较雅 5 优 2199 仅高了 0.40%。由表 1 还可以看出,在低播种量条件下杂交稻生育期有延长趋势,一般延长 2~3 d。不同千粒重杂交稻生育期差异较大,与雅 5 优 2199 相比,内 6 优 103 生育期要长了 15 d。

2.2 播种量对不同千粒重杂交稻产量构成的影响

由表 2 可知,播种量对有效穗数和每穗粒数影响显著。随播种量的增加,有效穗数呈显著增加的趋势,每穗粒数呈下降趋势。除雅 5 优 2199 的结实率外,播种量对杂交稻结实率和千粒重影响不显著。不同千粒重杂交稻之间有效穗数、结实率、千粒重差异显著,每穗粒数差异不显著。

2.3 播种量对不同千粒重杂交稻干物质生产的影响

由表 3 可以看出,播种量对杂交稻成熟期干物质生产、收获指数和作物生长速率影响显著,随着播种量的增加,杂交稻成熟期干物质和作物生长速率呈显著增加的趋势,而收获指数呈显著下降的趋势。不同千粒

表 3 直播条件下播种量对不同千粒重杂交稻干物质生产的影响

播种量	雅 5 优 2199			内 6 优 103		
	干物质(g/m ²)	作物生长速率(g/m ² ·d)	收获指数(%)	干物质(g/m ²)	作物生长速率(g/m ² ·d)	收获指数(%)
B _{7.5}	1 428.6 c	11.4 c	60.9 a	1 683.9 c	12.0 b	54.9 a
B _{15.0}	1 580.7 c	12.6 c	59.4 a	1 758.9 bc	12.5 b	53.1 ab
B _{22.5}	1 753.7 b	14.2 b	59.7 a	1 974.3 ab	14.2 a	53.2 ab
B _{30.0}	1 909.3 ab	15.4 ab	54.6 b	2 008.5 a	14.4 a	52.5 ab
B _{37.5}	1 928.5 a	15.6 a	53.0 b	2 110.3 a	15.2 a	51.9 b

重杂交稻品种之间的干物质、收获指数和作物生长速率差异显著,与雅 5 优 2199 相比,内 6 优 103 干物质增加了 10.9%,收获指数和作物生长速率分别降低了 7.7%和 0.7%。

3 讨论

适宜的播种量是直播稻构建合理群体和获得高产的重要栽培管理措施之一。已有研究表明,直播稻产量与播种量呈开口向下的二次曲线关系^[4-6]。本研究结果表明,千粒重小的杂交稻(雅 5 优 2199)产量随播种量的增加呈先增加后下降的趋势,在播种量为 22.5 kg/hm²时的产量最高,且产量与播种量呈开口向下的二次曲线关系;千粒重大的杂交稻(内 6 优 103)产量随播种量的增加呈线性增加,以播种量为 37.5 kg/hm²时的产量最高。15.0、22.5、30.0 kg/hm²播量处理间的产量差异不显著。由此可见,播种量过高或过低均不利于千粒重小的杂交稻产量的提高;而千粒重大的杂交稻品种则需要适当的增加播种量来实现高产。这与前人的研究结果并不尽一致,究其原因可能与本研究所选用的杂交稻品种千粒重差异较大有关。相同播种量条件下,千粒重小的杂交稻品种单位面积播种粒数较千粒重大的杂交稻品种多。当播种量相对较高时,千粒重小的杂交稻品种群体内个体间对温、光、水等资源的竞争加剧,每穗粒数显著减少,造成库容量(有效穗与每穗粒数的乘积)和结实率的降低,进而导致产量下降;而对于千粒重大的杂交稻品种来说,当播种量相对较高时则有利于增加基本苗数和有效穗数,能够较好的协调有效穗数与每穗粒数的矛盾,提高库容量,进而实现高产。

水稻产量可以理解为干物质与收获指数的乘积。

Peng 等^[8]认为,水稻产量的进一步提高主要依赖于干物质的增加,而非收获指数的增加,因为自矮化育种成功以来,收获指数基本接近最大值。杨惠杰等^[9]认为,超高产水稻稻谷产量与生物产量呈显著正相关,与收获指数相关性不显著。本研究中,随播种量的增加,杂交稻干物质呈逐渐增加的趋势,收获指数呈逐渐下降的趋势。说明适当的增加播种量有利于杂交稻干物质的提高,进而提高产量。

因此,综合考虑产量和种子成本的情况下,小千粒重杂交稻的适宜播种量为 15.0~22.5 kg/hm²,大千粒重杂交稻的适宜播种量为 22.5~30.0 kg/hm²。

参考文献

[1] 赵步洪,戴正元,谢林成,等. 直播水稻的研究与应用进展及发展策略[J]. 江苏农业科学,2010(5):13-15.

[2] 陈风波,陈培勇. 中国南方部分地区水稻直播采用现状及经济效益评价—来自农户的调查分析[J]. 中国稻米,2011,17(4):1-5.

[3] 张帆,沈超,徐敬洪,等. 四川水稻直播栽培技术发展现状与推广对策[J]. 农业科技通讯,2016(10):9-11.

[4] 李木英,陈关,石庆华,等. 播种量对直播早稻群体质量和产量的影响[J]. 江西农业大学学报,2010,32(3):419-424.

[5] 吴霞,陶诗顺,钟昀,等. 播种量对油后直播杂交稻产量及其构成因素的影响[J]. 杂交水稻,2014,29(4):47-49.

[6] 张中华. 不同播种量和品种直播研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.

[7] 王玉梅,杨广,赵春容,等. 不同播种量对直播杂交稻产量及干物质生产的影响[J]. 杂交水稻,2017,32(3):66-69.

[8] Peng S, Cassman K G, Virmani S S, et al. Yield potential trends of tropical rice since release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential[J]. *Crop Sci*, 1999, 39: 1 552-1 559.

[9] 杨惠杰,李义珍,杨仁崔,等. 超高产水稻的干物质生产特性研究[J]. 中国水稻科学,2001,15(4):265-270.

Effects of Different Seeding Amount on Grain Yield of Hybrid Rice with Different Thousand Grain Weight under Direct Seeding Condition

LIU Mao, XU Fuxian, XIONG Hong, ZHANG Lin, GUO Xiaoyi, ZHOU Xingbing, ZHU Yongchuan, CHEN Lin, JIANG Peng*
(Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Deyang, Sichuan 618000, China; *Corresponding author: jiangyipeng137@163.com)

(下转第 90 页)

kg, 累计实现增加社会效益 66.31 亿元; 优质稻推广过程中, 每 kg 稻谷比普通稻谷增加 0.4 元附加值, 共计增加经济效益 144.32 亿元; 同时项目产品具有较好的稻瘟病抗性, 按每 667 m² 节约农药费成本 10 元计算, 累计实现节支增效 7.71 亿元。合计增加效益共计 209.50 亿元, 为我国粮食“十二连增”做出了重要贡献, 取得了巨大的社会效益、经济效益和生态效益。

参考文献

- [1] 何霭如, 郭建夫, 李国鹏, 等. 华南籼型三系杂交水稻农艺性状的配合力分析[J]. 湖北农业学报, 2008, 47(10): 1128-1132.
- [2] 何霭如, 黄永相, 郭建夫, 等. 华南籼型三系杂交水稻主要品质性状的配合力分析[J]. 种子, 2008, 27(10): 26-30.
- [3] 李曙光, 符福鸿, 黄健文, 等. 广谱性恢系广恢 998 的特征特性及制种技术[J]. 广东农业科学, 2006(2): 20-21.
- [4] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质杂交籼稻新组合天优 998 [J]. 杂交水稻, 2004, 19(6): 62-63.
- [5] 朱满山, 王丰, 符福鸿, 等. 籼型杂交稻亲本米质性状的遗传效应对比分析[J]. 广东农业科学, 2012(13): 1-5.
- [6] 符福鸿, 黄慧君, 李传国, 等. 杂交晚籼秋优 998 的选育与应用[J]. 中国稻米, 2004, 10(1): 23-24.
- [7] 黄慧君, 符福鸿, 李传国, 等. 弱感光型杂交稻新组合博优 998 的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2002, 17(1): 7-8.
- [8] 柳武革, 刘振荣, 王丰, 等. 弱感光型杂交稻振优 998 特征特性及栽培技术[J]. 中国稻米, 2007, 13(6): 36-37.
- [9] 朱满山, 符福鸿, 黄慧君, 等. 广东省三系杂交稻新组合米质分析[J]. 广东农业科学, 2004(1): 9-11.
- [10] 黄慧君, 符福鸿, 李传国, 等. 中熟杂交稻新组合优优 998 的选育[J]. 广东农业科学, 2003(6): 5-6.
- [11] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质软香型杂交籼稻丰优丝苗的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2003, 18(4): 11-13.
- [12] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质杂交籼稻新组合五丰优 998[J]. 杂交水稻, 2005, 20(2): 70-71.

Breeding of Restorer Line Guanghui 998 with Good Grain Quality and Blast Resistance and the Extension and Utilization of its Hybrid Combinations

LIAO Yilong, WANG Feng*, FU Fuhong, LIU Wuge, LI Jinhua, LIU Dilin, ZHU Manshan, HUANG Huijun, FU Chongyun

(Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Provincial Key Laboratory of New Technology in Rice Breeding, Guangzhou 510640, China; 1st author: liaoyilong@21cn.com; *Corresponding author: fwang1631@163.com)

Abstract: Restorer line Guanghui 998 was bred by Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, which has the characteristics of high combining ability, strong restorability, broad restoring spectrum, high panicle number, good grain quality, high blast resistance and wide adaptability. 16 hybrid combinations have been formed with Guanghui 998 as a parent, these hybrid combinations showed the characteristics of more panicle number, high and stable yield, good grain quality, high blast resistance and wide adaptability. The accumulated extension area of these hybrid combinations reached 5.14 million hectare, increased benefit of 20.95 billion Yuan.

Key words: hybrid rice; Guanghui 998; breeding; extension and utilization

(上接第 86 页)

Abstract: In order to clarify the effects of seeding amount on yield formation and characteristics of biomass production of hybrid rice with different thousand grain weight under direct seeding condition, a field experiment was conducted with different seeding amount (7.5, 15.0, 22.5, 30.0 and 37.5 kg/hm²) by artificial broadcasting in Deyang city in 2017, using Ya 5 you 2199 (YY2199) with low thousand grain weight and Nei 6 you 103 (NY103) with high thousand grain weight as materials. The results showed that, the effect of seeding amount on the yield of hybrid rice was significant, panicles per m² and biomass production of hybrid rice showed an increasing tendency with seeding amount increasing, spikelets per panicle of hybrid rice showed a decreasing tendency with seeding amount increasing. The effect of seeding amount on seed setting rate and thousand grain weight were not significantly. The grain yield of YY2199 firstly increased and then decreased with seeding rate increasing, the yield was highest when the seeding amount was 22.5 kg/hm², which reached to 10.86 t/hm², the yield was increased by 20.53% compared with the treatment of 7.5 kg/hm². The yield of NY103 was highest when the seeding amount was 37.5 kg/hm², which reached to 10.82 t/hm², the yield was increased by 11.20% compared with the treatment of 7.5 kg/hm². However, there were no significant difference in grain yield between seeding amount treatment 37.5 kg/hm² and the other three seeding amount treatment (15.0, 22.5, 30.0 kg/hm²). There was no significant difference in yield between different thousand grain weight varieties. The optimum seeding amount of hybrid rice with low and high thousand grain weight was 15.0~22.5 kg/hm² and 22.5~30.0 kg/hm², respectively, in consideration of both grain yield and seed cost.

Key words: direct seeding; seeding amount; hybrid rice; thousand grain weight; grain yield