

穴基本苗对机插杂交中籼稻群体构建及产量的影响

吴文革¹, 杨剑波¹, 张健美², 周永进¹, 蔡海涛², 许有尊¹, 吴然然², 陈刚¹

(1. 安徽省农业科学院水稻研究所, 合肥 230031; 2. 安徽省农业机械推广总站, 合肥 230001)

摘要:以两系杂交稻为对象, 设置1、2、3和4苗·穴⁻¹等4个处理, 研究每穴栽插苗数对机插杂交中籼稻群体构建及产量的影响, 探明杂交中籼稻机插秧适宜的每穴栽插苗数。结果表明, 在拔节及抽穗期, 随着每穴栽插苗数的增加, 群体叶面积指数及干物质积累量随之增加, 但抽穗期以后由于3、4苗·穴⁻¹处理的群体叶面积衰减较快, 致使成熟期的叶面积指数及干物质积累量显著减少, 成熟期时以2苗·穴⁻¹处理最高。随着每穴栽插苗数的增加, 有效穗数随之增加, 每穗粒数逐渐减少, 但单穴超过2苗时, 穗数的增加不再显著; 结实率除4苗·穴⁻¹处理显著降低外, 其余各处理无显著差异; 千粒重受每穴栽插苗数的影响较小, 各处理差异不显著。群体颖花量及产量均随着每穴栽插苗数的增加呈现先增加后减少的趋势, 均以2苗·穴⁻¹最高。综合来看, 机插杂交中籼稻以单穴2苗最为适宜, 能使水稻在生育中后期形成高光效群体, 保持较高LAI及较强的干物质积累能力, 增大群体颖花量从而获得高产。每穴栽插苗数过多不利于群体颖花量的增加, 反而易导致减产。

关键词: 水稻; 每穴栽插苗数; 群体质量; 叶面积指数; 干物质积累量; 产量

中图分类号: S511.048

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2014)03-0401-05

Effects of seedling number per hole on population quality and yield of mechanical transplanting middle-season *Indica* hybrid rice

WU Wenge¹, YANG Jianbo¹, ZHANG Jianmei², ZHOU Yongjin¹, CAI Haitao², XU Youzun¹, WU Ranran², CHEN Gang¹

(1. Rice Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031;

2. Master Extension Station of Anhui Agricultural Machinery, Hefei 230001)

Abstract: In order to research the effects of seedling number per hole on population quality and yield of mechanical transplanting middle-season *Indica* hybrid rice and ascertain the suitable seedling number per hole for mechanical transplanting, a field experiment was conducted with different seedling number per hole (1, 2, 3 and 4 seedlings per hole) using a two-line hybrid rice, Liangyou 6236. The results showed that the population LAI and dry matter weight were increased with the increment of seedling number per hole at elongation and heading stage. In maturity stage, the population LAI and dry matter weight of 2 seedlings per hole was highest in all of treatments, but 3 and 4 seedlings per hole were decreased significantly because these two treatments population quality was deteriorated and LAI was decreased rapidly after heading stage. The effective panicles number was increased with the increment of seedling number per hole, but there was no significant difference when the seedling number per hole was more than two. There existed a decreasing trend in grain number per panicle. The seed setting rate of 4 seedlings per hole was decreased significantly, but there was no significant difference among other treatments. The difference of 1000-grain weight among the treatments with different seedling number per hole was not significant. The yield increased firstly and then decreased with the increment of seedling number per hole. The yield of 2 seedlings per hole was tiptop, and it was significantly higher than other treatments. The total amount of population spikelets existed the same trend as the yield. The increased of population spikelets was the major reason to promote yield. The results indicted that 2 seedlings per hole was suitable for mechanical transplanting middle-season *Indica* hybrid rice. It can helped rice population to keep higher LAI and stronger dry matter accumula-

收稿日期: 2013-12-18

基金项目: 国家科技支撑计划(2013BAD07B08, 2011BAD16B06-3, 2012BAD04B09-2 和 2012BAD07B02-4), 公益性行业(农业)专项(20143038, 201303102), 国家水稻产业技术体系(CARS-01-53)和安徽农科院创新团队(11C0101)共同资助。

作者简介: 吴文革, 博士, 研究员。E-mail: aaasrri@163.com

tion ability, established a high photosynthetic efficiency population at middle and late stage of rice growth, and increased population spikelets, so the yield was increased significantly. Excessive seedling number per hole was not benefit to the increase of spikelet population, so the yield was decreased significantly.

Key words: seedling number per hole; population quality; LAI; dry matter accumulation; grain yield

水稻机插栽培具有增产、省工节本和便于规模化种植诸多优势,是稻作技术的一次重大突破,也是现代稻作文明的重要体现^[1-3]。随着城市化的发展,农业劳动力的减少,使得水稻种植机械化成为发展的必然趋势^[4-5]。长江流域系我国水稻最重要的优势主产区之一,然而其主体稻作类型杂交中籼稻机插难关多年仍未能突破,产量水平尚有较大的提升空间^[6]。水稻产量的高低是受自身遗传性质和外界栽培生态条件共同作用的结果^[7]。因此,在目前育种水平较高情况,改善栽培措施成为挖掘品种产量潜力的主要手段。确定适宜的基本苗数对构建合理的群体起点,维持群体后期高光效特性,实现水稻高产具有十分重要的意义^[8-10]。罗明等研究表明在施氮量相同的情况下,各生育期的叶面积指数、干物质积累量、有效穗数及产量随基本苗的增加而增加,而穗粒数、结实率及千粒重则相反,机插粳稻武粳15以每亩4~6万基本苗最为适宜^[11]。胥金干等认为在机插情况下,武运粳3号的基本苗在每亩6~9万苗时其叶位分蘖能力最强,成穗率最高,易获得较高产量。张琳等研究表明,基本苗数对机插双季晚稻产量影响显著,以每亩5.5万苗产量最高,超过此基本苗数增产不再显著^[12]。然而,前人的报道中大多是笼统的研究基本苗对产量及其构成的影响,而关于基本苗的构成因素栽插密度和单穴苗数的对机插产量的影响研究较少,并且对群体质量的影响缺乏系统研究,尤其在单穴苗数对机插杂交中籼稻影响方面尚未见报道。为此,本研究以江淮主体稻作类型杂交中籼稻为对象,系统研究了穴基本苗数对机插杂交中籼水稻群体质量构建以及产量构成的影响,旨在确定杂交中籼稻机插情况下适宜的单穴苗数,为机插稻高产、优质栽培提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况及供试品种

本试验于2009—2010年分别在合肥包河大圩安徽省农业科学院水稻研究所基地进行,前茬为油菜,供试土壤为水稻土,试验田地势平坦,土壤肥力中等。供试品种为两系杂交籼稻品种两优6326。

1.2 试验设计

试验采用机插秧专用软盘育秧,湿润管理。5

月12日播种,每盘播种量为75g。6月1日移栽,通过纵向和横向调节插秧机取秧块面积的方法,调整每穴栽插苗数^[13-14]。试验以每穴机插苗数为对象,设置4水平:1、2、3和4苗·穴⁻¹,采用久保田PF455S步进式插秧机机插,栽后人工定苗,补全漏插穴,拨除超出设计值的穴苗数;栽插行距30.0cm×14.0cm,小区面积21m²,随机区组排列,3次重复。本田施肥量为纯氮225.0kg·hm⁻²,P₂O₅75.0kg·hm⁻²,K₂O225.0kg·hm⁻²,氮肥运筹按基:蘖:穗=5:2:3进行,其中蘖肥在栽后6d和12d分2次均施,穗肥于倒3叶和倒1叶2次均施,磷钾肥均作为底肥1次施用,其他农艺措施与大田常规高产栽培管理相同。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 茎蘖动态 于移栽后7d,每小区选定连续10株非边行秧苗,调查茎蘖数。拔节前每5d记载1次,拔节后每10d记载1次。

1.3.2 叶面积指数和干物质积累量 于拔节期、抽穗期、成熟期,根据普查的平均数取样,每个处理测定代表性植株2穴,3次重复,计算叶面积指数(LAI),干物质积累量。

1.3.3 产量及构成因素测定 成熟期按平均有效穗数在各小区非边行取代表性植株6穴,考查产量结构;分小区收割、晒干后计实产。

1.3.4 统计分析 利用SPSS 17.0, EXCEL 2003软件对试验数据进行统计分析。两年试验结果基本一致,本研究主要对2010年试验结果进行分析。

2 结果与分析

2.1 穴基本苗数对分蘖动态及成穗的影响

由图1可知,不同单穴苗数处理茎蘖动态差异明显。在栽插后7d内各处理茎蘖数基本无明显变化,而在移栽10d后各处理茎蘖增长迅速。随着单穴苗数增加,达到高峰苗所用时间越短,4苗·穴⁻¹处理仅用28d茎蘖数即达到最高值,而1苗·穴⁻¹处理则在移栽后35d达到高峰苗期。不同穴苗数的处理的高峰苗数也存在差异,以4苗·穴⁻¹处理高峰苗数最多,为562.5×10⁴·hm⁻²,较3、2、1苗·穴⁻¹分别增加63.1%、41.5%和17.2%,各处理间差异达显著水平。高峰苗期以后,各处理茎蘖数开始下降,但不同处理下降速率不同,随着穴苗数的增加茎蘖

减少速度越快。虽然增加单穴苗数能使高峰苗数及有效穗数随之增加, 但成穗率却逐渐减小(图2), 依次为单穴1苗>2苗>3苗>4苗, 不同处理间差异显著。

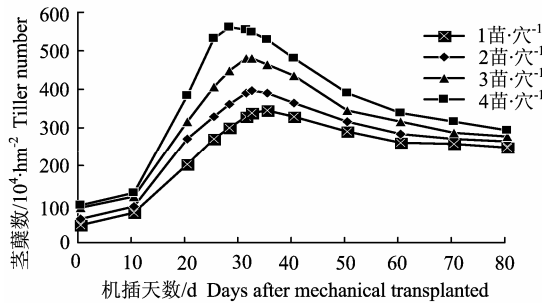


图 1 穴基本苗数对茎蘖动态的影响

Figure 1 Effects of seedling number per hole on dynamics of the stem and tiller

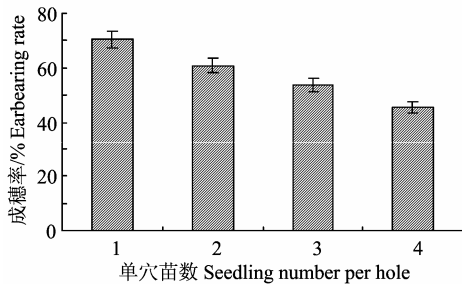


图 2 穴基本苗数对成穗率的影响

Figure 2 Effects of seedling number per hole on earbearing rates

2.2 穴基本苗数对群体叶面积的影响

叶片是植物重要的光合器官, 叶面积指数的大小是反映植物的群体生产率及物质积累能力强弱的重要指标^[15-16]。由图3可知, 单穴苗数对群体的LAI影响较大。在拔节期及抽穗期, 随着单穴苗数的增加, LAI随之增加, 各处理间差异达显著水平。其中抽穗期1、2、3、4苗·穴⁻¹处理的LAI分别为5.7、6.1、6.5和6.9; 抽穗期以后, 在单穴2苗范围内LAI随苗穴基本苗的增加而增加, 但当穴基本苗超过2苗时, 由于中期群体过大, 抽穗后群体恶化,

通风透光差, 叶面积衰减速率加快, 植株早衰, 致使成熟期叶面积反而降低, 其中以单穴2苗处理LAI最大, 显著高于其他处理, 其次为单穴3苗, 再次为单穴1苗处理, 但单穴3苗与1苗处理间差异不显著, 以4苗/穴处理最小, 显著低于其他处理。说明, 机插情况下, 单穴基本苗为2苗数较为适宜, 也最易构建丰产群体, 在生育后期能保持良好群体结构, 维持较高的LAI。

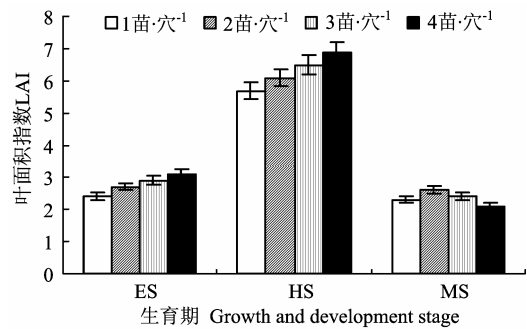


图 3 穴基本苗数对群体叶面积的影响

Figure 3 Effects of seedling number per hole on population LAI

2.3 穴基本苗数对群体干物质积累的影响

作物的经济产量等于生物产量乘以经济系数, 因此在经济系数一定的情况下, 提高作物的干物质积累能力对提高产量有着极其重要的作用^[17]。由表1可知, 单穴苗数对机插稻的干物质积累量存在显著影响。在拔节期, 随着单穴基本苗的增加, 干物质积累量随之增加, 以单穴4苗处理最多, 达5061.0 kg·hm⁻², 较单穴1、2、3苗处理分别增加26.2%、13.3%和5.7%, 各处理间差异显著。抽穗期, 虽然干物质积累量随着穴苗数的增加而增加, 但单穴3苗与4苗处理间差异不在显著。到成熟期时, 干物质积累量随着穴苗数增加呈现先增加后减少趋势, 其中2苗·穴⁻¹处理积累量最多, 达19213.5 kg·hm⁻², 显著高于其他处理, 1苗·穴⁻¹积累量最少, 仅为15031.5 kg·hm⁻², 且不同处理间差异达显著水平。

表 1 不同单穴苗数处理的干物质积累特征

Table 1 The dry matter accumulation characteristics with treatment of different seedling number per hole

单穴苗数 Seedling number per hole	拔节期 /kg·hm ⁻² Elongation stage	抽穗期 /kg·hm ⁻² Heading stage	成熟期 /kg·hm ⁻² Maturity stage	拔节至抽穗		抽穗至成熟	
				From elongation to heading stage		From heading to maturity stage	
				干物质量/kg·hm ⁻² Dry matter weight	比例/% Rate	干物质量/kg·hm ⁻² Dry matter weight	比例/% Rate
1	4009.5 ^d	10654.5 ^c	15031.5 ^d	6645.0 ^c	44.2	4377.0 ^c	29.1
2	4468.5 ^c	12154.5 ^b	19213.5 ^a	7686.0 ^b	40.0	7059.0 ^a	36.7
3	4788.0 ^b	13344.0 ^a	18043.5 ^b	8556.0 ^a	47.4	4699.5 ^b	26.0
4	5061.0 ^a	13758.0 ^a	17095.5 ^c	8697.0 ^a	50.9	3337.5 ^d	19.5

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

Note: The different lowercase letters in same row indicate difference at 0.05 level. The same below.

表 2 不同单穴苗数处理的产量及其构成

Table 2 The grain yield and its components with treatment of different seedling number per hole

单穴苗数 Seedling number per hole	有效穗 /10 ⁴ ·hm ⁻² Effective panicles	每穗粒数 Grain number per pancile	群体颖花量 /10 ⁴ ·hm ⁻² Population spikelets	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	理论产量 /kg·hm ⁻² Theoretical grain yield	实际产量 /kg·hm ⁻² Harvested yield
1	236.85 ^b	189.0 ^a	44773.20 ^b	86.2 ^a	27.44 ^a	10588.31 ^{bc}	9564.05 ^{bc}
2	258.60 ^a	186.7 ^a	48274.95 ^a	87.2 ^a	27.34 ^a	11510.33 ^a	10368.35 ^a
3	259.35 ^a	177.2 ^b	45962.10 ^b	85.7 ^{ab}	27.45 ^a	10811.18 ^b	9820.50 ^b
4	260.10 ^a	175.6 ^b	45673.50 ^b	83.3 ^b	27.06 ^a	10295.27 ^c	9234.05 ^c

从产量构成因素方面看,单穴苗数对产量构成因素影响很大。随着单穴基本苗的增加有效穗数逐渐增加,其中以单穴4苗处理有效穗数最多,但单穴超过2苗时穗数增加不再显著,可均显著高于1苗处理。每穗粒数随着单穴苗数的增加逐渐减少,虽然1苗与2苗·穴⁻¹处理间差异不明显,但穴基本苗超过2苗时每穗粒数显著减少。群体颖花量随着穴基本苗数的增加呈现先加后减少的趋势,其中以2苗·穴⁻¹处理最高,较1、3、4苗·穴⁻¹分别增加7.8%、5.0%和5.7%,显著高于其他处理。结实率除4苗·穴⁻¹处理显著降低外,其余各处理无显著差异;千粒重受穴基本苗数的影响很小,各处理间基本无差异。说明单穴苗数对产量的影响主要是通过影响群体颖花量来实现的。杂交中籼稻机插情况下,以2苗最为适宜,在稳定千粒重和保持较高结实率的情况下增加群体颖花量,从而达到增产的目的。

3 小结与讨论

适宜的基本苗数及其配置是影响水稻群体质量及产量形成、构成的重要因素,对于机插水稻同样如此;合理地调节机插条件下栽插密度与每穴基本苗数,才能充分发挥以分蘖成穗见长的杂交水稻的个体生长潜力,并高效利用温、光、肥、水等资源,促进机插水稻产量的提高。水稻基本苗数由两个方面构成,即栽插密度和穴基本苗数^[18]。吴文革^[19]等认为增加栽插密度虽然能使有效穗数显著增加,但穗粒数及结实率却逐渐降低,千粒重影响较小,最终使产量先增加后减少。钱银飞等^[18]研究表明栽插密度对机插粳稻产量影响显著。随着栽插密度的增加,有效穗数显著增加,而穗粒数、结实率及千粒重则逐渐减小,并且指出单穴苗数对产量及其构成的影响大于栽插密度的影响。王先如等^[20]认为随着单穴苗数的增加产量先增加后降低,机插粳稻淮稻5号以4苗最为适宜。李刚华等^[21]研究认为,增加单穴苗数有效穗数先增加后减少,而穗粒数、结实率及

千粒重无显著变化,最终使产量先增加后减少,机插杂交粳稻以单穴2苗最为适宜。本研究以江淮杂交中籼稻为试验对象,结果表明在合理的栽插密度条件下,适宜的单穴苗数是机插杂交中籼稻构建良好群体以及获得高产的重要基础。

穴基本苗数对机插杂交籼稻群体质量构建及产量形成有着明显的影响。随着穴基本苗数的增加,水稻群体中后期的LAI及干物质积累能力先增加后减小,每穴2苗的群体后期质量最佳,这与罗明等^[11]对机插粳稻的研究结果趋势一致,但该文只是笼统的研究基本苗的影响,对是通过栽插密度还是单穴苗数来调节基本苗未做说明。随着穴基本苗数的增加,有效穗随之增加,但穴基本苗数超过3粒种子苗时,增加不再显著;每穗粒数则随着穴苗数的增加而减少;进一步增加到每穴4苗时,群体的结实率显著降低;千粒重受影响较小,各处理无显著差异,最终使产量先增加后减少,这一趋势与前人对粳稻的研究结果一致^[12,20];其中穴苗数对产量的影响是通过影响群体颖花量来实现的,这与李刚华等^[21]研究结果一致。

本研究结果表明,机插杂交中籼稻以每穴2粒种子苗最为佳,能使水稻在生育中后期形成高光效群体,保持较高LAI及较强的干物质积累能力,增大群体颖花量从而获得高产;是江淮杂交中籼稻机插适宜推荐的技术指标。

参考文献:

- [1] 何瑞银, 罗汉亚, 李玉同, 等. 水稻不同种植方式的比较试验与评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 67-171.
- [2] 陆为农. 水稻育插秧技术推广概述[J]. 农机科技推广, 2008(4): 8-10.
- [3] 刘振营, 支杏珍, 袁慧颖. 水稻生产机械化实现新突破[J]. 农业机械, 2006(6): 1-2.
- [4] 朱德峰, 陈惠哲. 水稻机插秧发展与粮食安全[J]. 中国稻米, 2009(6): 4-7.
- [5] 乔晶, 王强盛, 王绍华, 等. 机插杂交粳稻基本苗数对分蘖发生与成穗的影响[J]. 南京农业大学学报, 2010, 33(1): 6-10.

- [6] 彭少兵, 杨建昌. 水稻高产高效优质栽培研究的现状[J]. 中国水稻科学, 2003, 17(3): 275-280.
- [7] 吴文革, 张洪程, 吴桂成, 等. 超级稻群体籽粒库容特征的初步研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(2): 250-257.
- [8] Takai T, Matsuura S, Nishio T, et al. Rice yield potential is closely related to crop growth rate during late reproductive period[J]. Field Crops Res, 2006, 96(2/3): 328-335.
- [9] 赵成国, 徐海港, 李刚华, 等. 超高产单季粳稻抽穗期群体构成研究[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(2): 23-28.
- [10] 吴昊, 李刚华, 王强盛, 等. 单季晚稻武运粳 7 号超高产的群体结构[J]. 南京农业大学学报, 2007, 30(4): 6-10.
- [11] 罗明, 庄义庆, 张选怀, 等. 施氮量与基本苗对机插超级稻产量及生物学特性的影响[J]. 陕西农业科学, 2007(5): 4-6, 13.
- [12] 张琳, 吴华聪, 张数标, 等. 基本苗数对机插双晚杂交稻产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2010(3): 30-31.
- [13] 袁奇, 于林惠, 石世杰, 等. 机插秧每穴栽插苗数对水稻分蘖与成穗的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(10): 121-125.
- [14] 袁奇. 机插水稻生长发育规律及其高产栽培调控机理[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [15] 张林青, 马爱京, 张亚洁. 高产水稻生育前期叶面积指数和群体茎蘖组成及其关系的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2004, 31(3): 320-324.
- [16] 徐英, 周明耀, 薛亚锋. 水稻叶面积指数和产量的空间变异性及关系研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(5): 10-14.
- [17] 吴文革, 张洪程, 钱银飞, 等. 超级杂交中籼水稻物质生产特性分析[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(3): 287-293.
- [18] 钱银飞, 张洪程, 李杰, 等. 不同基本苗配置对机插稻产量和品质的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24: 216-322.
- [19] 吴文革, 杨联松, 赵决建, 等. 施氮量和栽插密度对杂交中籼稻产量及其构成因素的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(1): 49-55.
- [20] 王先如, 吴明, 陈次娥, 等. 机插秧每穴苗数对产量及其构成因素的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2013(2): 25-27.
- [21] 李刚华, 于林惠, 侯朋福, 等. 机插水稻适宜基本苗定量参数的获取与验证[J]. 农业工程学报, 2012, 28(8): 98-104.