

超级稻南粳9108大壮苗育秧技术条件下 适宜机插密度研究

庄 春¹, 汪国莲¹, 章安康¹, 陈 川¹, 董玉兵¹, 纪 力¹, 徐建明²

(1. 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所, 江苏 淮安 223001;

2. 江苏省环洪泽湖生态农业生物技术重点实验室, 江苏 淮安 223001)

摘 要: 南粳9108为生产上优质食味超级稻。以南粳9108为试验材料, 研究大壮苗育秧技术及常规中小苗育秧技术两种方式下, 不同栽插密度对南粳9108田间茎蘖动态变化及其产量形成的影响。研究发现, 相比常规中小苗育秧技术, 大壮苗育秧处理下适当降低机插密度易使南粳9108攻取高产。行穴距30 cm×13 cm是南粳9108大壮苗育秧机插获得高产的较优配置。

关键词: 大壮苗育秧技术; 机插稻; 密度; 南粳9108; 产量

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2019)01-0057-05

Study on the Suitable Machine Transplanting Density of Super Rice Nanjing 9108 with the Technique of Old and Robust Seedling Raising

ZHUANG Chun¹, WANG Guo-lian¹, ZHANG An-kang¹,
CHEN Chuan¹, DONG Yu-bing¹, JI Li¹, XU Jian-ming²

(1. Huaiyin Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Xuhuai Region, Huai'an 223001, China;

2. Jiangsu Key Laboratory for Eco-Agriculture Biotechnology Hongze Lakearound, Huai'an 223001, China)

Abstract: To provide theoretical reference and data support for the determination of suitable transplanting density of high quality super rice Nanjing 9108 cultivated by the technique of old and robust seedling raising technique, the Nanjing 9108 was used as the experimental material. The effects of different planting density on the dynamic change of tiller and yield of Nanjing 9108 were studied. It was found that compared with the conventional medium and small seedling raising technique, the high yield of Nanjing 9108 could be easily obtained by properly reducing the density of seedling under the treatment of old and robust seedling. The hole spacing of 30 cm × 13 cm is the best arrangement for high yield of Nanjing 9108 mechanical transplanting with the technique of old and robust seedling raising.

Key words: old and robust seedling raising technique; mechanical transplanting rice; density; Nanjing 9108; yield

机插水稻大壮苗育秧技术是江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所多年来致力于机插育秧技术研究而取得的创新技术成果^[1]。该技术育秧具有播种均匀、秧苗个体素质高、群体质量整齐、秧龄弹性大、增产效果

收稿日期: 2018-12-17

基金项目: 江苏省重点研发计划(现代农业)重点项目(BE2015340); 江苏省农业科技自主创新资金重点项目(CX(15)1002); 江苏环湖生态重点实验室开放课题(17HZHL004)

作者简介: 庄春(1969—), 男, 江苏泗阳人, 副研究员, 硕士, 主要从事水稻栽培技术研究。

显著等优势^[1-2],还能使机插水稻适当早播,缓解麦茬机插稻周年生产的茬口矛盾问题^[1-3]。南粳 9108 是江苏省农业科学院选育的优质食味超级稻品种^[4]。因该品种产量潜力大、稻米品质优、种植效益高,已成为很多地方的主栽品种^[4]。但南粳 9108 为迟熟中粳^[4],采用常规中小苗育秧技术培育毯苗机插,秧龄弹性小,播种期晚,生育期缩短,有遭遇后期低温出现早衰的风险,不仅品种本身品质与产量优势难以充分发挥,还会造成水稻迟收、小麦迟播的“双晚”现象^[3,5-8]。为改变这一状况,并为加快新技术成果推广应用,促进优质、高产、绿色、高效农业发展,本研究以南粳 9108 为试验材料,以中小苗育秧技术为参照,研究大壮苗育秧技术处理下不同机插密度(穴距)对南粳 9108 机插后大田生长及产量形成的影响,为大壮苗育秧技术条件下南粳 9108 大田适宜机插密度的确定提供理论参考和数据支持。

1 材料与方法

1.1 试验地点及供试材料

试验于 2015—2016 年在江苏省兴化市钓鱼镇的江苏省农业科技自主创新项目科技示范基地进行。该地位于江淮之间,江苏里下河腹部,属北亚热带湿润气候区,年平均温度约 15℃,年日照时数约 2 305.6 h,年降水量约 1 024.8 mm,无霜期约 227 d。试验田土壤地力中等,为黏泥土,质地黏性。0~20 cm 土层含有机质 25.3 g·kg⁻¹、全氮 2.1 g·kg⁻¹、速效磷 14.1 mg·kg⁻¹、速效钾 158.6 mg·kg⁻¹。试验地前茬为小麦,两年均产 6.6 t·hm⁻²。

供试水稻为常规超级稻南粳 9108(市售)。

1.2 试验设计

试验采用二因素裂区设计,主区为育秧方式,设置大壮苗育秧技术(A1)、中小苗育秧技术(A2),机插密度为副区,以行距 30 cm 固定,穴距分别为 10.5 cm(B1)、11.7 cm(B2)、13 cm(B3)、14.8 cm(B4)、17 cm(B5),具体情况见表 1。常规中小苗育秧按常规技术湿润育秧,于 5 月 31 日采用育秧流水线播种,播量为 120 g,秧龄 20 d。大壮苗育秧按技术规范要求^[1],使用机插秧大壮苗专用型 3.5%咪鲜·甲霜灵粉剂(淮安市农业科学研究院提供)于播前按药种比 1:100 比例拌种。晾干后采用印刷播种机按每盘播量为 95 g 密度要求印刷附种纸,于 5 月 21 日铺纸播种,湿润育秧。秧龄 30 d。各处理组合统一于 6 月 20 日机插,机插行距为 30 cm,按每穴 4 苗调整取样量机插。详细栽插穴距、密度和基本苗见表 1。各小区面积 25 m²,3 次重复,总计面积为 750 m²,插后小区间作埂隔离,保证单独灌溉。

表 1 水稻栽插穴距、密度和基本苗

编号	穴距/cm	密度/ (10 ⁴ 株·hm ⁻²)	理论基本苗/ (10 ⁴ 株·hm ⁻²)	实插基本苗/(10 ⁴ 株·hm ⁻²)	
				A1 平均	A2 平均
B1	10.5	31.75	127.0	135.15	141.45
B2	11.7	28.49	114.0	121.80	126.90
B3	13.0	25.64	102.6	109.80	114.30
B4	14.8	22.52	90.1	96.45	101.10
B5	17.0	19.61	78.4	84.00	87.45

水稻肥料运筹为施纯 N 270 kg·hm⁻²,基肥:蘖肥:促花肥:保花肥=3:3:2.5:1.5。施 P₂O₅ 135 kg·hm⁻²,全部做基肥。施 K₂O 270 kg·hm⁻²,50%基施,50%作促花肥施用。水分及病虫害防治按照高产栽培要求统一实施。

1.3 测定项目与方法

- 1.3.1 秧苗素质调查 插前调查秧苗素质,主要考查秧苗株高、叶龄、茎宽、百苗地上部干重、成苗率。
- 1.3.2 茎蘖动态 每个小区有代表性的连续选定 10 穴作为一个观察点,在移栽后 5 d 考查秧苗成活率,并于移栽期、拔节期、抽穗期和成熟期观察茎蘖消长动态。
- 1.3.3 生育期 记载各处理拔节、抽穗和成熟时的准确日期。
- 1.3.4 产量及产量形成因素 在收获前各小区连续调查 5 行,计算每穴穗数;各小区按平均穗数取 10 穴,

调查穗粒数;用水漂法去除空瘪粒,求取结实率;以 1 000 粒实粒样本(干种子)称重,重复 3 次(误差不超过 0.05 g),求取千粒重。成熟期每小区连续选割 5 行(非边行),每行 3 m,脱粒去杂,测定籽粒含水量,以 14.5%含水量折算实产。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据录入和整理,运用 DPS 7.05 软件进行数据统计分析。由于 2 年数据基本一致,本文主要采用 2016 年数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同秧苗育秧方式对机插秧苗素质的影响

由表 2 看出,采用大壮苗育秧技术,30 d 秧龄秧苗(A1)叶龄比常规技术所育 20 d 秧龄的秧苗(A2)大 1.1 叶,秧苗茎宽比常规中小苗育秧粗 0.9 mm,百株干重增加 1.8 g,成秧率提高 8 个百分点,株高比常规育秧高 2.9 cm,但是由于大壮苗育秧采用特殊调控技术^[1-2],30 d 秧龄秧苗素质好,不超高。

表 2 不同育秧方式下插前秧苗素质

育秧方式	叶龄/叶	株高/cm	茎宽/mm	百株地上干重/g	成秧率/%
A1	4.6A	18.5a	3.2A	3.9A	83.2A
A2	3.5B	15.6b	2.3B	2.1B	75.2B

注:同列数据后标有不同小写字母,表示在 0.05 水平上差异显著;不同大写字母,表示在 0.01 水平上差异极显著。后同。

2.2 不同秧苗育秧方式及密度下的插后秧苗活苗率和茎蘖动态变化情况

调查发现,育秧采用大壮苗育秧技术,相比于常规中小苗育秧技术,秧苗抗机械植伤能力强,插后 5 d,各机插密度下,使用大壮苗育秧技术育秧的秧苗平均成活率 93.06%,而采用常规中小苗技术育秧的,插后平均成活率为 88.44%,统计分析表明差异达极显著水平。相对于中小苗育秧处理,大壮苗育秧处理插后缓苗期短,分蘖起步早。各生育期的单位面积上的茎蘖数多,拔节抽穗后的茎蘖数比较稳定,最终的有效穗数多,成穗率也相对较高。就两种育秧技术下与不同密度组合而言,以 A1B3 组合即大壮苗育秧技术育秧配合 30 cm×13 cm 行穴距处理机插,成穗率最高(表 3)。

表 3 不同育秧方式及密度下的插后秧苗茎蘖数、成活率和成穗率

育秧方式	穴距	基本苗数/ (10 ⁴ 株· hm ⁻²)	插后 5 d 苗 数/(10 ⁴ 株· hm ⁻²)	成活 率/%	茎蘖数					
					插后 10 d/ (10 ⁴ 茎· hm ⁻²)	插后 15 d/ (10 ⁴ 茎· hm ⁻²)	高峰苗/ (10 ⁴ 茎· hm ⁻²)	抽穗期/ (10 ⁴ 茎· hm ⁻²)	成熟期/ (10 ⁴ 茎· hm ⁻²)	成穗 率/%
A1	B1	135.15	125.85a	93.12a	176.25a	245.41a	489.76a	429.30a	384.75a	78.56
	B2	121.80	113.40b	93.10a	158.71b	221.10b	469.80ab	401.40b	372.30b	79.24
	B3	109.80	102.15c	93.03a	142.94b	214.20b	461.40ab	397.95b	370.05b	80.21
	B4	96.45	89.70d	93.00a	125.55b	174.90c	457.81b	384.75c	358.65c	78.34
	B5	84.00	78.45e	93.04a	109.36e	152.40c	453.15b	373.05d	351.15d	77.49
A2	B1	141.45	125.25a	88.55a	144.02a	179.12a	479.71a	417.30a	374.85a	78.14
	B2	126.90	112.50b	88.65a	129.45b	159.45b	465.75ab	400.05ab	376.65b	78.93
	B3	114.30	101.25c	88.58a	116.40c	141.75c	464.55ab	379.80bc	366.30b	78.85
	B4	101.10	89.55d	88.58a	103.06d	131.85d	454.65ab	371.40bc	355.50c	78.19
	B5	87.45	76.80e	87.82a	88.94e	120.15e	446.70b	365.10c	346.95d	77.72

2.3 不同育秧方式对南粳 9108 生育期的影响

从表 4 可以看出南粳 9108 在大壮苗育秧条件下,5 月 21 日播种,10 月 25 日成熟,全生育期为 157 d;在常规中小苗育秧技术下,5 月 31 日播种,10 月 28 日成熟,全生育期为 150 d。大壮苗育秧技术下比常规中小苗育秧技术,南粳 9108 生育期增加了 7 d,成熟期提前了 3 d,这样既给水稻的高产创造有利条件,又

能给下茬播种赢得了 2~3 d 时间。

表 4 育秧方式对南粳 9108 生育期的影响

处理组合	播种期	拔节期	抽穗期	成熟期	播种-拔节/d	拔节-抽穗/d	抽穗-成熟/d	全生育期/d
A1×B	5 月 21 日	7 月 31 日	9 月 1 日	10 月 25 日	70	33	54	157
A2×B	5 月 31 日	8 月 2 日	9 月 3 日	10 月 28 日	63	32	55	150

2.4 不同育秧方式及不同栽插密度对南粳 9108 产量及其形成的影响

2.4.1 不同育秧方式对南粳 9108 产量及其形成的影响 表 5 是对有关测产数据统计分析的结果,由此看出,两年中,不论南粳 9108 理论产量还是实收产量,主区处理因素(即两种不同育秧方式)之间差异达极显著水平,表现为大壮苗育秧技术育秧处理下,南粳 9108 产量极显著高于中小苗育秧技术处理下的产量。两年分别增产 7.01%及 6.98%。说明南粳 9108 采用机插秧大壮苗育秧技术较常规中小苗技术育秧具有增产优势。

表 5 不同育秧方式对机插南粳 9108 产量及其形成的影响

年份	处理组合	有效穗数/ (10 ⁴ 穗·hm ⁻²)	穗粒数/ (粒·穗 ⁻¹)	群体颖花量/ (10 ⁴ 个·hm ⁻²)	结实率/%	千粒重/g	理论产量/ (t·hm ⁻²)	实产/ (t·hm ⁻²)
2015	A1×B	368.32Aa	125.23A	46 124.71A	91.01Aa	26.64Aa	11.18	11.15A
	A2×B	364.42Ab	120.02B	43 737.69B	89.71Ab	26.61Aa	10.44	10.42B
2016	A1×B	367.38Aa	125.56A	45 980.44A	91.97Aa	26.39Aa	11.16	11.34A
	A2×B	362.25Ab	119.50B	43 150.45B	91.49Ab	26.34Aa	10.40	10.60B

进一步分析发现,两年中相比于中小苗育秧技术处理,大壮苗育秧技术处理穗粒数、群体颖花量、有效穗数、结实率均有所提高。其中,有效穗数、结实率差异达显著水平;穗粒数、群体颖花量差异达极显著水平;千粒重变化不显著。表明大壮苗育秧技术以大穗、高颖花量为主要优势,结合有效穗数、结实率的稍有提高而显著增产。

2.4.2 不同育秧技术条件下不同机插密度对南粳 9108 产量及其形成的影响 由表 6 看出,同一育秧方式,不同机插密度间,南粳 9108 的结实率、千粒重之间差异不明显,而有效穗数均随着机插密度的增加而提高,穗粒数与群体颖花量及单产则随密度增加表现为先增加后减少的趋势。但穗粒数与群体颖花量及单产则随密度增加表现为增减的拐点及程度因育秧方式的不同而表现不同。统计分析表明,育秧方式与机插密度之间互作极显著。因此不同的育秧方式应该配合不同的机插密度,尽可能地获得更好产量。

表 6 不同育秧方式下的不同机插密度对南粳 9108 产量及其形成的影响

育秧方式	穴距	有效穗数/ (10 ⁴ 穗·hm ⁻²)	穗粒数/ (粒·穗 ⁻¹)	群体颖花量/ (10 ⁴ 个·hm ⁻²)	结实率/%	千粒重/g	2015 年实产/ (t·hm ⁻²)	2016 年实产/ (t·hm ⁻²)
A1	B1	382.18a	119.4c	45 632.29c	91.04a	26.29a	10.85cd	11.08c
	B2	376.91ab	123.9b	46 699.15b	92.02a	26.36a	11.34b	11.46b
	B3	370.88b	128.9a	47 806.43a	92.85a	26.47a	11.79a	11.85a
	B4	356.26c	128.5a	45 779.41c	92.65a	26.43a	11.16bc	11.33b
	B5	348.81d	127.1a	43 984.94d	91.31a	26.41a	10.61d	10.99c
A2	B1	377.55a	113.8b	42 965.19c	91.40a	26.37a	10.36b	10.56bc
	B2	372.19ab	121.4a	45 183.87a	91.50a	26.38a	11.18a	11.26a
	B3	364.86b	120.7a	44 038.60b	91.22a	26.34a	10.41b	10.67b
	B4	350.13c	120.8a	42 295.70c	91.83a	26.34a	10.24bc	10.45c
	B5	341.63d	120.8a	41 268.90d	91.73a	26.35a	9.91c	10.06d

由表 6 看出,在 A2 即中小苗育秧处理下,密度 B2 处理群体颖花量最高,两年的单产也以 B2 处理表现最高,分别为 11.8 t·hm⁻²和 11.26 t·hm⁻²,且与其他四个密度处理单产的差异均达显著水平。显示 30 cm 行距 11.7 cm 穴距是中小苗育秧技术下优选穴距配置。

在 A1 即大壮苗育秧处理下,尽管有效穗数也都随着密度增加而加大,但在密度大于 B3 处理后(即 B2 或 B1),由于群体过大,穗粒数开始显著减少(A1B1 穗粒数显著低于 A1B2,而 A1B2 又显著低于 A1B3。A1B3、A1B4、A1B5 三个组合穗粒数相近,差异不明显,并以 A1B3 穗粒数最大),使得 A1B3 组合群体颖花量处于最高水平,并且显著高于其他组合。又由于千粒重、结实率在此育秧方式处理下各机插密度之间差异很小,使得 A1B3 组合处理的理论产量最高。从两年的实收产量看,该组合的实收产量也是相应年度最高产量组合。

此试验结果显示,同样行距 30 cm 既定前提下,大壮苗育秧技术处理下南粳 9108 优选穴距为 13 cm,大于常规中小苗育秧处理优选穴距。在此优选密度配置下,两年大壮苗育秧机插的南粳 9108 产量分别为 $11.79 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 与 $11.85 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,相比于常规中小苗相应优选配置 A2B2 的产量(中小苗最高产量) $11.18 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 与 $11.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,增产幅度分别为 5.46% 与 5.24%。

3 结 语

本试验结果表明,大壮苗育秧技术所育秧苗秧龄大,秧苗素质高,抗机械植伤能力强,群体质量整齐,克服了常规中小苗育秧播迟播密、苗弱易过龄^[3,5,9]等缺点,插后缓苗期短,分蘖起步早,加之育秧期适当提早,水稻生育期较常规中小苗育秧技术条件下有所增加,壮苗足蘖早发而大穗,使大壮苗育秧技术具备了明显的增产优势。

本研究显示,尽管相同密度下,大壮苗育秧技术下超级稻南粳 9108 产量均高于相应的中小苗育秧技术下的产量,但是育秧方式与机插密度对产量互作效应极为显著。所以对于行距固定的 30 cm 插秧机来说,同样以目标穴插 4 本,11.7 cm 穴距为常规中小苗育秧技术下优选穴距,而对于大壮苗育秧技术处理,13 cm 穴距是超级稻南粳 9108 获取高产的更优穴距选择,也就是行穴距 30 cm×13 cm 是大壮苗育秧技术下超级稻南粳 9108 的相对更优的获取高产的行穴距配置。

本研究仅报告了大壮苗育秧技术条件下对南粳 9108 产量的影响,笔者还对该技术对稻米品质的影响做了相关研究,有关结果将另文报道。

参考文献:

- [1] 庄春,纪力,陈川,等.水稻印刷播种大壮苗机插育秧技术规程[J].现代农业科技,2018(7):25-26
- [2] 钟平,陈川,庄春,等.杂交稻机插秧印刷播种技术的应用[J].浙江农业科学,2012(4):453-455
- [3] 庄春,陈川,钟平,等.机插育秧存在的主要问题及解决办法[J].现代农村科技,2010(3):5-6
- [4] 赵庆勇,朱镇,张亚东,等.超级稻新品种南粳 9108 产量稳定性及高产特征分析[J].中国稻米,2016,22(6):61-65
- [5] 张洪程,朱聪聪,霍中洋,等.钵苗机插水稻产量形成优势及主要生理生态特点[J].农业工程学报,2013,29(21):50-59
- [6] 吴文革,张健美,周永进,等.江淮水稻钵苗机插生育特性与高产栽培关键技术研究[J].中国稻米,2015,21(4):118-124
- [7] 李世峰,刘蓉蓉,吴九林.不同播量与移栽密度对机插水稻产量形成的影响[J].作物杂志,2008(1):71-74
- [8] 景德道,周为华,钱华飞,等.晚收迟播对稻麦周年产量及经济效益的影响[J].麦类作物学报,2014(11):1566-1571
- [9] 钟平,邵文奇,徐文静,等.印刷播种技术对机插秧苗素质和栽插质量的影响[J].金陵科技学院学报,2014(4):51-54

(责任编辑:湛江)