

不同基本苗配置对机插稻产量和品质的影响

钱银飞¹, 张洪程¹, 李 杰¹, 吴文革^{1,2}, 张 强¹,
陈 烨¹, 郭振华¹, 戴其根¹, 霍中洋¹, 许 轲¹

(1. 扬州大学 江苏省作物遗传生理重点实验室, 农业部长江中下游作物生理生态与栽培重点
开放实验室, 江苏 扬州 225009; 2. 安徽省农科院 水稻研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: 以密穗型水稻扬辐粳 7 号为材料, 在机插条件下, 研究了不同基本苗配置(穴数和本数)对机插稻产量和品质的影响。结果表明: 栽插本数对产量的影响大于穴数的影响大于两者互作, 不同基本苗处理以 A2B3 处理产量最高。不同基本苗配置对机插水稻外观品质影响最大, 对稻米胶稠度和直链淀粉含量影响为其次, 加工品质受影响最小。随基本苗数的增加, 机插水稻垩白率、垩白度增加, 胶稠度变长, 直链淀粉含量增加。不同基本苗配置对机插水稻 RVA 谱特征值中的消减值影响最大, 热浆黏度其次, 峰值时间最小。相同本数不同穴数下, 随栽插穴数的增加, 峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈直线增加趋势, 崩解值和消减值成直线下降趋势。相同穴数不同本数下, 随栽插本数的增加, 峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈先增加后减小的趋势, 崩解值和消减值成先减小后增加的趋势。综合来看, 机插稻扬辐粳 7 号以 $25.5 \times 10^4/\text{hm}^2$, 每穴 4 本左右最有利于机插水稻高产优质形成。

关键词: 机插稻; 移栽密度; 产量; 品质; RVA 谱

中图分类号: S511 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)增刊-0316-07

Effects of Basic Seedling and Its Components on Yield and Quality for Machine-transplanted Rice

QIAN Yin-fei¹, ZHANG Hong-cheng¹, LI Jie¹, WU Wen-ge^{1,2}, ZHANG Qiang¹,
CHEN Ye¹, GUO Zhen-hua¹, DAI Qi-gen¹, HUO Zhong-yang¹, XU Ke¹

(1. Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province/Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Cultivation in Middle and Lower Reaches of Yangtse River of Ministry of Agriculture, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Institute of Rice Science, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: With compact-panicle type rice Yanfujing7 as material, studied the effects of the yield and quality of the Machine-transplanted rice under different basic seedling and its components of hills and plants. The result showed that the effect on the yield is that the number of plants per hill was higher than the number of planted hills than their mutual effects. The basic seedling combination A2B3 had the highest yield. The appearance quality was easiest affected by the different basic seedling and its components, the gel consistency and the amylose content next, the milling quality was affected slightly. Along with the increasing of the basic seedling, the chalkiness area and chalkiness showed a tendency to increase, the gel consistency trends to be long, the amylose content increased. The basic seedling and its components also had effect on the RVA profiles. The setback was the biggest influenced, the trough viscosity next, the peak time was the smallest. under the same plants per hill, the peaking viscosity and trough viscosity, the final viscosity as well as the pasting temperature increased straightly along with the increasing of the hills, while the breakdown and setback drop straightly. Under the same hill, the peaking viscosity and trough viscosity, the final viscosity as well as the pasting temperature increased first and then decreased along with the increasing of the hills, while the breakdown and setback decreased first

收稿日期: 2009-01-14

基金项目: 国家粮食丰产科技工程(2004BA520A03, 2006BAD02A03)

作者简介: 钱银飞(1980-), 男, 江苏如东人, 博士, 主要从事水稻栽培生理生态研究。

通讯作者: 张洪程(1951-), 男, 江苏通州人, 博士生导师, 主要从事水稻栽培生理生态研究。

and then increased. Considering all, the machine transplanting rice Yanfujing7 can get the high yield and high quality at 25.5×10^4 /ha, 4 plants per hill.

Key words: Machine-transplanted rice; Transplanting density; Yield; Quality; RVA profiles

机插稻作省工节本增效^[1], 便于规模化和产业化经营, 是水稻生产技术在理论和实践的一次重大突破。尤其是2000年以后我国研发出了具有先进性、较高可靠性和经济性的水稻插秧机系列产品以及适合我国机插秧的低成本、简易化的软盘育秧和双膜育秧技术后, 农机与农艺相互配合, 相得益彰, 使得机插秧技术更为中国化, 机插秧技术迅猛发展, 机插栽培面积不断扩大^[2], 但在实际生产中有些技术指标仍待完善。由于我国大面积推广使用的东洋PF455S手扶步行式插秧机插秧的行距固定不变, 株距3档调整, 可形成3种不同穴数处理。同时通过调节插秧机纵向取秧量及横向送秧量来调节秧爪取秧面积, 形成不同的穴苗数, 两者组合可形成不同的基本苗群体。这就存在了该插秧机到底何种基本苗配置方式最合适, 最能协调群体与个体生长的问题。对这个问题, 目前尚无较为明确的答案, 前人的研究也偏于基本苗单因素^[3-4]和少量几种密度^[5-8]的影响, 缺乏基本苗配置的双重效应对机插水稻产量品质影响的系统研究。鉴于此, 本试验系统研究了插秧机具体栽插规格下不同基本苗及其配置对机插水稻产量和品质的影响, 以期机插水稻优质高产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点及品种

试验于2005—2007年在江苏省兴化市钓鱼镇

钓鱼村试验基地进行。试验田地力平衡。由于2年试验相同, 本研究仅以2005—2006年数据进行分析。2005年试验田前茬作物小麦(产量5805 kg/hm²), 土壤类型为脱潜型水稻土中的勤泥土土属, 勤泥土土种。0~20 cm土层内土壤有机质2.60%, 全N 2.24%, 速效P 14.4 mg/kg, 速效K 113 mg/kg。供试品种为优质迟熟中粳扬辐粳7号, 由江苏省里下河农科所育成, 常年17叶、6个伸长节间。

1.2 试验设计与方法

软盘旱育法培育壮秧, 软盘长58 cm、宽28 cm、高2.5 cm(底孔密度2.4 cm×2.8 cm, 直径3 mm)盘土采用过筛的菜园土, 每100 kg菜园土加0.5 kg无锡产壮秧剂。盘土厚度约为2 cm。播种时每盘落露白芽谷120 g。5月28日落谷, 6月15日移栽。移栽时通过不同穴数和本数调节形成12种不同基本苗处理(表1)。

小区采用裂区设计, 栽插穴数为主区, 栽插本数为裂区。3次重复。每小区12 m², 共36个小区。肥料运筹为每公顷施纯N 262.5 kg, 基肥: 穗肥=5.5:4.5, 穗肥于倒4叶和倒2叶分2次施。P、K肥一次基施, 每公顷施P₂O₅ 150 kg, K₂O 150 kg, 其他管理措施统一按常规栽培要求实施。

1.3 测定内容及数据分析

1.3.1 产量 成熟期进行理论测产与考种, 并实收核产。

表1 基本苗及其配置表

Tab. 1 Basic seedling and its components

株行距 Spacing	穴数/(10 ⁴ /hm ²) Number of planted hill	取秧块/mm Seedling		本数 Number of seedlings per hill	基本苗/(10 ⁴ /hm ²) Basic seedling	编号 Serial number
		纵向 Row	横向 Line			
30 cm×14.6 cm	22.8	10.0	10.8	2.0	46.20	A1B1
		14.0	11.7	3.0	62.85	A1B2
		16.0	14.0	4.0	77.10	A1B3
			14.0	5.0	95.25	A1B4
30 cm×13 cm	25.5	10.0	10.8	2.0	52.50	A2B1
		14.0	11.7	3.0	73.05	A2B2
		16.0	14.0	4.0	95.55	A2B3
			14.0	5.0	117.30	A2B4
30 cm×11.7 cm	28.5	10.0	10.8	2.0	58.35	A3B1
		14.0	11.7	3.0	84.00	A3B2
		16.0	14.0	4.0	111.75	A3B3
			14.0	5.0	123.90	A3B4

1.3.2 稻米品质 稻米主要品质指标整精米率、垩白率、垩白度、胶稠度等, 测定方法参照中华人民

共和国国家标准(1999)进行。蛋白质、直链淀粉含量采用瑞典 FOSS 公司生产的型号为 1241 近红外快

速品质分析仪测定; 淀粉黏滞特性(RVA)采用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 3-D 型 RVA 进行快速测定, 用 TCW(Thermal cycle for windows)配套软件进行分析。

1.3.3 数据分析 使用 Microsoft Excel 2003 录入和作图, 用 DPS 7.05 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同基本苗配置对机插水稻产量的影响

2.1.1 不同基本苗配置对机插水稻产量的影响
不同基本苗配置对产量的影响列于表 2, 不同基本苗处理产量在 8 013.45 ~ 8 300.42 kg/hm² 之间, 极

差达 286.97 kg/hm², 最大值(A2B3 处理)比最小值(A1B1 处理)高 3.58%。基本苗(X)与机插水稻产量(Y)呈开口向下的一元二次曲线关系: $Y = -0.0629X^2 + 14.225X + 7487.4$ (r 为 0.9802^{**}), $X_{opt} = 113.08 \times 10^4/\text{hm}^2$ 。方差分析结果表明(表 3), 基本苗配置之一的穴栽本数(B)对产量的影响($F = 7\,745.76^{**}$), 大于另一配置穴数(A)的影响($F = 2\,199.63^{**}$), 大于两者之间互作(A×B)的影响($F = 329.06^{**}$), 三者影响均达极显著水平。相同穴数处理不同本数处理的产量顺序均表现为 4 本(B3) > 5 本(B4) > 3 本(B2) > 2 本(B1)。

表 2 不同基本苗配置下密穗型机插水稻的产量组成结构

Tab. 2 Effect of different basic seedlings and its components on yield components and formation of machine-transplanted rice							
处理 Treatment	基本苗 (10 ⁴ /hm ²) Basic seedling	有效穗 (10 ⁴ /hm ²) Effective panicles	穗粒数 Glumous flowers	结实率/% Filled grain percentage	千粒重/g 1 000-grain weight	理论产量 (kg/hm ²) Theoretical yield	实际产量 (kg/hm ²) Harvested yield
A1B1	46.20	300.56h	124.08a	91.48a	23.68a	8 078.69	8 013.45j
A1B2	62.85	323.91f	118.82c	90.15d	23.62c	8 195.20	8 166.78g
A1B3	77.10	344.97d	114.72e	89.38f	23.54f	8 326.59	8 290.84b
A1B4	95.25	355.58c	112.70f	88.44h	23.48h	8 321.62	8 289.98b
A2B1	52.50	306.64gh	122.79ab	91.00b	23.64b	8 099.92	8 024.56i
A2B2	73.05	331.20e	117.29d	89.63e	23.58d	8 210.10	8 176.68f
A2B3	95.55	354.09c	112.69f	88.76g	23.50g	8 323.08	8 300.42a
A2B4	117.3	366.07b	109.83g	87.67i	23.44j	8 262.16	8 256.44d
A3B1	58.35	310.09g	122.56b	90.83c	23.64b	8 160.43	8 120.43h
A3B2	84.00	334.64e	116.86d	89.76e	23.56e	8 269.93	8 245.46e
A3B3	111.75	355.67c	112.54f	88.42h	23.46i	8 302.95	8 278.41c
A3B4	123.90	372.50a	109.29g	87.07j	23.40k	8 294.52	8 250.64e
Range	—	71.94	14.79	4.41	0.28	247.90	286.97
CV/%	—	7.096	4.365	1.523	0.382	1.06	1.241

注: 小写字母表示显著差异($P < 0.05$); 大写字母表示极显著差异($P < 0.01$), 下同。
Note: Small letter, big letter Significant at the 5% and 1% probability level respectively. The same as follows.

2.1.2 不同基本苗配置对机插水稻产量构成因素的影响
不同基本苗配置对机插水稻产量的四个构成因素的影响见表 2 和表 3, 其中穗数受不同基本苗配置影响最大, 变异系数达 7.096。穗粒数次之, 结实率再次, 千粒重受影响最小, 变异系数仅 0.382。

不同基本苗配置对产量构成因素的影响程度均表现为栽插本数的影响大于穴数的影响大于两者互作($F_B > F_A > F_{A \times B}$)。随栽插穴数和栽插本数的增加, 机插水稻扬辐粳 7 号的穗数呈直线增加, 每穗粒数、结实率和千粒重均成直线下降趋势。

表 3 不同基本苗配置对机插水稻产量构成因素影响的方差分析(F 值)

Tab. 3 ANOVA about yield and its components under different basic seedlings(F value)								
变异来源 Source	自由度 DF	穗数 Panicle	穗粒数 Glumous	结实率 Grain filling percentage	千粒重 1 000-grain weight	实际产量 Harvested yield	F _{0.05}	F _{0.01}
A	2	30.88 ^{**}	71.84 ^{**}	901.47 ^{**}	96.75 ^{**}	2 199.63 ^{**}	6.94	18.00
B	3	617.96 ^{**}	422.28 ^{**}	2910.61 ^{**}	868 ^{**}	7745.76 ^{**}	3.16	5.09
A×B	6	0.98ns	0.92ns	22.57 ^{**}	4 [*]	329.06 ^{**}	2.66	4.01

注: *, ** 表示显著差异($P < 0.05$); ** 表示极显著差异($P < 0.01$); ns 表示差异不显著。
Note: *, **. Significant at the 5% and 1% probability level, respectively and ns is not significant. The same as follows.

2.1.3 产量构成因子对机插水稻产量的影响分析
通径分析结果表明(表 4), 产量各构成因素决定了产量变异的 94.7%。其中穗数(X1)对产量的直接作用最大, 直接通径系数达 6.358, 与产量的相关

系数达显著水平($r = 0.884^{**}$), 而产量其他构成因素穗粒数(X2), 而结实率(X3)、千粒重(X4)作用均与产量呈负相关关系($r_2 = -0.883^{**}$, $r_3 = -0.814^{**}$, $r_4 = -0.823^{**}$), 由于穗数和穗粒数、结

实率、千粒重都呈负相关关系而使通过它的间接通径系数皆取负值。说明机插水稻扬辐粳 7 号产量的提高主要依靠穗数的增加, 同时随穗数增多, 穗形减小。

表 4 产量构成因子对产量的通径分析(通径系数)

因子 Factors	直接通径系数 Direct path coefficient	间接通径系数 Indirect path coefficient				Y 的相关系数 Correlation coefficient
		$P_{X1 \rightarrow Y}$	$P_{X2 \rightarrow Y}$	$P_{X3 \rightarrow Y}$	$P_{X4 \rightarrow Y}$	
X1	6.358		-2.488	-1.897	-1.089	0.884**
X2	2.492	-6.348		1.891	1.083	-0.883**
X3	1.919	-6.282	2.455		1.094	-0.814**
X4	1.105	-6.269	2.441	1.900		-0.823**

决定系数(Determination coefficient)=0.947 0**
剩余通径系数(Pe^2)=0.053

注: $R^2_{0.05}=0.576$; $R^2_{0.01}=0.707$

2.2 不同基本苗配置对机插水稻主要品质性状的影响

稠度在基本苗配置中的穴数、本数两大主效因素间均存在极显著差异。在穴数和本数的互作效应中,

由表 5 可以看出, 机插水稻扬辐粳 7 号稻米出糙率、精米率、整精米率、垩白率、直链淀粉含量、胶除精米率和胶稠度未见显著差异外, 其他性状差异均达极显著水平。

表 5 不同基本苗配置对机插水稻主要品质性状影响的方差分析

Tab. 5 ANOVA on main quality characters under different basic seedlings of machine-transplanted rice										
变异来源 Source	自由度 DF	出糙率/ % BR	精米率/ % MR	整精米率/ % HMR	垩白率/ % CR	垩白度 C	直链淀粉 含量/ %AC	胶稠度/ mm GC	F _{0.05}	F _{0.01}
A	2	215.119**	48.173**	13.68*	13.552**	2.340ns	70.759**	27.00**	6.94	18.00
B	3	11.108**	60.971**	41.258**	95.943**	9.853**	16.632**	91.00**	3.16	5.09
A×B	6	5.500**	0.590ns	4.820**	6.813**	5.725**	7.216**	0.33ns	2.66	4.01

2.2.1 对加工品质的影响 加工品质主要包括出糙率、精米率、整精米率三项指标。由表 6 可知, 穴数和栽插本数对机插稻扬辐粳 7 号的整精米率影响较大, 其变异系数(变异系数 1.33)大于出糙率和精米率的变异系数。随着穴数和本数的增加, 机插稻米扬辐粳 7 号的出糙率、精米率、整精米率均表现为直线下降趋势, 加工品质下降。

表 6 不同基本苗配置对机插水稻主要品质性状的影响

Tab. 6 Effect of different basic seedlings on main characters of machine-transplanted rice							
处理 Treatment	出糙率/ % BR	精米率/ % MR	整精米率/ % HMR	垩白率/ % CR	垩白度 C	直链淀粉 含量/ %AC	胶稠度/ mm GC
A1B1	83.4a	79.0a	73.6a	8.5h	1.1bc	15.40h	63c
A1B2	83.4a	78.2b	73.2b	10.4f	1.3bc	15.6g	63c
A1B3	82.8b	78.0bc	72.1d	12.4c	1.4de	16.20e	65bc
A1B4	82.8b	78.0bc	71.4e	12.7bc	1.5cd	16.30de	67bc
A2B1	82.1c	78.3b	73.3ab	9.5g	1.1a	15.90f	64b
A2B2	81.9d	77.8cd	72.0d	11.2e	1.3a	16.20e	65b
A2B3	81.7e	77.7cde	71.9d	12.5c	1.4bc	16.38d	67a
A2B4	81.4f	77.5de	71.0fg	13.5a	1.6cd	16.92c	68a
A3B1	81.3fg	78.3b	72.8c	10.3f	1.2de	16.80c	64b
A3B2	81.3fg	77.7cde	72.0d	11.6d	1.3bc	17.16b	65a
A3B3	81.2g	77.5de	71.1ef	13.0b	1.5ef	17.30ab	67a
A3B4	80.9h	77.41e	70.7g	13.5a	2.1f	17.40a	68a
Range	2.50	1.60	2.90	5.00	1.00	2.00	5.00
CV/ %	1.07	0.58	1.33	14.04	19.26	3.99	2.80

2.2.2 对外观品质的影响 增加栽插穴数和本数主要影响机插稻米的外观品质, 垩白率和垩白度受栽插穴数和本数影响变异系数分别达 14.04 和 19.26, 远高于其他品质指标。随穴数和本数的增加, 机插稻米扬辐粳 7 号的垩白率、垩白度呈直线增加的趋势。说明增加密度能增加垩白的发生, 外观品质变劣。

2.2.3 对蒸煮食味品质的影响 决定蒸煮食味品质的指标主要是直链淀粉含量和胶稠度。由表 6 可知, 随栽插穴数和本数的增加, 直链淀粉含量升高, 胶稠度变长。

2.3 不同基本苗配置对机插水稻 RVA 谱的影响

不同基本苗配置处理对机插水稻稻米粉 RVA

谱的影响显著。相同本数,不同穴数处理间,随着栽插穴数的增加,淀粉 RVA 谱曲线呈上升趋势。而相

同穴数,不同本数处理间,淀粉 RVA 谱曲线则大致呈 $B3>B4>B2>B1$ 的先升后降的趋势(图 1)。

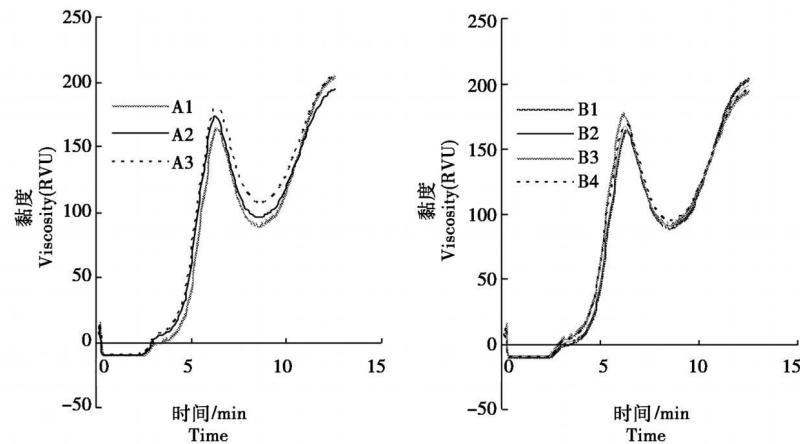


图 1 不同穴数、不同本数机插水稻扬辐粳 7 号的 RVA 谱

Fig. 1 RVA profiles of Machine-transplanted rice Yangfujing7
transplanted by machine under different hills and different plants per hill

由表 7 可以看出,机插水稻扬辐粳 7 号的稻米 RVA 谱除峰值时间受栽插穴数和本数处理影响较小,受穴数、本数及两者互作影响均不达显著水平外,其余各特征值受穴数、本数影响均达到极显著水平。除崩解值和糊化温度受穴本互作影响不显著,其余特征值均达极显著和显著水平。峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及消减值受栽插本数影响大于栽插穴数影响大于穴本互作($F_B>F_A>F_{A\times B}$),而崩解值、峰值时间和糊化温度则表现为受栽插穴数影响大于栽插本数影响大于穴本互作($F_A>F_B>F_{A\times B}$)。

由表 8 可知,在 RVA 谱特征值中,以消减值受栽插穴数和本数影响程度最大,变异系数高达 9.41,热浆黏度其次,变异系数达 8.03,峰值时间受组合处理影响最小,变异系数仅 0.83。相同本数不同穴数下,随栽插穴数的增加,峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈直线增加趋势,崩解值和消减值成直线下降趋势。相同穴数不同本数下,随栽插本数的增加,峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈 $B3>B4>B2>B1$,先增加后减小的趋势,崩解值和消减值成 $B3<B4<B2<B1$,先减小后增加的趋势。

表 7 不同基本苗配置对机插水稻 RVA 谱特征值的影响的方差分析

Tab. 7 ANOVA on RVA profiles of machine-transplanted rice under different basic seedlings									(F value)	
变异来源 Source	自由度 DF	峰值黏度 Peak viscosity	热浆黏度 Trough viscosity	崩解值 Break down	最终黏度 Final Viscosity	消减值 Set back	峰值时间 Peak Time	糊化温度 Pasting Temp	F _{0.05}	F _{0.01}
A	2	563.79**	2 505.29**	88.68**	35.49**	65.44**	0.31ns	788.79**	6.94	18.00
B	3	1 781.25**	27 369.79**	62.1**	1001.63**	208.24**	2.47ns	23.30**	3.16	5.09
A×B	6	23.93**	234.42**	0.4ns	11.02**	4.42**	0.27ns	1.52ns	2.66	4.01

表 8 不同基本苗配置对机插水稻 RVA 谱特征值的影响

Tab. 8 Effect of different basic seedlings on RVA profiles of machine-transplanted rice							
处理 Treatment	峰值黏度/ cp Peak viscosity	热浆黏度/ cp Trough viscosity	崩解值/ cp Breakdown	最终黏度/ cp Final viscosity	消减值/ cp Setback	峰值时间/min Peak time	糊化温度/ °C Pasting temp
A 1B1	1 992i	1 030k	962a	2 352h	360a	6.2a	70.7g
A 1B2	2 057i	1 144h	913c	2 385f	328c	6.2a	71.1g
A 1B3	2 164c	1 273c	891def	2 448c	284e	6.3a	72.7ef
A 1B4	2 106d	1 205e	901cd	2 424d	318cd	6.3a	72.1fg
A 2B1	2 008h	1 063j	945b	2 365g	357a	6.2a	72.7ef
A 2B2	2 072e	1 176g	896cde	2 396e	324cd	6.2a	74.7cd
A 2B3	2 188a	1 299b	889def	2 467ab	279e	6.3a	76.7ab
A 2B4	2 112d	1 219d	893def	2 425d	313d	6.3a	75.7bc
A 3B1	2 031g	1 095i	936b	2 371g	340b	6.2a	73.7de
A 3B2	2 073e	1 182f	891def	2 395e	322cd	6.2a	75.1cd
A 3B3	2 196a	1 319a	877f	2 471a	275e	6.3a	78.1a
A 3B4	2 176b	1 296b	880ef	2 458b	282e	6.3a	77.8a
Range	204	289	85	119	85	0.1	7.4
CV/ %	3.38	8.03	3.01	1.72	9.41	0.83	3.37

3 讨论

影响机插水稻产量品质的诸多因素中, 合理基本苗及其配置起着十分关键的作用, 合理地调节穴数与本数, 使它们处于合理的范围, 才能充分利用光温肥水气等资源, 促进机插水稻产量品质的提高。机插水稻基本苗的确定由两个方面的因素决定, 即每亩穴数和每穴株数。亩穴数由移栽行株距决定, 本试验所用的插秧机(PF45SS)行距固定 30 cm, 株距有 70, 80, 90 cm 3 个档, 对应的株距为 14. 6, 13, 11. 7 cm, 可形成 3 种不同穴数处理。每穴株数由播种密度和取秧面积共同决定, 为了便于比较, 本试验统一了播种密度, 因此每穴株数主要取决于取秧面积。插秧机横向移动调节装置设在插植部支架上的圆盘上, 上面标 260/240/200 三个位置, 分别表示秧箱移动 10. 8, 11. 7, 14 mm。纵向取秧量的调节范围为 8~17 mm, 共有 10 个档位, 每调一格改变 1 mm, 手柄向左调, 取秧量增多, 手柄向右调取秧量减少, 标准 0 位置时取秧量为 11 mm, 横向与纵向的匹配调节可组成 30 种不同的取秧面积^[9], 最小秧块面积为 0. 862 cm², 最大秧块面积 2. 38 cm²。本试验中最佳取秧面积为 2. 24 cm²(横向 16 mm×纵向 14 mm), 每穴 4 本左右(成苗数 1. 78 苗/cm²), 这样有利于机插水稻高产形成。这与凌启鸿^[10]提出的机插秧基本苗计算公式计算结果较为符合。与彭长青^[5-7]等研究结果略有不同, 分析其主要差异原因可能是所选品种不同, 分蘖能力差异较大所致。因此, 如何按照不同类型水稻品种建立与插秧机配套的不同基本苗及其配置指标体系有待进一步研究。

稻米品质的形成是在品种遗传特性和环境的共同作用下, 通过籽粒灌浆动态来决定其品质的表现, 环境条件对稻米品质的影响主要是通过影响谷粒胚乳细胞发育及内部生理生化过程等发挥作用^[11]。较多的研究^[12-13]认为增加基本苗数会使出糙率、精米率和整精率下降, 垩白率和垩白度提高, 直链淀粉含量与胶稠度上升, 本研究亦证实了这一点。不同基本苗对机插水稻扬辐粳 7 号主要品质的影响机制, 初步分析原因可能是基本苗数加大以后, 易造成田间郁闭, 通风透光不良, 个体之间竞争加剧, 导致个体营养吸收不良, 生长量不足, 体内同化物供应不足, 积累灌浆物质少, 灌浆不足所致。

稻米淀粉的 RVA 谱特性是评价稻米品质的重要指标, 与蒸煮食味品质有着密切的联系^[14-15]。相比较而言峰值黏度大、崩解值大、最终黏度小、消减值小(且为负值)则食味好, 具有这种特性的米饭, 可

能具有较好的柔软性、粘散性、滋味、馨香味, 食味品质较好^[14-17]。本试验结果表明, 相同本数不同穴数下, 随栽插穴数的增加, 峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈直线增加趋势, 崩解值和消减值成直线下降趋势。相同穴数不同本数下, 随栽插本数的增加, 峰值黏度、热浆黏度、最终黏度以及糊化温度呈先增加后减小的趋势, 崩解值和消减值成先减小后增加的趋势。这和叶全宝等^[18]的研究结果类似。本试验中稻米直链淀粉含量和 RVA 谱特性值之间似乎不存在必然的联系, 这可能是本研究测定的直链淀粉为表观直链淀粉含量, 里面除直链淀粉含量外, 还存在部分支链淀粉分支链的长链 B 之故。但淀粉 RVA 谱的显著差异到底是直链淀粉含量的变化还是支链淀粉分支链的长链 B 变化所引起, 还是其余什么原因引起, 还有待于进一步深入研究。

在本试验条件下, 稻米品质对基本苗的影响敏感程度不一样。稻米主要品质特性中, 以垩白度受移栽密度组合影响变异系数最大、其次为垩白率、直链淀粉含量、胶稠度, 而出糙率、精米率和整精米率变异相对较小; 在 RVA 谱特性中, 以消解值变异系数最大, 其次为热浆黏度、峰值黏度、糊化温度、崩解值变异系数也较大, 而最终黏度和峰值时间受影响较小。因此, 应根据品质性状的形成特点制订相应的改良策略, 对反应迟钝的品质性状, 主要通过遗传育种途径加以改良; 而对于垩白度等反应较敏感的品质性状, 则主要从栽培管理等技术途径上着手, 以提高稻米的综合品质。

本试验中产量、品质及 RVA 特征谱三者均表现出各自独立的变化规律, 三者未能达到统一, 因此如何在最大程度上协调三者关系, 使得其综合表现达到最佳也值得进一步深入研究。在本试验中, 由于各处理稻米品质指标均在同一国标等级内, 因此, 综合高产优质来看, 密穗型机插稻扬辐粳 7 号以株距 13 cm(90 档), 最佳取秧面积为 2. 24 cm²(横向 16 mm×纵向 14 mm), 每穴 4 本左右(成苗数 1. 78 苗/cm²), 这样有利于机插水稻高产形成。在此基础上加强肥水管理, 提高营养生长期的物质积累, 保持结实期叶片及根系的光合和代谢能力, 是机插水稻高产优质可靠途径。

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] 中华人民共和国农业部. 全国水稻生产机械化十年发展规划[R]. 2006. 10.

[3] 凌 强. 机插秧栽插苗数与产量关系的研究[J] . 农业装备技术, 2005(02).

[4] 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.

[5] 彭长青, 李世峰, 卞新民, 等. 机插水稻高产栽培关键技术的适宜值[J] . 应用生态学报, 2006, 17(9): 1619— 1623.

[6] 王夕娥, 顾海伟, 於永杰. 不同播量与机插密度对机插秧苗大田生长发育的影响[J] . 上海农业科技, 2004(4): 28.

[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] 张选怀, 瞿廷广, 王小怀. 机插稻不同基本苗试验[J] . 农业装备技术, 2005, 31(02): 25— 28.

[9] 叶厚专, 周韧金, 董力洪, 等. 水稻插秧机不同插秧档位与取秧量及基本参数的计算和应用[J] . 江西农业学报, 2007, 19(9): 123— 124.

[10] 凌启鸿, 张洪程, 苏祖芳, 等编著. 稻作新理论— 水稻叶龄模式[M] . 北京: 科学出版社, 1994: 280— 286.

[11] 黄发松, 孙宗修, 胡培松. 食用稻米品质形成研究的现状与展望[J] . 中国水稻科学, 1998, 12(3): 172— 176.

[12] 程方民, 朱碧岩. 气象生态因子对稻米品质影响的研究进展[J] . 中国农业气象, 1998, 19(5): 39— 45.

[13] 冯明友. 遗传与环境因素对水稻品质影响的研究进展[J] . 贵州农业科学, 1996, 1: 56— 59.

[14] 舒庆尧, 吴殿星, 夏英武, 等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与食用品质的关系[J] . 中国农业科学, 1998, 31(3): 25— 29.

[15] 张小明, 石春海, 富田桂. 粳稻米淀粉特性与食味间的相关性分析[J] . 中国水稻科学, 2002, 16(2): 157— 161.

[16] 吴殿星, 舒庆尧, 夏英武. RVA 分析辅助选择食用优质早粳稻的研究[J] . 作物学报, 2001, 27(2): 165— 173.

[17] 吴殿星, 舒庆尧, 夏英武. 利用 RVA 谱快速鉴别不同表观直链淀粉含量早粳稻的淀粉粘滞特性[J] . 中国水稻科学, 2001, 15(1): 57— 59.

[18] 叶全宝, 张洪程. 施氮水平和栽插密度对粳稻淀粉 RVA 谱特性的影响[J] . 作物学报, 2005, 31(1): 124— 130.