

# 寒地水稻不同群体密度品质优化研究

江海<sup>1</sup>,王秋菊<sup>2</sup>,赵宏亮<sup>2</sup>,王萍<sup>3</sup>,姜辉<sup>2</sup>,孟英<sup>2</sup> 张毓<sup>4</sup>,黄莹<sup>4</sup>

(1. 黑龙江省虎林市珍宝岛乡政府农业综合服务中心,黑龙江 虎林 158411; 2. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086; 3. 黑龙江省农业科学院 信息中心,黑龙江 哈尔滨 150086; 4. 黑龙江省农业科学院 园艺分院,黑龙江 哈尔滨 150039)

**摘要:**采用裂区试验研究了不同插秧苗数与株行距对稻米产量、品质的影响。结果表明:插秧苗数对水稻平方米穗数、穗粒数及产量影响显著,随插秧苗数增多,水稻平方米穗数增加,穗粒数则下降;株行距对水稻平方米穗数及空瘪粒、空瘪率、产量影响显著,随株行距减小,水稻平方米穗数增多,产量增加。插秧苗数对稻米垩白率、垩白度、整精米率影响显著,随着插秧苗数增多,稻米垩白率、垩白度增加,整精米率减少,插秧苗数对稻米蛋白质含量及直链淀粉含量影响不显著;株行距对水稻品质各项指标影响不显著。整体来说,在一定的密度范围内,蛋白质含量随插秧苗数的增多而增高,随密度的增大而增高,栽培密度过大,直链淀粉含量、稻米食味品质以及外观品质下降。

**关键词:**水稻;产量;品质;密度

**中图分类号:**S511

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2010)12-0010-04

栽插密度对水稻群体结构产生影响较大,适宜的栽插密度能有效利用光能,充分利用地力,保证个体的正常发育和群体的协调发展,提高单位面积穗数、穗粒数以提高产量。以往研究多以产量为主,对于栽插密度与品质的关系研究较少。但是,随着人们生活水平的提高,对稻米品质的要求也越来越高,栽培密度与稻米品质的研究也逐渐被重视起来,不同的研究都是以不同生态条件为基础,该研究则以黑龙江省寒地稻区为前提,研究寒地稻区水稻栽培密度与水稻产量、品质之间的关系,确定适合优质稻米的最佳栽培密度,为生产优质稻米提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试品种为垦鉴稻1号。

### 1.2 试验设计

试验于2009年在虎林市农业技术推广中心示范田进行。土壤类型为草甸白浆土,土壤全氮含量 $2.72\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全磷含量 $2.26\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全钾含量 $16.11\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,土壤速效氮含量 $262.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效磷含量为 $35.91\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效钾含量为 $110.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,有机质含量 $62.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,pH

4.93。

通过每穴苗数及株行距不同设置不同的群体。采用裂区试验设计,主处理A为每穴苗数不同的3个水平:分别为 $A_1=2\text{ 苗}\cdot\text{穴}^{-1}$ 、 $A_2=4\text{ 苗}\cdot\text{穴}^{-1}$ 、 $A_3=6\text{ 苗}\cdot\text{穴}^{-1}$ ;副处理B为株行距不同的6个水平:株行距分别为 $B_1=26.4\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ 、 $B_2=26.4\text{ cm}\times 13.3\text{ cm}$ 、 $B_3=26.4\text{ cm}\times 16.5\text{ cm}$ 、 $B_4=30.0\text{ cm}\times 10.0\text{ cm}$ 、 $B_5=30.0\text{ cm}\times 13.3\text{ cm}$ 、 $B_6=30.0\text{ cm}\times 16.5\text{ cm}$ 。3次重复,共54个小区(见表1)。每小区8行,行长15 m。所有小区设在1个池子中,每侧设保护行8行,4月20日播种,5月25日插秧,施肥及田间管理各处理一致。

### 1.3 调查项目与方法

在水稻成熟期,每小区取3点,每点取稻谷1 kg,3点混合后,取1 kg样品进行品质分析。

1.3.1 外观品质 用RGQ120A颗粒判定仪测定垩白率、垩白度。

1.3.2 碾米品质 用FC-2K砻谷机、VP-32精米机测定糙米率、精米率、整精米率等。

1.3.3 蛋白质含量 用FOSS1242近红外分析测定蛋白质含量。

1.3.4 直链淀粉含量 用FOSS1242近红外分析测定直链淀粉含量。

1.3.5 食味评分 用STA1A米饭食味计测定食味评分。

1.3.6 产量及产量指标 于水稻成熟期每小区

收稿日期:2010-08-05

基金项目:黑龙江省攻关资助项目(GB06B104)

第一作者简介:江海(1975-),男,黑龙江省虎林市人,学士,助理农艺师,从事耕作栽培研究。E-mail:abuqin@163.com。

随机取样 3 点考种、测产。

2 结果与分析

2.1 不同密度群体对水稻产量及产量指标的影响

从表 1 看出,随插秧苗数的增多及株行距的减小,水稻的平方米穗数增多;穗粒数则随插秧苗数的增多及株行距的减小而减少;水稻空瘪粒及空瘪率变化未呈现一定的规律性;千粒重整体看来,栽培密度大,水稻千粒重增加,但增加幅度不

大;从产量来看以 A1B1、A1B2、A1B4、A1B5、A2B1、A2B4、A3B1、A3B4 产量较高。密度增加,水稻平方米穗数增加,可以提高单位面积产量,但在生产调查中发现,插秧苗数为 4 和 6 株的处理倒伏现象严重,且随株行距的减小倒伏比例增加,其中,A3B1 及 A3B4 倒伏比例达 100%,A2B1 和 A2B4 的达 80%,这不仅给收获带来很大困难,而且增加投入成本,同时造成水稻品质下降,综合各方面因素来看,产量最好的组合为 A1B1、A1B2。

表 1 不同处理对水稻产量指标的影响

主处理	副处理	穗数/穗·m <sup>2</sup>	穗粒数/粒·穗 <sup>-1</sup>	空瘪粒/粒	空瘪率/%	千粒重/g	产量/kg·hm <sup>-2</sup>
A1	B1	712.50	86.77	19.17	17.84	22.71	9428.00
	B2	536.75	84.47	27.31	24.44	22.48	9334.65
	B3	575.00	95.74	25.53	19.65	23.24	8340.90
	B4	627.00	83.60	22.20	21.02	22.78	9186.30
	B5	508.33	92.30	20.86	18.38	23.45	9252.90
	B6	465.50	91.83	21.15	18.72	23.39	8252.40
A2	B1	808.33	82.53	23.12	21.89	20.82	9232.95
	B2	760.00	80.75	21.68	21.08	22.20	8660.00
	B3	621.00	80.57	18.88	18.81	23.58	7387.05
	B4	759.00	86.68	29.39	25.35	21.51	9993.45
	B5	554.17	76.64	19.02	19.87	22.82	8059.05
	B6	479.50	80.99	15.32	15.86	23.69	8157.45
A3	B1	1062.50	75.94	16.80	18.14	22.61	9424.80
	B2	840.75	81.34	19.03	19.08	22.91	7203.60
	B3	636.33	82.67	26.56	24.27	21.98	7006.80
	B4	627.00	74.42	23.19	23.79	21.46	9382.95
	B5	712.50	71.46	19.82	21.21	20.94	7688.85
	B6	675.50	83.78	23.49	21.88	22.57	8175.75

2.2 水稻产量指标方差分析

从表 2 不同处理水稻产量指标方差分析可以看出,主处理不同插秧苗数对水稻平方米穗数、穗粒数影响达极显著水平,对产量影响达显著水平;副处理

不同株行距对水稻平方米穗数及空瘪率影响达极显著水平,对产量和空瘪粒影响达显著水平;两因素互作对水稻空瘪率影响达极显著水平,对平方米穗数和空瘪粒影响显著,对其它因素影响不显著。

表 2 不同处理水稻产量指标方差分析

变异来源	F 值					
	穗数/穗·m <sup>2</sup>	穗粒数	空瘪粒	空瘪率/%	千粒重/g	产量/kg·hm <sup>-2</sup>
A	59.674**	21.803**	0.73	0.924	1.009	7.391*
B	13.023**	2.195	2.76*	4.513**	1.761	3.264*
A×B	2.447*	2.539	2.75*	3.725**	1.518	1.876

注:\*\*表示在 0.01 水平差异显著;\*表示在 0.05 水平差异显著。下同。

2.3 水稻产量指标多重比较分析

从表 3 水稻产量指标多重比较分析看出,主处理中水稻平方米穗数各处理间差异显著,随插秧苗数的增多,水稻平方米穗数增加,与插秧苗数呈正相关;穗粒数 A1 与 A2 和 A3 间差异显著;产量之间也存在差异,以插秧苗数最少的 A1 处理产量最高,其余各项指标无差异。副处理中各项指标间均存在一定差异,但以平方米穗数及产量、空瘪粒和空瘪率各处理间差异较大,水稻产量以副处理 B1 产量最高,B4 次之,整体看来以插秧

规格小的水稻产量高。

2.4 不同群体密度对稻米品质的影响

从表 4 水稻品质各项指标看出,稻米的垩白率、垩白度随水稻株行距的增加而减小,随插秧苗数的增多而增高,栽培密度大,稻米的外观品质下降;水稻糙米率随株行距增加有所升高,随插秧苗数的增多应下降,但变化幅度不大;精米率与整精米率变化趋势与糙米率一致;蛋白质含量变化呈不规律性,在一定的密度范围内,蛋白质含量随株行距的减小而增高,随插秧苗数的增多而增高;直

表 3 不同处理水稻产量指标多重比较分析

处理	穗数/穗·m <sup>-2</sup>	穗粒数/粒·穗 <sup>-1</sup>	空瘪粒/粒	空瘪率/%	千粒重/g	产量/kg·hm <sup>-2</sup>
A1	570.85c	89.12a	22.71a	0.2a	23.01a	8932.52a
A2	663.67b	81.36b	21.23a	0.21a	22.44a	7631.33b
A3	759.10a	78.27b	21.48a	0.21a	22.08a	8157.14ab
B1	861.11a	81.75ab	19.70c	0.19bc	22.05b	9081.20a
B2	712.5b	82.18ab	22.67abc	0.22ab	22.53ab	7732.77bc
B3	610.78cd	86.33a	23.66ab	0.21bc	22.93ab	7578.23c
B4	671bc	81.57ab	24.93a	0.23a	21.92b	8520.95ab
B5	591.67cd	80.13b	19.90bc	0.20bc	22.40ab	8333.60abc
B6	540.17d	85.53a	19.99bc	0.19c	23.22a	8195.20bc

链淀粉含量与插秧株数呈正相关,插秧株数越多,距过大或过小,稻米食味下降,以插秧规格为直链淀粉含量越高;从食味评分来看,插秧苗数A1B1、A1B2、A1B4 和 A1B3, A2B6 的组合稻米多,稻米的食味下降,从插秧的株行距来看,株行综合食味最好。

表 4 不同处理对稻米品质的影响

主处理	副处理	垩白率/%	垩白度/%	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	蛋白质含量/%	直链淀粉含量/%	食味评分/分
A1	B1	5.27	0.28	78.90	72.87	60.23	8.17	17.87	77.03
	B2	5.05	0.27	78.77	73.10	60.87	7.97	17.70	77.47
	B3	4.81	0.23	79.10	73.27	61.47	7.90	17.80	77.13
	B4	5.19	0.28	79.07	73.10	60.27	7.93	17.73	77.43
	B5	4.95	0.24	79.13	73.50	61.73	7.90	18.07	76.40
	B6	4.67	0.22	79.10	73.47	62.83	8.03	18.20	76.37
A2	B1	5.88	0.32	78.47	72.67	59.10	8.07	17.83	75.30
	B2	5.53	0.29	78.83	72.87	59.67	7.97	17.70	75.87
	B3	5.11	0.29	79.17	73.03	60.73	7.93	17.80	76.37
	B4	5.65	0.32	78.87	72.93	59.70	7.97	17.80	75.70
	B5	5.35	0.31	79.20	73.13	60.57	7.87	17.97	76.83
	B6	5.07	0.28	79.27	73.23	60.53	7.93	18.03	77.10
A3	B1	7.11	0.38	78.33	72.17	56.80	8.23	18.40	73.33
	B2	6.75	0.35	78.37	72.80	57.80	8.13	18.07	73.60
	B3	6.66	0.33	78.67	72.97	58.77	8.00	18.00	73.57
	B4	6.70	0.36	77.97	72.47	57.17	8.17	18.10	73.50
	B5	6.49	0.35	78.87	73.10	58.17	8.00	18.13	73.83
	B6	6.18	0.32	78.97	72.97	58.63	7.93	18.03	74.13

2.5 稻米品质指标方差分析

从表 5 的方差分析来看,主处理 A 不同插秧苗数对稻米垩白率、垩白度、整精米率及食味影响达极显著水平,对精米率影响显著,对糙米率、蛋白质含量、直链淀粉含量影响不显著;副处理 B

不同插秧株行距对稻米垩白率、垩白度、精米率、整精米率、蛋白质含量、直链淀粉含量影响达极显著水平,对水稻糙米率及食味影响不显著;A、B 互作仅对稻米的食味品质影响达极显著水平,对其它指标影响不显著。

表 5 不同处理稻米品质方差分析

变异来源	F 值							
	垩白率/%	垩白度/%	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	蛋白质含量/%	直链淀粉含量/%	食味评分/分
A	218.97**	72.45**	5.14	10.78*	144.92**	3.95	4.76	900.27**
B	9.175**	16.77**	2.63	8.51**	28.63**	4.72**	4.98**	3.11
A×B	0.455	1.08	0.55	0.48	1.8	0.77	1.77	6.27**

2.6 稻米品质指标多重比较分析

通过新复极差法对各处理间进行比较分析,从表 6 中看出,主处理中稻米垩白率、垩白度、整精米率、食味评分各处理间差异明显,垩白率、垩白度与插秧苗数呈正相关,整精米率和食味评分与插秧苗数呈负相关;不同插秧苗数对精米率有影响,与插秧苗数呈负相关,随插秧苗数增多精米率下降;对蛋白质含量和直链淀粉含量无显著影响。副处理 1 和 4 之间,2 和 5 之间垩白度无差异,其它各处理有差异,垩白率随株行距的

增大而降低;糙米率以副处理 5、6 与 1 之间差异显著,其它处理之间无差异;精米率副处理 5、6 与处理 3 之间,处理理 2、3、4 之间差异不显著,其它处理间差异显著;糙米率、精米率、整精米率随株行距的增大而升高;蛋白质含量仅副处理 1 与其它各处理之间差异显著,蛋白质含量随株行距增大而下降;直链淀粉含量副处理 5、6 间无差异,与其它处理间差异显著,直链淀粉含量随株行距的增大而增大;株行距对稻米的食味评分影响不大,随株行距的增大,稻米的食味要稍好一些。

表 6 不同处理稻米品质指标多重比较分析

处理	垩白率/%	垩白度/%	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	蛋白质含量/%	直链淀粉含量/%	食味评分/分
A1	4.98c	0.25c	79.01a	73.22a	61.23a	7.98a	17.89a	76.97a
A2	5.43b	0.30b	78.97a	72.98ab	60.05b	7.95a	17.86a	76.19b
A3	6.65a	0.35a	78.53a	72.74b	57.89c	8.08a	18.12a	73.66c
B1	6.06a	0.33a	78.57b	72.57c	58.71d	8.15a	18.03ab	75.22b
B2	5.78bc	0.30b	78.65ab	72.92b	59.44c	8.02b	17.82c	75.64a
B3	5.53cd	0.29cd	78.98ab	73.09ab	60.32ab	7.94b	17.86bc	75.69a
B4	5.85ab	0.32a	78.63ab	72.83bc	59.04cd	8.02b	17.87bc	75.54ab
B5	5.60bc	0.29bc	79.07a	73.24a	60.16b	7.92b	18.05a	75.69a
B6	5.30d	0.27d	79.11a	73.22a	60.67a	7.96b	18.09a	75.87a

3 结论与讨论

通过试验研究,插秧苗数对水稻平方米穗数、穗粒数及产量影响显著,随插秧苗数增多,水稻平方米穗数增加,穗粒数则下降;株行距对水稻平方米穗数及空瘪粒、空瘪率、产量影响显著,在该试验条件下,随株行距减小,水稻平方米穗数增多,产量增加。

插秧苗数对稻米垩白率、垩白度、整精米率、食味评分影响差异明显,垩白率、垩白度与插秧苗数呈正相关,这与王成瑗、蒋振华等<sup>[1-2]</sup>研究结果一致,认为栽培密度大,稻米垩白率、垩白度升高,而与吴春赞<sup>[3]</sup>研究的结果则相反;整精米率变化趋势与吴春赞研究的结果一致,整精米率和食味评分与插秧苗数呈负相关;不同插秧苗数对精米率有影响,与插秧苗数呈负相关,随插秧苗数增多精米率下降;对蛋白质含量的直链淀粉含量无显著影响。

株行距对稻米的各项品质指标影响不显著,但却有一定的变化趋势,垩白率、垩白度随株行距的增大而降低,糙米率、精米率、整精米率随株行距的增大而升高,这与徐春梅<sup>[4]</sup>研究结果一致。蛋白质含量随株行距增大而下降,与徐春梅研究的认为蛋白

质含量随栽培密度的增大而升高不一致;直链淀粉含量随株行距的增大而增大,株行距对稻米的食味评分影响不大,随株行距的增大,稻米的食味要稍好一些,该试验研究的株行距与对稻米品质各项指标的影响变化趋势与贾汝志等<sup>[5]</sup>研究结果基本一致。

综上所述,以该试验为理论依据,在寒地水稻种植区域内以插秧规格为 26.4 cm×10 cm、和 26.4 cm×13.2 cm,插秧苗数为 2 苗·穴<sup>-1</sup>的稻米品质好,产量高。当然,不同地区,不同品种的优质栽培密度应不尽相同,需要进一步研究。

参考文献:

[1] 蒋振华,徐国沾,金裕忠.不同群体质量对稻米品质的影响[J].上海农业科技,2004(4):24-26.  
[2] 王成瑗,王伯伦,张文香,等.栽培密度对水稻产量及品质的影响[J].沈阳农业大学学报,2004,35(4):318-322.  
[3] 吴春赞,叶定池,林华.栽插密度对水稻产量及品质的影响[J].中国农学通报,2009,21(9):31-35.  
[4] 徐春梅,王丹英,邵国胜,等.施氮量和栽插密度对超高产水稻中早 22 产量和品质的影响[J].中国水稻科学,2008,22(5):507-512.  
[5] 贾汝志,王立余,李忠武,等.水稻不同插秧密度试验总结[J].北方水稻,2007(2):39-41.

Study of Different Group Density on Rice Quality in Cold Region

JIANG Hai<sup>1</sup>, WANG Qiu-ju<sup>2</sup>, ZHAO Hong-liang<sup>2</sup>,

WANG Ping<sup>3</sup>, JIANG Hui<sup>2</sup>, MENG Ying<sup>2</sup>, ZHANG Yu<sup>4</sup>, HUANG Ying<sup>4</sup>

(1. Agricultural Service Center of Zhenbaodao Village Government in Hulin, Hulin, Heilongjiang 158411; 2. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 3. Information Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 4. Horticultural Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150039)

**Abstract:** The effect of number of different rice seedlings and plant-row spacing on yield and quality of rice was studied through split-spot experimental design. The result showed that the effect of different rice seedlings on ear numbers per square meters, grains per ear and yield was significant, the ear numbers per square meters increased, and grain per ear decreased with the increasing of rice seedlings; the effect of plant-row spacing on ear numbers per square meters, empty deflated grain, empty deflated rate and yield was significant, ear numbers per square meters and yield increased with the decreasing of plant-row spacing. The effect of different rice seedlings on chalky rice, chalky area, milled rice was significant, the rate of chalky rice, chalky area increased and head milled rice decreased with the increasing of different rice seedlings, the effect of different rice seedlings on protein content and amylose content was no significant, plant-row spacing had no significant effect on rice quality. Overall, in a certain density range, the protein content of rice increased with the increasing of rice seedlings and planting density, planting density was too large, amylose content, eating quality and appearance quality of rice decreased.

**Key words:** rice; yield; quality; density