

# 不同插植密度对水稻叶片的影响

张献国

(黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所,黑龙江 佳木斯 154026)

**摘要:**为研究不同插植密度对寒地水稻生长的影响,以寒地水稻品种空育 131 和龙粳 26 为材料,分析不同插植密度条件下植株叶绿素含量、叶片大小及叶面积指数等指标的变化。结果表明:分蘖力强的穗数型品种空育 131 适宜插植密度为 30.0 cm×16.7~20.0 cm,分蘖力中等的穗重型品种龙粳 26 适宜插植密度为 30.0 cm×10.0~16.7 cm,在此密度条件下水稻的叶片呈最佳生长态势,生物产量表现最高。

**关键词:**寒地水稻;不同插植密度;生长

**中图分类号:**S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)01-0010-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.01.0010

黑龙江省是我国重要的商品粮生产基地,由于地处典型的寒地稻作区,有效活动积温的不足对水稻安全成熟有较大影响。本研究是在相同的肥水管理条件下,以不同类型优质水稻品种为研究对象,研究不同插秧密度对水稻植株叶绿素含量、叶片大小及叶面积指数等指标的影响,使寒地水稻在有限的积温条件下拥有群体数量合理、植株素质较高、产量构成综合性状最佳的优质高产态势。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试水稻品种为分蘖力强的穗数型品种空育 131 和分蘖力中等的穗重型品种龙粳 26。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所试验田进行,采用大钵钵体旱育苗,468 孔钵体秧盘,4 月 11 日浸种,4 月 18 日播种,每钵播芽籽 2~3 粒。试验采用小区互比法,小区面积 50 m<sup>2</sup>,每处理 3 次重复,共计 24 个小区。共设 4 个密度处理,处理 M3:插秧规格为 30.0 cm×10.0 cm;处理 M4:插秧规格为 30.0 cm×13.3 cm;处理 M5:插秧规格为 30.0 cm×16.7 cm;处理 M6:插秧规格为 30.0 cm×20.0 cm,5 月 14 日人工摆栽。本田施肥以尿素、磷酸二铵和硫酸钾为主,试验在秋翻地 15 cm 的基础上,施肥量为尿素 300 kg·hm<sup>-2</sup>,氮

磷钾比例为 1:0.5:0.5,5 月 5 日左右施基肥,尿素为全年用量的 30%,磷酸二铵 100%,硫酸钾 50%。6 月 5 日左右分蘖肥尿素 20%,6 月 15 日分蘖接力肥尿素 10%。7 月 1 日左右施第一次穗肥尿素 20%,硫酸钾 50%。7 月 10 日左右第 2 次穗肥尿素 10%,7 月 20 日施粒肥尿素 10%。花达水状态插秧,分蘖期浅水灌溉,至 6 月 28 日左右晒田后开始实施间歇灌溉,即浅水 2~3 cm 保水 3~5 d,待水层自然落干达到 0 水位时再灌水,反复至成熟期。

1.2.2 测定项目与方法 叶绿素含量采用日本产 SPAD-502 叶绿素仪测定。在水稻分蘖盛期、抽穗期和成熟期,每次每区取有代表性(平均茎数)的植株 3 穴,测定株高、穗数后,选取 3 个中等单茎,测量叶片长、宽,剪下叶片,叶片单独烘干称重,其它穗(包括测定的 3 穗)、叶、茎鞘、干枯部分分开烘干称重。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同插秧密度叶绿素含量变化

叶绿素含量的高低直接影响植物的光合速率,从而影响水稻最终产量<sup>[1]</sup>。因此,水稻功能叶叶绿素含量水平可作为衡量水稻叶片功能强弱的可靠指标<sup>[2-3]</sup>。

从表 1 可以看出,不同品种、不同叶位间 SPAD 值含量不同,与前人研究结果一致<sup>[2-4]</sup>。抽穗期,插秧规格为 30.0 cm×20.0 cm(M6)时,空育 131 的倒 2、3、4 叶片叶绿素含量小于分蘖期,插秧规格为 30.0 cm×16.7 cm(M5)时,倒 2、3 叶叶绿素含量略高于分蘖期,倒 4 叶叶绿素含量低于分蘖期。插秧规格为 30.0 cm×10.0 cm(M3)时,龙粳 26 倒 2、3 叶叶绿素含量高于分蘖期,倒

收稿日期:2014-08-19  
基金项目:黑龙江省科技攻关资助项目(GA13B101);国家水稻产业技术体系资助项目(CARS-01-14)  
作者简介:张献国(1972-),男,黑龙江省鹤岗市人,硕士,助理研究员,从事农村经济与发展研究。

4 叶叶绿素含量低于分蘖期。成熟期,两个品种的叶绿素含量均低于抽穗期。由于下位叶是上位叶的氮源,新生叶片当中的氮源有一大半来自于原有叶片<sup>[5]</sup>,因此分蘖期不同处理 3 个叶片均呈

现倒 3、4 叶叶绿素含量偏高,倒 2 叶叶绿素含量普遍表现偏低的现象。抽穗期各处理间剑叶叶绿素含量差异不大。

表 1 水稻不同生育期叶绿素含量调查

Table 1 Survey on chlorophyll content of rice varieties at different growth stages

处理 Treatments	品种 Varieties	叶绿素含量/SPAD Chlorophyll content									
		分蘖期 Tillering stage				抽穗期 Heading stage				成熟期 Mature stage	
		倒 2 叶	倒 3 叶	倒 4 叶	剑叶	倒 2 叶	倒 3 叶	倒 4 叶	剑叶	倒 2 叶	倒 3 叶
		2 <sup>nd</sup> leaf	3 <sup>rd</sup> leaf	4 <sup>th</sup> leaf	Flag leaf	2 <sup>nd</sup> leaf	3 <sup>rd</sup> leaf	4 <sup>th</sup> leaf	Flag leaf	2 <sup>nd</sup> leaf	3 <sup>rd</sup> leaf
M3	空育 131	39.66	40.31	40.14	37.71	41.10	41.59	37.21	30.57	30.73	33.67
M4		39.59	40.64	39.73	40.67	43.93	43.45	36.54	28.69	30.09	
M5		37.71	39.13	39.60	38.57	41.44	40.48	35.09	26.04	23.46	
M6		40.57	40.05	40.82	37.21	39.97	38.53	30.95	29.39	28.64	
M3		35.29	38.40	37.57	34.80	36.19	36.09	28.83	23.18	24.31	
M4		34.71	37.69	37.70	36.72	40.05	38.11	31.13	19.41	25.57	22.35
M5	龙粳 26	32.35	36.91	37.73	35.55	37.34	35.10	26.82	22.74	24.83	24.17
M6		37.46	39.61	39.60	37.04	39.58	38.05	32.11	23.28	27.23	

2.2 不同密度处理对叶片大小的影响

分蘖期,空育 131 不同处理间 3 个叶片大小差异不大(见表 2),插秧规格为30.0 cm×16.7 cm(M5)

时,龙粳 26 叶片偏大;抽穗期,插秧规格为 30.0 cm×13.3 cm(M6)时,空育 131 剑叶与倒 2 叶最大,倒 3、4 叶则表现最小,而其余插秧规格处理

表 2 不同密度处理对水稻叶片大小的影响

Table 2 Effect of different planting densities on leaf size

	处理 Treatments	品种 Varieties	剑叶 Flag leaf		倒 2 叶 2 <sup>nd</sup> leaf		倒 3 叶 3 <sup>rd</sup> leaf		倒 4 叶 4 <sup>th</sup> leaf	
			长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm
			Length	Width	Length	Width	Length	Width	Length	Width
分 蘖 期  Tillering stage	M3	空育 131			27.73	0.97	23.33	0.77	18.07	0.57
	M4				27.27	0.97	22.17	0.77	17.97	0.57
	M5				27.40	1.07	21.80	0.80	18.33	0.60
	M6				27.74	0.99	22.09	0.78	17.82	0.60
	M3	龙粳 26			30.90	1.00	24.60	0.83	21.50	0.63
	M4				29.03	1.03	23.93	0.83	20.43	0.60
	M5				33.07	1.03	28.67	0.90	25.80	0.77
	M6				32.60	1.10	25.40	0.90	21.93	0.73
抽 穗 期  Heading stage	M3	空育 131	16.42	1.29	25.66	1.17	28.46	1.08	22.69	0.87
	M4		18.87	1.23	28.74	1.06	26.52	0.98	20.01	0.81
	M5		16.14	1.25	26.14	1.12	28.13	1.04	23.73	0.92
	M6		17.24	1.32	25.49	1.16	28.22	1.11	23.26	0.91
	M3	龙粳 26	18.86	1.32	28.51	1.14	33.96	1.06	27.02	0.93
	M4		18.46	1.33	28.63	1.17	35.59	1.1	30.38	0.98
	M5		18.72	1.43	29.11	1.21	33.44	1.07	27.47	0.94
	M6		19.32	1.39	29.08	1.14	31.93	1.04	27.14	0.86

续表 2

Continuing Table 2

	处理 Treatments	品种 Varieties	剑叶 Flag leaf		倒 2 叶 2 <sup>nd</sup> leaf		倒 3 叶 3 <sup>rd</sup> leaf		倒 4 叶 4 <sup>th</sup> leaf	
			长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm	长/cm	宽/cm
			Length	Width	Length	Width	Length	Width	Length	Width
成熟期 Mature stage	M3	空育 131	13.23	1.28	20.08	1.09	18.33	0.91		
	M4		13.21	1.28	21.49	1.06				
	M5		13.78	1.30	20.17	1.09				
	M6		14.29	1.32	23.57	1.11				
	M3	龙粳 26	17.22	1.32	25.86	1.11				
	M4		16.17	1.31	25.78	1.13	27.03	1.01		
	M5		16.16	1.3	24.72	1.07	23.96	0.96		
	M6		16.37	1.27	24.84	1.05				

间叶片大小差异不大。插秧规格为 30.0 cm×20.0 cm(M6)时,龙粳 26 剑叶偏大,而插秧规格为 30.0 cm×16.7 cm(M5)时,龙粳 26 倒 2 叶偏大,而插植规格为 30.0 cm×13.3 cm(M4)时,倒 3 叶偏大。

期,插植规格越大其单片叶重和茎鞘重越大,但每平方米叶重、叶面积指数和生物产量除插秧规格为 30.0 cm×16.7 cm(M5)时,空育 131 略高外,都呈下降趋势;抽穗期,各处理植株下部开始出现干枯叶和鞘,单株叶片重、茎鞘重量明显随着稀植规格的加大(平方米插植穴数变少)而增加,每平方米叶重、叶面积指数呈下降趋势,空育 131 生物产量各处理间表现均衡;插秧规格为30.0 cm×

2.3 不同密度处理对水稻叶片的影响

叶面积是影响植物进行光合作用的重要因素,光合速率高,能够增加光合产物的积累,从而提高水稻的产量<sup>[6-7]</sup>。从表 3 中可以看出,分蘖

期,插植规格越大其单片叶重和茎鞘重越大,但每平方米叶重、叶面积指数和生物产量除插秧规格为 30.0 cm×16.7 cm(M5)时,空育 131 略高外,都呈下降趋势;抽穗期,各处理植株下部开始出现干枯叶和鞘,单株叶片重、茎鞘重量明显随着稀植规格的加大(平方米插植穴数变少)而增加,每平方米叶重、叶面积指数呈下降趋势,空育 131 生物产量各处理间表现均衡;插秧规格为30.0 cm×

表 3 不同密度处理对水稻叶片的影响

Table 3 Effect of different planting densities on leaf

	处理 Treatments	品种 Varieties	单株叶重/g	单株茎鞘重/g	干枯重(叶+鞘)/g	叶面积指数	叶面积/ (cm <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	叶重/ (g·m <sup>-2</sup> )	生物产量/ (g·m <sup>-2</sup> )
			Leaf weight per plant	Stem and sheath weight	Withered weight (leaf+sheath)	Leaf area index	Leaf area	Leaf weight	Biomass yield
分蘖期 Tillering stage	M3	空育 131	6.30	12.27		1.80	17746.73	70.37	206.60
	M4		7.46	14.50		1.63	16538.83	62.47	183.13
	M5		9.87	20.43		1.83	17917.03	65.80	202.03
	M6		10.22	20.97		1.47	14647.32	56.73	173.42
	M3	龙粳 26	12.33	21.53		3.73	37400.17	136.90	376.03
	M4		12.20	19.40		2.70	27235.70	101.40	262.80
	M5		13.33	22.20		2.13	21365.17	88.83	236.93
	M6		16.50	27.17		2.23	22513.63	91.80	242.87
抽穗期 Heading stage	M3	空育 131	15.77	44.57	3.04	4.48	44791.81	175.25	833.77
	M4		19.15	59.84	4.17	3.97	39663.16	159.60	830.57
	M5		22.46	78.84	8.87	3.80	37997.88	149.71	871.76
	M6		25.86	92.12	10.63	3.73	37277.14	143.73	853.30
	M3	龙粳 26	18.37	51.24	6.68	4.23	42311.56	204.08	986.55
	M4		21.10	73.91	10.89	3.89	38940.39	175.86	1020.28
	M5		21.57	76.86	9.64	3.26	32578.16	143.77	850.79
	M6		29.79	96.79	13.72	3.66	36620.72	165.53	930.12

续表 3

Continuing Table 3

	处理	品种	单株叶重/g	单株茎鞘重/g	干枯重(叶+鞘)/g	叶面积指数	叶面积/ (cm <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	叶重/ (g·m <sup>-2</sup> )	生物产量/ (g·m <sup>-2</sup> )
	Treatments	Varieties	Leaf weight per plant	Stem and sheath weight	Withered weight (leaf+sheath)	Leaf area index	Leaf area	Leaf weight	Biomass yield
成熟期 Mature stage	M3	空育 131	8.65	37.72	10.92	2.02	20155.14	96.15	1450.46
	M4		12.21	53.61	14.30	1.97	19721.77	101.74	1590.08
	M5		13.64	71.31	20.99	1.85	18469.1	90.90	1674.01
	M6		13.70	62.73	21.82	1.43	14333.61	76.13	1338.90
	M3	龙粳 26	12.83	61.79	11.53	2.91	29123.03	142.56	1854.76
	M4		15.09	74.68	13.20	2.17	21678.53	125.76	1625.12
	M5		14.30	74.79	16.55	1.75	17525.39	95.39	1459.14
	M6		17.34	85.16	22.33	1.63	16281.04	96.37	1524.65

10.0 cm(M3)和 30.0 cm×13.3 cm(M4)时,龙粳 26 叶面积指数、每平方米叶重、每平方米叶面积及生物产量均表现偏高,其它处理均呈下降趋势;成熟期,各处理叶面积指数、每平方米叶重、每平方米叶面积差异较大,其中 M6 处理下空育 131、M5 处理下龙粳 26 生物产量表现最低,M5 处理下空育 131 和 M3 处理下龙粳 26 生物产量最高。

3 结论

对于不同类型的水稻品种,不同的插植规格对其影响表现各不相同。水稻创高产需要一定的群体数量,但是如果群体过于庞大、长势过于旺盛,是感病、倒伏、成熟度下降,最终导致产量降低的一个重要原因,同时群体数量不足又是导致最终产量偏低的直接因素。因此,对于寒地水稻生产来说,在有限的积温条件下构建合理的群体数量至关重要。试验结果表明,分蘖力强的穗数型品种空育 131 其适宜插植密度为 30.0 cm×16.7~20.0 cm,分蘖力中等的穗重型品种龙粳

26 其适宜插植密度为 30.0 cm×10.0~16.7 cm,在此基础上,结合科学合理的肥水管理,即可形成群体数量合理、植株素质较高、产量构成因子综合性状最佳的优质高产态势,为寒地水稻创高产打下坚实基础。

参考文献:

[1] 曹树青. 水稻种质资源光合速率及光合功能期的研究[J]. 中国水稻科学,2001,15(1):29-34.

[2] 汪华,李金文,姜继萍,等. 氮素、品种及光照对水稻冠层叶片 SPAD 读数的影响[J]. 浙江农业学报,2013,25(2):319-324.

[3] 魏海燕. 不同氮肥吸收利用效率水稻基因型叶片衰老特性[J]. 作物学报,2010(4):645-654.

[4] 丁能飞,郭彬,林义成,等. 集约化稻田养分均衡调控研究[J]. 浙江农业学报,2010,22(3):349-353.

[5] Quirino B F,Noh Y S,Himelbla E,et al. Molecular aspects of leaf senescence[J]. Trends Plant Science,2005,5(7):278-282.

[6] 徐克章. 水稻开花后叶片含氮量与光合作用的动态变化及其关系[J]. 作物学报,1995,21(2):171-175.

[7] 彭少兵,黄见良,钟旭华,等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学,2002,35(9):1095-1103.

Effect of Different Planting Densities on Rice Leaf

ZHANG Xian-guo

(Rice Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154026)

**Abstract:** In order to study the effect of different planting density on the growth of rice in cold region, taking rice variety Kongyu 131 and Longjing 26 as testing materials, the change of chlorophyll content, leaf size and leaf area index indicators were analyzed with different planting densities. The results showed that the suitable planting density for strong tillering panicle variety Kongyu 131 was 30.0 cm×16.7~20.0 cm, the suitable planting density for medium tillering panicle variety Longjing 26 was 30.0 cm×10.0~16.7 cm. Under that condition, rice leaf was optimal growth and biomass yield was the highest.

**Keywords:** cold rice; different planting density; growth