

水稻强化栽培试验研究

陆秀明, 黄 庆, 刘 军, 刘怀珍

(广东省农业科学院 水稻研究所, 广东 广州 510640)

摘要:选用穗数型常规水稻粤香占和大穗型杂交水稻粤杂 122 进行强化栽培(SRI)试验. 结果表明:随着插植规格增大,粤香占和粤杂 122 都表现出生育期延迟,个体分蘖数、成穗率、每穗总粒数和千粒质量也相应增加的特点. 2 个品种各生育期群体茎蘖动态、叶面积指数、干物质积累、有效穗都随着插植规格增大而减少,但品种间存在明显差异.

关键词:水稻; 强化栽培; 插植规格; 茎蘖动态; 叶面积; 干物质积累

中图分类号:S511.048

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2004)01-0005-04

Research of the experiment on the system of rice intensification

LU Xiu-ming, HUANG Qing, LIU Jun, LIU Huai-zhen

(Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Small panicle type conventional rice variety “Yuexiangzhan” and big panicle type hybrid rice combinations “Yueza122” for experiment on the system of rice intensification (SRI) with four transplanting spacings. The result showed that the dense spacing was more width, the growth duration was prolonged, and tiller number of per hill, ear-bearing tiller rate, total grain of per panicle, 1 000-grain mass were increased, respectively. The dynamic structure of population including tiller, leaf area index, dry matter production was reduced with the increase of transplanting spacing, but the significant differences between two rice types were found.

Key words: *Oryza sativa*; intensified cultivate; transplanting spacing; dynamic of tiller; leaf index; dry matter production

水稻强化栽培体系(system of rice intensification, SRI)是首先在马达加斯加应用并获得高产的一种新的水稻栽培技术. 它的主要特点在于:①小苗稀植;②大量施用有机肥;③间歇灌溉,保持田面湿润;④中耕除草^[1]. 近年来,该技术在我国的亚洲其他一些国家进行试验,表现出一定的增产潜力,并得到了很多水稻专家的重视^[2]. 为了探讨水稻强化栽培技术在广东的表现及适宜的插植规格,笔者于 2002 年早季进行了不同品种、不同插植规格的田间试验研究,现将试验结果报道如下.

1 材料与方法

1.1 材料及处理

试验在广东省农业科学院水稻研究所大丰基地

试验田进行,选用该所育成的超级稻品种粤香占和两系杂交组合粤杂 122 作为供试材料,3 月 8 日播种,采用纸筒育苗,3 月 26 日移栽,移植叶龄 2.5 片,设 4 个插植规格处理,分别为 20 cm × 20 cm(简称 20 × 20)、30 cm × 30 cm(简称 30 × 30)、40 cm × 40 cm(简称 40 × 40)、50 cm × 50 cm(简称 50 × 50),每穴 2 ~ 3 苗,小区面积 20 m²,3 次重复.

1.2 本田栽培措施

试验田为沙壤土,肥力中等,从移植至拔节期,田间仅保持湿润;拔节至抽穗,田间保持 1 ~ 2 cm 水层,以后干湿交替灌溉至排干水. 大田生长期间人工除草 2 次,每公顷施花生麸 375 kg、复合肥 225 kg 作基肥,总施肥量为纯氮 225 kg·hm⁻².

1.3 调查项目

营养器官发育和茎蘖动态调查 : 定点调查, 每调查小区设 1 个观察点, 每点 10 株, 5 d 调查 1 次茎蘖动态变化情况. 叶面积系数和干物质测定: 测定时期为幼穗分化中期、齐穗期、乳熟期、成熟期, 叶面积用 ACC-100 型叶面积快速测定仪测定. 收割前每小区取 5 株考种, 小区测产.

2 结果与分析

2.1 不同处理生育期变化

从表 1 可知, 在移植期相同的情况下, 粤香占和粤杂 122 的生育期受到插植规格的影响, 20 cm × 20 cm、30 cm × 30 cm 处理比 40 cm × 40 cm、50 cm × 50 cm 处理各个生育期提前 2 ~ 3 d, 即随插植规格增大生育期延长, 2 个品种的生育期变化趋势一致.

2.2 茎蘖动态变化

通过调查发现, 在相同栽培条件和插植规格下,

粤香占和粤杂 122 的分蘖特性相同, 在不同插植规格下, 上述 2 个品种的分蘖特性差异很大(表 2), 在强化栽培条件下, 随着插植规格的增大, 其每苗分蘖数及每穴最高茎蘖数、成穗率相应增加, 50 cm × 50 cm 处理的每穴茎蘖数可高达 80 多条; 30 cm × 30 cm 处理的情况下也可达 60 条左右, 可见, 在强化栽培情况下, 水稻的分蘖潜能得到充分发挥, 但不同品种也存在差异, 粤香占的分蘖能力略胜于粤杂 122, 但成穗率略差于后者. 群体茎蘖动态如图 1 所示, 随插植规格增大苗峰降低、苗峰出现时间也相应推迟, 插植规格大的苗数增长比较平缓, 在相同插植规格下, 两者有效穗数基本相同. 而由于插植规格差异悬殊导致群体差异很大, 有效穗数变化趋势为 20 cm × 20 cm 处理 > 30 cm × 30 cm 处理 > 40 cm × 40 cm 处理 > 50 cm × 50 cm 处理, 2 个品种变化趋势一致.

2.3 叶面积系数动态变化

粤杂 122 和粤香占的叶面积系数变化趋势在各

表 1 各处理的生育期比较(日/月)

Tab. 1 Date of various growth stages in four treatments(day/month)

品种 variety	处理 treatment	移栽期 transplan ting stage	分化初期 early in panicle initiation stage	分化中期 middle in panicle initiation stage	齐穗期 full heading stage	成熟期 ripening stage	全生育期 growth duration/d
粤香占 Yuexiangzhan	20 × 20	26/3	3/5	13/5	31/5	30/6	114
	30 × 30	26/3	3/5	13/5	31/5	30/6	114
	40 × 40	26/3	6/5	16/5	3/6	3/7	117
	50 × 50	26/3	6/5	16/5	3/6	3/7	117
粤杂 122 Yueza122	20 × 20	26/3	6/5	16/5	3/6	3/7	117
	30 × 30	26/3	6/5	16/5	3/6	3/7	117
	40 × 40	26/3	8/5	18/5	5/6	5/7	119
	50 × 50	26/3	8/5	18/5	5/6	5/7	119

表 2 各处理分蘖特性

Tab. 2 Characteristics of tillering in four treatments

品种 variety	处理 treatment	基本苗 number of basic seedling /(× 10 ⁵ 条 · hm ⁻²)	分蘖数 tillering number /(条 · 苗 ⁻¹)	最高分蘖数 maximum number /(条 · 穴 ⁻¹)	有效穗 number of effective tiller /(× 10 ⁵ 条 · hm ⁻²)	成穗率 percentage of ear-bearing tiller/%
粤香占 Yuexiangzhan	20 × 20	9.63	7.23	31.64	375.6	47.40
	30 × 30	4.44	13.67	58.60	353.9	54.30
	40 × 40	2.45	19.03	78.60	310.1	63.10
	50 × 50	1.61	23.46	98.00	252.2	64.20
粤杂 122 Yueza122	20 × 20	9.50	7.16	30.95	367.5	47.40
	30 × 30	4.56	11.36	49.91	324.0	58.49
	40 × 40	2.22	18.19	69.30	309.0	72.78
	50 × 50	1.44	21.78	81.91	243.0	74.07

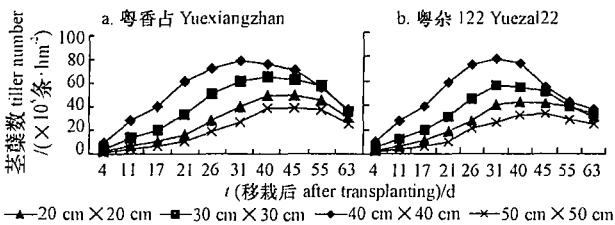


图 1 粤杂 122 和粤香占各处理茎蘖动态
Fig. 1 Dynamics of tiller of Yue za122 and Yue xiangzhan after transplanting in four treatments

处理中一致,随生育进程增加叶面积系数增大,在齐穗期达到一生中的最大值,以后慢慢下降.不同插植规格处理下,叶面积系数随插植规格增大而减少,品种间叶面积差异也较大,粤杂 122 叶面积指数在各处理中都相应大于粤香占(表 3),粤杂 122 20 cm×20 cm 处理齐穗期叶面积系数是 12.8,明显高于粤香占

20 cm×20 cm 处理的叶面积系数 10.4,而 30 cm×30 cm 处理两者基本相同,粤杂 122 40 cm×40 cm 与 30 cm×30 cm 处理叶面积系数接近,明显大于粤香占 40 cm×40 cm 处理的叶面积系数,粤香占 20 cm×20 cm 和 30 cm×30 cm 处理之间差异不显著,但与 40 cm×40 cm 和 50 cm×50 cm 处理之间差异显著,不少报道指出水稻群体叶面积的大小及消长动态对产量有重要作用^[3~5],在正常范围内,叶面积系数增大,产量增加,相反则下降,而高产田的最大叶面积指数在 6~8 之间^[6].粤香占 50 cm×50 cm 处理叶面积指数低不利高产.而本试验中,粤杂 122 20 cm×20 cm 处理在齐穗期的叶面积系数达到 12.8,有生长过旺之嫌,不利后期籽粒充实.从以上试验结果说明粤杂 122 稀植好于密植,而粤香占则相反,密植好于稀植.

表 3 各处理生育后期叶面积系数变化情况
Tab. 3 Leaf area index in four treatments at late growing stage

品种 variety	处理 treatment	分化中期 middle in panicle initiation	齐穗期 full heading stage	乳熟期 milking stage	成熟期 ripening stage
粤香占 Yuexiangzhan	20×20	8.42	10.42	9.28	3.58
	30×30	6.90	10.28	9.11	3.26
	40×40	4.31	6.97	5.02	3.21
	50×50	3.47	5.73	3.92	2.38
粤杂 122 Yueza122	20×20	7.79	12.8	6.13	3.12
	30×30	7.79	10.28	6.35	3.46
	40×40	5.72	10.11	6.15	2.89
	50×50	4.24	7.85	5.14	2.53

2.4 群体干物质生产和产量

水稻干物质的积累是产量形成的基础,在正常范围内,产量随干物质的增加而增大,相反则下降.4 个密度处理的干物质形成情况如表 4 所示,粤香占和粤杂 122 在生育中后期,干物质积累随插植密度增大而增大,其变化趋势为 20 cm×20 cm 处理>30 cm×30 cm 处理>40 cm×40 cm 处理>50 cm×50 cm 处理.粤杂 122 30 cm×30 cm 处理和 40 cm×40 cm 处理干物质积累在各生育差异不明显,20 cm×20 cm 处理与 30 cm×30 cm 和 40 cm×40 cm 处理干物质积累在齐穗后差异不明显;粤杂 122 20 cm×20 cm 和 50 cm×50 cm 之间差异明显.粤香占各处理间干物质积累在整个生育期差异明显.说明在 SRI 试验中,品种间存在明显差异,常规稻(如粤香占)由于叶片短直,比较适合密植,因而显示插植密度大的比插植密度小的差异更明显,而杂交稻刚好相反,由于叶片比较长和披散,因而比较适合稀植,在 SRI 试验中,

大穗型杂交稻比穗数型常规稻更有优势.在产量形成方面,粤杂 122 在收割前受暴风雨袭击倒伏而影响了产量,粤香占不倒伏从而获得高产,2 个品种的产量形成情况如表 5 所示.粤香占和粤杂 122 4 个不同插植规格处理的最终穗数是 20 cm×20 cm 处理>30 cm×30 cm 处理>40 cm×40 cm 处理>50 cm×50 cm 处理.相同插植规格不同品种(组合)的有效穗数相近,说明上述品种(组合)的分蘖成穗能力相当,每穗粒数和千粒质量随插植规格的增大而增大,结实率随插植规格的减小而增大,这个特点与马均等^[2]的报道相符.对上述 2 个品种的 4 种处理的小区产量进行方差分析,结果显示品种间差异不显著;各处理间、品种和密度间差异达极显著水平,说明品种和密度间存在互作.经新复极差检验,粤香占产量以 20 cm×20 cm 处理最高,50 cm×50 cm 处理最低,除 30 cm×30 cm 和 40 cm×40 cm 处理外,各处理间差异达显著水平;粤杂 122 产量以 40 cm×

40 cm 处理最高,20 cm × 20 cm 处理最低,40 cm × 40 cm 处理与 20 cm × 20 cm、50 cm × 50 cm 处理间产量差异显著,30 cm × 30 cm 和 40 cm × 40 cm 处理产量差异不显著. 说明粤香占密植产量高于稀植,粤杂 122 则相反,稀植产量高于密植.

表 4 各处理在生育后期干物质变化
Tab. 4 Dry matter production at late growing stage in four treatments (kg·hm⁻²)

品种 variety	处理 treatment	分化中期 middle in panicle initiation stage	齐穗期 full heading	乳熟期 milking stage	成熟期 ripening stage
粤香占 Yuexiangzhan	20 × 20	6 054.0	11 235.60	13 863.2	16 291.1
	30 × 30	6 364.2	9 839.25	11 994.0	14 917.4
	40 × 40	3 443.1	8 946.45	11 694.0	13 101.8
	50 × 50	3 041.9	6 718.20	9 978.5	11 109.6
粤杂 122 Yueza122	20 × 20	5 214.0	12 596.40	11 478.9	15 338.0
	30 × 30	4 116.3	10 049.40	12 152.6	14 293.8
	40 × 40	4 116.3	9 837.75	12 574.1	14 180.1
	50 × 50	3 476.4	7 217.40	9 621.0	12 297.8

表 5 各处理的产量形成及理论产量
Tab. 5 Yield components and expected yields in four treatments

品种 variety	处理 treatment	有效穗 ear no. /(× 10 ⁵ 条 · hm ⁻²	每穗总粒数 total no. of grains per ear	每穗实粒数 number of filled grain per ear	千粒质量 mass of 1 000-grain/g	结实率 grain setting rate/%	理论产量 expected yield /(kg·hm ⁻²)	实割产量 yield ¹⁾ /(kg·hm ⁻²)
粤香占	20 × 20	375.6	137.5	131.5	17.81	95.60	586.40	596.76Aa
Yuexiang zhan	30 × 30	353.9	139.7	132.6	18.41	94.90	575.82	530.29ABb
	40 × 40	310.1	152.2	138.2	18.12	90.80	517.67	517.35Bbc
	50 × 50	252.2	165.5	149.3	18.19	90.20	456.40	454.33Cc
	20 × 20	367.5	106.7	83.9	23.62	78.60	485.40	454.76bB
粤杂 122	30 × 30	324.0	136.3	110.6	23.90	81.17	571.00	532.76Aa
Yueza 122	40 × 40	309.0	147.5	114.3	23.91	77.60	565.04	541.26Aa
	50 × 50	243.0	174.1	134.1	23.91	77.01	519.23	487.9abAB

1)数据后大、小写字母不同分别表示差异达 0.01、0.05 显著水平

3 讨论

上述试验结果可知,在强化栽培条件下,并不是所有的品种都能获得高产,株型紧凑,叶片短直的品种适当密植有利于高产,插植规格以 20 cm × 20 cm 比较合适;株型松散,叶片长而宽的品种(组合)适当稀植有利于高产,其最佳的插植规格在 30 ~ 40 cm. 强化栽培取得高产的主要原因在于苗峰低、成穗率高、田间群体通风透光条件好,叶片光合作用得到增强,从而促进籽粒饱满、千粒质量提高. 强化栽培的劣势在于够苗时间较长、苗峰推迟,有效穗不足,始穗至齐穗时间长,从而影响后期籽粒充实,是否可以通过施肥措施或选用迟熟品种来弥补这个缺点有待进一步研究.

参考文献:

[1] 袁隆平. 水稻强化栽培体系[J]. 杂交水稻, 2001, 16 (4): 1-3.

[2] 马 均,陶诗顺,田彦华,等. 水稻强化栽培试验初报[J]. 杂交水稻, 2002, 17(5): 42-44.

[3] 凌启鸿,张洪程,蔡建中,等. 水稻高产群体质量及优化控制探讨[J]. 中国农业科学, 1993, 26(6): 1-11.

[4] 殷宏章,等. 高产稻田群体的研究: 叶面积和干物质生产[J]. 植物生理学报, 1964, 1(2): 117-131.

[5] 苏祖芳,郭宏文,李永丰,等. 水稻群体叶面积动态类型的研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(4): 23-30.

[6] 黄 湛. 水稻高产原理与实践[M]. 广州: 广东科技出版社, 1989. 57.

【责任编辑 周志红】