川东南高温伏旱区杂交中稻超稀栽培对稻米整精米率的影响与组合间库源结构的关系

徐富贤 熊 洪* 朱永川 谢 戎 王贵雄

(四川省农业科学院水稻高粱研究所, 四川泸州 646000)

摘 要 以 18 个杂交中稻组合材料, 研究了超稀栽培与传统栽培间稻米整精米率的变异与组合间库源结构的关系。结果表明: 中小穗型组合在超稀栽培条件下的整精米率会明显改善, 而大穗型组合的整精米率反而降低。其原因在于中小穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较高, 改为超稀栽培后, 叶粒比和灌浆速率明显降低, 相对提高了籽粒容重, 进而提高了整精米率。大穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较低, 改为超稀栽培后, 叶粒比和灌浆速率进一步明显降低, 此时因库源比例失调, 源明显不足以致籽粒充实度差, 从而相对降低了籽粒容重和整精米率。超稀栽培应选用传统栽培条件下着粒数不超过 177 粒的组合为宜。

关键词 杂交中稻 超稀栽培 整精米率 库源结构

THE EFFECTS OF CULTIVATION DENSITY ON THE PERCENT OF HEAD MILLED RICE AND SOURCE TO SINK RATIOS OF MID-SEASON HYBRID RICE IN EASTERN AND SOUTHERN SICHUAN PROVINCE

XU Fu-Xian XIONG Hong* ZHU Yong-Chuan XIE Rong and WANG Gui-Xiong

(Rice and Sorghum Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Luzhou, Sichuan 646000, China)

Abstract Many studies on grain quality as affected by rice cultivation density have been conducted on one or two rice varieties, but there are few studies on varieties of hybrid midseason-rice. The hybrid midseason-rice grown in southern and eastern Sichuan Province has very low grain quality, especially the percentage of head milled rice, because of high temperatures and summer droughts. This paper explores the effects of low density cultivation on the percentage of head milled rice and source to sink ratios of varieties of hybrid midseason-rice, and it provides a theoretical and practical basis for improved cultivation.

The experiment was conducted with eighteen mid-season rice hybrids grown at two densities, a low density cultivation and a traditional cultivation system, in a randomized block design with 4 replications using two hybrids (a big-panicle type hybrid ‘Gangyou 22’ and a small-panicle type hybrid ‘II you 7’) with 3 different treatments of grain or leaf cut. By using variance, correlation and regression analysis, the results indicated that the percentage of head milled rice increased in hybrids with small-medium panicles under low density cultivation but not for the hybrids with big-panicles. This was because of the significant decrease in the leaf to grain ratio and grain filling rate of hybrids for small-middle panicle under low density cultivation, as compared to the traditional cultivation system, resulting in an increase in the grain unit weight and percentage of head milled rice. The leaf to grain ratio and the grain filling rate of big panicle hybrids were low in traditional cultivation, and decreased significantly under low density cultivation, causing a decrease in the grain unit weight and percentage of head milled rice. These results were produced because of an imbalance in the leaf to grain ratios. Hybrids with less than 177 spikelets per panicle under cultivation using traditional densities can adapt to the low density cultivation in the eastern and southern regions of Sichuan Province.

Key words Hybrid rice, Density, Head milled rice, Source to sink ratio

稻米品质除受品种自身遗传基因的控制外(廖伏明等, 1999), 在很大程度上还受环境条件的影响(徐富贤和洪松, 1994)。特别是川东南高温伏旱区, 现有稻田 150 多万公顷(含重庆市), 其中杂交中粳

迟熟品种(组合)种植面积占 90% 以上。由于出现频率几乎为 100% 的 7 月上中旬至 8 月中下旬的自然高温,促使杂交中稻稻谷高温逼熟,以致本来稻米品质就差的杂交中稻变得更劣,主要表现为外观品质和碾米品质普遍较差,特别是整精米率。如我们 2000 年对四川省 9 个育种单位提供的基本反映四川省当时优质杂交稻育种水平的 59 个优质杂交中稻稻米的整精米率测定结果为 20.06% ~ 52%, 平均 36.92%, 变异系数高达 18.32%, 其中仅达到国家三级优米标准($\geq 52\%$)的品种只有一个, 占供试品种数的 1.69%, 多数品种的整精米率在 30% ~ 45% 之间(朱永川等, 2001; 国家质量技术监督局, 1999)。表明整精米率是川东南高温伏旱区杂交中稻优质育种急需改良的重要品质性状之一。

关于水稻栽培密度与稻米整精米率的关系, 国内外已有较多研究。多数学者的研究表明, 水稻稀植有利于提高整精米率; 但也有的研究认为稀植提高整精米率程度并非很大(徐富贤和洪松, 1994)。我们在 2001 年进行水稻强化栽培研究时, 无意中发现杂交中稻每公顷超稀植 9 万穴时, 不仅稻谷产量比传统高产栽培(每公顷栽 22.5 万穴)增产 5% ~ 10%(徐富贤等, 2003a), 而且其整精米率也有大幅度的改善(另文待发表)。以上研究结果表明水稻稀

植对提高稻米整精米率的作用程度有较大差异, 这是否与研究者试验设计的稀植程度不够或使用的品种不同有关, 目前尚未见这方面的研究文献。有鉴于此, 本文试图通过研究 18 个杂交中稻组合在超稀栽培与传统栽培间整精米率的变异与组合间库源结构的关系及其作用机理, 以期水稻超稀高产优质栽培大面积生产的品种选择和进一步开展高产优质栽培技术的研究与实践提供理论依据。

1 材料和方法

试验在四川省农业科学院水稻高粱研究所泸州永寿基点的冬水田进行, 稻田土质均匀, 中等肥力。试验处理以外的肥水保等栽培管理均与大田生产相同。

1.1 试验一: 超稀栽培提高稻米整精米率的组合适应性试验

试验设计: 根据前几年的品种比较试验结果, 选用着粒数不同、全生育期相近(在相同栽培条件下, 各参试组合间齐穗期相差 1 ~ 2 d, 结实期所处气温条件基本一致)的 18 个杂交中粳迟熟组合(表 1)为材料, 3 月 10 播种, 地膜水育中苗秧。分别进行超稀栽培(本田每公顷施纯氮 195 kg, 4 叶左右移栽, 每公顷栽秧 9 万穴, 每穴栽单株)和传统栽培(本田每

表 1 18 个组合在超稀栽培与传统栽培下的整精米率比较

Table 1 The comparison of percentage of head milled rice between system of super sparse cultivation (SSC) and traditional cultivation (TC) for 18 hybrids					
整精米率表现 Show of head milled rice	组 合 Hybrid	超稀栽培 (SSC)(%)	传统栽培 (TC)(%)	SSC - TC	
				(%)	T 检验值
增加组合 (SIH)	‘D 优 162’ ‘D you 162’	57.64	41.80	15.84	17.60**
	‘II 优 57’ ‘II you 57’	51.89	39.32	12.57	6.92**
	‘II 优 602’ ‘II you 602’	51.77	39.35	12.42	15.33**
	‘II 优 7 号’ ‘II you 7’	35.44	23.93	11.51	19.38**
	‘D 优 527’ ‘D you 527’	41.45	30.43	11.02	14.11**
	‘II-32A/2041’	46.47	37.84	8.63	3.77*
	‘冈优 602’ ‘Gangyou 602’	39.85	31.41	8.44	4.96*
	‘II 优 4176’ ‘II you 4176’	53.92	46.56	7.36	4.75*
持平组合 (NDH)	‘K18/725’	47.12	43.63	3.49	2.19 ^{NS}
	‘D 优 602’ ‘D you 602’	53.47	50.28	3.19	2.84 ^{NS}
	‘汕优 63’ ‘Shuangyou 63’	42.32	39.88	2.44	1.93 ^{NS}
	‘冈优 151’ ‘Gangyou 151’	41.36	46.03	- 4.67	- 2.86 ^{NS}
降低组合 (SDH)	‘II 优 725’ ‘II you 725’	24.60	33.94	- 9.34	- 4.37*
	‘D62/R102’	35.85	47.40	- 11.55	- 8.71**
	‘冈优 1577’ ‘Gangyou 1577’	30.98	43.81	- 12.83	- 10.06**
	‘金优 725’ ‘Jinyou 725’	35.01	47.96	- 12.95	- 12.47**
	‘冈优 22’ ‘Gangyou 22’	33.60	46.67	- 13.07	- 23.59**
	‘冈优 725’ ‘Gangyou 725’	34.33	50.41	- 16.08	- 9.74**
	方差分析 F 值 F value	17.67**	25.97**	12.40**	

** : 差异极显著 Highly significant difference ($p < 0.01$) * : 差异显著 Significant difference ($p < 0.05$) NS: 差异不显著 No significant difference SIH: Significant increased hybrids NDH: Not different hybrids SDH: Significant decreased hybrids

公顷施纯氮 150 kg,5 叶左右移栽,每公顷栽 22.5 万穴,每穴栽双株)两组试验。各组试验的小区面积均为 13.4 m²,4 次重复,随机区组排列。

考查项目:1)齐穗期各处理每次重复按其小区平均有效茎数取样 3 穴,采用干物重法考查叶粒比(即单位颖花占有的绿叶干物质重量=取样植株绿叶总干物质重量÷取样植株稻穗的总颖花数:mg·粒⁻¹)。2)齐穗期各组合每次重复选择生长基本一致的 38~47 个稻穗挂牌标记,用以测定齐穗后 0~20 d(因稻米外观品质主要受齐穗后 0~20 d 灌浆速率的影响)稻穗中部籽粒的日平均灌浆速率(mg·粒⁻¹·d⁻¹)(徐富贤等,2003b)。3)成熟期用排水法测定各组合每次重复稻谷结实籽粒的容重(mg·ml⁻¹)(徐富贤等,2003b)。4)成熟期各处理的每次重复按其小区平均有效茎数取样 3 穴,考查穗部性状并收实产。5)水稻收获后 3 个月,按国家质量技术监督局(1999)发布的主要粮食质量新国家标准测定各组合 4 次重复稻谷整精米率(%)。

统计分析:在对以上考查性状进行方差分析的基础上,首先对相同组合分别在超稀栽培与传统栽培下各 4 次重复的整精米率成对数据进行其差异的 *t* 检验,并进一步统计超稀栽培下不同整精米率表现组合的着粒数,然后利用各考查性状 4 次重复的平均值,进行主要性状间的相关与回归分析(胡秉民和张全德,1985)。

1.2 试验二：齐穗期改变库源结构对整精米率的影响试验

以大穗型组合‘冈优 22’和小穗型组合‘Ⅱ优 7 号’为材料,3 月 10 日播种,地膜水育中苗秧,4.5 叶左右移栽,每公顷栽 22.5 万穴,每穴栽双株;本田每公顷施纯氮 150 kg(其中底肥 70%,追肥 30%),并配施相应磷钾肥作底肥。每个组合种植面积 13.35 m²,重复 4 次,顺序排列。于齐穗期各处理的每次重复选择生长基本一致的稻株 235~262 茎进行以下处理:1)大穗型组合‘冈优 22’设“剪 1/3 颖花”(每间隔 2 个 1 次枝梗剪去 1 个 1 次枝梗)、“剪 1/3 叶片”(垂直叶脉剪去所有叶片全长的 1/3,后同)和以不作任何处理为“对照”共 3 个处理。2)小穗型组合‘Ⅱ优 7 号’设“剪 1/3 叶片”、“剪 1/2 叶片”(垂直叶脉剪去所有叶片全长的 1/2)和以不作任何处理为“对照”共 3 个处理。处理结束时,每个组合各处理的 4 次重复均取样 31~36 茎,采用干物重法考查其叶粒比(mg·粒⁻¹),并按试验一方法分别考查各处理的灌浆速率(mg·粒⁻¹·d⁻¹)、籽粒容重(mg·mL⁻¹)

和整精米率(%),最后对各考查项目进行方差分析(胡秉民和张全德,1985)。

2 结果与分析

2.1 18 个组合在两种栽培方式下的整精米率表现

从试验结果(表 1)可见:18 个组合在超稀栽培与传统栽培两种栽培方式下,组合间以及相同组合两种栽培方式间的整精米率差异均达到极显著水平,但组合间在两种栽培方式下的整精米率表现各异。从相同组合分别在超稀栽培与传统栽培下各 4 次重复成对整精米率数据分析的 *t* 检验结果来看,18 个组合中有 8 个组合的整精米率强化栽培比传统栽培显著或极显著提高,有 4 个组合两种栽培方式的整精米率差异不显著,有 6 个组合超稀栽培比传统栽培的整精米率显著或极显著降低。进一步统计超稀栽培下不同整精米率表现组合的着粒数看出,超稀栽培与传统栽培的整精米率相比,增加组合的着粒数<持平组合的着粒数<降低组合的着粒数(表 2),且 18 个组合两种栽培方式整精米率的差异值(强化栽培-传统栽培)分别与强化栽培和传统栽培下各组合相应的着粒数呈极显著负相关关系(*r* 分别为 -0.872 3^{**}、-0.879 1^{**})。表明在超稀栽培条件下着粒数偏少组合的整精米率能明显提高,大穗型组合则相反。

2.2 超稀栽培下小穗型组合整精米率显著提高的因素分析

从试验结果表 3 可见,两种栽培方式下 18 个杂交中稻组合间的库源结构和籽粒充实均有极显著差异。从超稀栽培与传统栽培的比较来看,超稀栽培因改善了稻株群体光照分布状况,有利于大穗的形成,18 个组合超稀栽培的着粒数与传统栽培的着粒数呈极显著正相关(图 1),18 个组合超稀栽培的平均着粒数比传统栽培多 31.92 粒。由于组合间叶粒比与着粒数呈极显著负相关(图 2),组合间超稀栽培的叶粒比也与传统栽培的叶粒比呈极显著正相关(图 3),18 个组合超稀栽培的平均叶粒比比传统栽培减少了 0.4 mg·粒⁻¹。随着超稀栽培组合间叶粒比的减少,其穗部籽粒灌浆速率降低(图 4),18 个组合在两种栽培方式间的灌浆速率呈极显著正相关(图 5),以致 18 个组合超稀栽培的平均灌浆速率比传统栽培降低了 0.11 mg·粒⁻¹·d⁻¹。穗部籽粒容重与灌浆速率呈极显著的二次多项式关系(表 4),即灌浆速率过快或过慢所形成的籽粒容重都较轻,当 $X(\text{灌浆速率}) = -b_1/2b_2 = 1.188\text{mg}\cdot\text{粒}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 时,

表 2 超稀栽培下不同整精米率表现组合的着粒数比较
Table 2 The comparison of spikelet per panicle for hybrids that showed different percentage of head milled rice in super sparse cultivation

整精米率表现 Show of head milled rice	组合数 No. of hybrids	栽培方式 Cultivation way	着粒数(粒/穗) Spikelets per panicle	
			变 幅 Range	平均值 Average value
增加组合 <i>SIH</i>	8	超稀栽培 <i>SSC</i>	175.19 ~ 197.61	184.72
		传统栽培 <i>TC</i>	143.79 ~ 169.22	155.96
持平组合 <i>NDH</i>	4	超稀栽培 <i>SSC</i>	192.17 ~ 209.25	201.17
		传统栽培 <i>TC</i>	171.94 ~ 186.82	180.24
降低组合 <i>SDH</i>	6	超稀栽培 <i>SSC</i>	216.02 ~ 270.71	239.37
		传统栽培 <i>TC</i>	189.33 ~ 217.22	196.30

SSC, TC, SIH, NDH, SDH: 同表 1 See Table 1

表 3 18 个组合在超稀栽培与传统栽培下的库源结构和籽粒充实表现
Table 3 The show of ratio source to sink and grain filling level between system of super sparse cultivation(*SSC*) and traditional cultivation(*TC*) for 18 hybrids

项目 Item	着粒数(粒·穗 ⁻¹) <i>SPP</i>		叶粒比(mg·粒 ⁻¹) <i>LGR</i>		灌浆速率(mg·粒 ⁻¹ ·d ⁻¹) <i>GFR</i>		容重(mg·mL ⁻¹) <i>GU</i>	
	<i>SSC</i>	<i>TC</i>	<i>SSC</i>	<i>TC</i>	<i>SSC</i>	<i>TC</i>	<i>SSC</i>	<i>TC</i>
极大值 Max.	270.71	217.22	8.04	8.21	1.34	1.44	1.36	1.28
极小值 Min.	175.19	143.79	5.31	5.45	0.94	0.99	0.86	0.95
平均值 Mean	206.71	174.79	6.64	7.04	1.20	1.31	1.07	1.10
方差分析 <i>F</i> 值 <i>F</i> value	20.60**	17.83**	9.56**	12.89**	8.74**	10.06**	13.71**	11.40**

SPP: Spikelet per panicle *LGR*: Leaf grain ratio (mg·grain⁻¹) *GFR*: Grain filling rate (mg·grain⁻¹·d⁻¹) *GU*: Grain unit
** 差异极显著 Highly significant difference ($p < 0.01$)

表 4 整精米率及其相关性状间的回归分析
Table 4 Regression analysis between head milled rice and its correlation characters

回归方程 Regression equation	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>r</i>	<i>R</i> ²	<i>n</i>
$y = -5.82 + 11.875\ 9x - 5.01\ x^2$	籽粒容重 Grain unit	灌浆速率 Grain filling rate	0.732 7**	0.536 9	36
$y = 84.725\ 4 - 0.479\ 5x$	整精米率差值 Head milled rice (<i>SSC</i> - <i>TC</i>)	传统栽培着粒数 <i>SPP</i> for <i>TC</i>	-0.879 1**	0.772 9	18

SSC, TC: 同表 1 See Table 1 *SPP*: 同表 3 See Table 3

图 1 18 个杂交组合两种栽培方式间着粒数关系
Fig.1 Relationship between spikelets per panicle of *SSC* and *TC* for 18 hybrids
SSC, TC: 同表 1 See Table 1

图 2 杂交组合间着粒数与叶粒比的关系
Fig.2 Relationship between spikelets per panicle and leaf to grain ratio of hybrids

图3 18个杂交组合两种栽培方式间叶粒比关系
Fig.3 Relationship between leaf to grain Ratio of SSC and TC for 18 hybrids
SSC, TC: 同表1 See Table 1

图4 杂交组合间籽粒灌浆速率与叶粒比的关系
Fig.4 Relationship between grain filling rate and leaf to grain ratio of hybrids

图5 杂交组合两种栽培方式间籽粒灌浆速率关系
Fig.5 Relationship between grain filling rate of SSC and TC for hybrids
SSC, TC: 同表1 See Table 1

$Y_{\max}$ (籽粒容重) = 1.231 $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ 。而籽粒容重高,淀粉粒间空隙越小,加工时的抗折力越强(沈波,2000),以致整精米率与籽粒容重呈极显著正相关($r = 0.8925^{**}$)。

综上所述,在超稀栽培条件下,杂交中稻组合着粒数增加、叶粒比和灌浆速率降低,灌浆速率过快或过慢所形成的籽粒容重都较轻,籽粒灌浆速率适中的组合因容重较高而提高其整精米率。中小穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较高,籽粒容重较低而整精米率不高;当改为超稀栽培后,叶粒比和灌浆速率明显降低,相对提高了籽粒容重,进而提高了整精米率。大穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较低,籽粒容重较高而整精米率也高;当改为超稀栽培后,叶粒比和灌浆速率进一步明显降低,此时因库源比例失调,源明显不足以致籽粒充实度差(马均和陶诗顺,2002),相对降低了籽粒容重,近而其整精米率下降。这就是超稀栽培下小穗型组合整精米率显著提高的原因所在。

以上结果反映了杂交中稻组合间源库结构与整精米率的关系,当同一组合的源库结构改变后对整精米率的影响又怎样呢?从表5的试验结果发现:1)大穗型组合‘冈优22’齐穗期叶粒比相对较小,a.“剪1/3颖花”处理与对照相比,其叶粒比提高了50%,籽粒灌浆速率明显增加,籽粒容重与整精米率显著降低;b.“剪1/3叶片”处理与对照相比,其叶粒比降低了33.3%,因源明显不足,籽粒灌浆速率极慢,籽粒充实度差容重极轻,整精米率大幅度降低。2)小穗型组合‘II优7号’齐穗期叶粒比相对较大,a.“剪1/3叶片”处理与对照相比,其叶粒比降低了33.3%(比‘冈优22’相同处理高,仍然能满足籽粒正常灌浆结实所需的光合“源”),籽粒灌浆速率明显降低,籽粒容重与整精米率显著提高;b.“剪1/2叶片”处理与对照相比,其叶粒比降低了50%,则因源明显不足,籽粒灌浆速率极慢,籽粒充实度差容重极轻,整精米率大幅度降低。由此说明:大穗型组合齐穗期叶粒比较小,提高叶粒比后因灌浆速度加快,容重减轻,整精米率下降;当进一步降低叶粒比后,又因源明显不足,籽粒灌浆速率极慢,籽粒充实度差容重极轻,整精米率大幅度降低。小穗型组合齐穗期叶粒比较大,适当降低叶粒比后其整精米率显著提高,当大幅度降低叶粒比后其整精米率也因前述原因而大幅度降低。这与前一试验结果趋势基本一致,进一步验证了“小穗型组合在超稀栽培条件下有

表 5 不同着粒数组合齐穗期库源结构改变后对整精米率的影响
Table 5 The effect of the ratio source to sink were changed of same combination at heading stage on its percentage of head milled rice

组 合 Hybrid	处 理 Treatment	叶粒比(mg·粒 ⁻¹) LGR	灌浆速率 (mg·粒 ⁻¹ ·d ⁻¹) GFR	容 重(mg·mL ⁻¹) GU	整精米率 PHMR (%)
‘冈优 22’ ‘Gangyou 22’	剪 1/3 颖花 1/3 grain cut	9.08	1.47 ^a	1.06 ^b	32.64 ^b
	剪 1/3 叶片 1/3 leaf cut	4.03	0.90 ^c	0.98 ^c	22.07 ^c
	对照 CK	6.05	1.24 ^b	1.19 ^a	41.92 ^a
‘II 优 7 号’ ‘II you 7’	剪 1/3 叶片 1/3 leaf cut	5.43	1.18 ^b	1.33 ^a	46.55 ^a
	剪 1/2 叶片 1/2 leaf cut	4.07	0.96 ^c	1.01 ^c	17.32 ^c
	对照 CK	8.14	1.35 ^a	1.09 ^b	25.87 ^b

LGR, GFR, GU: 同表 3 See Table 3 PHMR: Percentage of head milled rice

利于提高整精米率”的结论。

2.3 适宜超稀栽培杂交组合的着粒数预测

上述研究结果表明,小穗型杂交中稻组合更适宜冬水田的超稀栽培,但穗型小到何种程度尚需提出一个具体的量化指标,才能为超稀栽培大面积生产的品种选择提供参考依据。考虑到广大农技人员对水稻穗型大小的认识都习惯以水稻区域试验(传统栽培)中的着粒数表现作为判断标准,因此,我们以超稀栽培与传统栽培的整精米率差值作为因变量(y)与传统栽培条件下组合间的着粒数作为自变量(x)进行回归分析,用其回归方程 $y = 84.7254 - 0.4795x$ (表 4,简称“预测方程”,后同)进行预测,该回归方程的决定系数高达 0.7729,具有较高的预测精度。

根据本生态条件下水稻超稀栽培的研究目标,既使在与传统栽培稻谷整精米率持平的情况下,因超稀栽培可大幅度节省种子、栽秧劳动力和减少纹枯病的防治投入等优点,经济效益显著(徐富贤等, 2003a),广大稻农也非常愿意接受。若当超稀栽培与传统栽培的整精米率相等作为超稀栽培选择杂交中稻组合最大着粒数的临界值,则令“预测方程”的 $y = 0$,则 $x = 176.7$,即传统栽培条件下的着粒数不超过 177 粒的组合,在超稀栽培条件下的整精米率应大于或等于传统栽培。

3 讨 论

关于本田栽培密度对稻米品质的影响,较多学者认为,稀植有利于提高出糙率、精米率、整精米率和透明度,但也有研究结果表明,稀植提高整精米的作用并非很大(徐富贤和洪松, 1994)。这种稀植提高整精米效果存在较大的差异可能与各个试验所在地的生态条件、使用品种以及稀植程度不同有关,但迄今为止这方面的研究报道极少。超稀栽培改善稻米品质的作用程度在地区间有较大差异。如本试验

所在地泸州市因水稻灌浆期气温较高,以致籽粒灌浆速率加快而大大的降低了整精米率(徐富贤和洪松, 1994;徐富贤等, 2003b),超稀栽培正是通过降低齐穗期叶粒比以减慢了稻穗籽粒灌浆速率,起到了对症下药的作用而收到了奇效。但水稻籽粒灌浆期的气温已非常适合优质米形成的成都市,超稀栽培虽然也有明显改善稻米整精米率的作用,但在程度上却明显比泸州小。说明超稀栽培对提高稻米品质的作用程度可能与稻穗籽粒灌浆期的气温状况有密切关系,尚需进一步开展这方面的研究工作。

本研究结果表明,在川东南高温伏旱区这一特定生态条件下,超稀栽培对提高整精米率的作用与水稻组合(品种)间的库源结构关系十分密切,中小穗型组合在超稀栽培条件下的整精米率会明显改善,而大穗型组合的整精米率反而降低(表 2)。究其原因,中小穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较高,籽粒容重较低而整精米率不高;当改为超稀栽培后,叶粒比和灌浆速率明显降低,相对提高了籽粒容重,进而提高了整精米率。大穗型组合在传统栽培条件下的叶粒比和灌浆速率较低,籽粒容重较高而整精米率也高;当改为超稀栽培后,叶粒比和灌浆速率进一步明显降低,此时因库源比例失调,源明显不足以致籽粒充实度差(马均和陶诗顺, 2002),相对降低了籽粒容重,进而其整精米率下降。这就提示我们在大面积超稀栽培生产上,应使用中小穗型组合为宜,但穗型小到何种程度尚需提出一个具体的量化指标,才能为超稀栽培大面积生产的品种选择提供参考依据。从本试验结果看(表 2),宜选用传统栽培条件下着粒数不超过 177 粒的组合,否则其整精米率会大幅度降低,从而影响种稻的经济效益。

参 考 文 献

Fu BM(胡秉民), Zhang QD(张全德)(1985). *Method of Statistics Analysis for Agricultural Experiment*. Zhejiang Science and

Technology Publishing House, Hangzhou, 72 – 240. (in Chinese)

Liao FM(廖伏明), Zhou KL (周坤炉), Yang HH (阳和华) (1999). Study on the rice quality of three-line indica hybrid rice. *Hybrid Rice* (杂交水稻), 146, 35 – 38. (in Chinese)

Ma J(马均), Tao SS(陶诗顺) (2002). Study on the practice and high-yield mechanism of super-sparse cultivation associated with maximum-tiller seedling of hybrid rice. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 351, 42 – 48. (in Chinese with English abstract)

Quality and Technology Control Bureau of China(国家质量技术监督局) (1999). Nation quality standards for main grain crop(GB/T17891—1999), www.ccei.net: 1 – 11. (in Chinese)

Shen B(沈波) (2000). Observation on the starch development in endosperm of early indica rice during chalkiness formation with scanning electronic microscope. *Chinese Journal of Rice Science* (中国水稻科学), 144, 225 – 228. (in Chinese with English abstract)

Xu FX(徐富贤), Hong S (洪松) (1994). Review on effect of environmental factors on rice quality. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences* (西南农业学报), 72, 101 – 105. (in Chinese with English abstract)

Xu FX(徐富贤), Zheng JK(郑家奎), Zhu YC(朱永川), Wang GX(王贵雄) (2003a). Effects of the cultivation by super transplanting of small seedlings on the growth of medium hybrid rice in winter waterlogged fields. *Hybrid Rice* (杂交水稻), 183, 40 – 43. (in Chinese)

Xu FX(徐富贤), Zheng JK (郑家奎), Zhu YC(朱永川), Wang GX(王贵雄) (2003b). Effect of atmospheric phenomena factors on the milling quality and the appearance quality of medium Indica hybrid rice during the period from full heading to maturity. *Acta Phytoecologica Sinica* (植物生态学报), 27, 73 – 77. (in Chinese with English abstract)

Zhu YC(朱永川), Xu FX(徐富贤), Zheng JK(郑家奎), Wang GX(王贵雄) (2001). The appearance quality of good quality rice of Sichuan Province. *China Rice* (中国稻米), 2, 33 – 34. (in Chinese)

责任编辑：骆世明 责任编辑：张丽赫

《植物生态学报》2006 年征订启事

《植物生态学报》创刊于 1955 年,是我国生态学领域创刊最早的专业性学术刊物。由中国科学院主管,中国科学院植物研究所和中国植物学会主办。《植物生态学报》以发挥其在植物生态学领域的导向性、权威性和科学性为指导思想,突出反映植物生态学科热点和生长点的研究成果。刊登稿件主要以发表植物生态学领域(包括个体和生理生态,种群、群落、景观、生态系统生态学,植被与数量生态,化学生态,污染生态及当前国际生态学研究热点,如:生物多样性、全球变化、生态系统恢复与重建、可持续发展等)及与本学科有关的创新性原始论文或有新观点的国际植物生态学研究前沿和动态的综述。本刊还刊有论坛栏目,主要对学科发展中具有争议性的问题开展学术争鸣和讨论,促进学科发展。

《植物生态学报》多年来学术影响力不断提高,十几年来,影响因子提高较快,从 1991 年 0.041 7 提高到 2003 年 1.483。目前影响因子生物类期刊中排名第一位。该刊已被国内外多家重要检索刊物和引文数据库摘引收录。如:BIOSIS、CA、AJ、Ecological Abstracts、Advances in Ecology、AGRIS International、中国科学引文数据库、中国科技论文与引文数据库、中国学术期刊文摘、中国学术期刊全文库等。

《植物生态学报》刊登论文涉及植物学、生态学、农学、林学、地理学、土壤学及气象学等多种学科,反映各学科领域的最新研究进展,主要读者对象为科研院所研究人员及各大院校老师、学生等。

目前该刊全铜版纸印刷,双月刊,每期 176 页。

本刊国内外公开发行:ISSN 1005-264; CN11-3397/Q; 国内定价:每期 50.00 元,全年 6 期 300 元。

订阅办法:可到各地邮局订阅,国内邮发代号:82-5; 国外发行代号:BM415。

编辑部订阅地址:北京香山南辛村 20 号《植物生态学报》编辑部,100093; 电话:(010)62836134; 传真:82599431。