

文章编号 :1003-8701(2010)01-0001-04

辽宁省粳型超级稻品种产量与源库特性研究

李建国 韩 勇

(辽宁省稻作研究所,沈阳 110101)

摘要:研究了盐丰 47 和辽星 1 号 2 个超级粳稻品种的产量、产量结构、物质生产及源库特性等。结果表明 2 个超级稻品种的产量都显著高于对照,盐丰 47 的有效穗数最高,产量水平最高,辽星 1 号的每穗粒数最高,各品种成粒率和千粒重差异不显著。超级稻品种出穗后物质生产能力和茎鞘物质向子粒的转运率都高于对照品种,超级稻品种单位面积颖花量和灌浆期叶源量、比叶重、光合势都高于对照,源库比与对照无显著差异。

关键词:粳型;超级稻;源库;产量

中图分类号: S511.2⁺2

文献标识码: A

Studies on Yield and Source-sink Characteristics of Japonica Super Rice Varieties in Liaoning Province

LI Jian-guo, HAN Yong

(Institute of Rice Cultivation of Liaoning Province, Shenyang 110101, China)

Abstract: ‘Yanfeng 47’ and ‘Liaoxing 1’, two super rice varieties planted in the field, were taken as the materials in the study. Their yield, yield components, dry matter production and source-sink characteristics were investigated and analyzed. Results showed that yield of the two super rice varieties were significantly higher than that of ‘Liaojing 9’. Effective panicles and yield of ‘Yanfeng 47’ were the most, whereas grains per panicle of ‘Liaoxing 1’ were the most. There was no significant difference in seed setting rate and kilo-grain weight among varieties. Dry matter production capability and transport rate of matter from sheath to grain after heading of super rice varieties were higher than the control variety. Glumes in unit area, leaf area, leaf weight in unit area and photosynthesis potential in grain-filling stage of super rice varieties were higher, but there was no obvious difference in ratio of source to sink among varieties.

Keywords: Japonica rice; Super rice; Source-sink; Yield

水稻是我国的重要粮食作物。辽宁省是北方粳稻的主要产地。研究作物产量形成规律,最大限度的挖掘作物品种的产量潜力,一直是农业科学研究的重点^[1]。因而,水稻超高产育种及理论研究广泛受到关注^[2-7]。1980 年日本首次提出了水稻超高产育种的设想,并在次年制定了“超高产作物的开发及其栽培技术研究”计划,旨在通过籼粳稻杂交选育出产量潜力高的新品种,实现中低产地区

水稻产量(糙米)达到 7.5~9.8 t/hm²。1989 年国际水稻研究所提出了旨在大幅度提高产量潜力的“超级稻”育种计划,设计出新株型形态指标及实现的途径,目标是到 2005 年育成单产潜力较现有品种提高 20%~30% 的超级稻。我国的超级稻育种研究始于 20 世纪 80 年代中期,“七五”和“八五”正式纳入国家重点科技攻关计划。现已育成多个超级稻品种,并开始大面积应用于生产^[8]。目前,北方粳型超级稻育种理论与实践已取得重要进展,已育成一批在生产上推广应用的超级稻品种或杂交组合。这些超级稻品种的育成与应用为北

收稿日期:2009-09-28

作者简介:李建国(1973-),男,硕士,副研究员,主要从事水稻品种选育研究。

方粳稻单产水平的再次提高做出了重大的贡献,创造了巨大的经济效益。但是,对生产上应用的大多数超级稻品种高产的主要原因和源库特性系统研究较少,使高产育种的重演性差,甚至进入产量瓶颈。究其原因,可能与超高产品种的产量形成规律和源库特性不清楚有关。为了阐明辽宁省超级稻品种高产的主要成因及源库特点,本试验以2个辽宁省种植面积最大的超级稻品种为材料,对品种的源库特性进行研究,找出其与产量形成的关系,以期为高产育种与栽培提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试材料为在生产上推广应用面积较大的辽星1号和盐丰47,以辽粳9号为对照种。

1.2 试验设计

试验于2007~2008年在辽宁省稻作研究所试验田内进行,采用随机区组设计,4次重复,小区面积为12.4 m²,插秧规格为30 cm×13.3 cm,每穴3苗。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶面积测定

在齐穗期和成熟期,各试验品种分别取代表性的稻株10株,调查叶长、叶宽,3次重复。叶面积采用CI203激光叶面积测量仪测定整株绿叶面积。

1.3.2 物质积累与转运测定

在水稻齐穗期和成熟期分别取样调查,各试

验品种分别取代表性的稻株10株,重复3次,分茎鞘、叶、穗分别烘干称重。

1.3.3 测产考种

谷粒成熟后,各试验品种分别取代表性的稻株10株,风干后考查产量构成因素、穗粒结构及子粒充实情况。所有试验小区全部收获测定实际产量。

1.4 计算与统计方法

按下列公式计算:

茎鞘物质输出量 = 齐穗期茎鞘干重 - 成熟期茎鞘干重;茎鞘物质输出率 = (茎鞘物质输出量 / 齐穗期茎鞘干重) × 100%;对子粒产量贡献率 = (茎鞘物质输出量 / 子粒重) × 100%^[9]。

光合势 = 1/2(L₁+L₂) × (t₂-t₁)式中:L₁和L₂为前后两次测定的叶面积,t₂和t₁为前后两次测定的时间。

颖花叶面积比 = 总颖花数 / 抽穗期叶面积;实粒叶面积比 = 总实粒数 / 抽穗期叶面积;粒重叶面积比 = 子粒产量 / 抽穗期叶面积^[10]。

产量库容 = 每平方米有效穗数 × 每穗总粒数 × 饱满子粒千粒重;库有效充实度 = 每平方米有效穗数 × 每穗总粒数 × 平均千粒重 / 产量库容。

数据用DPS数据处理系统进行方差分析,平均数用最小显著法(LSD)检验。

2 结果与分析

2.1 产量及产量构成因素

表1 产量及产量构成因素

品种	稻谷产量(kg/hm ²)	有效穗数(个/m ²)	每穗粒数	成粒率(%)	千粒重(g)
辽星1号	9180.45bB	373.25bAB	149.58aA	89.31aA	24.51aA
盐丰47	9934.35aA	425.00aA	122.28abA	75.77bA	24.16aA
辽粳9号(ck)	8799.90cC	362.50bB	109.60bA	93.34aA	25.66aA

注:大、小写字母分别表示差异达0.01和0.05显著水平,下同。

表1为辽星1号、盐丰47和辽粳9号的产量情况比较,2个超级稻品种的产量都显著高于辽粳9号,其中盐丰47产量最高,比对照的产量高出12.89%,达极显著水平。从产量结构上看,盐丰47的有效穗数最高,显著高于辽星1号和辽粳9号,其次为辽星1号,与辽粳9号差异不显著;辽星1号的每穗粒数最高,显著高于辽粳9号,盐丰47与辽粳9号之间无显著差异;辽粳9号成粒率最高,盐丰47成粒率最低,2个品种差异显著;各品种的千粒重差异不显著。可见两个超级稻品种分别通过增加有效穗数和每穗粒数来实现产量提

高的,但通过增加有效穗数对产量的影响更大。

2.2 干物质生产与转运

从表2可见,各试验品种在齐穗期的干物质积累量无显著差异,成熟后超级稻品种的干物质积累量都高于辽粳9号,其中盐丰47与辽粳9号的差异达显著水平。对齐穗后干物质向子粒转运的分析表明,盐丰47单株茎鞘叶物质向子粒转运量为9.25g,输出率为22.23%,辽星1号单株茎鞘叶物质向子粒转运量为7.92g,输出率为17.64%,都明显高于辽粳9号,其中茎鞘叶物质输出率与对照达极显著差异。这表明超高产水稻品种后期生理机能协

表 2 干物质积累与转运

品种	齐穗期	成熟期	茎鞘叶物质			收获指数
			输出量	输出率(%)	贡献率(%)	
辽星 1 号	70.11aA	100.55abA	7.92 abA	17.64abA	20.22aA	0.47 aA
盐丰 47	74.25aA	102.95aA	9.25 aA	22.23aA	19.00aA	0.53 aA
辽粳 9 号	71.48aA	95.34bA	6.77 bA	14.26bB	19.98aA	0.49 aA

调,在出穗后不仅能维持较高的光合能力,干物质生产量多,而且能够将生育前期积累的茎鞘叶物质更多的向子粒运送,满足子粒灌浆的需要。

2.3 源的特性

2.3.1 叶片大小和质量

水稻冠层 3 叶的大小和叶片质量在很大程度上决定了水稻光合生产能力,从表 3 可见,辽星 1

号和盐丰 47 上 3 叶的叶长、叶宽和叶面积都明显高于辽粳 9 号,在上部 3 个叶片中,超级稻品种倒 3 叶的面积最大,其次为倒 2 叶和剑叶,而辽粳 9 号则是倒 2 叶的面积最大,其次为剑叶和倒 3 叶。此外,超级稻品种倒 2 叶和倒 3 叶的比叶重也明显高于对照品种。可见增加了功能叶片的面积,尤其是增加了冠层下部叶片的面积和质量,使超级

表 3 品种冠层叶片大小比较

品种	剑叶				倒二叶				倒三叶			
	长	宽	比叶重(g/cm ²)	面积(cm ²)	长	宽	比叶重(g/cm ²)	面积(cm ²)	长	宽	比叶重(g/cm ²)	面积(cm ²)
辽星 1 号	23.72	1.82	0.19	28.89	31.35	1.71	0.28	35.90	33.83	1.62	0.29	36.72
盐丰 47	19.61	1.87	0.18	24.58	26.28	1.75	0.18	30.80	30.78	1.64	0.15	33.79
辽粳 9 号	19.87	1.54	0.17	20.50	23.45	1.42	0.21	22.31	25.36	1.03	0.19	17.50

稻具有较大的源,是高产的原因之一。

2.3.2 叶面积指数和光合势

表 4 叶面积指数及光合势比较

品种	叶面积指数		光合势(m ² ·d)
	齐穗期	成熟期	
辽星 1 号	8.03	4.72	255.14
盐丰 47	6.87	5.41	245.57
辽粳 9 号	5.49	4.28	195.38

从表 4 可见,在齐穗期辽星 1 号的叶面积指数最大,为 8.03,盐丰 47 为 6.87,都高于辽粳 9 号,到成熟期各品种的叶面积指数都明显下降,其中辽星 1 号下降幅度最大,下降了 41.22%,盐丰 47 和辽粳 9 号下降幅度相当。与叶面积指数相同,从齐穗期到成熟期,超级稻品种的光合势(单位土地面积的绿叶面积与光合时间的乘积)明显高于对照品种。这表明辽星 1 号是因为灌浆前期具有较大的叶面积而使灌浆期光合势高于对照品种,而盐丰 47 则是因为绿叶面积维持时间较长,灌浆后期也具有较高的叶面积而使灌浆期光合势高于对照品种。

2.4 库的特性及源库比

库容是产量形成的基础,超级稻品种单位面积的颖花量都极显著高于对照品种,辽星 1 号的单位面积的颖花量最大,为 55 976.42 个/m²,对照品种为 39 769.48 个/m²,辽星 1 号和盐丰 47 分别比辽粳 9 号高出 40.75%和 31.31%。超级稻品种的产量库容也显著高于对照品种。

本试验用总颖花量、总实粒数和总粒重与齐穗期叶面积之比表示源库比例。超级稻品种的颖花叶面积比与对照品种相当,没有显著差异。这表明超级稻品种在增加了总颖花量的同时也增加了叶面积,使得源库比例仍然比较协调。辽粳 9 号的实粒叶面积比最大,为 19.05 个/cm²,显著高于盐丰 47,这是由于超级稻品种成粒率偏低和叶面积较大所致,由此可见,在子粒灌浆时超级稻品种的源相对较充足,这也就是超级稻品种在大幅度增加了单位面积的颖花量而千粒重不减少的原因。而从另一角度看,若能提高超级稻品种的成粒率,产量还存在提高的空间。

表 5 水稻品种源库特性比较

品种	颖花量(个/m ²)	产量库容(g·m ²)	库有效充实度	颖花/叶(cm ²)	实粒/叶(cm ²)	粒重/叶(g/cm ²)
辽星 1 号	55 976.42aA	1 595.88aA	0.79abA	18.53aA	16.43abA	5.62aA
盐丰 47	52 224.09aA	1 328.05aAB	0.71bA	18.14aA	13.82bA	7.63aA
辽粳 9 号	39 769.48bB	950.88bB	0.87aA	20.38aA	19.05aA	6.43aA

3 结论与讨论

3.1 关于超级稻品种的产量结构

水稻产量决定于产量库的大小和光合源对产

量库的供应能力。产量可定义为单位面积总粒数和单个谷粒重量的乘积。单位面积总粒数则是决定于单位面积的穗数和每穗总粒数。提高水稻产量水平必须是寻找提高产量库(即增加总粒数)

的有效途径^[11],辽星 1 号和盐丰 47 是辽宁省种植面积最大的超级稻品种,其高产的原因主要在于增加了单位面积上的颖花量,这与以往的研究相同。但从产量结构上看,二者增加单位面积颖花量的方式是不同的,盐丰 47 是通过增加有效穗数来实现产量提高,辽星 1 号是通过增加每穗粒数来实现产量提高的,从产量结果上可以看出,增加有效穗数对产量的影响更大。本研究结果表明,保持或略微降低现有品种的每穗粒数,而适当增加品种的分蘖率,特别是有效分蘖来增加单位面积的有效穗数可能是今后水稻超高产育种的主要技术途径。这与以往适当降低品种的分蘖率,增加穗粒数的观点不尽相同。可能有以下两方面的原因:①辽宁省近 10 年的超级稻育种实践,已经使水稻品种的穗粒数达到甚至超过生产可以应用的极限,由于产量结构间的负相关性,穗粒数的增加带来了成粒率的降低;②辽宁省地处我国纬度较高的东北地区,气候特点是春季气温回温较慢,很大程度影响水稻分蘖,有效分蘖的多少成为产量的制约因素。秋季气温下降较快,很大程度影响叶片光合作用,穗粒数过多,必然影响子粒灌浆,降低成粒率。

Dorald (1962)指出,要提高作物产量,必须提高干物质生产力以及干物质向收获目的器官的转运率。近年来许多研究表明,产量的提高则是由于提高了生物产量而获得^[12-14]。本文研究结果表明,在高产条件下,生物产量比收获指数对产量的影响力大得多,所以在保证收获指数不变的情况下,大幅度提高生物产量,尤其是提高抽穗期到成熟期的干物质积累量,是水稻获得高产发展的趋势。同时本研究发现,超级稻品种抽穗前积累在营养器官中的干物质在抽穗后向子粒中转移的绝对量和转移率均明显高于对照种。陈温福等认为这是超高产品种在物质生产方面的一个重要特点。

从源方面讲,超级稻品种单株叶面积大,叶面积指数高,灌浆期平均光合势高,颖花叶面积比小^[15-16],这表明超级稻品种虽然提高了单位面积的颖花数量,但冠层叶面积大,成熟期仍然维持较多的绿叶数量,叶片光合功能持续时间长,光能利用率高,使超级稻品种源相对充足。

辽宁省超级稻品种是大穗型,中等分蘖品种,

要实现其高产潜力,在栽培上更须注意协调好源库关系^[17-18]。宜采取“主攻分蘖、力争大穗,提高成粒率和粒重”的栽培策略,以形成大的库容。所以在生育前期应注意早插秧,重施分蘖肥。同时,本研究表明,由于超级稻品种干物质积累优势出现在生育后期,因此应加强超级稻品种的生育后期水肥管理,从而提高叶片的光合强度,延长功能叶片的寿命,增加光合产物的积累,从而进一步提高成粒率和粒重,达到增产的目的。

参考文献:

- [1] 凌启鸿,张洪程.作物栽培学的创新与发展[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2002,23(4):66-69.
- [2] 陈温福,徐正进,张步龙,等.水稻新株型创造与超高产育种[J].作物学报,2001,27(5):665-672.
- [3] 袁隆平.杂交水稻超高产育种[J].杂交水稻,1997,12(6):1-3.
- [4] 黄英金,徐正进.对超级稻研究中几个问题的思考[J].中国农业科技导报,2004,6(5):3-7.
- [5] 程式华.中国超级稻育种研究的创新与发展[J].沈阳农业大学学报,2007,38(5):647-651.
- [6] 谢华安.华南型超级稻育种及其技术研究进展[J].沈阳农业大学学报,2007,38(5):714-718.
- [7] 吴文革,张洪程,吴桂成,等.超级稻群体子粒库容特征的初步研究[J].中国农业科学,2007,40(2):250-257.
- [8] 陈温福,徐正进,张文忠,等.中国超级稻育种研究进展与前景[J].沈阳农业大学学报,2007,38(5):662-666.
- [9] 杨建昌,朱庆森,王志琴,等.亚种间杂交稻光合特性及物质积累与运转的研究[J].作物学报,1997,23(1):82-88.
- [10] 杨建昌,杜永,吴长付,等.超高产粳型水稻生长发育特性的研究[J].中国农业科学,2006,39(7):1336-1345.
- [11] 朱庆森,张祖建,杨建昌,等.亚种间杂交稻产量源库特征[J].中国农业科学,1997,30(3):52-59.
- [12] 杨惠杰,李义珍,杨仁崔,等.超高产水稻的干物质生产特性[J].中国水稻科学,2001,15(4):265-270.
- [13] Yang J C, Peng SB, Zhang Z J, et al. Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in Japonica / Indica hybrid rice[J].Crop Science, 2002,42:766-772.
- [14] 马均,朱庆森,马文波,等.重穗型水稻光合作用、物质积累与转运的研究[J].中国农业科学,2003,36(4):375-381.
- [15] 刘建丰,袁隆平,邓启云,等.超高产杂交稻的光合特性研究[J].中国农业科学,2005,38(2):258-264.
- [16] 翟虎渠,曹树青,万建民,等.超高产杂交稻灌浆期光合功能与产量的关系[J].中国科学(c辑),2002,32(3):211-217.
- [17] Venkateswarlu. Source-sink relationships in rice through different canopy profiles under field conditions [J].Plant Physiology, 1976,19(2):194-201.
- [18] 戚昌翰.水稻品种的库源关系与调节对策简论[J].江西农业大学学报,1993,15(3):1-5.