

亚热带和温带生态条件下籼稻品种产量潜力评价

李贵勇¹, 袁平荣¹, Kwak Kang-Su², 杨天梅³, 吕宏斌¹, 杨从党^{1*}

(1.云南省农业科学院 粮食作物研究所, 云南 昆明 650205; 2.韩国农村振兴厅 作物科学院, 韩国 水原 441-100; 3.云南省农业科学院 药用植物研究所, 云南 昆明 650223)

摘要: 2001—2002年, 对在中国宾川(亚热带)和韩国水原(温带)两生态区8个籼稻品种的产量潜力进行评价。结果表明, 亚热带生态条件下实际产量和产量潜力比温带条件下高1.25和4.43 t/hm², 差异极显著。亚热带生态条件下具有较高产量潜力, 是因为具有较多的生物产量和颖花量, 分别比温带条件下多2万/m²和422.25 g/m²。对产量构成因子进行通径分析, 结果表明, 亚热带生态条件下, 对产量的影响大小依次是有效穗、穗粒数、结实率、千粒重; 温带生态条件下则是千粒重、穗粒数、有效穗、结实率。在亚热带生态条件下, 增产途径应是在保证足够有效穗的基础上, 适当降低穗粒数而增加结实率; 温带生态条件下应在提高千粒重的基础上, 保证适当穗粒数。

关键词: 籼稻品种; 产量潜力; 亚热带; 温带

中图分类号: S511.2⁺¹ 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2010)06-0601-04

Evaluation of yield potential of indica rice cultivars in the subtropical and temperate ecological zones

LI Gui-yong¹, YUAN Ping-rong¹, Kwak Kang-Su², YANG Tian-mei³, LÜ Hong-bin¹, YANG Cong-dang^{1*}

(1. Food Crops Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 2. National Institute of Crop Sciences, Rural Development Administration, Suwon 441-100, Korea; 3. Medicinal Plant Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650223, China)

Abstract: Eight Chinese and Korean indica cultivars including Dianchao 1, Dianchao 3, Guichao 2, Dasanbyeo, Milyang 23, Samgang-byeo, Yongmoonbyeo and Nampungbyeo were employed to investigate the yield potential of indica rice cultivars in Binchuan county (subtropical zone) of Yunnan province in China and Suwon (temperate zone) in Korea from 2001 to 2002. The results showed that the average grain yield and yield potential of these cultivars in subtropical zone were over 1.25 t/hm² and 4.43 t/hm² respectively, which were more than those in temperate zone and were significantly existing 1% probable level. Spikelets and dry matter played an important role in the grain yield potential in different ecological zones. 20 000 spikelets per square meter and 422.25 g/m² were more in subtropical zone than in temperate zone. The rank of yield factors for yield were the number of panicle>spikelets per panicle>seed setting rate>1 000-grain weight in subtropical zone while ranked as 1 000-grain weight>spikelets per panicle>the number of panicle>seed setting rate in temperate zone. Therefore, the rice grain yield could be increased, by properly reducing grains of panicle and improving seed setting rate in subtropical zone and it is also most likely to improve spikelets per panicle and 1 000-grain weight in temperate zone.

Key words: indica rice cultivars; yield potential; the subtropical zone; the temperate zone

水稻通常能在具有最佳太阳辐射量的低纬度地区和具有最佳温度的高海拔地区获得高产^[1-2]。李

收稿日期: 2010-05-21

基金项目: 云南省“十五”重点攻关项目(2001NG04); 韩国农村振兴厅重点国际合作项目(RDA-YAAS-01-9)

作者简介: 李贵勇(1978—), 男, 云南省寻甸县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事水稻育种和栽培研究, liguiy980200@163.com;

*通讯作者, yangcd2005@163.com

贵勇等^[3]研究亚热带和温带条件下的粳稻品种产量潜力,杨惠杰等^[4]研究亚热带条件下的籼稻品种产量潜力,Ying等^[5]研究热带和亚热带条件下的籼稻品种产量潜力,结果表明,亚热带生态条件下品种产量较高,品种本身发挥了较大的增产潜力.宾川县位于云南省西部、金沙江南岸干热河谷地区,县城海拔1 430 m,是典型的亚热带生态气候区域,1982年种植籼型晚稻品种桂朝2号,产量曾达到15.84 t/hm²,创造了籼稻高产的世界纪录^[6-7];韩国农村振兴厅作物科学院试验田位于韩国半岛西岸的中部,海拔37 m,是典型的温带生态环境,是韩国水稻最高产地之一^[8].笔者以中国和韩国曾经或正在大面积应用的籼稻品种为材料,研究亚热带和温带生态环境下籼稻高产的特性和产量潜力.

1 材料与方法

籼稻品种滇超1号、滇超3号、桂朝2号由云南省农业科学院提供,Dasanbyeo、Milyang23、Samgangbyeo、Yongmoonbyeo、Nampungbyeo由韩国农村振兴厅提供.8个籼稻品种分别于2001、2002年在中国宾川县金牛镇(亚热带)和韩国农村振兴厅作物科学院(温带)进行种植试验.施纯氮200 kg/hm²,分别按基肥(50%)、分蘖肥(20%)、孕穗肥

(20%)、穗肥(10%)施入;钾肥(K₂O)100 kg/hm²,基肥和孕穗肥各占50%;磷肥(P₂O₅)135 kg/hm²,作为基肥一次施入.田间试验设计、小区管理、调查内容、数据分析和处理等与文献[9]相同.

2 结果与分析

2.1 亚热带和温带生态条件下籼稻品种糙米产量及产量相关性状表现

用单位面积的总库容量(总颖花量=有效穗数×每穗颖花数)与糙米(颖花完全被灌浆物充实)粒重的乘积代表每个品种的最高糙米产量潜力.亚热带和温带生态环境下糙米产量潜力分别为14.33、9.90 t/hm²,糙米实际产量分别为8.08、6.83 t/hm²,实际产量仅为产量潜力值的68.98%、56.37%(表1).亚热带生态条件下的实际产量和产量潜力分别比温带生态条件下高1.25和4.43 t/hm²,差异极显著.亚热带和温带下叶面积指数分别为7.54和6.59,差异极显著;两种生态条件下的收获指数差异较小,变异也较小,但亚热带生态环境下抽穗期的生物产量比温带生态条件下的高422.25 g/m²,差异极显著,说明亚热带生态条件更利于水稻植株同化物的积累和形成,促进发挥优良品种的高产潜力.

表1 亚热带和温带籼稻的叶面积指数、生物产量、收获指数和产量
Table 1 Relationships of leaf area index, dry matter, harvest index and yield under different environment

| 品种 | 叶面积指数 | | 生物产量/(g·m ⁻²) | | 收获指数 | | 糙米产量潜力/(t·hm ⁻²) | | 糙米产量/(t·hm ⁻²) | |
|--------------|-------|--------|---------------------------|------------|------|------|------------------------------|---------|----------------------------|--------|
| | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 |
| 滇超1号 | 6.90 | 7.40 | 1 341.00 | 1 621.00 | 0.45 | 0.47 | 11.39 | 17.59 | 6.81 | 8.33 |
| 滇超3号 | 6.30 | 6.80 | 1 237.00 | 1 866.00 | 0.53 | 0.52 | 10.97 | 16.68 | 7.34 | 7.98 |
| 桂朝2号 | 6.60 | 6.90 | 1 297.00 | 1 768.00 | 0.53 | 0.55 | 12.90 | 17.45 | 7.32 | 8.87 |
| Yongmoonbyeo | 5.90 | 8.20 | 879.00 | 1 359.00 | 0.50 | 0.50 | 9.13 | 13.48 | 6.84 | 7.12 |
| Nampungbyeo | 6.40 | 9.30 | 1 040.00 | 1 730.00 | 0.53 | 0.49 | 9.65 | 14.59 | 7.14 | 8.51 |
| Dasanbyeo | 7.00 | 7.20 | 946.00 | 1 187.00 | 0.52 | 0.57 | 8.99 | 12.67 | 6.57 | 8.28 |
| Milyang23 | 6.50 | 6.30 | 1 028.00 | 1 161.00 | 0.48 | 0.52 | 8.42 | 10.93 | 6.15 | 7.79 |
| Samgangbyeo | 7.10 | 8.20 | 1 069.00 | 1 523.00 | 0.47 | 0.49 | 7.75 | 11.23 | 6.46 | 7.74 |
| 平均值 | 6.59 | 7.54** | 1 104.63 | 1 526.88** | 0.50 | 0.51 | 9.90 | 14.33** | 6.83 | 8.08** |
| 变异系数/% | 6.10 | 12.88 | 15.22 | 17.52 | 6.26 | 6.49 | 17.35 | 18.77 | 6.22 | 6.69 |

从表2可以看出,亚热带生态环境下的颖花数、有效穗、穗粒数均比温带生态条件下高,差异极显著;温带生态环境下的结实率和千粒重比亚热带生态条件下高,但差异不显著.差异最大的是颖花数,

亚热带生态条件下的颖花数比温带生态条件下的高47.40%,这说明较高的颖花数是亚热带生态条件下籼稻产量和产量潜力较高的原因.

表 2 亚热带和温带籼稻的产量构成
Table 2 The yield components of various variety under different environment

| 品种 | 有效穗/(个·m ⁻²) | | 穗总粒数 | | 颖花数/(×10 ⁴ ·m ⁻²) | | 结实率/ % | | 糙米千粒重/ g | |
|--------------|--------------------------|----------|--------|----------|--|--------|--------|-------|----------|-------|
| | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 |
| 滇超 1 号 | 308.00 | 392.00 | 122.90 | 154.20 | 3.79 | 6.04 | 81.20 | 77.80 | 30.10 | 29.10 |
| 滇超 3 号 | 294.00 | 367.00 | 126.00 | 160.00 | 3.70 | 5.87 | 71.20 | 66.30 | 29.60 | 28.40 |
| 桂朝 2 号 | 372.00 | 432.00 | 125.20 | 148.00 | 4.66 | 6.39 | 85.30 | 82.10 | 27.70 | 27.30 |
| Yongmoonbyeo | 318.00 | 433.00 | 136.00 | 149.00 | 4.32 | 6.45 | 90.90 | 79.90 | 21.10 | 20.90 |
| Nampungbyeo | 326.00 | 463.00 | 155.00 | 165.00 | 5.05 | 7.64 | 79.50 | 68.00 | 19.10 | 19.10 |
| Dasanbyeo | 333.00 | 463.00 | 120.00 | 125.00 | 4.00 | 5.79 | 85.20 | 72.80 | 22.50 | 21.90 |
| Milyang23 | 329.00 | 388.00 | 126.00 | 143.00 | 4.15 | 5.55 | 84.70 | 81.20 | 20.30 | 19.70 |
| Samgangbyeo | 348.00 | 479.00 | 116.00 | 124.00 | 4.04 | 5.94 | 93.30 | 83.80 | 19.20 | 18.90 |
| 平均值 | 328.50 | 427.13** | 128.39 | 146.03** | 4.21 | 6.21** | 83.91 | 76.49 | 23.70 | 23.16 |
| 变异系数/% | 7.30 | 9.57 | 9.50 | 10.26 | 10.74 | 10.48 | 8.18 | 8.70 | 19.72 | 18.83 |

2.2 产量及其构成因素的途径分析

对两种生态条件下的产量与产量构成因素进行途径分析, 结果表明, 有效穗、穗粒数、结实率和千粒重等 4 个产量构成因素对产量的直接影响均为正值, 即提高任何产量构成因素, 都有利于增加产量. 亚热带生态条件下对产量的影响大小依次为有效穗、穗粒数、结实率、千粒重, 其中有效穗的直接途径系数最大, 为 0.77, 所以, 在保证足够有效穗的基础上, 适当增加穗粒数并改进穗部性状,

即增加结实率, 可以进一步提高亚热带生态环境下籼稻产量潜力. 温带生态条件下对产量的影响大小依次为千粒重、穗粒数、有效穗、结实率, 千粒重的直接途径系数为 1.14(表 3), 所以, 在提高千粒重的基础上, 保证适当穗粒数, 可进一步提高温带生态条件下籼稻产量潜力. 产量构成因素的间接作用是, 有效穗的增加, 不利于提高穗粒数和千粒重; 穗粒数的提高, 会降低结实率; 结实率的提高, 会引起千粒重的下降.

表 3 亚热带和温带籼稻的产量及其构成因素的途径系数
Table 3 The path coefficient of yield and yield component between temperate zone and subtropics

| 性状 | 直接途径系数 | | 间接途径系数 | | | | | |
|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 穗粒数 | | 结实率 | | 千粒重 | |
| | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 | 温带 | 亚热带 |
| 有效穗数 | 0.48 | 0.77 | - 0.09 | - 0.39 | 0.28 | 0.01 | - 0.13 | - 0.49 |
| 穗粒数 | 0.50 | 0.73 | | | - 0.13 | - 0.31 | - 0.16 | 0.27 |
| 结实率 | 0.03 | 0.71 | | | | | - 0.02 | - 0.09 |
| 千粒重 | 1.14 | 0.54 | | | | | | |

3 讨论

作物的产量决定于产量库的大小和作为源的光合产物对产量库的供应能力, 对水稻而言, 协调和利用有效穗、穗实粒数、千粒重三者之间的关系才能获得高产^[10]. 考虑到高产品种的粒重差异较小, 产量库的大小主要决定于单位面积的颖花数; 单位面积的颖花数则决定于单位面积的穗粒数和有效

穗^[11]. Peng等^[12]认为, 籼稻产量的高低取决于生物产量的大小. 杨惠杰等^[4]认为, 亚热带生态环境下水稻高产的主要原因是单位面积上能够获得较多的颖花数. 本研究中发现, 在亚热带和温带生态条件下籼稻品种的粒重和结实率差异不大, 但单位面积上的生物产量和颖花数差异较大, 亚热带生态环境下生物产量和颖花数分别比温带生态条件下的高 38.23%、47.40%, 因此, 亚热带生态条件下具有

较多的生物产量和颖花量,才获得了较高产量。

Ying等^[5]研究了亚热带和热带两种生态环境的籼稻品种产量潜力,认为种植于亚热带生态环境下的籼稻品种产量比热带环境下的高33%~62%,其生物产量也高42%~58%,但两种生态条件下的收获指数差异不大,要进一步提高热带生态条件下籼稻产量潜力,关键是提高生物产量。刘建丰等^[13]认为,超高产水稻品种生物产量比收获指数对产量的贡献大,提高生物产量能进一步提高稻谷的产量。王勋等^[14]研究江苏南京和云南丽江不同水稻品种的产量差异,认为生态环境对水稻产量的影响最大,其次是品种。蒋彭炎^[15]认为,在收获指数相差不大的情况下,只要提高生物产量就能获得高产。本研究表明,产量、产量潜力、总颖花量、生物产量的环境效应差异均达极显著水平,说明生态环境对籼稻产量形成至关重要。通过比较亚热带生态环境与温带生态环境的产量差异,说明亚热带生态环境更具优越性。根据亚热带和温带两种生态条件的籼稻品种产量潜力差异,将对两种生态条件下的品质差异进行研究。

参考文献:

- [1] 袁平荣,孙传清,杨从党,等.云南籼稻每公顷15吨高产的产量及其结构分析[J].作物学报,2000,26(6):756-762.
- [2] Donald L Smith, Chantal Hamel. Crop Yield-Physiology and Processes[M]. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 1999: 110-116.
- [3] 李贵勇,袁平荣,杨从党,等.亚热带和温带生态条件下粳稻品种产量潜力评价[J].生态环境学报,2009,18(1):327-331.
- [4] 杨惠杰,杨仁崔,李义珍,等.水稻超高产的决定因素[J].福建农业学报,2002,17(4):199-203.
- [5] Ying Jifeng, Peng S, He Qinrui. Comparison of high yield rice in tropical and subtropical environments I. Determinants of grain and dry matter yields[C]//Field Crops Research. Los Banos: IRRI, 1998: 1-14.
- [6] 大理州经济作物研究所.“桂朝2号”亩产吨粮的高产技术[J].云南农业科技,1986(6):17-19.
- [7] 马正详,李本逊,后栋材,等.滇稻新编[M].昆明:云南民族出版社,2006:122-151.
- [8] Kwak Kang-Su, Yang Won-Ha, Yang Un-Ho, et al. The evaluation of maximum yield and analysis of yield limiting factors of rice varieties in different high-yielding environments[J]. Treatises of Crop Researches, 2004(5): 236-249.
- [9] 李贵勇,杨从党,袁平荣,等.中韩粳稻品种产量潜力评价[J].云南农业大学学报,2009,24(3):325-329.
- [10] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000:42-210.
- [11] 杨惠杰,李义珍,杨仁崔,等.超高产水稻的干物质生产特性研究[J].中国水稻科学,2001,15(4):265-270.
- [12] Peng S, Cassman K G, Virmani S S. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential[J]. Crop Sci, 1999, 39(6): 1552-1559.
- [13] 刘建丰,袁隆平.超高产杂交稻产量性状研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2002,28(6):453-456.
- [14] 王勋,戴廷波,姜东,等.不同生态环境下水稻基因型产量形成与源库特性的比较研究[J].应用生态学报,2005,16(4):615-619.
- [15] 蒋彭炎.高产水稻的生物学特征[J].中国稻米,1994,1(2):43-45.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:胡东平