

两系法杂交稻两优培九结实率稳定性及其与温度的关系

吕川根 宗寿余 赵 凌 王才林 孙永华 邹江石

(江苏省农业科学院 粮食作物研究所, 江苏 南京 210014; E-mail: rb8@jaas.ac.cn)

Stability of Seed Setting Rate for a Two-Line Hybrid Rice Liangyoupeijiu in Associated with Temperature

LU Chuan-gen, ZONG Shou-yu, ZHAO Ling, WANG Cai-lin, SUN Yong-hua, ZOU Jiang-shi

(Food Crop Research Institute, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; E-mail: rb8@jaas.ac.cn)

Abstract: In comparison with an indica hybrid rice Shanyou 63 (CK), Liangyoupeijiu, a two-line indica hybrid rice, showed the seed setting rate of 75.2%–77.2% which was lower by 4.3%–7.5% than that of CK, and approximate values of grain yield and its variance as planting in southern China in 1999–2000. Sowing during 5–25th, May in Nanjing (32°3'N, 118°48'E), China, Liangyoupeijiu headed before 4th, September, showed seed setting rate of 75%–90%, and grain yield over 1 kg/m². Its heading date would be late as 17–21st, September, and seed setting rate would be lowed by 10%–15% in comparison with a suitable sowing date if its sowing date be delayed as 14–15th, June. When flowering took place within an average daily temperature range from 13.7–28.5°C, spikelet fertility (SP) of rice was increased by 1.9%–10.7%, for each degree rise of temperature. The suitable (SP≥90%) and safe (SP≥75%) temperatures at flowering stage were 26.5°C and 22.9°C, respectively. To get a high and stable seed setting rate for cultivating Liangyoupeijiu, areas being south of 34° N would be suitable, and the average daily temperature during heading stage would be at 26–28°C.

Key words: rice; intersubspecific hybrid rice; seed setting rate; grain yield; temperature

摘 要: 分析了1999~2000年中国南方稻区19个区域试验点和5个生产试验点两优培九的结实率和产量。与汕优63相比,两优培九结实率要低4.3~7.5个百分点,但变异系数相近;产量水平及其变异系数则相近。在南京(32°3'N, 118°48'E)5月5~25日播种,两优培九在9月4日之前齐穗,结实率为75%~90%,产量在1 kg/m²以上;播种期推迟至6月14~15日,出穗期将延迟至9月17~21日,结实率比适宜播期的结实率低10~15个百分点。开花受精期5 d日均温平均值在13.7~28.5°C范围内,温度每增加1°C,受精率提高1.9%~10.7%。花粉育性与始花前5 d日均温平均值呈极显著的二次多项式相关。抽穗期适宜日均温(受精率≥90%)和安全日均温(受精率≥75%)分别为26.5°C和22.9°C。结果显示,北纬34°以南地区为两优培九适宜种植区,宜将开花期安排在日均温为26~28°C的时期。

关键词: 水稻; 亚种间杂交稻; 结实率; 产量; 温度

中图分类号: S511.01

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2003)04-0339-04

两优培九(培矮64S/9311, 编号65002)是江苏省农业科学院粮食作物研究所通过两系法途径育成的亚种间偏粳型杂交稻,1999~2002年通过江苏、湖南等6个省农作物品种审定,2001年通过国家农作物品种审定,是第一个(批)通过国家品种审定的两系法杂交稻^[1, 2]。两优培九被科技部列为国家重点推广组合,至2002年已在南方稻区种植250万hm²,其中2002年128万hm²,正逐步成为长江流域和黄淮地区一季中稻的主栽组合。两优培九的育成曾被评为1998年中国农业十大新闻之一,1999~2000年在国家超级杂交稻试验中率先完成中国超级稻育种的第一步目标,使超级杂交稻项目荣膺2000年中国科技进展十大新闻之首。

多数亚种间杂交稻显示出较强的产量优势和正常的结实率^[3],但许多组合结实率稳定性不高,易受温度等环境条件的影响^[4, 5]。为安全有效利用两优培九,须分析其结实率的稳定性并探讨相应的

技术措施。本试验目的在于分析两优培九在较大范围种植时结实率的稳定性,观察温度对花粉育性和受精结实的影响,探讨开花受精期的适宜温度和安全温度条件,为确立两优培九的适宜种植区域和因种栽培技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 结实率稳定性分析

分析1999年和2000年两优培九在中国南方稻区11个省19个区域试验点和5个生产试验点(23°23'~33°23'N, 东经98°35'~120°19'E, 海拔2.7~1285 m)的结实率、产量及其变异系数,并与对照组合三系杂交稻汕优63进行比较。各试点的播

收稿日期: 2002-11-18; 修改稿收到日期: 2003-03-04。

基金项目: 国家863计划项目(2001AA211151); 国家863计划重大专项资助项目; 江苏省自然科学基金重点项目(BK99199)。

第一作者简介: 吕川根(1964—),男,博士,研究员。

期为3月11日至5月28日。两优培九齐穗期为7月12日至9月5日,平均值在8月7日。汕优63齐穗期为7月7日至9月5日,平均值在8月6日。

1.2 分期播种试验

2000年和2001年在江苏省农业科学院水稻育种试验场(南京,32°3'N,118°48'E,海拔8.9 m)进行小区试验。从5月5日至6月14日(2000年为6月15日)共40 d,2000年分5期播种,每隔10 d播种1次,2001年分3期播种,每隔20 d播种1次。小区面积为10 m²,成熟后取样考查结实率,收获计稻谷产量。

1.3 育性受温度影响的观察分析

2000年在江苏省农业科学院水稻育种试验场进行试验。从4月30日至7月19日,每隔20 d播种1期,共5期,以使两优培九稻穗在日均温为12~30℃的不同温度条件下进行花粉充实和开花受精。从8月16日至10月29日,两优培九持续出穗,每隔3~7 d(前期间隔短,后期间隔长)对处于出穗期的稻穗采样观察花粉育性。采样时,在1~3个同期开花的稻穗上中部、中部和中下部各连续取2朵颖花,每朵颖花各取1个花药,混样观察花粉育性。用1% I₂-KI溶液染色后在200倍显微镜下观察10个视野,每个视野20~30个花粉粒,观察花粉形态和淀粉充实情况,饱满圆染花粉粒作为可育花粉。对每个采样穗挂牌标记,成熟后考查受精结实情况。凡子房受精膨大者均记为受精粒,以1~3个穗的受精总粒数占总颖花数的比例计算受精率(小穗育性)。

用单个稻穗始花前5 d日均温(日均温用本试点每日2:00、8:00、14:00、20:00的百叶箱气温的平均值)的平均值作为温度值分析温度对花粉育性的

影响,用单个稻穗5 d开花期日均温的平均值作为温度值分析温度对受精率的影响。

2 结果与分析

2.1 在南方稻区种植的结实率和产量及其变异系数

1999年和2000年在南方稻区11个省19个区域试验点和5个生产试验点的统计分析结果表明,两优培九的结实率比汕优63低4.3~7.5个百分点,变异系数则略高于汕优63。两优培九产量为0.789~0.865 kg/m²,变异系数为10.8%~18.4%,产量及其变异系数均与汕优63相近(表1)。结果表明,在中国南方稻区较大范围内种植,两优培九与汕优63具有相近的产量水平和适应性,而结实率有待于进一步提高。

2.2 分期播种试验的结实率和产量

由表2可见,2000年和2001年,在南京5月5日至5月25日播种的两优培九均在9月4日之前齐穗,出穗期5 d的平均日均温在25℃以上,结实率在75.2%~89.9%,实收产量均在1 kg/m²以上。播种期推迟至6月14~15日,出穗期将延迟至9月17日至9月21日,出穗期的平均日均温两年均为23.8℃,结实率为65.5%~74.6%,比适宜播期的结实率低10~15个百分点,产量降低至0.64~0.75 kg/m²,比同年最高产量水平低33.0%~41.8%(表2)。

2.3 受精率和花粉育性对温度的反应

受精率与温度相关分析表明,开花受精期5 d日均温平均值在13.7~28.5℃范围内,受精率与温度呈极显著相关,表明在此温度范围内,两优培九的受精率对温度的变化敏感。对受精率(Y)与开花

表1 两优培九在中国南方稻区区域试验和生产试验中的结实率和产量及其变异系数

Table 1. Seed setting rate and grain yield and their variations of Liangyoupeijiu in the rice testing in southern China.

组合 Combination	结实率 Seed setting rate/%	变异系数 CV/%	产量 Grain yield /(kg·m ⁻²)	变异系数 CV/%	试点数 No. of tested sites
1999年区域试验 Regional trial in 1999					
两优培九 Liangyoupeijiu	77.2	10.2	0.865	14.1	19
汕优63 Shanyou 63	82.2	9.3	0.877	17.3	19
2000年区域试验 Regional trial in 2000					
两优培九 Liangyoupeijiu	75.8	14.8	0.789	18.4	19
汕优63 Shanyou 63	80.1	10.9	0.822	16.0	19
2000年生产试验 Rice production experiment in 2000					
两优培九 Liangyoupeijiu	75.2	8.1	0.845	10.8	5
汕优63 Shanyou 63	82.7	7.6	0.846	11.4	5

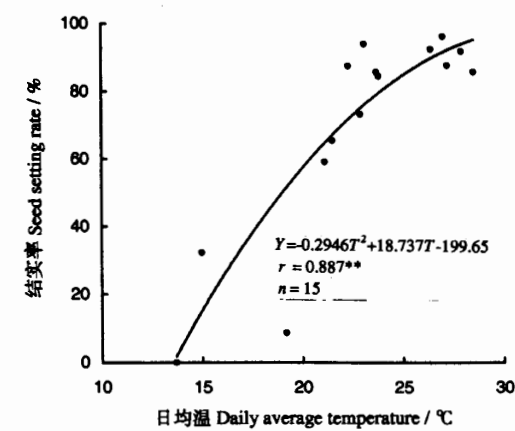


图1 两优培九结实率与日均温的关系(南京,2000)
Fig. 1. Correlation between seed setting rate and average temperature(Nanjing, 2000).

受精期5 d日均温平均值(T)进行回归分析,得到二次多项式方程 $Y = -0.2946T^2 + 18.737T - 199.6(r = 0.887^{**}, n = 15)$ (图1)。通过回归方程计算得到受精率受温度影响的强度 $Y' = -0.5892T + 18.737$ 。分析表明,两优培九的受精率在不同的温度条件下受影响强度不同,较低温度时受影响较大,而温度较高时受影响较小。如温度为13.7℃时,受精率受影响强度为10.7%,而温度为28.5℃时,受精率受影响强度仅1.9%。

在始花前5 d日均温平均值为13.7~28.8℃的范围内,两优培九的花粉育性与温度呈极显著相关。对花粉育性(Z)与始花前5 d日均温平均值(T)进行回归分析,得到二次多项式方程 $Z = -0.1638T^2 + 8.011T + 1.17(r = 0.786^{**}, n = 17)$ (图2)。通过回归方程计算得到受精率受温度影响的强度 $Z' = -0.3276T + 8.011$ 。分析表明,两优培九的花粉育性在不同的温度条件下受影响强度不同,较低

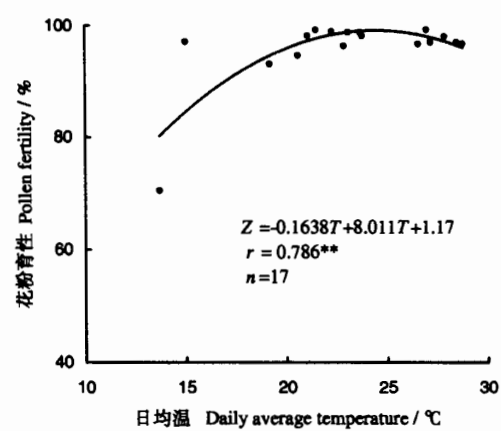


图2 两优培九花粉育性与日均温的关系(南京,2000)
Fig. 2. Correlation between pollen fertility and average temperature (Nanjing, 2000).

温度时受影响较大,而温度较高时受影响程度较小。如温度为15℃时,花粉育性受影响强度为3%,当温度为22~27℃时,花粉育性受温度影响强度低于1%。

2.4 抽穗期适宜温度和安全温度

设定受精率为90%(结实率在85%左右)时的温度为适宜温度,受精率不低于75%(结实率在70%左右)的温度为安全温度,以估算抽穗期适宜温度和安全温度。根据受精率与温度的回归方程计算结果,两优培九抽穗期适宜日均温和安全日均温分别为26.5℃和22.9℃。

3 讨论

亚种间杂交稻的结实率对温度普遍表现敏感,结实率稳定性较差,开花授精所需的安全温度和适宜温度比常规品种高[5]。两优培九作为亚种间偏粳型组合,对温度条件有一定的要求,但抽穗期适

表2 两优培九不同播期和出穗期的结实率与产量(南京,2000~2001)

Table 2. Seed setting rate and grain yield of Liangyoupei9 with different sowing and heading dates (Nanjing, 2000-2001).					
年份 Year	播种期(月-日) Sowing (Month-Day)	出穗期(月-日) Heading (Month-Day)	出穗期平均气温 Average temperature at heading stage/℃	结实率 Seed setting rate /%	产量 Grain yield /(kg·m ⁻²)
2001	05-05	08-22~08-26	27.4	88.3±9.0	1.10
	05-25	08-31~09-04	25.2	89.9±4.7	1.10
	06-14	09-17~09-21	23.8	74.6±6.1	0.64
2000	05-05	08-23~08-27	27.0	82.7±6.1	1.12
	05-15	08-24~08-28	26.0	75.2±9.6	1.08
	05-25	08-30~09-03	27.3	80.1±9.4	1.05
	06-05	09-06~09-10	23.6	75.8±15.9	0.99
	06-15	09-17~09-21	23.8	65.5±5.9	0.75

宜温度及安全温度要求均低于大部分亚种间杂种,而相适于常规品种^[5]。所以,在北纬34°以南稻区大面积种植,有较好的广泛适应性。从1999年至2002年,在中国南方稻区种植250万hm²。大面积种植实践表明,两优培九与汕优63具有相似的广泛适应性,在因种栽培情况下,每667m²可以比汕优63增产50~100kg^[1]。而且米质明显优于汕优63,可以达到中国农业部部颁二级优质米标准^[6],抗病性、株型等综合性状良好^[2,7],具有巨大的应用前景。

在南方稻区区域试验中,两优培九的结实率和产量变异系数接近汕优63,有较好的稳定性。与两年区域试验参试的11个品种相比,两优培九稳定性类型两年分别为稳定和较稳定(1999年和2000年全国南方稻区水稻品种区试及生产试验结果汇总资料)。但两优培九结实率比汕优63低4.3~7.5个百分点,如能将其结实率提高至与汕优63相当的水平,产量可再提高5%~10%。在丰产栽培中,两优培九的实际结实率可高于90%,调节好“源、库”比例和做到因种栽培是提高其结实率的有效措施^[8,9]。已有研究表明,茎鞘内储存物和剑叶光合产物对两优培九结实率及籽粒产量的贡献率最大,提高出穗前的灌浆物质储备和维持灌浆期剑叶的功能对籽粒的形成最为重要。两优培九的群体叶粒比调控为1.6~1.7cm²/粒,群体总颖花量为4.8×10⁴/m²时较易获得90%的结实率和11.0~11.6t/hm²的产量水平^[8,10]。

为充分发挥两优培九的生产潜力,应考虑适宜种植区域^[11]。本试验结果提示,北纬34°以南地区为适宜种植区。要合理安排出穗期,将开花期安排在日均温为26~28℃的温光适宜时期,以使结实率达85%左右,充分发挥产量潜力。

参考文献:

- 1 Lu C G (吕川根), Zou J S (邹江石). Breeding and utilization of a two-line intersubspecific hybrid Liangyoupeijiu. *Hybrid Rice* (杂交水稻), 2000, 15 (2): 4-5. (in Chinese with English abstract)
- 2 Zou J S (邹江石), Lu C G (吕川根), Wang C L (王才林), *et al.* Thinking and practice on breeding for two-line hybrid rice between subspecies with high yield and good quality. In: *Prospects of Rice Genetics and Breeding for 21st Century* (21世纪水稻遗传育种展望). Beijing: China Agric Sci-Tech Press (中国农业科技出版社), 1999. 66-70. (in Chinese with English abstract)
- 3 Ikehashi H, Zou J S, Huhn P M, *et al.* Wide-compatibility gene and indica-japonica heterosis in rice for temperate countries. In: *Hybrid Rice Technology*. Manila: IRRI, 1994. 21-31.
- 4 Lu C G. Survey and application of segregation-distortion-neutral alleles to improve pollen fertility in indica-japonica hybrid rice breeding. Doctoral Thesis. Kyoto: Kyoto University, 1999. 1-100.
- 5 Lu C G (吕川根), Wang C L (王才林), Zong S Y (宗寿余), *et al.* Effects of temperature on fertility and seed set in intersubspecific hybrid rice. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2002, 28 (4): 499-504. (in Chinese with English abstract)
- 6 Luo Y K (罗玉坤), Zhu Z W (朱智伟), Jin L D (金连登), *et al.* Situation of rice variety quality in China from general investigation result. *China Rice* (中国稻米), 2002, (1): 5-9. (in Chinese)
- 7 Zong S Y (宗寿余), Lu C G (吕川根), Zhao L (赵凌), *et al.* Physiological basis of high yield of an intersubspecific hybrid rice, Liangyoupeijiu. *J Nanjing Agric Tech College* (南京农专学报), 2000, 16 (3): 8-12. (in Chinese with English abstract)
- 8 Lu C G (吕川根), Zong S Y (宗寿余), Zhao L (赵凌), *et al.* Studies on the seed set of a two-line intersubspecific hybrid, Liangyoupeijiu. *Jiangsu J Agric Sci* (江苏农业学报), 2000, 16 (4): 193-196. (in Chinese with English abstract)
- 9 Zhen K W (郑克武), Zou J S (邹江石), Lu C G (吕川根), *et al.* Effects of transplanting density and nitrogen fertilizer on yield and yield components for two-line intersubspecific hybrid Liangyoupeijiu. *Jiangsu J Agric Sci* (江苏农业学报), 2001, 17 (1): 19-23. (in Chinese with English abstract)
- 10 Xue Y F (薛艳凤), Lu J F (陆江峰), Lu C G (吕川根), *et al.* Studies on the development of grain filling of two-line intersubspecific hybrid rice, Liangyoupeijiu. *Jiangsu Agric Res* (江苏农业研究), 2001, 22 (2): 13-19. (in Chinese with English abstract)
- 11 Yao K M (姚克敏), Wu C G (吴春刚), Ma W J (马文静), *et al.* Meteorology index and analysis of climatic adaptability about the key stage of Liangyoupeijiu. *J Nanjing Inst Meteorol* (南京气象学院学报), 2001, 24 (1): 101-112. (in Chinese with English abstract)