

杂交晚粳新组合“荣优 225”的选育 及高产原因分析

蔡耀辉, 聂元元, 颜龙安*, 李永辉, 颜满莲, 毛凌华

(江西省农业科学院 水稻研究所/国家水稻改良中心南昌分中心, 江西 南昌 330200)

摘要:“荣优 225”是江西省农科院水稻所选育的高产杂交水稻新组合。2007—2008 年在江西省区试中 2 年平均单产 7 016.25 kg/hm², 比对照“金优 207”增产 6.56%; 2009 年在南方稻区区试中平均单产 7 602.75 kg/hm², 比对照“金优 207”增产 8.46%。米质达国优 2 级, 且稻瘟病抗性和稻米品质均优于对照。2009 年 3 月通过江西省品种审定。该组合高产的原因: 一是在生育期适当延长的基础上显著提高日产量; 二是单位面积穗数和单穗重的协同增加, 其中以单穗重的贡献率更大, 单穗重的提高主要是每穗总粒数的增加所致。最后还对杂交水稻超高产育种进行讨论。

关键词: 杂交水稻; 荣优 225; 选育; 高产原因

中图分类号: S511.2⁺1.035.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)05-0876-05

Breeding of New *Indica* Hybrid Rice Combination Rongyou 225 and Analysis of the Reasons for Its High Yield

CAI Yao-hui, NIE Yuan-yuan, YAN Long-an*,
LI Yong-hui, YAN Man-lian, MAO Ling-hua

(Rice Research Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences / Nanchang Branch of Chinese National Center for Rice Improvement, Nanchang 330200, China)

Abstract: Rongyou 225 (RongfengA/R225) is a new high-yielding hybrid rice combination developed by the Rice Research Institute of Jiangxi Academy of Agricultural Sciences. In Jiangxi provincial regional trials in 2007 and 2008, it yielded 6.56% higher than the check hybrid Jinyou 207 on average, and in the Southern China rice growing region national trial in 2009, it yielded 8.46% higher than the check hybrid Jinyou 207 on average. It had also better blast resistance and grain quality than the control, and the rice grain quality

收稿日期: 2010-09-10

基金项目: 国家科技部成果转化项目(2010GB2C500229) 和国家水稻产业技术体系岗位科学家项目(2008-2012 年)

作者简介: 蔡耀辉(1963—), 男, 研究员, 主要从事水稻遗传育种研究, E-mail: caiyaoahui@126.com。

* 通讯作者: 颜龙安(1937—), 男, 江西萍乡人, 研究员, 中国工程院院士, 作物遗传育种专家。1962 年毕业于江西农学院, 曾任江西省农科院院长, 现任江西省农科院研究员。1970 年开始杂交水稻研究, 1972 年最早育出野败籼型不育系“珍汕 97A”和“二九矮 4 号 A”; 1982-2003 年, 以“珍汕 97”不育系配组的杂交稻累计推广种植面积 18.744 亿亩, 占全国种植杂交稻总面积的 47.59%。1972 年开始杂交水稻繁殖制种高产技术研究, 解决多项技术难题。1973 年通过研究明确“野败”恢复基因的分布规律, 1973 年育成第一个大面积推广的强优势组合“汕优 2 号”, 实现三系配套。1987 年发现“萍乡显性雄性核不育水稻”。1980 年提出增大“三系”库容量的育种思路; 20 世纪 80 年代以来, 带领课题组选育出“献优 63”、“新优 752”、“金优 458”等已大面积推广的超高产水稻新组合。获国家发明特等奖 1 项、全国科学大会奖 1 项、省科技进步一等奖 2 项、省科技进步二等奖 3 项、中国作物学会科技成就奖、袁隆平农业科技奖、中华农业英才奖和江西省特别贡献奖等奖项; 主编、参编《杂交水稻繁殖学》等著作 3 部, 发表论文 40 余篇。

reached the second grade standard of national good quality rice. In the March of 2009, it was registered and released to commercial production by Jiangxi Provincial Crop Variety Appraisal Committee. The reasons for its higher yield were: 1) its higher daily grain yield based on a suitable longer maturity; 2) the consonant increase of both grain weight per panicle and panicles per unit area with a greater contribution to yield from the former, resulting mainly from its spikelets number per panicle. The approach to breeding super rice was also discussed in this paper.

Key words: hybrid rice; Rongyou 225; breeding; reasons for high yield

1 选育过程

“荣优 225”是 2003 年采用广东省农科院水稻所优质不育系“荣丰 A”与江西省农科院水稻所选育的恢复系“R225”配组而成。恢复系“R225”由广东省农科院水稻所恢复系“R998”变异株系选而成,与对照组合恢复系“R207”相比,“R225”具有更多单株有效穗和每穗总粒数(表 1)。

2004 年在本所试验田观察组合优势表现,发现测交 F_1 代优势强,具体表现米质优、产量高、抗逆性强、适应性广、株型适中、分蘖力强、成穗率高和有效穗多等特点。考种产量 $10\ 312\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比对照“金优 207”增产 6.8%,达到选育目标。2005 年经过多点试验, F_1 代表现优势强,比对照“金优 207”(CK)增产。2006 年参加江西省预试,比对照“金优 207”增产 6.25%。2007—2008 年进入江西省区域试验,2009 年 3 月通过江西省品种审定委员会审定,并同时进入国家南方稻区晚粳稻区域试验。

表 1 “R225”与对照恢复系“R207”主要经济性状比较

Tab.1 The contrast of major economic characters between ‘R225’ and the check restorer line ‘R207’

品种 Variety	株高/cm Plant height	生育期/d Heading date	单株有效穗每穗总粒数/粒 /穗 Panicle number per panicle	结实率/% Spikelet fertility percentage	千粒重/g 1000-grain weight	单穗重/g Panicle weight	穗长/cm Panicle length	着粒密度/ (粒· cm^{-1}) Spikelet density	
R225	95.3	114	10.2	142.5	84.50	23.5	2.83	22.1	6.45
R207	103.3	112	8.4	120.5	85.30	26.7	2.74	22.0	5.48

2 区域试验表现

2.1 高产表现

2007 年省区试,“荣优 225”平均单产 $6\ 715.35\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比 CK“金优 207”增产 6.42%,列第 2 位;2008 年续试,平均单产 $7\ 317.15\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比 CK“金优 207”增产 6.70%,达显著水平,列第 1 位;2009 年在南方稻区区试中,平均单产 $7\ 602.75\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比对照“金优 207”增产 8.46%,达极显著水平,列第 1 位。

2005 年在本所优比试验,单产 $8\ 080.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比“汕优 10”增产 2.1%。参加金色农华多点优比试验,平均单产 $6\ 639\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比对照“金优 207”增产 9.7%,列第 1 位;2008 年继续参加金色农华晚稻早熟组优比试验,平均单产 $7\ 467\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比对照“金优 207”增产 6.93%。

2.2 稳产性表现

2005 年大北农晚稻早熟组优比试验中 10 个试验点,9 个试点增产,1 个试点减产,增产点率 90%;2008 年 9 个试验点,6 个试点增产,3 个试点减产不显著,增产点率 66.7%(表 2)。2 年试验共 19 点次,15 点增产,平均增产点次 78.95%。

2009 年在全国南方稻区国家水稻品种区试及生产试验中,10 个试验点增产,1 个试验点减产,增产点比例 90.9%。11 个试验点“荣优 225”平均单产 $7\ 602.75\ \text{kg}/\text{hm}^2$,比对照“金优 207”增产 8.46%,达极显著水平,表明该组合稳产性较好,并且具有广泛的适应性。

表 2 “荣优 225”与“金优 207”(CK) 稻米品质比较

Tab. 2 The contrast of rice grain quality between ‘Rongyou 225’ and ‘Jinyou 207’

组合 Hybrid	出糙率/% Rate of brown rice	整精米率 /% Rate of head milled rice	垩白粒率 /% Chalky grain rate	垩白度/% Chalky grain degree	长宽比 Ratio of length of width	碱消值 Alkali spread value	胶稠度/mm Gel consist ency	直链淀粉 含量/% Amylose content	国家标准 级别 GB/ T17891 - 1999
荣优 225 Rongyou225	82.2	63.6	19	2.3	3.2	4	60	22.5	优 2
金优 207(CK) Jinyou207(CK)	81.6	68.6	26	2.4	3.2	5	58	19.5	优 3

2.3 抗性表现

2007 年省区试稻瘟病抗性自然诱发鉴定: 穗颈瘟 9 级, 穗颈瘟平均损失率 14.7% , 好于对照; 2008 年续试稻瘟病抗性自然诱发鉴定 穗颈瘟 9 级 穗颈瘟平均损失率 14.6% , 好于对照。2 年平均穗颈瘟仍为 9 级 穗颈瘟平均损失率 14.6% , 好于对照。

2.4 稻米品质表现

江西省种子管理站区试品种统一抽检送农业部稻米品质分析结果: 出糙率 82.2%、精米率 74.4%、整精米率 63.6%、垩白粒率 19%、垩白度 2.3%、直链淀粉含量 22.5%、胶稠度 60 mm、粒长 7.0 mm、粒型长宽比 3.2 透明度 1 级 碱消值 4 级 米质达国优 2 级(表 2), 优于对照。

2.5 主要特征特性

“荣优 225”为晚粳中早熟组合 作晚稻栽培全生育期 114 d。一般 6 月 25 日左右播种, 10 月上中旬成熟。该组合株型适中, 整齐度好, 叶色浓绿, 分蘖力一般, 稃尖紫色, 穗粒数多, 结实率较高, 熟期转色好。株高 94.8 cm, 有效穗 297 万穗/hm², 成穗率 61.7%, 每穗总粒数 138.4 粒, 每穗实粒数 108.2 粒, 结实率 78.2%, 千粒重 24.7 g^[1]。

3 高产原因解析

3.1 日产量比较

“荣优 225”在 2005 年大北农晚稻早熟组优比试验中平均单产 6 639 kg/hm², 高于对照“金优 207”(CK) 的 6 054 kg/hm², 增产幅度为 9.70%; 其平均日产量为 3.85 kg/d, 比对照“金优 207”(3.65 kg/d) 增加 5.50%。2008 年继续参加大北农晚稻早熟组优比试验, 平均单产 7 467 kg/hm², 显著高于对照“金优 207”(CK) 的 6 969 kg/hm², 增产幅度为 6.93%; 其平均日产量为 4.48 kg/d, 比对照“金优 207”(4.30 kg/d) 增加 4.19%。2009 年参加全国南方稻区品种区试平均单产 7 603.5 kg/hm², 极显著高于对照“金优 207”(CK) 的 7 009.5 kg/hm², 增产幅度为 8.46%, 列小组第 1 名; 其平均日产量为 4.43 kg/d, 比对照“金优 207”(4.24 kg/d) 增加 4.48% (表 3)。纵观 3 年试验结果, 该组合产量的提高是在适当延长生育期的基础上平均日产量也显著增加, 这是亲本配合力改良的结果。

3.2 穗数与穗重的比较

单位面积产量由单位面积穗数和单穗重构成。根据江西省晚稻区试结果可知, “荣优 225”在 2007 年省区试中平均单产 6 715.5 kg/hm², 有效穗 282 万穗/hm², 单穗重 3.07 g; 而对照“金优 207”平均单产 6 310.5 kg/hm², 有效穗 292.5 万穗/hm², 单穗重 2.92 g。“荣优 225”平均产量比对照增加 6.4%, 单穗重增加 5.1%, 有效穗比对照减少 3.6%。在 2008 年省区试中, “荣优 225”平均单产 7 317 kg/hm², 有效穗 297 万穗/hm², 单穗重 3.42 g; 而对照“金优 207”平均单产 6 858 kg/hm², 有效穗 280.5 万穗/hm², 单穗重 3.10 g (表 4)。“荣优 225”平均产量比对照增加 6.7%, 单穗重增加 10.3%, 有效穗比对照增加 5.9%。

综合 2 年区试结果, “荣优 225”平均有效穗为 289.5 万穗/hm², 而对照“金优 207”平均有效穗为 286.5 万穗/hm², “荣优 225”单位面积有效穗比对照增加 1.05%。从单穗重来看, “荣优 225”2 年平均单穗

重 3.25 g 而对照“金优 207”平均单穗重为 3.01 g, “荣优 225”单穗重比对照增加 7.97% (表 4)。上述结果表明, “荣优 225”产量的提高是单位面积穗数和单穗重综合改良的结果, 表现出单位面积穗数和单穗重在更高水平上的结合与协调。进一步分析两者的相对重要性, 单穗重的提高对产量提高的贡献约占 88.36%, 而单位面积穗数的增加对产量提高的作用约占 11.64%, 表明单穗重的提高对该组合的增产起更大的作用。

表 3 “荣优 225”与“金优 207”(CK) 晚稻早熟组优比试验

Tab. 3 The display of variety advantage trials between ‘Rongyou 225’ and ‘Jinyou 207’

年份 Year	组合 Hybrid	平均单产 /(kg·hm ⁻²) Average grain yield	增产/% Adding grain yield	生育期 /d Heading date	日产量 /(kg·d ⁻¹) Daily grain yield	日产量增加 /% Adding daily grain yield	试验点 Expe rimental site	增产点 Sites of adding grain yield	增产点比例 /% Rate of adding grain yield
2005 年 (大北农)	荣优 225	6 639	9.70	115.1	3.85	5.50	10	9	90
	金优 207	6 054		110.6	3.65		10		
2008 年 (大北农)	荣优 225	7 467	6.93	111.1	4.48	4.19	9	6	66.70
	金优 207	6 969		108.0	4.30		9		
2009 年 (全国区试)	荣优 225	7 603.5	8.46	114.4	4.43	4.48	11	10	90.9
	金优 207	7 009.5		110.3	4.24		11		
2007—2008 年 (省区试)	荣优 225	7 016.25	6.56	114.1	4.10	3.00			
	金优 207	6 583.95		110.7	3.97				

表 4 “荣优 225”与“金优 207”(CK) 晚稻早熟组区试比较

Tab. 4 The display of regional trials between ‘Rongyou 225’ and ‘Jinyou 207’

年份 Year	组合 Hybrid	单位产量 /(kg·hm ⁻²) Grain yield	有效穗 /(万穗·hm ⁻²) Panicle number	单穗重 /g Panicle weight	每穗总粒数 /粒 Spikelet number per panicle	每穗实粒数 /粒 Grains number per panicle	结实率/% Spikelet fertility percentage	千粒重 /g 1000 - grain weight	穗长 /cm Panicle length	着粒密度 /(g·cm ⁻¹) Spikelet density
2007 年 区试	荣优 225	6 715.5	282.0	3.07	123.3	92.7	75.2	24.9	21.4	5.76
	金优 207	6 310.5	292.5	2.92	113.5	88.6	78.1	25.7	22.4	5.07
2008 年 区试	荣优 225	7 317	297.0	3.42	138.4	108.2	78.2	24.7	20.2	6.85
	金优 207	6 858	280.5	3.10	120.2	94.7	78.8	25.8	21.8	5.51
2 年 平均	荣优 225	7 017	289.5	3.25	130.9	100.5	76.7	24.8	20.8	6.30
	金优 207	6 583.5	286.5	3.01	116.9	91.7	78.5	25.8	22.1	5.29

3.3 每穗实粒数与千粒重的比较

由于该组合单穗重有更大的增产贡献率, 进一步分析了单穗重的构成, 单穗重一般由每穗总粒数、结实率和千粒重 3 个因素构成。“荣优 225”2 年区试平均每穗总粒数为 130.9 粒, 结实率为 76.7%, 千粒重为 24.8 g; 而对照“金优 207”平均每穗总粒数为 116.9 粒, 结实率为 78.5%, 千粒重为 25.8g (表 4)。由此可知, “荣优 225”每穗总粒数比对照“金优 207”增加 12.0%, 每穗实粒数增加 9.6%, 结实率减少 2.3%, 千粒重减少 3.9%。即由此可知, 单穗重的提高主要是在保证结实率的前提下每穗总粒数增加所致。

3.4 每穗总粒数与着粒密度的比较

与对照组合“金优 207”相比, “荣优 225”每穗总粒数多、穗长相近、着粒密度大。2007—2008 年 2 年江西省区试结果, “荣优 225”平均每穗总粒数为 130.9 粒, 穗长为 20.8 cm, 着粒密度为 6.30 粒/cm, 而对照“金优 207”平均每穗总粒数为 113.5 粒, 穗长为 22.4 cm, 着粒密度为 5.29 粒/cm (表 4), “荣优

225”平均着粒密度比对照“金优 207”增加 19.1%。从其亲本来源上看,恢复系“R225”平均每穗总粒数为 142.5 粒,穗长为 22.1 cm,着粒密度为 6.45 粒/cm;而对照组合恢复系“R207”平均每穗总粒数为 120.5 粒,穗长为 22.0 cm,着粒密度为 5.48 粒/cm(表 1),恢复系“R225”平均着粒密度比对照组合恢复系“R207”增加 17.7%。由此可知,“荣优 225”着粒密度的提高有效地增加了每穗总粒数,从而有效地增加了其对产量的贡献,而其着粒密度的提高,则来源于恢复系改良的结果。

4 讨 论

高产和超高产育种一直是水稻育种的热点和难点,育种家们为此进行了不懈地探索与研究。国际水稻研究所(IRRI)的 Khush^[2-3]提出了“少蘖大穗”的新株型水稻模式,认为要在现有高产水平上进一步提高单产,必须在株型上有新的突破。中国学者杨守仁^[4-5]则提出了以“三好理论”为基础的直立大穗株型模式,强调要优化性状间的组配,认为理想株型与杂种优势利用相结合是超高产育种的发展方向。黄耀祥^[6]提出了南方籼稻“半矮秆早生快长”的超高产株型模式。在杂种优势利用中,周开达^[7]提出了“重穗型”超高产模式。程式华^[8]则根据超级杂交稻新组合协优 9308 的生理研究提出了“后期功能型”的水稻超高产生理模式。袁隆平^[9]根据杂交水稻的成功经验提出了形态改良和杂种优势利用相结合的超高产育种模式。在这些育种路线的指导下,经过育种实践,育成了一系列增产潜力显著的品种^[10]。

20 世纪 80 年代初,颜龙安提出“选育大穗或大粒型的不育系和恢复系,通过扩大杂交稻‘三系’库容量,实现双亲性状互补,选育超高产组合”的构想,根据这一构想先后选育出了“献优 63”、“新优 752”等超高产组合^[11]。本研究对“荣优 225”的高产原因解析认为,在恢复系的选育上,应坚持选育大穗型恢复系,并以有效分蘖多、着粒密度大的大穗型为主。与对照组合恢复系“R207”比较,“R225”具有有效穗多、每穗总粒数多、穗长相近、着粒密度大和单穗重等优点。从组合选配上来看,与对照“金优 207”相比,“荣优 225”在结实率和千粒重水平相当的情况下,每穗实粒数和每穗总粒数的增加有效地提高了单穗重,结合单位面积有效穗数的增加和日产量的提高,从而显著地提高了该组合的产量。“荣优 225”的育成表明实现三系杂交稻的新突破,选育分蘖强的大穗型恢复系,并且提高恢复系数着粒密度,是实现超高产的重要途径。这一结果也说明,在江西水稻生态条件下,通过在大穗上实现突破,并以穗大粒多取胜,不失为一条新的、可行的育种途径,对杂交水稻超高产育种的研究将起到一定的推动作用。

参考文献:

- [1] 颜满莲, 蔡耀辉, 李瑶, 等. 优质杂交晚籼组合荣优 225 的选育与应用[J]. 江西农业学报, 2009, 21(5): 148-149.
- [2] Khush G S. Varietal needs for diferent environments and breeding strategies [C]//New Frontiers in Rice Research. Directorate of Rice Research. Hyderabad India, 1990: 68-75.
- [3] Peng S, Khush G S, Cassman K G. Evolution of the new plant ideotype for increased yield potential [R]. IRRI, 1994: 5-20.
- [4] 杨守仁. 水稻超高产育种新动向——理想株型与优势利用相结合[J]. 沈阳农业大学学报, 1987, 18(1): 1-5.
- [5] 杨守仁, 张龙步, 陈温福, 等. 水稻超高产育种的理论与方法[J]. 中国水稻科学, 1996, 10(2): 115-120.
- [6] 黄耀祥. 水稻超高产育种研究[J]. 作物杂志, 1990(4): 1-2.
- [7] 周开达, 马玉清, 刘太清, 等. 杂交水稻亚种间重穗型组合选育[J]. 四川农业大学学报, 1995, 13(4): 403-407.
- [8] 程式华, 曹立勇, 陈深广, 等. 后期功能型超级杂交稻的概念及生物学意义[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(3): 280-284.
- [9] 袁隆平. 杂交水稻超高产育种[J]. 杂交水稻, 1997, 12(6): 1-3.
- [10] 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.
- [11] 刘秋英, 张晓波, 颜龙安, 等. 超高产组合新优 752 的选育研究及其启迪[C]. 水稻遗传育种国际学术讨论会文集, 1999: 96-100.