

镇糯晚粳系列品种的特征特性与育种启示

林添资 孙立亭 景德道 余波 杨军 钱华飞 曾生元 李 闯

杜灿灿 胡庆峰 周义文 巫章平 龚红兵

(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所,镇江 212400)

摘要:通过对镇糯晚粳系列4个产业化品种的遗传基础、产量结构、品质指标、综合抗性和抗倒性等进行分析,总结出镇糯晚粳系列品种的特性:遗传背景丰富、早熟高产稳产、品质优糯性佳、综合抗性较好、耐肥抗倒。同时对糯稻的商业化育种实践进行了探讨,提出利用非糯主推品种或糯稻骨干亲本为育种起点,强化结实性、直链淀粉含量、白度和冷饭回生度及绿色高效相关性状选择的育种思路。

关键词:糯稻;特征特性;育种启示

糯米是各种传统风味小吃、工业化食品和酿酒制醋的重要原料,随着糯米加工企业研发能力的提升,糯稻在相关领域得到广泛应用,全国糯稻种植面积逐步增多,从1990年的40万 hm^2 增加到2012年的约133.3万 hm^2 ^[1]。2020年我国糯稻谷需求量达到550万t,糯稻产业综合产值超过千亿元(数据来源自中华粮网)。粳糯的品质好于籼糯,苏、皖两地是我国粳糯稻的主产区,常年种植面积在23.5万 hm^2 ,年产糯稻谷达到200万t左右,是全国糯稻产业的风向标。随着水稻轻简化栽培(机插秧和直播稻)比例的逐年提升和优质糯米刚性需求的不断增长,在化肥农药协同减量增效的形势下,亟需优质、高产稳产、绿色高效的晚粳糯品种。

太湖流域晚粳糯种植历史悠久,种质资源丰富,先后有苏御糯、桂花糯、复虹糯、双城糯、紫金糯、太湖糯等主推品种;但糯稻育种明显滞后于常规粳稻育种,产量水平低于同熟期粳稻150~500 kg/hm^2 ^[2],

如江苏省2001~2010年仅审定5个晚粳糯稻品种,且丰产性和综合农艺性状差于同熟期的粳稻。随着近年来审定渠道的拓展,糯稻品种审定数量亦呈“井喷”态势;但是成功实现产业化或成为主推品种,可有效满足生产者、稻米加工企业和消费者需求的品种并不多。镇糯晚粳系列品种镇糯19号、镇糯20号、镇糯762和镇糯29号在生产上表现出高产稳产、品质优、综合抗性好、生产高效的优势^[3-4],累计推广面积40万 hm^2 以上,2020年获得江苏省农业科技创新一等奖。通过对4个镇糯晚粳系列产业化品种(表1)的特性分析,分析镇糯系列的系谱、产量结构、品质指标、抗性表现和株型特征,以期对糯稻商业化育种实践有一定的借鉴意义。品种系谱、产量结构、品质指标和抗性结果数据引自国家水稻数据中心(<https://www.ricedata.cn/variety/>)。

1 遗传背景

镇糯19号以大面积主推品种武运粳21号为母

表1 镇糯晚粳系列品种审定及品种权申请情况

品种	组合	审定情况	植物新品种权	推广情况
镇糯19号	武运粳21号/武香糯2402	苏审稻201312、国审稻2014034	CNA20110042.3	>33万 hm^2
镇糯20号	武运粳23号/镇糯19号	苏审稻20170015、皖引稻2018108	CNA20160237.3	>12万 hm^2
镇糯762	镇糯241/镇糯19号	苏审稻20200053、皖引稻2021053	申请号20201006503	扩大推广
镇糯29号	常农粳8号/镇糯19号	苏审稻20210087、皖引稻2021136	申请号20201001991	扩大推广

基金项目:江苏省科技项目重点研发计划(现代农业)项目(BE2021374);2021年镇江市重大农业技术推广项目;江苏省种业振兴“揭榜挂帅”项目(JBGS〔2021〕037,JBGS〔2021〕038)

通信作者:龚红兵

表 3 镇糯晚粳系列品种稻米品质检测及食味品尝结果

品种	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)	胶稠度 (mm)	直链淀粉含量 (%)	碱消值	白度	品质等级	糯性	冷饭回 生度	粗脂肪含量† (%)
镇糯 19 号	85.8	75.7	71.4	100	1.3	6.8	1	优糯	好	较软	2.55 ± 0.18
镇糯 20 号	85.3	75.0	70.6	100	1.0	7.0	1	一级	佳	软	3.68 ± 0.09
镇糯 762	84.7	75.8	70.0	100	1.2	7.0	1	一级	佳	较软	2.42 ± 0.05
镇糯 29 号	85.7	76.3	71.3	100	1.0	7.0	1	一级	佳	软	3.81 ± 0.28
均值	85.4	75.7	70.8	100	1.1	7.0	1	/	/	较软	3.12

品质检测数据来自江苏省农作物审定公告; † 地方品种锡御糯(CK)粗脂肪含量 2.31 ± 0%, 采用 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》索氏抽提法测定

2.3 综合抗病性 据江苏省农业科学院植物保护研究所检测结果(表 4):镇糯系列中感或中抗白叶枯病、感或高感纹枯病,与对照武运粳 23 号相仿;中感条纹叶枯病,不及对照武运粳 23 号;用稻瘟病抗性基因 *Pita*、*Pib*、*Pi54* 的功能标记检测,镇糯 19 号含 *Pita+Pib*,镇糯 20 号、镇糯 762 和镇糯 29 号均含 *Pita+Pib+Pi54*,武运粳 23 号含 *Pib+Pi54*,镇糯晚粳系列品种综合抗病性水平略强于对照武运粳 23 号,大面积生产自然发病轻于对照武运粳 23 号。

2.4 抗倒性 与对照武运粳 23 号相比,镇糯 19 号的重心高度显著降低;镇糯 20 号、镇糯 29 号和镇糯 762 的重心高度略有降低(未达显著水平);值得一提的是镇糯 20 号和镇糯 29 号的株高比对照极显著降低;镇糯 762 在基部节间的长度占株高的比例极显著降低

(表 5)。镇糯系列节间配置合理,茎秆粗壮,叶鞘包茎紧实,具有良好的抗倒性,具有大面积推广应用的潜力。

3 育种启示

3.1 注重骨干亲本应用和提高 长期以来,糯稻一直作为搭配品种在生产中应用,糯稻育种明显滞后于常规粳稻育种,利用非糯亲本的育种基础可以提高粳糯的育种起点,如镇糯 20 号、镇糯 29 号直接选用早熟晚粳主推品种武运粳 23 号和常农粳 8 号(均匀区试对照)作亲本,提高了育种起点和育种成效。

骨干亲本是育种的重要基础,指同一时期用于育种的亲本中在同样的世代内衍生的品种(系)数量较多、种植面积较大的育种材料^[6]。比如武育粳 3 号、武运粳 7 号和镇糯 88 是江苏主推品种,累计推广面积分别达 600 万 hm^2 、330 万 hm^2 和 45 万 hm^2 ;

表 4 镇糯晚粳系列品种的抗病性鉴定结果

品种	白叶枯病	条纹叶枯病	纹枯病	稻瘟病		
				综合病指或等级	生产表现	主要基因型
镇糯 19 号	中抗	中感	感	中感	抗病	<i>Pita+Pib</i>
镇糯 20 号	中感	中感	感	5.00	抗病	<i>Pita+Pib+Pi54</i>
镇糯 762	中感	中感	高感	5.00	抗病	<i>Pita+Pib+Pi54</i>
镇糯 29 号	中感	中感	感	1.75	抗病	<i>Pita+Pib+Pi54</i>
武运粳 23 号(CK)	中感	中抗	感	感	一般	<i>Pib+Pi54</i>

数据来自江苏省农作物审定公告

表 5 镇糯晚粳系列抗倒性部分相关指标的分析

品种	株高(cm)	基部 2 节间占比(%)	基部 3 节间占比(%)	倒 3 节间直径(mm)	倒 3 节间壁厚(mm)	重心高度(cm)
镇糯 19 号	90.57 ± 4.79A	15.02 ± 0.98A	25.01 ± 2.07A	4.19 ± 0.4AB	0.42 ± 0.04b	52.67 ± 0.52b
镇糯 20 号	86.02 ± 3.03B	14.31 ± 1.19A	25.76 ± 1.01A	4.38 ± 0.5AB	0.46 ± 0.04ab	53.33 ± 1.17ab
镇糯 762	88.23 ± 2.51AB	11.32 ± 1.48B	20.79 ± 0.52B	4.72 ± 0.5A	0.44 ± 0.05ab	53.08 ± 1.53ab
镇糯 29 号	86.49 ± 3.35B	13.68 ± 0.79AB	24.11 ± 2.49AB	4.13 ± 0.4B	0.46 ± 0.03ab	53.25 ± 0.88ab
武运粳 23 号(CK)	89.58 ± 3.83A	14.28 ± 0.22A	25.91 ± 0.21A	4.24 ± 0.4AB	0.47 ± 0.05a	54.08 ± 0.80a

同列不同大、小写字母分别表示 0.01、0.05 水平差异显著

又是育种中理想的骨干亲本,已分别衍生出 84 个、68 个和 69 个品种^[7]。本研究的镇糯 19 号在苏皖晚粳糯稻区表现出高(稳)产、优质、高效等优势,累计推广 33 万 hm^2 以上(数据来自国家水稻数据中心 <https://www.ricedata.cn/variety/>),年推广面积最高达 6.67 万 hm^2 ;同时,镇糯 19 号作为重要的种质资源,截至 2021 年 12 月(审定后 8 年),共衍生出 16 个品种:本单位育成 3 个,外单位培育出 13 个,如扬粳糯系列(扬粳糯 2 号、荃香糯 3 号、扬粳糯 5 号)、武香糯系列(武香糯 7368、武育糯 4819、武香糯 109)、南粳糯 2 号、苏糯 7132、金单糯 100 等品种;镇糯 19 号随着育种的应用拓展,衍生品种将会不断增加,可作为糯稻的骨干亲本加强应用。

3.2 强化结实性和熟相的选择 育种实践和研究表明:糯与非糯近等基因系仅在千粒重方面存在显著差异,导致其产量比后者低 5% 左右^[8],朱自忠^[9]利用 CRISPR/Cas9 技术编辑 9311、华占和野丝占等籼稻品种,获得相应的籼型糯性材料,并对糯性突变材料的产量构成要素进行分析,也证实突变体因千粒重显著降低最终导致产量显著降低。镇糯系列品种的选育中强化结实性指标^[10]和熟相的选择,谷粒求中大粒,后期不早衰,活熟到老,成熟期单茎仍保持 3 片绿叶,延长灌浆充实期,克服了糯稻将光合产物转化为贮藏物质的能力较非糯类型减弱的不足。4 个镇糯系列品种穗粒结构协调,尤其是结实率高(>94.0%)、千粒重较高(>27.0g),有利于高产稳产和品质协同提升。

3.3 强化品质关键指标选择 糯稻品质评价指标目前主要围绕蒸煮品质(直链淀粉含量、碱消值、胶稠度)、外观品质(白度)及加工品质(糙米率和整精米率),相对较为简单、笼统;如直链淀粉含量 $\leq 2.0\%$,作为优糯一级到优糯三级的通用标准。镇糯系列品种直链淀粉含量低(1.0%~1.2%),白度为 1 级,糯性佳,冷饭不易回生(较软不硬),基本满足糯米加工企业对于糯米食味性和加工特异性的需求。

镇糯系列品种的糯性遗传基础来源于绍糯 91-44,经过春江 683、武香糯 2402 传递到镇糯 19 号,而后衍生出镇糯 20 号、镇糯 762、镇糯 29 号;必须指出,优质食味粳稻品种武香粳 9 号衍生出镇糯系列品种亲本武运粳 21 号、武运粳 23 号和常农粳 8 号(图 1);同样的,镇糯 762 是镇糯 241/镇糯 19 号(糯/糯)杂交选育而成,镇糯 241 是从桂花糯系统

选育出镇糯 2 号的后代,相对不同于镇糯 19 号的亲缘;镇糯系列品种糯性佳(低直链淀粉)的特点是否与多个遗传背景的微效基因有关,有待于进一步分子数据确证。充分利用主效糯性基因 *wx* 和微效基因的累加效应,应是糯稻品质改良的努力方向。

3.4 强化绿色高效相关性状的选择 随着生产成本的提高和家庭农场等新经营主体的涌现,高效生产需求日益迫切,强化生产高效相关性状的选择尤为重要。一是茎秆粗细适中有弹性、节间配置合理、耐肥抗倒。镇糯系列品种节间配置合理,基部 3 个节间的长度占株高的比例低,重心较低,茎秆粗壮,叶鞘包茎紧实,具有良好的抗倒性;二是提高品种综合抗性水平。当前生产上的糯稻品种存在综合抗性不强、不能很好适应绿色生产的问题。镇糯系列品种累计推广 45 万 hm^2 以上,得益于水平抗性较好,田间稻瘟病、纹枯病及其他混生性病害轻,长相清秀;尤其是镇糯 29 号,稻瘟病综合病指 1.75,表现抗稻瘟病。总之,随着糯稻产业升级,绿色高效相关性状的选育是今后糯稻育种的努力方向之一,对保障稳定供给和人民生命健康等有着重要意义。

参考文献

- [1] 朱军,朱自忠,李平. 中国糯稻遗传育种研究进展. 杂交水稻, 2021, 36(1): 1-8
- [2] 孙统庆,李杰,杨洪建,邓建平. 江苏省糯稻发展现状及对策探讨. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 13-16
- [3] 景德道,钱华飞,周义文,林添资,余波,龚红兵,李闯,曾生元,张小明,盛生兰. 高产广适抗病粳糯新品种镇糯 19 号的选育与特征特性. 江苏农业科学, 2014, 42(9): 64-66
- [4] 林添资,孙立亭,景德道,曾生元,余波,钱华飞,李闯,姚维成,盛生兰,周义文,杜灿灿,龚红兵. 优质高产宜迟播晚粳糯镇糯 20 号的选育. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 64-68
- [5] 杨长明,杨林章,颜廷梅,欧阳竹. 不同养分和水分管理模式对水稻抗倒伏能力的影响. 应用生态学报, 2004, 15(4): 646-650
- [6] 刘华招,刘延,陈温福. 寒地水稻骨干亲本石狩白毛衍生品种的育成、推广及启示. 黑龙江八一农垦大学学报, 2011, 23(2): 8-12
- [7] 孙宗修,鄂志国,王磊,朱德峰,张玉屏,胡国成,刘文真,付亚萍. 对中国水稻骨干亲本评定方法的探索. 作物学报, 2014, 40(6): 973-983
- [8] 徐云碧,申宗坦. 水稻糯质基因对产量构成性状的影响. 作物学报, 1989(3): 237-242
- [9] 朱自忠. 利用 CRISPR/Cas9 稻育种新材料及其遗传评价. 成都: 四川农业大学, 2018
- [10] 景德道,钱华飞,张小明,盛生兰,林添资,余波,龚红兵,李闯,曾生元,周义文,曹红,王克明. 一种高结实率水稻的育种方法. 中国, 103875524A, 2014-03-21 (收稿日期: 2022-09-14)