

DOI: 10.13376/j.cbbs/2018132

文章编号: 1004-0374(2018)10-1100-08



周少川, 二级研究员, 博士生导师, 广东省农业科学院水稻研究所优质稻育种首席科学家, 国家“863”重大专项“绿色超级稻新品种选育”项目总体专家组成员。主要从事水稻遗传育种研究, 提出并构建了水稻核心种质育种理论和材料体系, 在 *Plant Biotechnol J* 等刊物发表论文 176 篇。迄今主持育成黄华占、五山丝苗、美香占 2 号、荃优丝苗、晶两优 534、隆两优 1377 等 106 个新品种(组合), 170 次通过国家或省级审定, 推广面积超 0.2 亿 hm^2 。获成果 21 项, 获国家植物新品种权 13 项。

绿色广适性优质稻品种的系谱分析及育种应用研究

赵 雷¹, 周少川^{1,2*}, 王重荣¹, 李 宏¹, 黄道强¹, 王志东¹, 周德贵¹, 陈宜波¹, 吴玉坤¹

(1 广东省农业科学院水稻研究所, 广东省水稻育种新技术重点实验室, 广州 510640; 2 湖南农业大学农学院, 长沙 410128)

摘 要: 种业是农业现代化的芯片, 培育和应用绿色广适性优质稻品种是农业供给侧改革的重要基础。目前我国南方稻区大面积推广的水稻品种呈现出鲜明的“广东特色”。自周少川、柯苇等于 1998 年提出水稻核心种质育种理论, 本团队经过 30 多年的努力, 已经育成了黄华占、五山丝苗和美香占 2 号等大面积推广的优质稻品种。该文将重点对黄华占和美香占 2 号及其衍生品种进行系谱分析, 并对其育种价值进行探讨。

关键词: 优质稻; 核心种质育种理论; 系谱分析; 育种应用

中图分类号: S330

文献标志码: A

Pedigree analysis and breeding and application of green widely adaptive good quality rice varieties

ZHAO Lei¹, ZHOU Shao-Chuan^{1,2*}, WANG Chong-Rong¹, LI Hong¹, HUANG Dao-Qiang¹,

WANG Zhi-Dong¹, ZHOU De-Gui¹, CHEN Yi-Bo¹, WU Yu-Kun¹

(1 Guangdong Provincial Key Laboratory of New Technology in Rice Breeding,

Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;

2 Agricultural College, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Seed industry is the chip of agricultural modernization. Breeding and application of green widely adaptive good quality rice varieties (combinations) are important basis of agricultural supply-side reform. So far varieties with distinct “Guang Dong Rice Features” had been covered in large scale in South China. Since “Rice core germplasm breeding theory” was put forward by Zhou Shao-chuan and Ke Wei in 1998, a series of the quality

收稿日期: 2018-09-27

基金项目: 国家高技术研究发展计划(“863”计划)(2014AA10A604, 2014AA10A603); 广东省应用型科技专项“优质高产水稻新品种的全基因组分子设计育种”

*通信作者: E-mail: xxs123@163.com

rice varieties such as Huanghuazhan, Wushansimiao, Meixiangzhan No.2 has been developed by our team with more than 30 years of unceasing efforts. Pedigree analysis of varieties derived from Huanghuazhan and Meixiangzhan No.2 and the breeding approach to the varieties were discussed in the article.

Key words: quality rice; rice core germplasm breeding theory; pedigree analysis; breeding and application

我国水稻育种的蓬勃发展得益于理论和资源的创新。丁颖先生自20世纪30年代初开始进行水稻野栽杂交育种研究,选育出了中山1号,其衍生系列华南晚粳品种在华南稻区应用几十年。1959年以来,黄耀祥院士首创水稻半矮化育种,并带领其研究团队育成了广场矮、广陆矮4号、桂朝2号和特青等一大批半矮秆品种,极大推动了我国水稻生产力的发展。20世纪60年代以来,袁隆平院士等在我国创立了三系杂交稻育种技术体系,80年代开始进行两系杂交稻技术攻关,杂交稻生产体系的成功应用进一步促进了水稻生产力的提高^[1-4]。

追求高产和优质是育种家、种企、农民和米企的共同目标,而高产与优质从来都是一对矛盾。水稻育种实际上是对高产、优质和稳产(广泛适应性)动态平衡的协调过程,同时也是对理想株型的追求和再塑造。半矮秆革命和杂交水稻育种以来,我国水稻品种的产量得到了大幅度提升,某种程度上,大品种(或骨干亲本和核心种质)的育成和创制起了关键作用,这在玉米、小麦等大作物中均是普遍现象。这段时间(1967—2005年)涌现出的广陆矮4号、桂朝2号、特青、明恢63和9311等优良品种在抗性和丰产性方面均较为出色,以这些品种为基础,直接或间接衍生出的品种和组合不计其数,如1986年育成的特青,即便是在30年后的现在,仍然可以表现出抗病、抗倒、高产等优异性状。这一时期,我国水稻品种主要以高产为主,形态特点是半矮秆、株型好、穗大、粒大。进入21世纪,高产、优质和稳产的高度协调成为了时代主题。本团队1985年开始以桂朝2号、特青的产量水平为基础,分别对准中等优质(优良的外观品质、碾米品质和蒸煮品质)和广适性有机结合、高档优质(优异的食味品质、蒸煮品质、外观品质和碾米品质)和广适性有机结合的两大育种目标整合资源^[3],广泛利用国内外水稻种质实现自主创新,迄今培育了黄华占系列、五山系列、美香占系列三大系列,代表性品种黄华占、五山丝苗、美香占2号等均表现出鲜明的“广东特色”:细长粒优质、适应性广、高产抗倒、穗数多、穗粒数适中、青枝腊稿、熟色好和抗性好,深刻地影响并引领着我国南方稻区优

质稻的发展方向,为我国水稻育种成果走向世界提供了较好的技术储备。为梳理上述品种的系谱脉络,追溯育种动态协调过程,挖掘其潜在育种价值,本文将以核心种质育种理论为主线,以黄华占和美香占两大系列的选育过程为例,对上述问题进行探讨。

1 水稻核心种质育种理论

种质资源的丰富多样性既为育种家提供了材料基础,同时也带来了保存和利用的复杂性。所谓核心种质,是指用一定的方法选择整个种质资源的一部分,以最小的资源数量和遗传重复最大程度地代表整个遗传资源的多样性,而将其他资源作为保留种质,方便了种质资源的保存、评价和利用。有效应用核心种质是育种持续发展的关键。

林世成、闵绍楷在1990年编著的《中国水稻品种及其系谱》一书中有一个重要结论:在某一特定时期在水稻育种中必然会有某些优良种质及其衍生系统,或因其具有对环境条件的广泛适应性,或因其综合性状优良且配合力强,或因其携带特殊的有利基因而被普遍应用于品种改良计划之中。及时发掘并利用自然界已有的或新创造出来的优良种质,是品种改良事业突飞猛进的保证。水稻品种的改良与更新换代很难一蹴而就,这个过程实际上是在育种家的操控下,由原始基因系统向理想基因系统逐渐优化的运动轨迹。基于上述原理,1998年,周少川、柯苇等根据广东优质稻育种实践,提出并逐步完善了水稻核心种质育种理论^[5-6]。通过筛选确定优良种质(基因系统),以其中少数资源作为核心亲本,根据育种目标配置组合,充分利用有利基因群的累加、重组和交换,进而创造出新的核心种质;通过补充新的基因资源,逐步升级、置换成新一轮的核心种质,直至选育出全面符合育种目标的核心种质,这一过程中选育出的核心种质可用一级、二级、三级等进行标志。该过程不仅要突出新品种的改良特性,更要最大限度地保留上几级核心种质的有利基因群。水稻核心种质育种理论可以高效地利用核心种质的兼容性和可塑性,统筹常规育种和现代技术体系培育优良新品种。

广东优质稻核心种质具有以下特点:(1)遗传

基础广泛，综合了特青的超高产性能，青六矮1号优质高产抗病优良综合性状，早晚稻生态型间优势(香珍288)，粳籼亚种间优势(粳籼杂交材料677)，国内外优质源材料七丝占、中粳3588、中粳9194、澳洲袋鼠丝苗、泰国茉莉香105、IR36和28占等的优质性状；(2)配合力强，其基因系统具有较强的兼容和新陈代谢能力，能较好地与遗传距离较远的种质相结合，保持原有的优点，改良原有的不理想性状，利用它们育成的品种类型多，育种成效好；(3)综合农艺性状优良，抗性好，可被重复利用且育种成效显著；(4)发掘并融合新的高产和超高产源、优质源和抗源是核心种质升级的基础。

这种以实现水稻育种学与水稻种质资源学的对接，培育优良新品种为目标，通过现代技术和常规技术的有机结合，沿着核心种质的兼容、创新升级而展开的高效育种方法，我们称之为核心种质育种。通过多年的努力，我们构建了水稻核心种质育种理论和材料体系，迄今育成了106个水稻新品种(组合)，170次通过国家或省级审定，累计推广面积超0.2亿hm²。

2 黄华占系谱和育种成效

2.1 青六矮—丰八占—黄华占动态选育过程

从一级核心种质青六矮1号(1986年)到六级核心种质黄华占(2005年)，前后历经19年时间。1987年早季，用青六矮1号与特青杂交，1990年晚季育成了二级核心种质丰青矮；1990年晚季，用长丝占与丰青矮杂交，1993年育成三级核心种质丰矮占1号；1994年早季，用丰矮占1号与28占杂交，1996年晚季育成了四级核心种质丰八占；1996年

晚季，用丰八占与华丝占配组，于1999年早季育成了五级核心种质丰华占；2000年早季，用中间材料黄新占与丰华占杂交，2002年晚季育成了六级核心种质黄华占^[7]；在黄华占基础上，本团队又经过10年的努力，目前已经育成十级核心种质黄广华占1号、2号(表1)。

优质稻黄华占的育成是水稻核心种质育种理论取得显著成效的重要标志^[8]。黄华占目前已通过9省审定或引种许可，先后成为广东、湖北、湖南、江西省的农业主导品种，重庆、湖北、陕西省区试对照种，至2017年累计推广面积834.25万hm²，创社会效益321.94亿元。黄华占在9个省的区试中，比杂交稻对照平均增产5.41%，比常规稻对照平均增产12.99%，品质达国标优质稻一级，真正实现了优质、高产、抗逆与广适性的高度统一。黄华占在南方稻区的大面积推广，客观上推动了我国水稻产业的转型，“高产不优质”的问题得到了逐步解决^[9]。

黄华占的选育过程实质上是一种理想株型的逐步塑造。从青六矮1号到丰青占，特青的大穗性状得到了有效表达；与丰青矮相比，丰矮占1号已经具备了细长粒多穗的高产模型；到丰八占，抗病性、后期转色、碾米品质、外观品质和蒸煮品质改良均达到了较为理想的水平^[10]。通过引进华丝占，丰华占的食味品质和蒸煮品质等指标达到了理想高度；进一步引入优质亲本黄新占，黄华占在光合利用率、抗倒性和抗逆性、食味品质等方面又到达了一个新的高度^[6]。

2.2 黄华占的育种效应

黄华占具有很多优良特性，如抗倒性强、抗逆

表1 黄华占系列核心种质构建过程

杂交时间	组合	品种	核心种质	育成时间
1982年晚季	三青矮2号×(青油占/矮家伙) _{F3}	青六矮1号	一级核心种质	1986年晚季
1987年早季	青六矮1号×特青	丰青矮	二级核心种质	1990年晚季
1990年晚季	长丝占×丰青矮	丰矮占1号	三级核心种质	1993年早季
1994年早季	丰矮占1号×28占	丰八占	四级核心种质	1996年晚季
1996年晚季	丰八占×华丝占	丰华占	五级核心种质	1999年早季
2000年早季	黄新占×丰华占	黄华占	六级核心种质	2002年晚季
2002年早季	黄华占×茉莉丝苗	黄丝占	七级核心种质	2005年早季
2002年晚季	茉莉丝苗×黄华占	黄莉占	七级核心种质	2005年晚季
2004年晚季	黄丝占×茉莉软占	黄软占	八级核心种质	2008年早季
2004年晚季	黄莉占×粤广丝苗	黄广占	八级核心种质	2008年早季
2006年晚季	黄广占×(黄华占/丰粤占)	黄广油占	九级核心种质	2009年晚季
2007年晚季	黄丝占×丰莉丝苗	黄丝莉占	九级核心种质	2011年早季
2010年晚季	黄广油占×丰粤华占	黄广华占(1、2)	十级核心种质	2013年晚季

54.6 cm 以上、粒型 3.3 以上、垩白率 9.2%、垩白度 1.0% 以下、直链淀粉含量 16.9%~21.0 %、胶稠度 79.4 mm 左右、食味品质 78 分(早季)和 84 分(晚季)以上^[14]。

2.3.2 黄华占系统全基因组育种模型研究

传统育种程序过度依赖于育种家经验,在选种过程中始终存在偶然性和盲目性,而全基因组分子设计育种可最大程度地规避上述风险,并加速育种进程。我们对黄华占育种过程中用到的 11 个核心种质、8 个衍生品种及 1 个重组自交系群体进行了全基因组重测序、系谱分析、关联分析和 QTL 作图,发现黄华占核心基因组区段包含大量重要基因座位,涵盖了控制农艺性状、品质性状、抗性性状的 86 个基因座位和 114 个 QTL。从青六矮到黄华占,61.76% 的黄华占基因组区域 (HTBs) 可以清晰溯源,其中 13.05% 的 HTBs 和 306 个基因在育种过程中均极度保守,这些区域主要包含大量与产量或株型相关的基因,如 *sd1*、*IPAI*、*FZP*、*Gn1a* 等,这与黄华占中特青的血缘最多 (18.21% 的 HTBs) 高度吻合,也印证了核心种质育种理论在保持有利基因群方面的成效。此外,大约有 18.12 Mb 的基因组区域受到了明显的选择压,这些区段包含大量与抗性、品质、抽穗期等有关的基因,如 *Pi21*、*Xa21*、*waxy*、*ALK*、*RFT1*、*Hd3a* 等^[15-16]。系谱追溯也清晰地说明了黄华占选育过程中的有利基因来源,如来源于长丝占的 *GS5* 和 *GS3* 改良了粒宽和粒长,引入华丝占的 *wx* 基因显著降低了直连淀粉含量,丰矮占则贡献了重要的白叶枯病抗性基因 *Xa21*^[15-16]。

我们利用 90K 芯片进一步整合了 99 个核心种质的基因型和表型数据,结合黄华占及其衍生系统传统育种模型,本团队已开始尝试进行全基因组分子标记辅助选择育种,并搭建了水稻全基因组 SNP 标记分子育种云平台 (rice whole genome SNP marker breeding platform, RiceWGBP)。通过早代对白叶枯抗性、稻瘟病抗性、食味品质和产量等相关 HTBs 进行前景选择,高代对保守区段的 HTBs 进行背景选择,我们从黄广油占 // 五广占 / 丰粤华占组合中已选育出了一个苗头品种黄广农占。2017 年,晚造参加省区试平均每公顷产 7.0395 t,比对照种粤晶丝苗 2 号增产 11.92%,增产达极显著水平。高抗稻瘟病,中抗白叶枯病。2018 年,复试并生产试验。黄广农占的育成为本团队进行全基因组分子设计育种探索出了一种可行方案。

2.4 黄华占的育种体会

(1) 抗倒性强、抗逆性强和适应性广是黄华占

大面积推广的重要原因。耐肥抗倒是生产上的普遍需求,对于种粮大户而言,稳产是第一原则。黄华占综合抗性较好,叶下禾、茎秆和根系活力时间长(再生能力强)、节间短、不露节,穗重中等,株高较矮,因而在我国南方稻区普遍表现出耐肥抗倒的优良特性^[8,17]。在一些高产地区,如洞庭湖粮产区、鄱阳湖粮产区、江汉平原,黄华占的抗倒性能较突出、适应性较广,因而深受广大农户推崇,稳固地成为当地的主推品种。

(2) 优质高产是黄华占模式成功的关键。黄华占具备较优异的外观、碾米和蒸煮食味品质,适合大米品牌的开发,目前已形成了多个优质稻米品牌,丰富了优质稻米市场,黄华占在我国南方稻区已成为各大米市、米业公司优质稻的主要品种和价格晴雨表。黄华占的收购价比一般品种可高 0.30~0.60 元/kg,对于农民和米企而言,种植黄华占具有非常明显的增产增收效益^[9]。

(3) 育种要瞄准市场需求,走商业化育种道路。我国水稻育种存在从业人员过多,产能过剩的困境,多数品种仅仅以选育作为主要目的,并不能真正用于生产中。黄华占模式的成功正是迎合了市场的需求,随着农村劳动力的外流,农资价格的上涨,轻简化栽培成为当前的主流需求。黄华占正是适应了直播、抛秧、机插秧、再生稻等新的耕作模式,因而成为我国粮食主产区湖南、湖北和江西等省的优质稻主导品种。

(4) 常规稻选育是水稻育种的根本。杂交水稻的成功很大程度上影响了我国水稻育种的方向,20 世纪 80~90 年代开始,常规稻品种选育和审定在我国南方稻区开始大幅度减少,大多数育种家均是以主推品种(如明恢 63、9311、珍汕 97A、培矮 64S)为蓝本进行恢复系或不育系改良,而广东省正是因为大量保留了常规稻育种规模和审定渠道,才有了当前杂交稻市场上的“广东特色”。本团队在进行水稻核心种质育种理论实践过程中,并未进行杂交稻配组尝试,而是一直坚持进行常规稻理想模型的塑造,然后创新了优良恢复系黄华占系列:黄粤丝苗、粤农丝苗、黄莉占、粤禾丝苗、黄广油占和五山系列等。

3 美香占2号系统育种价值分析

3.1 美香占2号的选育

广东是我国改革开放最早的地区之一,经济的快速发展一定程度上催生了广东省在优质稻育种方

面的迫切需求,许多特优质品种(如增城丝苗、马坝油占、九七香、象牙香占、巴太香占和凤香丝苗等)应运而生。上述品种尽管外观及食味品质很好,但普遍产量低(每公顷产3.75~4.5 t),种植者效益难以保证。针对这一问题,本团队利用自身优势,以美国著名优良品种 Lemont 为母本,以我省大面积推广品种丰澳占为轮回亲本,经三次回交育成了早晚兼用型特优质水稻新品种美香占2号(图2a)。美香占2号米质达国标和省标优质2级,外观品质为晚造特一级,属清香型香稻,主要理化指标:整精米率63.7%~67%、垩白粒率8%~20%、垩白粒0.8%~1.4%、直链淀粉15%~17.6%、胶稠度72~77 mm、理化分63分、食味品质分82分。米饭香滑、柔软可口,米粒细长,早晚造心腹白少,外观靓^[17-19]。该种2006年首次通过广东省品种审定,2017年在首届“广东好大米十大品牌”评选中获“广东好大米优质稻米品种”,2018年获首届“国家优质稻品种食味品质鉴评会”金奖第一名。

美香占2号2004年广东省试种面积近0.667万hm²,2005年广东省试种面积超1.333万hm²,2015年起成为广东省推广面积最大的水稻品种,连续多年被评为广东省主导品种或最受欢迎的主导品种,在广东省累计推广面积已达48.96万hm²,并在广西、江西、云南、湖南、湖北、安徽、陕西、重庆、四川、贵州、海南、浙江等省大面积推广种植,整个南方稻区累计种植面积超过120万hm²以上。美香占2号是几乎所有广东省米业高、中端品牌的重要配方米品种,造就了亚灿米、金友贡米等著名高端品牌,为我国高端稻米品牌的创新升级提供了

强有力的支撑^[19]。

3.2 美香占2号的育种效应

美香占2号兼具稳产和优质,在综合农艺性状方面具备一些非常鲜明的特色(图2b):生长势强、穗粒结构好、千粒重小、分蘖力较强、结实率较高、叶量小、对纹枯病和白叶枯病抗性中强、耐肥抗倒、全生育期叶色淡黄、后期熟色特别好、青枝腊稿稳定时间长。广东地处中国大陆最南端,以热带和亚热带气候为主,常年雨水多,多高温高湿天气,结合美香占2号等品种的育种实践,广东省育种家提出并规范了“广东丝苗米”标准,并发起成立了广东丝苗米产业联盟,确定了美香占2号作为广东丝苗米区试对照种。美香占2号在特优质与产量方面实现了高度协调。广东省在美香占2号基础上已选育出了一批兼具高产和优质的水稻新品种,如美香新占、美丝占、美雅占、五山美占、粤新油占等(图2a)。其中,美香新占目前已作为常规稻开始大面积推广,作为恢复系也有一批苗头组合正在参加区域试验。

3.3 美香占2号及其衍生系统理想模型研究

以美香占2号及其衍生的9个品种(系),黄美占、美丝占、美丝早、齐新占、美秀占、美新占、中美占、美七占和美齐占为供试材料,对其产量结构、叶片形态、食味品质等指标进行了系统考察,提出了美香占2号衍生品系的株型和品质理想模型。早造选种应注重有效穗多、剑叶宽大和每穗实粒数多单株的选择,晚造应重点选择大穗密粒、剑叶和倒三叶细长的单株,以晚造为例具体指标为:每株有效穗数7.3穗左右,株高105 cm左右,穗长21.8

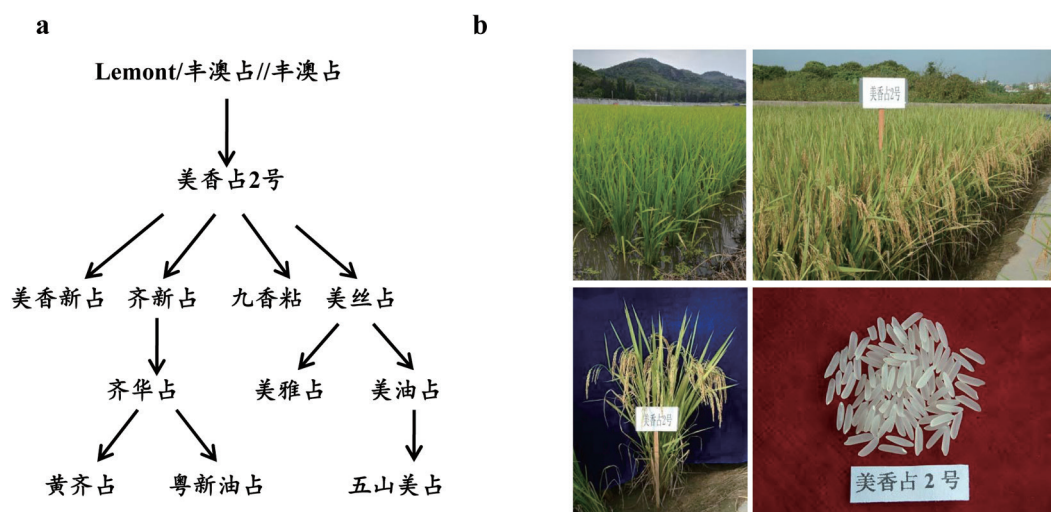


图2 美香占2号的育种效应

cm 左右, 每穗总粒数 180 粒以上, 每穗实粒数 160 粒以上, 着粒密度 8.26 粒 / cm 以上, 结实率 90% 左右, 千粒重 17 g 左右, 剑叶长 37.6 cm 以上, 剑叶宽 1.78 mm 以下, 倒二叶长 52.2 cm 以上, 倒二叶宽 1.43 mm 以下, 倒三叶长 54.8 cm 以上, 倒三叶宽 1.13 mm 以下, 食味品质 81 分以上。这样的系统选择有利于在高产的基础上, 同时获得优良的食味品质^[20]。

3.4 美香占2号的育种体会

以美香占 2 号作为特优类型核心种质, 本团队历年已配置了数百个组合。结合本团队过去十多年的育种经验, 我们有以下育种体会。

(1) 扩大亲本遗传距离可以用来培育超亲食味品质。美香占 2 号的亲本是美国稻 Lemont 和籼稻品种丰澳占, 两者属于籼粳交范畴。美香占 2 号的米质实际上完全超越了双亲, 我们猜测这可能是美香占 2 号整合了籼稻和粳稻两个亚种间的优良食味基因, 在适应高光强、对高温钝感和品质形成等方面均获得了较好的基因型或基因累加有关^[17,19]。

(2) 稻米食味品尝是优质食味育种中最重要的、不可替代的环节。育种工作者必须提高稻米食味品尝水平, 才能育成优质食味的水稻品种。在培育美香占 2 号的过程中, 我们并未对理化指标进行测定, 而是通过品尝来完成食味筛选的^[19]。在优质稻育种实践中, 应当加大力度组建专业稻米品尝团队, 提高米质鉴定的科学性和客观性。

(3) 搭建稻米品质分析相关平台可提高稻米品质选择效率。品尝是反映食味品质最可靠的方法, 但是这一方法受煮饭水平、水米比例、个人味觉等的限制, 且无法实现高通量鉴定。本团队在大量优质稻资源基础之上, 通过食味品质分析, 并整合相关品种食味品质数据, 构建了我国南方稻区的优质稻食味品质标准曲线, 可实现大量样本的品质评价^[21], 目前该平台已广泛应用于籼稻稻米品质鉴定。

(4) “细长粒更优质”是广东丝苗米享誉国内外的关键原因。受各地环境和消费习惯的差异, 千粒重并不能作为我国优质稻的首要评判标准, 如云南的滇屯 502 和贵州的大粒香千粒重均在 25 g 以上, 但其食味品质久负盛名。但是, 受限于多高温高湿天气和早晚兼用型栽培模式, 大粒品种在华南稻区多表现为外观差、米粒紧实度差, 而细长粒品种“库容”小, 灌浆快, 在“源”足“流”畅的结构下非常有助于形成优质, 也造就了广东丝苗米的外观细长苗条、晶莹洁白、软硬适中、爽滑可口, 素有米

中碧玉、饭中佳品的美誉。

(5) 选用合适的杂交方式有利于提高育种效率。单交是最为普遍的育种路线, 我们在过去十多年的育种实践中发现, 稻米品质的改良难度要远大于产量^[22-23], 通常我们提高了抗性或产量, 但选育的新品种无法达到美香占 2 号的品质高度。我们认为以下 3 种方案或许可以解决上述问题: 扩大遗传距离, 采用优质 × 优质的组合配置思路; 利用美香占 2 号做轮回亲本回交 1~2 次, 选择产量性状; 类回交^[24-25], 即配置美香占 2 号与其他品种的杂交组合, 系统选择米质和丰产性的最优高代株系, 再用其与美香占 2 号 and 对应品种的 F₁ 杂交, 可最大限度地增加有利基因群的组合概率。

4 展望

农业是立国之本, 把饭碗端在我们自己手中是唯一出路。我国种业当前呈现出蓬勃发展的局面。我国种业的研发能力目前已具有较高的水平, 在杂交稻研发能力、常规稻育种实力等方面均领先于外资企业。但是基础研究能力薄弱, 原创性研发能力有待提升, 生物技术领域储备少, 育种成果走向国门缺乏政策强有力支撑等问题都将成为我国民族企业的产业短板。种业产能过剩是当前的主要形势, 品种过多, 审定品种井喷式增加, 同质化问题严重, 业内恶性竞争等问题均对种业发展造成不利影响。

笔者认为育种家应当更多地深入基层, 前瞻性地把握市场需求。要准确预测、把握国家供给侧改革的动向, 如在 2018 年粮食托市价格下降的背景下, 优质晚稻品种如黄华占、美香占 2 号、桃优香占、泰丰优 / 野香优系列杂交稻等均在市场上势头强劲; 杂交中稻高产品种如隆 / 晶两优系列、荃优系列等继续保持畅销; 早稻品种整体面积和杂交稻面积持续下滑。因此, 应当更多地开展原创性研究, 创新核心竞争力, 更多地走出去, 加强校企合作, 促进成果转化, 走商业化育种路线。当前, 我国南方稻区中、晚稻主推品种已经基本实现优质化, 但仍存在“优质不优价”这一突出问题。我们认为可以从以下两点着手: “黄华占模式”, 加强与米企合作, 提高粮食收购价, 促进农民增收; “美香占模式”, 选育特优质水稻品种, 打造地方品牌 (如广东丝苗米) 和稻米品牌 (如亚灿米)。

此外, 我国人多地少, 农村劳动力外流, 劳动成本高, 中低产田多, 基础设施差等客观问题使得轻简化栽培开始成为农村的现实需求。因此, 育种

家应适当降低产量指标, 关注抗病性、抗倒性、抗旱性、肥料高效利用、短生育期等性状, 从“绿色超级稻”层面考虑并调整育种目标, 从而保障农民增收, 保障国家粮食安全。

[参 考 文 献]

- [1] Qian Q, Guo L, Smith SM, et al. Breeding high-yield superior-quality hybrid super-rice by rational design. *Nat Sci Rev*, 2016, 3: 283-94
- [2] Jeon J, Jung K, Kim H, et al. Genetic and molecular insights into the enhancement of rice yield potential. *J Plant Biol*, 2011, 54: 1-9
- [3] 周少川, 王家生, 李宏, 等. 21世纪中国水稻育种展望. *科技导报*, 2001, 1: 27-9
- [4] 李昕升, 王思明, 丁晓蕾. 近代中国水稻育种科学发展及主要水稻育种科学家研究. *广西民族大学学报(自然科学版)*, 2014, 20: 35-47
- [5] 周少川, 李宏湖, 黄道强, 等. 水稻核心种质育种. *科技导报*, 2005, 11: 25-8
- [6] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 水稻核心种质的育种成效. *中国水稻科学*, 2008, 22: 51-6
- [7] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 国标一级优质稻品种黄华占的选育及应用. *湖北农业科学*, 2012, 51: 1960-4
- [8] 周少川, 李宏, 李康活, 等. 优质稻品种黄华占的选育及育种体会. *湖南农业科学*, 2012, 9: 1-4
- [9] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 早中晚兼用型广适性优质稻新品种黄华占的选育及其应用. *中国农业科技导报*, 2010, 12: 12-7
- [10] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 优质稻核心种质丰八占衍生系统的育种成效和理想株型模式研究[C]. *中国青年农业科学学术年报*, 2004: 1-10
- [11] 伍中胜, 周少川, 刘大镗, 等. 优质中熟杂交晚粳新组合桃优香占的选育与应用. *杂交水稻*, 2016, 31: 12-7
- [12] 谢红军, 汤国华, 朱明东, 等. 适合轻简栽培水稻新组合玖两优黄华占的选育. *中国种业*, 2015, (10): 80-1
- [13] 付云海, 刘广穗, 周健. 优质稻品种黄华占及其在长江流域的推广分析. *中国稻米*, 2011, 17: 55-7
- [14] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 优质稻核心种质黄华占及其衍生系统理想模式研究. *中国水稻科学*, 2009, 23: 153-9
- [15] Chen S, Lin Z, Zhou D, et al. Genome-wide study of an elite rice pedigree reveals a complex history of genetic architecture for breeding improvement. *Sci Rep*, 2017, 7: 45685
- [16] Zhou D, Chen W, Lin Z, et al. Pedigree-based analysis of derivation of genome segments of an elite rice reveals key regions during its breeding. *Plant Biotechnol J*, 2016, 14: 638-48
- [17] 李宏, 周少川, 黄道强, 等. 美国特异水稻种质的利用[C]. *中国青年农业科学学术年报*, 2004: 11-4
- [18] 周少川. 优质香稻新品种——美香占2号[N]. *广东科技报*, 2006-02-28
- [19] 李宏, 周少川, 黄道强, 等. 水稻优质食味的认知及育种实践. *广东农业科学*, 2014, 41: 15-31
- [20] 周少川, 李宏, 黄道强, 等. 水稻优良食味核心种质美香占2号及其衍生系统理想模式研究. *中国农业科技导报*, 2008, 10: 60-7
- [21] 赖穗春, 河野元信, 王志东, 等. 米饭食味计评价华南籼稻食味品质. *中国水稻科学*, 2011, 25: 435-8
- [22] Zeng D, Tian Z, Rao Y, et al. Rational design of high-yield and superior-quality rice. *Nat Plants*, 2017, 3: 17031
- [23] Fitzgerald M, McCouch S, Hall R. Not just a grain of rice: the quest for quality. *Trends Plant Sci*, 2009, 14: 133-9
- [24] 李宏, 周少川, 黄道强, 等. 类回交育种的思考及拓展. *福建稻麦科技*, 2017, 35: 1-3
- [25] 李宏, 周少川, 黄道强, 等. 类回交育种的方法、意义及初步应用. *广东农业科学*, 2016, 43: 1-4