

杂交水稻

ZAJIAO SHUIDAO
FAZHAN ZHANLUE YANJIU >>

发展战略研究



◎主 编 朱英国

◎副主编 何光存 李绍清 杨代常



杂交水稻



发展战略研究

ZAJIAO SHUIDAO
FAZHAN ZHANLUE YANJIU

◎主 编 朱英国

◎副主编 何光存 李绍清 杨代常



长江出版传媒 湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

杂交水稻发展战略研究/朱英国主编. —武汉:
湖北科学技术出版社, 2017. 3
ISBN 978-7-5352-8512-6

I. ①杂… II. ①朱… III. ①杂交-水稻-
发展战略-研究-中国 IV. ①S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 058165 号

责任编辑:刘 芳 严 冰

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:027-87679468

地 址:武汉市雄楚大街 268 号

邮编:430070

(湖北出版文化城 B 座 13—14 层)

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:武汉市轩辕印务有限公司

邮编:430070

700×1000 1/16

12.25 印张

227 千字

2017 年 3 月第 1 版

2017 年 3 月第 1 次印刷

定价:56.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

序

民以食为天,水稻是我国最重要的口粮作物,我国 60% 以上人口以稻米为主食。杂交水稻是我国最原创性的科研成果,早在 1964 年我国在研究杂交水稻早期,从洞庭早籼中发现无花粉型核不育株时就设想利用水稻雄性不育来培育杂交水稻。1970 年,普通野生稻花粉败育株的发现成为三系杂交水稻走向成功的突破口,杂交水稻由梦想变成了现实,成为享誉世界的农业科技品牌。从此,杂交水稻为我国粮食生产带来较大幅度的增产。随后,两系杂交水稻、超级稻相继列入国家科技攻关计划,经过 20 年的努力奋斗,杂交水稻稳步实现了亩产 700kg、800kg、900kg 和 1000kg 的高产目标,不断刷新着世界水稻高产的纪录,成为世界高产研究的风向标和潮流。

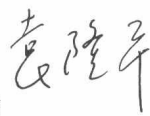
杂交水稻的创造和发展,不仅为解决中国的吃饭问题发挥了重要作用,它还为我国工业现代化提供了必要的物质保障,让更多的劳动力和土地转移到工业生产,促进了我国经济的腾飞。

工业经济的发展,颠覆了传统的农业生产方式,农业、农村和农民都在经历着一场急剧而深远的变革。农业的轻简化、机械化和绿色化,生产的集约化,农民的专业化迅速成为新的发展潮流。杂交水稻如何在急速转型的经济形势下继续保持活力和竞争优势,跟上信息、生物技术时代的步伐成为杂交水稻科技工作者不可回避的新课题。

朱英国院士承担的中国工程院农业学部 2015 咨询项目“长江流域杂交水稻发展战略”,邀请了国内外知名的杂交水稻专家在调研的基础上,形成系列杂交水稻发展战略论文,比较全面地总结了我国杂交水稻发展的历史、现状和展望未来,提出了杂交水稻种质的多样化、生产的区域化、经营的国际化等具体的发展策略,对未来杂交水稻的研究、发展决策具有重要参考价值。

中国工程院院士

2016 年 9 月



前 言

民以食为天,水稻是我国最重要的口粮作物,我国 60%以上人口以稻米为主食。杂交水稻是我国最原创性的科研成果,1964 年袁隆平在洞庭早籼中发现无花粉型核不育株,开始水稻雄性不育的研究。1970 年李必湖和冯克珊在海南岛南红农场水沟边的普通野生稻群体中发现花粉败育型的不育株,打开水稻三系杂交稻研究的突破口。全国展开大协作,1972 年我国第一批实用型不育系,如珍山 97A、B,二九南一号 A、B,V20A、B,V41A、B 问世,1973 年实现野败型三系配套。1976 年开始大面积推广,20 世纪 70 年代全国掀起了三系杂交稻研究热潮,育成了生产上实用的一批水稻雄性不育系,如野败型、红莲型、冈型、D 型、K 型、印水型、马协型、滇型等,实现了细胞质的多样性,并育成一系列的优良恢复系,如野败型育成的恢 63、测 64,冈型、D 型育成蜀恢 527 等,1981 年“籼型杂交水稻”获国家特等发明奖。

1973 年石明松在作一季晚粳农垦 58 大田中发现农垦 58 不育株,开始两系杂交稻研究,20 世纪 80 年代初湖北成立两系协作组开始进行系统研究,1985 年由农业部主持鉴定,命名为“湖北光周期敏感核不育水稻”。同时列入国家自然科学基金委的重点和重大项目,1986 年列入国家 863 计划,集中全国优势单位进行攻关研究;使两系杂交稻研究取得重要进展,育成了生产上实用的一批不育系,如培矮 64S、广占 63S、Y58S 和 BPh63S 和 9311,成恢 9348 和华占系列恢复系,及一批两系强优组合如两优培九、扬两优 6 号、丰两优 1 号、天优毕占、Y 两优系列组合和两优 234 等在生产上大面积推广,使两系杂交稻成为理想株型与杂种优势完美结合,实现超级杂交稻亩产 700kg、800kg、900kg 和 1000kg 的连续跨越。近年来,中国科学家在红莲型杂交稻、杂交粳稻、亚种间杂交稻和杂交稻米质、抗性改善等方面取得了进展,尤其是红莲型杂交稻,实现了细胞质、不育系、恢复系和杂交组合不断创新,并在国内外生产中广泛应用,推动了杂交水稻的发展。我国杂交水稻持续发展了 50 年,从三系、两系到超级杂交水稻涌现出丰富的遗传多样性。我国杂交水稻已累计推广 80 亿亩,单产比常规品种提高 10%~20%,累计增产稻谷 6000 亿 kg,每年增产的粮食可以多养活 7000 多万人口,为我国的粮食自给难题作出了不可磨灭的贡献。

杂交水稻被联合国粮农组织列为解决世界上粮食短缺国家的首选技术。亚

洲国家,如印度、越南、菲律宾、孟加拉、巴基斯坦等国已经大面积种植中国杂交水稻。2012年中国的杂交水稻在印度、越南、菲律宾、印度尼西亚、孟加拉、巴基斯坦、美国等国家推广面积达到7800万亩,平均亩产比当地常规品种提高150kg左右。近几年来,中国杂交水稻在非洲的几内亚、马里、赞比亚、喀麦隆、塞拉利昂、马达加斯加、利比亚、尼日利亚等国试种,增产效果显著,推广应用潜力巨大。杂交水稻这种能够大幅度提高粮食产量的现代农业技术对粮食短缺的发展中国家十分需要。杂交水稻走向世界,不仅为解决世界粮食短缺发挥越来越重要的作用,也扩大了中国在世界的影响力,改善了中国与世界各国的关系,发挥中国科技外交的作用。它是我国“一带一路”战略最重要的输出技术之一,将走向世界,造福人类。

杂交水稻自1976年开始大面积推广,总结中国杂交水稻的40多年发展具有如下特点:

一是杂交水稻精神鼓励广大科研和育种者前进。1970年野败型不育株发现之后,在党中央和国务院领导同志的关怀下,以袁隆平为首的中国科学家进行全国大协作,成立全国和各省市协作组,每年在海南岛和内地进行现场展示,开展育种思路、育种材料交流、制定有关规则,互相促进,互相鼓舞,创造了不育系、恢复系和杂交组合的遗传多样性,保障了杂交水稻的可持续发展。培养了一代又一代杂交水稻的育种工作者,形成了杂交水稻精神,即吃苦耐劳的奉献精神,不畏艰险的乐观精神,坚持不懈的奋斗精神,不断进取的创新精神,通力合作的团队精神,实事求是的科研精神,敬业忠心的爱国精神,心系天下的博爱精神,鼓励着广大科研和育种者不断前进。

二是不断创新,包括理论与技术创新和种质创新。中国杂交水稻的发展,突破了杂种优势理论,实践证明自花作物水稻具有强大的杂种优势,而且存在不同的优势群。同时在三系两系杂交技术上不断创新,使杂交水稻稳固发展。

种质包括不育系种质和恢复系种质。不育系包括野败、红莲和光温敏两系不育系,恢复系种质利用了国际水稻所和我国科学家育种研究的科研成果。中国的杂交水稻多年来的稳定发展,是由于中国的科学家在不育系、恢复系选育方面不断创新,实现了杂交水稻的遗传多样性,包括不育细胞质的遗传多样性,恢复系的遗传多样性。

三是中国杂交水稻发展充分体现社会主义制度的优越性,采用政产学研用相结合,发展杂交水稻。20世纪七八十年代,中国粮食比较缺乏,而杂交水稻被认为是提高水稻产量的重要途径。从中央到地方各级政府支持杂交水稻的研究与推广,两系杂交稻研究与推广一直受国家重视,1986年列入国家863计划,集中全国优势单位攻关,选育出一大批实用的光温敏核不育系和两系杂交稻组合

在生产中应用推广。我国超级稻 1997 年列入农业部重点攻关计划,近 20 年,实现了 700kg、800kg、900kg 和 1000kg 的计划,为我国的粮食安全取得了很好的贮备作用。

展望未来,杂交水稻将获得更快的发展,依照国家“十三五”总体战略规划和国家“一带一路”的战略发展下,中国杂交水稻进一步走向世界,为中国和世界的粮食安全作出了更大的贡献:一是进一步加速杂交水稻的创新。利用现代分子生物学和水稻功能基因组取得的科研成果,实现水稻理想株型和杂交优势的完美结合,利用优良的等位基因创造更优异的不育系、恢复系,实现杂交水稻的遗传多样性,选育高产、优质、广适、高效品种和创造新种质。实现杂交水稻大面积平衡增产,加强适应水稻简栽培和机械化的品种培育,实现农业现代化,促进杂交水稻更好发展。二是结合国家“一带一路”战略,加速抓进杂交水稻国际化。三是加强杂交水稻人才队伍储备和优秀团队培养,发扬杂交水稻精神,促进优势研究单位战略协作,加强政产学研用结合,实现杂交水稻研究与推广现代化。

本书承担中国工程院农业学部 2015 咨询项目“长江流域杂交水稻发展战略”,根据项目要求,邀请国内外知名的杂交水稻专家经 2015 年 8 月 28 日—30 日和 2016 年 4 月 10 日分别在武汉和海南陵水县两次论坛和讨论的基础上,形成的杂交水稻发展战略论文,较全面总结了我国杂交水稻发展的历史、现状和展望未来,对杂交水稻的发展具有重要的参考作用。

中国工程院院士

2016 年 9 月

朱英国

目 录

杂交水稻发展战略	1
籼型杂交水稻恢复系的创制与应用	9
籼型三系杂交水稻的选育及思考	34
红莲型杂交水稻的研究与发展	42
水稻籼粳交杂种优势利用的研究战略	50
长江流域稻区杂交水稻发展战略	60
水稻抗病研究与应用现状及展望	70
长江上游杂交水稻育种的现状与问题	81
我国杂交粳稻育种进展与展望	87
转型时期杂交水稻的困境与出路	96
杂交稻高产轻简栽培研究现状与展望	103
长江上游杂交水稻生产现状与技术发展对策	126
长江流域稻飞虱发生态势和以水稻品种抗性为基础的持续控制策略	136
野生稻种质创新与利用策略	145
培育广适型两系杂交稻的发展思路	162
转化农学的重要性和紧迫性	168
长江流域杂交水稻市场分析与展望	175
附件 水稻种植大户种植成本调查报告	182

杂交水稻发展战略

朱英国 李阳生 李绍清 杨代常 何光存 朱仁山 章志宏

(武汉大学)杂交水稻国家重点实验室

1 杂交水稻在粮食安全中的地位 and 贡献

民以食为天。水稻是我国最重要的口粮作物,我国 60%以上人口以稻米为主食。稳步提高水稻生产能力,满足人口增加和人民生活水平提高对粮食消费的刚性需求,是关系我国国家自立、社会稳定、人民健康和国民经济发展的全局性重大战略问题。2013 年 7 月 22 日,习近平总书记在视察武汉大学杂交水稻育种基地时指出“粮食安全要靠自己”。“把饭碗牢牢端在自己手上”是我国长期坚持的基本方针。

生物的杂种优势是自然界普遍存在的现象,是指两个遗传组成不同的亲本杂交产生的杂种一代在生长势、生活力、繁殖率、抗逆性、适应性、产量和品质等性状超过双亲。将杂种一代这种超亲现象应用于农业生产,以获得更高的产量和更大的经济效益称为杂种优势利用。杂种优势利用是最重要的现代农业技术之一。我国水稻杂交优势利用一直处在世界领先地位。20 世纪 70 年代初,以袁隆平为首的研究团队成功培育出三系杂交水稻,并于 1976 年大面积应用于生产,实现了水稻杂种优势利用的重大突破。杂交水稻是我国具有自主知识产权、享誉世界的一项重大发明,被世界称之为“东方魔稻”、中华民族的“第五大发明”。当三系杂交稻育种技术正在不断完善之际,湖北光敏雄性核不育水稻的发现又为更高产、更简便的两系杂交稻的发展创造了条件。在国家强有力的支持下,经过全国科技工作者近 20 年的协作攻关,两系法杂交稻实现了从科学设想到大面积推广应用的跨越式发展。两系法杂交稻成为理想株型塑造与强杂种优势利用的主要载体,由此实现了超级杂交稻亩产 700 kg、800 kg、900 kg 和 1000 kg 的连续跨越。近年来,中国科学家在红莲型杂交稻、杂交粳稻和亚种间杂交稻及杂交稻抗性、米质改善等方面取得了新进展,为杂交稻的发展起着重要

的推动作用。据不完全统计,杂交水稻已经在我国累计推广 80 多亿亩,增产稻谷 6000 多亿 kg,每年增产的粮食可多养活 7000 多万人口,为解决我国的粮食自给难题作出了不可磨灭的贡献。

杂交水稻也被世界粮农组织列为解决世界上粮食短缺国家的首选技术。亚洲国家,如印度、越南、菲律宾、孟加拉、巴基斯坦等国已经大面积种植中国杂交水稻。2012 年中国的杂交稻在印度、越南、菲律宾、印度尼西亚、孟加拉、巴基斯坦、美国等国家推广面积达到 7800 万亩,平均亩产比当地常规品种提高 150 kg 左右。近几年,中国杂交水稻在非洲的几内亚、马里、赞比亚、塞拉利昂、马达加斯加、利比亚、尼日利亚等国试种,增产效果显著,推广应用潜力巨大。广大的发展中国家对粮食生产非常依赖,杂交水稻这种能够大幅度提高粮食产量的现代农业技术对粮食短缺的发展中国家是十分需要的。杂交水稻走向世界,不仅为解决世界粮食短缺发挥越来越重要的作用,也扩大了中国在世界的影响力,改善了中国与各国关系,发挥中国科技外交的作用。

杂交水稻技术发明是中国现代科技史上的重大事件,“杂交水稻”媲美“两弹一星”。“两弹一星”为我国国防安全提供了保障,“杂交水稻”则为我国粮食安全提供了保障。杂交水稻的成功使我国不仅实现了利用有限农田解决了吃饭的大问题,而且为改革开放赢得了宝贵的时间,缓解了人口、资源和环境的矛盾,解放了部分劳动力。它还将成为国家“一带一路”战略最重要的农业输出技术之一,走向世界,造福人类。因此,杂交水稻产生的经济效益、社会效益、政治效益、外交效益是巨大的。

2 杂交稻发展所面临的问题

在全球经济一体化、我国经济发展进入新常态的形势下,我国农村社会和经济格局正发生剧烈变化,农村劳动力大量转移到城市,从事水稻生产的劳动力结构发生改变,农村劳动力短缺,农业正面临着“谁来种地”“谁来种杂交稻”“怎么将杂交稻种好”的问题;随着水稻生产成本不断上涨,种稻的经济效益低,种植杂交稻增产不增收,极大地影响了农民种植杂交水稻的积极性;国家要保障粮食安全、食品安全、经济和社会稳定发展,农民要效益,国家鼓励土地有序流转,农户种植水稻逐步走向规模化、专业化,轻简化和机械化的栽培管理方式成为水稻生产的必然选择;消费者的食品安全和环境保护意识不断加强,靠大肥、大水、大量农药和劳动力投入来提高水稻产量的方式不仅加剧了人与资源、环境的矛盾,而且难以实现可持续发展,是不可取的。由此可见,水稻生产的环境和条件出现了新情况、新问题,杂交水稻可持续发展将面临严重的挑战。这里重点分析杂交水

稻发展所面临的主要问题:

2.1 种植面积在萎缩

杂交水稻自 1976 年商业化应用以来,推广面积不断增加,高峰期达到水稻总面积的 65%左右,但近年来,种植面积下降明显。据统计,2009—2013 年杂交稻种植面积从 62%已下降到 53%,同时,杂交稻种子市场也在萎缩,2012—2014 年其市值从 149.39 亿元下降至 118.54 亿元。究其原因,杂交水稻种子贵、杂交稻与常规稻的产量差异正在缩小,尤其是杂交早稻、晚稻面积下降迅速。

2.2 种植效益在下降

杂交水稻生产成本主要集中在制种成本和种植成本两方面,影响杂交水稻生产成本主要因素之一是杂交稻种子的市场价格,而杂交稻种子的生产与经营是以种子企业为主体。据调查,2007—2011 年种子生产成本增加幅度变化在 19.1%~43.5%,平均增加 29.6%。种子市场销售价格增加幅度变化在 38.2%~120.0%,平均增加 71.6%。杂交稻种子市场价格的虚高,种子价格与其价值的不符,导致农户种植杂交稻增产不增收。因此,控制好杂交水稻种子生产成本,提高杂交水稻种子生产的经济效益,降低杂交稻种子市场价格,已成为杂交水稻生产亟待解决的问题。

2.3 竞争能力在减弱

国内外大量的试验证明杂交稻的产量比常规稻高 10%~20%。国家水稻数据库中心(<http://www.ricedata.cn/variety/>)公布 2002—2015 年通过国家审定的水稻品种 748 个,其中籼稻杂交稻 480 个,占 64.17%,而籼稻常规稻仅 31 个,只占 4.14%;粳稻常规稻 164 个,占 21.92%,粳稻杂交稻 73 个,占 9.76%。通过国家审定的籼稻新品种中杂交稻占 93.93%,占据绝对优势,说明杂交稻仍然代表先进的水稻生产技术。然而,新品种的推广和应用既要考虑产量、抗病性、米质、生育期,又要考虑生产成本、效益和风险。随着“黄华占”和“黄莉占”等为代表的常规稻品种大面积推广应用,杂交稻的相对竞争力在下降。

2.4 难以满足市场需求和适应生产变化

在通过农业部和省级审定的籼稻杂交稻新品种中,适宜中稻或一季晚稻种植的品种型居多,适宜早稻和二季晚稻种植的品种偏少。一些特殊需要的稻米,如糯米、黑米、红米、营养米、高档优质米也以常规稻为主。2013 年我国粳稻面积 1.38 亿亩,占全国水稻总面积的 30%左右,但杂交粳稻面积约占粳稻种植面

积的 5%,而且杂交粳稻感光感温性较强,适应性范围窄,一个品种年推广面积很难超过 50 万亩。因此,克服杂交稻商业品种单一,选育品质好,能满足市场需求的籼稻、粳稻、糯稻、早稻、中稻、晚稻类型多样的商业品种是挖掘杂交稻生产必须要解决的问题。

随着工业化、城镇化、信息化、农业现代化快速推进,大量农村劳动力持续向外转移,不少农村出现务农劳动力老龄化和农业副业化现象,农业劳动力不足,劳动力成本迅速增加,“谁来种地”问题日益突出。传统水稻种植方式已经不能适应新形势的变化,取而代之将是水稻轻简化栽培和机械化。杂交稻适宜直播、轻简化和机械化栽培的品种少。因此,选育能够机械化制种,生产又适应机械化、轻简化栽培的杂交稻新品种是顺应水稻生产方式变化急需解决的问题。

2.5 可用不育基因、恢复基因资源有限

现有的三系杂交稻和两系杂交稻对我国的粮食增产做出了巨大贡献,但它们自身存在的缺陷也非常明显,一是可用不育基因和恢复基因数量少,如三系不育基因 *orf352*、*orf79* 和 *orfH79* 及育性恢复基因 *Rf1a/Rf1b*、*Rf4*、*Rf5*、*Rf6*、*Rfcw* 和 *Rf2* 等,两系不育基因 *pms3*、*CSA* 和 *TMS5*;二是不育系资源少,对种质资源利用的范围窄,不育系和恢复系遗传基础狭窄,杂交组合同质化程度过高;三是通过杂交、回交方式转移不育基因或恢复基因,培育新的不育系、恢复系周期长、难度大。因此,拓宽杂交水稻种质资源利用的深度和广度,丰富遗传多样性,充分利用常规稻育种成果是实现杂交水稻长足发展必须要解决的问题。

2.6 稻米商品率偏低

经过 40 多年的不断努力,三系和两系杂交水稻的产量、米质、适应性都获得了同步改良,在高产稳产的基础上,稻米品质得到了明显地提高。但与常规稻相比,杂交稻米粒的整精米率偏低,垩白粒率和垩白度的优质率较低,米质不一致,籽粒的品质整体上不及常规稻,难以达到高档优质米标准。生产上推广的杂交稻品种,绝大多数稻米品质一般,少数品种能够达到国家稻米品质 3 级标准,稻米理化性状、食味品质均达 2 级标准的少。因此,协调好产量和品质,培育出高产、稳产的高档优质杂交稻是杂交水稻产业冲出困境期待解决的育种技术难题。

2.7 基础研究薄弱制约着杂交水稻的发展

杂交水稻育种相关的基础研究处于一个瓶颈期,关键科学技术问题需进一步解决。自 20 世纪 70 年代野败型雄性不育和光温敏雄性不育重大发现以来,杂交水稻种质资源上一直没有革命性的发现和突破,杂交水稻再次飞跃没有支

点;杂种优势的遗传和分子机理研究未能取得突破,基因型与表型的关系、杂交优势群不清晰;杂交水稻产量、品质、抗性和适应性的形成机理不明确,尽管鉴定和克隆了一些水稻基因,但可利用的基因数目少且单个基因在基因组网络中的作用不清,对实际育种中的作用不明显;基础研究与品种选育、种子生产严重脱节,水稻基因组研究积累了大量的数据,但水稻育种从基因组学获益有限,大量的生物信息和育种家的实际需求之间缺少有效对接。目前我国水稻育种主流技术仍采用传统的基于表型选择的经验式育种,效率低且准确性差,很难将病虫害抗性、不良环境适应性与高产、优质结合起来,难以育成理想的水稻恢复系、不育系和突破性的高产优质、广适高效、绿色生态的杂交水稻新品种。

2.8 我国杂交水稻育种、种子生产、经营与管理的商业化体系有待完善,种业安全存在隐患

当今国际种业发展呈现出两大趋势:一是高新生物技术和人才成为种业竞争的焦点;二是行业高度集中,企业规模越来越大,种子公司向规模化、集团化、国际化、垄断化发展。目前世界前十大种业公司占全球市场份额的70%。相比之下中国前十大种业公司只占全球的3%,实力相差悬殊。中国杂交水稻研究与推广在世界一直处于领先地位,但与西方发达国家相比,杂交水稻产业集约化和机械化程度并不高,杂交水稻种业发展仍处于初级阶段,商业化科研体制机制尚未建立,科研与生产脱节,育种方法、技术和模式落后。由于农作物种子市场准入门槛低,企业数量多而散,国内种业企业6900多家,而绝大多数种子公司经营范围狭小,规模小,研发能力弱,育种资源和人才不足,不具备品种创新能力,停留在简单的种子生产和经营上。杂交水稻种子市场上品种多、乱、杂,套购、侵权、造假售假现象屡禁不止。种子市场监管技术和手段落后,监管不到位,法律法规不能完全适应农作物种业发展的新形势,知识产权得不到有效保护。这些问题不仅严重阻碍了杂交水稻的健康发展,也为种业安全埋下很大的隐患。杂交水稻作为民族产业,现阶段相对而言还具有一定的竞争优势。随着全球化进程加快,种业市场开放程度加大,国外种子垄断企业将介入中国水稻种子市场,它们将凭借人才、技术、资金、组织、经营和管理上的优势,不断蚕食中国农作物种业市场。如果主要农作物种业受制于人,粮食生产安全将无从谈起。

3 杂交水稻可持续发展的战略与措施

依照国家“十三五”总体战略规划,实现创新、协调、绿色和开放共享的发展理念,杂交水稻发展适应新常态,初步提出杂交水稻可持续发展的战略与措施。

3.1 加强杂交水稻的研发

3.1.1 增加杂交水稻的遗传多样性,培育适应不同生态环境的杂交水稻品种

20 世纪野败型、红莲型、印水型、冈型、D 型等细胞质雄性不育及以明恢系列、IR 系列、密阳系列和 9311 系列为代表的大量恢复系的创制极大地丰富了杂交水稻的遗传多样性,增强了对病虫和逆境的抵御能力,减少了杂交水稻不育胞质单一化带来的遗传脆弱性的潜在危险。但这些不育胞质资源和恢复资源已在生产上长期应用,而应用的恢复系绝大多数携带了明恢 63、9311、IR64 等少数强恢复系的血缘,同质化严重,实现产量、米质和抗性上的进一步突破难度很大。两系杂交稻的发展虽然有助于减少杂交稻对不育细胞质的依赖,但目前生产上利用的光温敏不育基因的种类非常有限,因此,亟需发掘新的不育胞质和新的光温敏不育基因资源应用于杂交水稻育种,根据杂种优势的基础研究结果,取得杂交水稻的优势群,增加遗传多样性和提高杂种等位基因的杂合性是杂交水稻重大突破的关键。

3.1.2 促进杂交水稻高产、优质、广适、高效和创造新种质协调发展

目前,我国水稻平均水平还只有 450 kg 左右,而湖北的杂交中稻平均亩产在 600 kg 以上,而杂交稻高产潜力达到亩产 1000 kg 以上,说明我国杂交水稻高产改良还有巨大的空间,同时,也暴露了具有高产潜力的品种稳产性和适应性较差的弱点。因此,培育具有高产潜力、适应广的高产稳产品种有利于提高我国杂交水稻的平均单产。因此,在注重高产潜力的同时,加强广适性的稳产品种的培育,对于提高我国杂交水稻的平均产量具有重要作用。除此之外,随着市场对米质的要求,在追求高产优势的同时,协调高产、优质、广适和高效等性状,促进杂交水稻的协调发展。

3.1.3 培育适合轻简、机械化栽培的品种

随着农村劳动力的大量转移,带来了机插、直播等轻简栽培方式的转变,直播机插、栽培已逐渐成为部分稻区,特别是人少地多地区稻作生产的重要种植方式。由于水稻直播种植技术具有劳动强度低、生产作业成本低、作业机具简单、作业效率高、产量较高、适合大规模生产的特点。由于直播用种量大,杂交稻失去了与常规稻的比较优势。因此,培育适合直播机插的简易栽培技术的杂交水稻品种,是杂交水稻选育适应新的水稻栽培技术重大挑战。

3.1.4 分子育种与常规育种相结合

传统育种主要依赖育种经验,周期长且效率低,随着我国水稻基础研究和分

子育种技术取得重大突破,分子标记辅助选择、全基因组选择、分子设计、基因编辑、计算机模拟等技术已经成熟。因此,充分利用基础研究的成果,推广转化农学,将常规育种技术与分子育种技术紧密结合,采用分子育种设计,可以有效地对高产、优质、抗病虫、营养高效、逆境适应性、育性恢复以及生理生化性状等重要农艺性状的进行高效率地选择,还可利用基因编辑进行定点改变某些遗传模块上的不利性状,全基因组选择则可打破传统育种中难以检测的共分离性状,可极大地提高育种选择效率,缩短育种周期,实现我国杂交水稻育种的新的突破。

3.1.5 加强杂交水稻育种的基础与技术集成研究

水稻功能基因组研究取得了很大进展,但杂交水稻产量、米质、抗性、适应性 and 氮磷高效利用均是综合性的数量性状,研究农艺数量性状基因的关系,基因功能,基因互作和育种技术集成对杂交水稻发展具有重要作用。

3.2 配合国家“一带一路”战略,加速推进杂交水稻国际化

杂交水稻在我国推广了 40 年,一直处于国际领先地位,目前,种植杂交稻的国家达到 40 多个,但是杂交水稻的国际化步伐极其缓慢,没有形成国际化的杂交稻商业品牌和跨国公司,在国际上没有形成商业优势。纵观国际杂交稻研究和发展形势,美国、印度、越南等东南亚国家的杂交稻发展迅猛,其三系、两系不育系选育进展迅速,种子生产体系日渐成熟。如果我们继续闭关自守,不能深察杂交水稻的国际发展势态,一旦美国的技术和东南亚的市场和劳动力优势结合起来,我们很快就有被超越的趋势。

东南亚国家水稻种植面积超过我国两倍以上,而杂交稻高产高效的特点已得到农民的广泛认可和接受,市场前景广阔。而目前在东南亚从事杂交稻研发生产的公司除先锋、拜耳外,其他屈指可数。我国外交部、农业部把杂交水稻列入“一带一路”的重要内容,我们现在必须加快国际布局,利用国家“一带一路”战略,抢占东南亚市场,借助东南亚国家普遍还在工业化前奏的有利时机,结合我国研发技术优势和正在形成的产业化优势,借助“一带一路”国家战略,以红莲型杂交水稻的高产、优质和耐高温的优势,积极推动杂交水稻的国际化,尤其占领东南亚和非洲市场,不仅有助于化解当前我国种子市场过剩的困境,而且还将造就一批具有国际视野、掌握技术制高点、深谙市场经营的跨国种业公司,实现我国民族种业的跨越发展。

3.3 加强杂交水稻人才队伍储备,发挥杂交水稻精神,促进战略协作

现代生物技术和生物信息技术在作物育种上的应用不仅为作物育种提供新

技术、新方法,同时,也全面改变了作物育种的技术面貌和人们对育种科学的认识。育种不再是“田间作业”的代名词,它是集成遗传、农学、栽培、植物生理生态、分子、基因组、生物技术、生物信息和计算机等于一体的综合性学科,不仅需要广博的知识,还需要大量的投入。完整地实现这样一个大的综合性科学工程,需要多学科的参与,传统的农学和育种学人才已经难以独立完成这样庞大的科学工程,因此,多学科参与和综合性人才的培养已经成为新形势下育种学科的当务之急。

杂交水稻精神鼓舞着我国科学家长期不懈的奋斗,我们要发挥杂交水稻精神,传承杂交水稻精神,开展新一轮的杂交水稻大协作,为中国和世界的杂交水稻发展而奋斗。

籼型杂交水稻恢复系的创制与应用

吴方喜 张建福 谢华安

福建省农业科学院水稻研究所

水稻是中国主要的粮食作物,是 60% 以上人口的主食,决定着国家的粮食安全。在生产实践中,水稻分为常规水稻和杂交水稻两种类型。中国的杂交水稻种植面积超过 50%,占全国水稻总产量的 60% 以上,对国家粮食安全具有决定性意义。

1 杂交水稻的由来

1963 年,美国人 Henry Beachell 于印度尼西亚首先提出了杂交水稻基本的思想和技术,并首次获得成功, Henry Beachell 也被学术界某些人称为杂交水稻之父,并由此获得 1996 年的世界粮食奖。由于 Henry Beachell 的设想和方案存在着某些缺陷,无法将杂交水稻进行大规模的推广。

后来日本提出了三系选育法来培育杂交水稻,提出可以寻找合适的野生的雄性不育株来作为培育杂交水稻的基础。虽然经过多年努力日本人找到了野生的雄性不育株,但是效果不是很好;另外日本还提出了一系列的水稻育种新方法,比如赶粉等,但是最后由于种种原因没法完成杂交水稻的产业化。为加强和协调杂交水稻的科学研究,1984 年 6 月成立了全国性的杂交水稻专门研究机构——湖南杂交水稻研究中心,后又成立国家杂交水稻工程技术研究中心,由袁隆平任中心主任至 2015 年。

杂交水稻是指用 2 个遗传背景不同的水稻亲本杂交得到的 F_1 种子, F_1 具有明显的杂种优势,田间种植后表现出高产、优质和多抗等优良性状,供给农民大面积生产用种。自 1970 年以来,中国科研人员先后建立了三系与两系杂交水稻系统来生产 F_1 种子,取得了举世瞩目的成就。三系杂交水稻中,野败型、红莲型和包台型是国际公认的 3 种细胞质雄性不育水稻主要类型。