

水稻绿色生产技术研究进展

何水华 刘伟 王怡 薛文侠 张真雨 杨勇

(中垦种业股份有限公司,江苏大丰 224151)

摘要:水稻是我国最主要的粮食作物之一,绿色低碳发展已经成为时代的主旋律。如何在有限的资源环境下实现水稻生产的安全、高效、可持续发展显得尤为重要。从育种、栽培、土壤环境、植保、基因和未来趋势几大方面进行分析和阐述,旨在加大水稻绿色生产技术的普及推广,促进长三角水稻产业的高质量发展。

关键词:水稻;绿色生产;研究进展

Research Progress in Green Production Technology of Rice

HE Shui-hua, LIU Wei, WANG Yi, XUE Wen-xia, ZHANG Zhen-yu, YANG Yong

(Zhongken Seed Industry Co., Ltd., Dafeng 224151, Jiangsu)

我国现有水稻面积约 3000 万 hm^2 ,单产世界第一,总产世界第一,是全球第一次水稻绿色革命源头,也是杂交水稻的发源地,资源丰富,文化灿烂。农业绿色发展是人类绿色发展的基础,是绿色发展理论在三农领域的延伸和应用,而水稻绿色发展则是农业绿色发展的一个重要分支。绿色发展是全世界永恒的主题,我国的农业生产正行进在绿色、生态、安全、健康、可持续的大道上。目前的作物育种、栽培、植保、土壤环境都是以绿色为引领,全国各地在水稻的绿色生产技术方面都有很多不错的探索。

1 绿色育种技术:抗逆育种、提质增效

1.1 抗病育种 抗病育种是最经济、高效、环保的绿色生产方法,水稻的主要病害是稻瘟病,截至 2015 年 3 月,已至少报道了 69 个抗稻瘟病位点共 84 个主效基因^[1]。从 2015 年起,我国审定的水稻品种抗病水平有了大幅提升,品种审定标准中对稻瘟病的抗性要求也越来越高,最典型的的就是江苏省,对稻瘟病的抗性要求更高,审定品种和引种备案品种都要求达到中抗及以上水平,目前生产上大面积应用的品种普遍稻瘟病抗性较好,田间发病较轻。

1.2 抗虫育种 抗虫育种是另一个绿色、高效、环保的育种路径,但我国水稻抗虫育种明显落后于抗病育

种。华中农业大学张启发院士团队从 1997 年开始进行转基因抗螟虫育种^[2]研究,虽已获得转基因应用安全证书,但仍未通过品种审定。转基因抗虫水稻育种的突破,对控制螟虫危害、减少农药用量、保护环境作用巨大,一旦获准商业化推广,前景十分广阔。

1.3 抗除草剂育种 抗除草剂育种最早起源于西方发达国家。水稻生产上,草害是影响高产、优质和投入成本的重要因素之一。随着直播稻面积的持续扩大,草害也越来越严重,除草剂的应用大大减少了劳动量,降低了生产成本。其育种原理主要是通过基因工程的方法转入与除草剂有高亲和力的酶,减少除草剂对水稻内部代谢作用的干扰。而通过诱变技术获得抗除草剂水稻在美国早已应用。目前我国最早审定并大范围推广应用的抗除草剂水稻品种是天津市水稻研究所的金粳 818^[3],已推广数年,市场反应效果良好,对下茬作物危害程度很小。

北京大学现代农业研究院院长、首席科学家邓兴旺团队用 EMS 诱导黄华占获得的抗除草剂突变体洁田稻 001 也已获植物新品种权保护。2020 年就有荃优洁田 1 号等多个洁田系列品种通过审定,这预示着洁田稻系列品种已经成为我国抗除草剂水稻育种的开端。鉴于水稻免耕、直播、机抛等轻简化栽培的广泛普及,草害越发严重,因此,抗除草剂水稻的商业化育种必将引发又一次水稻育种的绿色革命。

1.4 绿色多抗育种 多抗型育种是生产经营者永恒的追求,也是众多育种家毕生的梦想。随着全球恶劣极端天气频发,作物生理逆境增多,水稻的生产应用上呼唤多抗广适型品种的出现。抗病、抗虫、抗倒、抗高温、耐低温、抗旱、耐渍等多种抗性协调统一的育种目标和需求,都可以通过现代科技手段的运用而实现。发展多抗型水稻育种,不但可以大幅度减少农药、化肥等投入品的消耗,还能够最大限度地抵御自然风险,降低环境污染,实现绿色增效,这不仅是未来水稻育种的主流方向,更是全球粮食安全的重要保障。

1.5 基因编辑育种 基因编辑是近些年来流行的育种新技术。育种主要工作就是创造、固定并选择有利变异,而基因编辑技术^[4]就是一种创新变异的技术。育种家期望让一些非有利基因产生有利变异,从而产生他们想要的结果。目前基因编辑的主效基因主要涉及抗病、抗虫、抗除草剂、品质(营养、食味、外观等)和环境响应调节因子等方面。随着技术的发展进步,将会有越来越多的水稻基因被编辑利用,基因编辑水稻品种的审定推广也必将走进现实。

2 绿色栽培技术:科学轻简、精确定量

我国著名的农学家、作物栽培学家凌启鸿先生很早就提出“水稻精确定量栽培技术”理论^[5],即根据水稻生育规律用工程技术的方法,设计栽培方案,旨在通过适当减少作业次数,在适宜的生育时期,采用适合的物化技术,达到优质、高产、高效、生态、安全的综合目标,通俗易懂,浅显易学。这是我国水稻栽培理论与技术上的一次重大突破,有着里程碑式的意义。精确定量栽培技术的推广应用有利于提高我国水稻总产量,保障国家粮食安全,实现节本增效,促进水稻产业的绿色发展。

3 绿色土壤环境技术:低碳免耕、秸秆还田

3.1 低碳丰产技术 在我国长江流域部分单双季稻区,一直存在着稻田温室气体排放高、水肥药利用率低、土壤养分比例失调、极端气候频发、产量不稳定等问题。为此,华中农业大学等单位以降低稻田温室气体排放、提高水肥药利用率、平衡土壤养分、稳定水稻产能为目标,创新提出了垄作免耕、氮肥减量施用、控灌增氧、秸秆资源化、病虫害绿色防控减药等绿色低碳丰产栽培技术,在当地大面积推广应用,取得了很好的经济、社会和生态效益。

3.2 秸秆还田技术 低碳稻作技术一直是栽培学

重点研究方向。水稻秸秆还田主要有浅旋还田、深翻还田和腐熟还田等。应坚持秸秆农用资源化、肥料化,利用秸秆原位快速腐熟技术,开发液态秸秆腐熟剂,使秸秆腐熟剂与粉碎后的秸秆及土壤在土地翻耕时均匀混合,实现快速腐解、简单易操作、节省成本、杀灭病虫。还应坚持农机农艺紧密结合,针对目前生产中的留茬高、粉碎率低、翻埋浅等问题,改进农机装配工艺,提高农机应用水平,更好地服务于绿色高效农业生产。

低碳稻作技术的推广与应用,为提高长江流域水稻的丰产丰收,增强地方品牌稻米的市场竞争力打下了良好的基础,提供了可复制的技术保障。

4 绿色基因技术:资源挖掘、氮素利用

化肥的过量施用,不仅对空气、土壤和水体造成污染,也给农业可持续发展带来巨大环境压力。长期高肥下的育种导致一些重要基因资源的丢失,以致主栽水稻品种肥料利用效率普遍较低。

中国科学院遗传与发育生物学研究所的研究团队利用全基因组关联分析结合多重组学技术鉴定到一个水稻氮高效基因 *OsTCP19*^[6]。研究团队将 *OsTCP19-H* 导入现代水稻品种,在减氮水平下可以提高氮肥利用效率近 30%,表明该基因在农业绿色发展领域有重要应用潜力。相关研究成果已发表于《自然》杂志,氮高效基因的挖掘克隆利用将产生划时代的意义。

5 绿色植保技术:生物防治、种养循环

部分地区围绕水稻绿色生产,提质增效,实现生态循环种养。利用稻虾共养、稻鸭共作、稻鱼共生等技术,在不改变稻田使用功能的基础上,减少稻田肥料施用量,养好鱼、虾、鸭,种好稻。政府同时通过财政资金引导,以绿色高质高效创建千亩示范片和万亩示范方为抓手,以点带面,以片促面,真正实现水稻绿色生态发展。另外,轮作也可以减少农药的施用量,降低防治成本,提高经济效益。

生物防控技术^[7]方面已较为成熟。以虫治虫技术:利用有益昆虫和人工释放的昆虫来控制害虫的危害,如寄生性天敌寄生蜂、寄生蝇,捕食性天敌瓢虫、蜘蛛等。以菌治虫技术:利用自然界微生物来消灭害虫,如苏云金杆菌、白僵菌、绿僵菌、颗粒体病毒等。以菌治菌技术:利用微生物在代谢中产生的抗生素来消

(下转第 30 页)

复壮等工作。建设完善常熟鸭血糯、黄金小玉米等地方特色种质资源开发利用体系;鼓励种业企业参与优质地方特色品种的开发和利用,促进优质资源形成的农产品与文创、科教、餐饮、乡村旅游等深度融合,提升常熟地方优质农产品品牌影响力,把地方资源优势转化为发展优势、品牌优势和产业优势。

3.3 加强人才队伍建设 加强种业企业科技人才、销售人才队伍建设,加快种业创新平台建设,完善科研人员成果转化机制、种业公司经营激励机制,从而调动各方积极性;培养和引进一批种业领军人才、骨干人才,同时在日常运作中采用产销分离,吸引优秀的销售人员进行专业推广销售;鼓励有丰富经验的人员进入种业领域进行制繁种生产。稳定种子管理人才队伍,进一步加强种子管理人才队伍建设,创新种子管理体制机制,提高种子管理效率和水平。

3.4 建设高标准制繁种基地 加大资金投入,支持种业企业通过土地流转、与农民专业合作社联合等方式,按照“公司+合作社”或“公司+种植大户”的订单制种模式,建立起集中连片、相对稳定的种子生产基地,提升种子生产基地的规模化、标准化、专

(上接第26页)

业化和机械化水平^[6]。

灭病菌,有赤霉素、春雷霉素、阿维菌素等生物抗生素农药已广泛应用。性信息素治虫技术:利用同类昆虫的雌性激素来诱杀害虫的雄虫,如性诱剂等。

绿色高产水稻的栽培注重生物防治、绿色防控,少打农药、少施化肥,优质高产。人们对于绿色的期许就是高产、稳产、好看、好吃、安全、卖价高,这也是今后我国水稻栽培技术研究的主要方向。

6 绿色未来技术:生物技术、低碳安全

绿色低碳是全球农业发展的主要方向,水稻生产技术将以高产稳产、抗病抗逆、绿色优质、安全高效为主流。全世界都将加快选育绿色品种,集成绿色模式,强化绿色生产,推广绿色服务,着力推动农业全产业链绿色发展,全面实现绿色、环保、安全、高效目标。

如今的生物技术手段已广泛应用于农业生产实践中,科研人员在常规手段的基础上,利用现有的基因编辑、分子标记、基因转化等手段,聚合多种优良性状,使抗性、产量、品质齐头并进。同时深入探究多维组学,积极研发更高效、更精准的新型生物技术,提高我国水

稻的国际竞争力,取得中国水稻事业的跨越式突破!

参考文献

- [1] 端木李玲,苏建国,顾立丹,荆敏红,李亚娟,马夏彬. 4个水稻新品种在常熟市应用安全性测试. 农业科技通讯,2022(5): 81-84
- [2] 沈雪林,林一波. 经济发达地区基层种子管理与服务的实践创新——苏州十五年“水稻良种补贴项目”经验. 中国种业,2019(5): 40-42
- [3] 陈小央. 浙江省“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”实践与体会. 中国种业,2019(6): 28-30
- [4] 向华,冉亚明. 基于国家种质资源保护利用框架下贵州省农作物种质资源保护利用现状及对策. 贵州农业科学,2023,51(1): 13-19
- [5] 李延坤,乔文峰,孙淑珍,文婷婷,郎丽娜,何艳芳,徐宝健. 推动优质小麦产业转型升级经验与建议. 中国种业,2021(2): 32-34
- [6] 孔祥云. 新乡种业发展及打造种业基地的思考. 中国种业,2019(1): 50-51

(收稿日期:2023-03-01)

参考文献

- [1] 国家水稻数据中心. 稻瘟病主效抗性基因列表. (2012-06-20) [2023-02-27]. http://www.ricedata.cn/gene/gene_pi.htm
- [2] 陈浩,林拥军,张启发. 转基因水稻研究的回顾与展望. 科学通报,2009,54(18): 2699-2717
- [3] 费会燕,杨杰,范方军,王芳权,李文奇,王军,朱金燕,仲维功. 水稻咪草烟抗性的遗传分析及其紧密连锁分子标记的筛选与应用. 作物学报,2018,44(5): 716-722
- [4] 任俊,曹跃炫,黄勇,董慧荣,刘庆,王克剑. 基因编辑技术及其水稻中的发展和应用. 中国稻米,2021,27(4): 99-100
- [5] 凌启鸿. 精确定量轻筒栽培是作物生产现代化的发展方向. 中国稻米,2010,16(4): 1-6
- [6] Liu Y Q, Wang H R, Jiang Z M, Wang W, Xu R N, Wang Q H, Zhang Z H, Li A F, Liang Y, Qu S J, Liu X J, Cao S Y, Tong H N, Wang Y H, Zhou F, Liao H, Hu B, Chu C C. Genomic basis of geographical adaptation to soil nitrogen in rice. Nature,2021,590(7847): 600-605
- [7] 吕亮,常向前,张舒. 水稻害虫绿色防控技术应用研究现状及展望. 环境昆虫学报,2021,43(3): 623-632

(收稿日期:2023-02-27)