

四川省水稻种业发展现状、问题与对策建议

应寿英 赵颖文 何 鹏

(四川省农业科学院农业信息与农村经济研究所,成都 610000)

摘要:水稻种业发展直接关乎我国粮食安全,四川是我国水稻生产大省、种业大省,是全国重要的粮食生产基地和育制种基地。总结我国水稻种业发展趋势,阐述四川省水稻种业发展现状,分析了四川省水稻种业存在的种质资源精准鉴定与基因挖掘不足、育种创新能力有待突破、种子企业整体实力较弱、供种保障能力不稳定、种子市场监管有待加强等问题,并提出加强种质资源的精准鉴定与利用,强化关键核心育种技术研发,加快培育一批突破性品种和专用性品种,扶持壮大一批种业龙头企业,加强制种基地建设,优化种业发展环境等对策。

关键词:四川省;水稻种业;现状;问题;对策

Current Status, Challenges and Strategic Recommendations for the Development of the Rice Seed Industry in Sichuan Province

YING Shouying, ZHAO Yingwen, HE Peng

(Agricultural Information and Rural Economy Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610000)

种业是农业的“芯片”,是加快农业现代化建设和保障国家粮食安全的战略性、基础性产业。2013–2024 年中央一号文件连续 11 年强调要加快推进种业振兴,保障粮食安全。水稻作为最重要的粮食作物,其种业发展水平直接关系我国粮食安全。自 2011 年以来,我国水稻产量连续 13 年稳定在 2 亿 t 以上,单产、总产量均居世界第一,对确保口粮绝对安全作出了战略贡献。四川是我国农业大省、粮食主产省,也是水稻生产大省和种业大省,水稻种植面积常年保持在 186.67 万 hm^2 左右,总产量超过 1700 万 t,有力保障了我国粮食安全。近年来,四川省高度重视种业安全,出台了多项文件助推种业振兴,水稻种业发展取得了不少成效,但面向新时代高质量发展要求还有不少短板与弱项,亟需重新审视四川水稻种业发展情况,提出促进四川水稻种业高质量发展的对策建议,助推四川由种业大省向

种业强省转变。

1 我国水稻种业发展趋势

1.1 育种技术向智能育种 4.0 迭代升级 从国际来看,全球种业从原始育种 1.0、常规育种 2.0、分子育种 3.0 向智能育种 4.0 迭代升级。生物技术与现代信息技术跨界融合,转基因、基因编辑、细胞工程、合成生物学和人工智能技术、信息技术等融合发展成为生物育种新战略点,全球将加速进入智能育种 4.0 时代^[1]。从国内来看,自 20 世纪 20 年代以来,我国水稻育种技术先后经历了传统的纯系育种、杂交育种、诱变育种以及分子育种等不同发展阶段,育种技术取得了突破性成就。特别是近年来,在水稻分子模块设计育种技术方面取得重大突破,极大提升了水稻新品种的培育效率。但对标全球,我国育种技术仍处于以杂交选育和分子技术辅助选育为主的 2.0 向 3.0 的过渡和追赶阶段^[1]。2021 年我国将生物育种列入国家战略科技力量的前沿领域,关键核心技术的攻关加速推进,育种技术逐步向以“生物技术+数据技术+人工智能技术”为依托的

基金项目:四川省科技计划项目子课题(2021YFYZ0028–02);国家重点研发计划项目(2023YFD2301900);四川省农业科学院农业信息与农业经济研究所课题(2024QNJJ03)

智能设计育种迈进^[2]。

1.2 高产稳产、优质专用、宜机化品种是未来育种趋势 为应对复杂的气候变化、国际环境和市场需求,新品种研发更加注重适应气候变化、适合不同生态区域、以市场消费需求为导向的新品种创新以及转基因新品种的研发及推广,高产稳产、优质专用、适宜机械化作业的新品种成为近年育种目标。一是高产稳产是水稻首要性状要求。根据国家统计局数据显示,2023年我国玉米进口总量达到创纪录的2713万t,按照 $7500\text{kg}/\text{hm}^2$ ($500\text{kg}/667\text{m}^2$)计算,至少需要360多万 hm^2 土地;大豆进口总量达9941万t,按 $1980\text{kg}/\text{hm}^2$ ($132\text{kg}/667\text{m}^2$)计算,至少需要5000多万 hm^2 土地。而基于我国人多地少的国情,依靠面积扩张实现有效供给可能性不高,稳面积、提单产仍将是粮食生产的主攻方向,其中最重要的是良种。目前,我国良种覆盖率虽然达96%以上,但良种对农业增产贡献率仅为45%,与欧美发达国家60%以上的贡献率相比还存在较大差距。因此,培育高产、广适、多抗的水稻品种是必由之路。二是优质专用品种是产业化开发的重要方向。消费者对稻米品质、营养和功能日益关注,低糖、低谷蛋白、高抗性淀粉、富微营养元素等优质稻米、功能性稻米等需求旺盛,培育并开发功能性水稻新品种成为新的热点。与此同时,随着大米加工行业的细分发展,米粉类、米糕类、面包类、酒类、醋类、方便米饭类等不同加工产品需要不同品质性状的稻米,培育专用型稻米以提升品种转化率逐渐成为近年水稻育种的新方向。三是适宜机械化作业的品种是农业现代化建设的必然要求。一方面,2010–2023年我国农村人口减少了约1970万人,农村人口深度老龄化形势严峻,劳动力资源逐渐萎缩,人工成本急剧攀升,推进农业机械化生产成为解决这一难题的有效路径,研发推广宜机化作业新品种成为关键。另一方面,2023年我国农作物耕种收综合机械化率为74%,预计2025年将达75%。耕作方式和耕作制度变更将倒逼水稻品种转型升级,不宜机械化作业的品种将逐渐被市场淘汰,改良选育一批适应性广、轻简高效、适宜机械化操作的直播稻等专用品种成为新趋势。

1.3 “育繁推一体化”种业企业加速培育 近年来,我国大力扶持种业企业,以先正达、隆平高科、登海种业、荃银高科、敦煌种业等为代表的“繁育推一体

化”种业企业在国际种业市场崭露头角,影响力与日俱增,种子市场集中度持续提升。2024年中央一号文件提出,要推动生物育种产业化扩面提速,北京、陕西、山东、福建等地纷纷出台相关政策加快推进“育繁推一体化”种业企业培育,育繁推一体化能力建设日益受到种业企业重视。据《2023年中国农作物种业发展报告》显示,2022年全国共有“育繁推一体化”企业108家,实现种子销售总收入335.37亿元,占全部企业种子销售收入的31.57%,实现利润总额30.95亿元,占全部企业利润总额的27.33%。在新形势下,水稻行业市场集中度不断提升,培育一批有核心竞争力的“育繁推一体化”种业企业成为我国种业振兴的重点内容。

2 四川省水稻种业发展现状

2.1 种质资源保护体系 四川省种质资源丰富度位居全国前列,优异资源数量排名全国第一。目前,四川省已建成可贮存遗传资源183.4万份,保存期长达50年的全国首个省级综合性种质资源中心库,并布局建设了国家级农作物(农业微生物)种质资源库(圃)2个,农作物种质资源圃41个,种质资源开发利用示范基地21个,初步构建起“一库多圃(场、区)”的种质资源保护体系^[3]。

2.2 品种选育与推广 2023年四川通过审定水稻新品种数量114个,同比2014年增长了1.6倍,四川审定水稻新品种数量呈持续增长态势。总体来看,2014–2023年累计通过审定新品种数量共990个,其中通过四川地方审定水稻品种504个、外省审定水稻品种166个、国审水稻品种320个(表1)。值得注意的是,国审水稻品种数量占全省水稻品种总数的比例显著增加,从2014年的18%上升至2023年的25%(图1),同比增长了7个百分点,水稻育种创新能力不断增强。在新品种选育方面,四川水稻育种取得突破性成就,宜香优2115、品香优美珍、品香优桐珍、川康优丝苗、泰优808等5个品种入选2023年《国家农作物优良品种推广目录》。其中,香型优质超级稻宜香优2115为四川唯一入选的骨干型品种,连续4年位居长江上游推广面积第一,累计推广面积近200万 hm^2 ;品香优桐珍亩产刷新了四川一级优质稻高产新纪录,推广面积已达到1.33万 hm^2 以上^[4]。四川省水稻品种结构逐渐向抗性高、产量高、米质优、口感好的优质品种转变。

表 1 2014–2023 年四川通过审定的水稻新品种数量

年份	四川省审定数量	外省审定数量	国家审定数量	总计
2014	19	17	8	44
2015	22	22	7	51
2016	9	11	8	28
2017	11	17	17	45
2018	21	26	21	68
2019	27	9	38	74
2020	63	13	68	144
2021	125	19	78	222
2022	128	26	46	200
2023	79	6	29	114
合计	504	166	320	990

数据来源:中国种业大数据平台、国家水稻数据中心

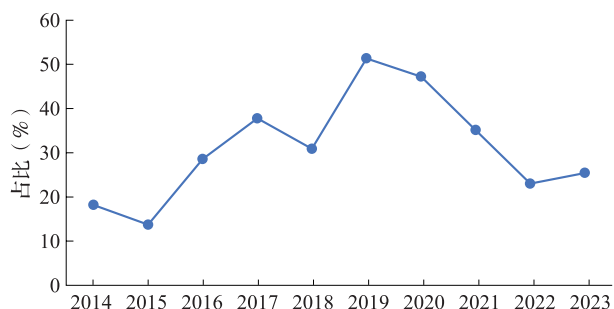


图 1 2014–2023 年四川通过国家审定水稻品种数量占比变化

2.3 制种基地建设 四川省是全国四大国家级育制种基地之一,杂交水稻制种在全国占有重要地位,制种规模、种子总产量、亩产量、省际调剂量、出口总量均居全国前列^[4],杂交稻制种面积常年保持在 2.0 万~2.3 万 hm^2 ,每年杂交稻产量在 1400 万 t 以上,为全国贡献了 20% 的杂交稻种子^[5]。在制种基地建设方面,先后在邛崃创建了以杂交水稻为主导产业的国家级现代种业园区和国家级杂交水稻种子生产基地,在绵阳创建了国家水稻制种标准化示范区,并分步推进 8 个杂交水稻制种基地县建设,水稻制种基地布局进一步优化,基地的生产能力和现代化水平逐步提升。

2.4 种子企业建设 近年来,四川种业发展步伐加快,种子企业数量显著增加。2018–2022 年四川农作物种子企业数量从 255 家增加至 382 家,同比增长 50%。在相关政策的扶持下,涌现出一批有竞争力和影响力的优势种企。国家层面,2022 年四川有 9 个企业进入国家种业企业阵型。其中,四川省绿

丹种业有限公司入选了国家强优势阵型水稻物种农作物种业阵型企业名单。省级层面,为打造具有全国竞争力和影响力的种业龙头企业,2022 年通过行业整合成立了四川种业集团;为做强一批本地种企,四川省种子协会评选出了 10 家优势企业和 10 家科技型成长企业,如仲衍种业股份有限公司、西科农业集团股份有限公司、四川华丰种业有限责任公司等。其中,仲衍种业股份有限公司种子销售覆盖全省各市县以及湖北、湖南、安徽等省市,远销布隆迪、乌干达等国家。

2.5 种子市场规模 四川是粮食主产省,杂交稻是主要粮食作物。从播种面积来看,农作物的播种面积直接影响种子市场的需求规模。自 2015 年四川水稻种植面积基本稳定在 187.3 万 hm^2 左右,并保持缓慢增长态势,稳居全国前七,2022 年达 187.5 万 hm^2 ,商品种子使用量约 3620 万 t。从种子市值来看,四川杂交水稻市场规模和占比不断上升,种子市场呈现良好势头。2018–2022 年四川杂交水稻市值从 16.44 亿元上升至 23.44 亿元,市场占比从 11.71% 上升至 13.14%,排名从全国第 5 位跃升全国第 2 位,市场发展形势良好。从市场价格来看,杂交稻种子市场价格从 2018 年的 57.49 元/kg 上升至 2022 年的 64.73 元/kg,呈明显上升趋势。

3 四川省水稻种业发展面临的问题

3.1 种质资源精准鉴定与基因挖掘利用不充分

农作物表型和基因型的精准解析及鉴定深度是加速育种进程的关键。当前,我国水稻种质资源表型和基因型精准鉴定评价与国外相比仍处于起步阶段,深度鉴定评价的种质资源不足 10%^[6]。四川农作物种质资源丰富,但经过深度精准鉴定的种质资源占比也低于 10%,分子遗传背景的全面摸底占比不到 5%^[7],优异种质资源利用不足。具体来看,一方面,进入大数据时代后高通量表型组学分析在种质资源精准鉴定、功能基因挖掘等方面发挥了重要作用,能实现大规模检测的高通量表型组学分析技术成为育种创新突破的关键。而四川省高通量、高分辨率的表型分析技术和平台缺乏,大多数种质资源表型鉴定仍依赖田间鉴定、设施鉴定、仪器分析等方式,基因型鉴定还依靠传统分子标记等技术^[8],精准鉴定规模较小、系统性不足、针对性不强,水稻种质资源表型和基因精准鉴定评价与国外

相比存在较大差距。另一方面,育种利用效率较低,核心种质资源鉴定评价信息与育种家需求不匹配,大部分已获得的重要农艺性状基因仍局限于实验室相关课题的研究与应用阶段,尚未广泛推广,且现有核心种质以通用型核心种质为主,抗病型、高产型、优质型、功能型和营养型等专用型核心种质较少^[9],这在一定程度上制约着优异种质资源的产业化开发利用。

3.2 育种创新能力有待突破 一是选育的水稻品种多而不优,且同质化严重。四川通过审定的水稻新品种数量逐年上升,但育成品种亲本血缘关系较

近、遗传基础狭窄、同质化现象严重,导致优质品种缺乏、突破性品种较少、品种增产潜力低,制约水稻产业发展。根据国家水稻数据中心显示,2015年以来,四川通过省级审定的水稻新品种80%左右来源于同一亲本,新培育品种中派生品种占比较高、原始创新品种较少。与此同时,虽然近10年四川每年选育的国审水稻品种数量不断上升,但仍远低于安徽、湖南、福建。2023年四川国审水稻新品种数量29个,在全国占比7.09%,较安徽、湖南、福建分别低12.71个百分点、11.49个百分点、3.42个百分点(图2)。

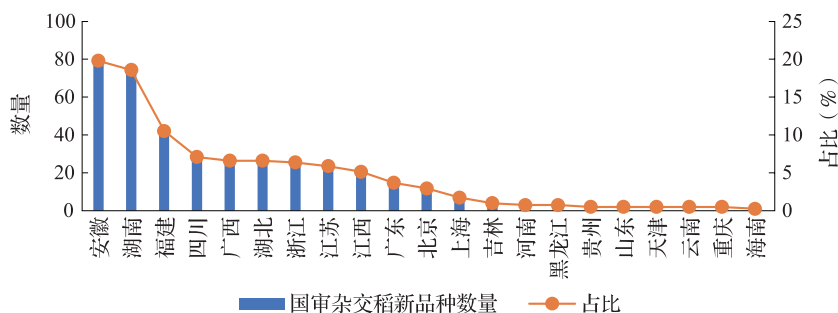


图2 2023年各省(区、市)国审杂交稻新品种数量及占比情况

二是育种技术发展滞后,生物育种关键技术存在“卡点”。育种技术的迭代升级是保障粮食安全的关键。当前,以拜耳、科迪华为代表的国际种业巨头已步入“生物技术+人工智能+大数据信息技术”的4.0智能化育种时代,国内育种技术还处于杂交育种与分子育种结合的过渡阶段^[9-10],四川还处于跟跑阶段,育种周期长、投入大、成功率较低,原始技术创新缺乏,与国外相比还有较大差距。特别是功能基因分子标记、分子设计等运用较少,基因编辑、转基因技术上存在脱靶、转化效率低等问题,基因芯片技术、高通量种子微创取样技术、高通量大数据分析平台等较为匮乏,育种数字化、智能化、信息化系统的开发和应用规模较小。

三是育种成果与产业化应用衔接不足,成果转化效率不高。公益性科研院所是四川省水稻育种的主要力量,在传统考核模式下育种研究重立项和论文、轻市场需求,导致现有品种既难以满足机插、直播等轻简化栽培生产需求,也不能很好地适应市场专业化生产加工与销售的需求,成果与需求“两张皮”,品种选育与产业发展需求相脱节。2020-2022年杂交水稻全国推广面积前十大品种中,仅有宜香

优2115品种两次入选(表2),且年推广面积有所下降。2006年以前,“川种”杂交稻是长江中下游的主推品种,但随着市场需求变化,“川种”水稻逐渐与市场脱节,已不适应部分地区发展,有效推广面积逐年下降。

3.3 种子企业整体实力较弱 四川省农作物种子企业以中小企业为主,多而不强,市场集中度低、竞争实力较弱,总体上仍呈“小、散、乱、多、弱”的复杂局面。目前,全省“育繁推一体化”种子企业仅7家,资产2亿元以上仅9家,占比不及全国5%,且没有企业进入全国企业商品种子销售总额前十名,未有上市种子企业。主要原因,一是大多数本地种企规模小、实力弱。2022年四川农作物种企总资产不到130亿元,资产规模、盈利能力等与湖南、安徽、山东、甘肃等省份存在不小差距,种企整体实力由2011年的全国前2位跌出全国前10。二是科研投入不足,企业自主创新能力不强。据《2021年中国农作物种业发展报告》显示,四川种企科研投入强度在4%左右,与湖南、安徽、山东种企投入强度相比,低0.4~6.9个百分点,与发达国家8%~12%的投入强度相比,低4~8个百分点^[11]。

此外,由于农业科研创新投入大、周期长、见效慢,在比较效益下,四川大多种子企业仍然偏好依靠合作选育或购买、代繁代销科研院校的品种,市场竞争力较弱。长期来看,种子企业容易陷入因研发投入少,导致竞争力弱、收益少,进而减少研发投入或不愿投入的恶性循环困境。三是企业科研创新人才不足。2022年四川种子企业科研人才占企业总人数的比例为22.4%,与同为种业大省的山东和河南相比,分别低5.2个百分点和4.7个百分点。

表2 2020–2022年杂交水稻全国推广面积前十大品种

年份	排名	品种名称	推广面积(万 hm ²)
2020	1	晶两优华占	32.6
	2	晶两优 534	31.8
	3	隆两优华占	21.5
	4	泰优 390	19.7
	5	晶两优 1377	18.8
	6	隆两优 534	17.5
	7	宜香优 2115	16.7
	8	两优 1212	15.7
	9	野香优莉丝	14.8
	10	C 两优华占	14.0
2021	1	晶两优华占	32.3
	2	晶两优 534	30.3
	3	隆两优华占	23.9
	4	隆两优 534	20.8
	5	野香优莉丝	18.1
	6	荃优丝苗	16.9
	7	荃优 822	15.9
	8	C 两优华占	15.0
	9	泰优 390	14.4
	10	徽两优 898	13.5
2022	1	晶两优华占	37.8
	2	晶两优 534	30.7
	3	隆两优 534	23.3
	4	荃优 822	19.2
	5	隆两优华占	18.7
	6	野香优莉丝	18.3
	7	荃优丝苗	17.4
	8	宜香优 2115	15.5
	9	泰优 390	15.1
	10	C 两优华占	14.0

数据来源:全国农业技术推广服务中心

3.4 供种保障能力不稳定 受成本上涨、利润下降等因素影响,四川杂交稻制种面积从常年 2.0 万~2.3 万 hm² 下降至 1.07 万 hm² 左右,制种面积逐年下降且波动较大。2006 年四川杂交稻制种面积高达 3.63 万 hm²,2009 年迅速缩减至 2.07 万 hm²^[6],在政策和市场的引导下,2013 年制种面积有所回升,增加至 3.07 万 hm²,但随后又快速下降,至 2022 年四川杂交稻制种面积仅为 1.09 万 hm²,相比 2006 年下降约 70%。受制种面积波动影响,杂交稻制种产量呈逐年下降趋势,至 2022 年全省杂交稻有效供种量仅为 2627 万 t,较 2013 年减少约 5673 万 t,缩减率超过一半。

究其缘由,第一,成本攀升、生产效益下降,农民制种积极性不高。一方面,近年来水稻等粮食作物生产的物化和活化成本呈大幅走高趋势,挤压粮食利润空间。近 3 年种子平均价格上涨 33.3%,肥料平均价格上涨 60%,农药平均价格上涨 50%,农膜平均价格上涨 33.3%,粮食生产进入“高成本”时代。尤其是四川田间宜机化水平不高,农机“下田难”“作业难”,机械化水平低,制种生产仍大量依靠人工,农资价格高、用工贵和用工难的问题始终难以得到遏制,导致粮食生产的盈利空间不断萎缩。据调研,四川农村劳动力呈老龄化、妇孺化,青壮年劳动力缺乏,农忙时节单日人工费用普遍在 100~200 元,人工成本较高。农资等生产成本和人工成本快速上涨,叠加土地成本的不断上升,使得四川水稻制种成本大幅上涨。2022 年四川水稻制种直接成本约为 3.75 万元/hm²,同比 2008 年增长了 67%,高于全国平均水平。与此同时,四川制种保险额度较低,水稻制种保额仅为 3 万元/hm²,难以覆盖生产成本。另一方面,尽管近年来加大了科技投入,但生产要素成本逐年上涨势头难以遏制,生产利润持续走低。根据《全国农产品成本收益资料汇编》数据显示,2011–2022 年中国稻谷每亩净利润波动下降,2022 年平均每亩净利润甚至呈亏损状态,进一步表明水稻制种成本快速上升、收益在逐年下降。此外,与其他经济作物相比,水稻制种经济效益较低,如绵阳的蔬菜、水果收益可达 45 万~105 万元/hm²,而水稻制种仅约 3 万元/hm²^[12];与其他省份相比,湖南水稻制种每 667m² 产量可达 300kg,收益 2500 元左右,而四川水稻制种产量大部

分在160~180kg,收益仅为1000~2000元,低于其他省份。在比较效益影响下,农户制种积极性将持续降低。

第二,制种基地设施建设滞后。部分地区基础设施薄弱,水库、排灌设施等配套不完善,高标准农田建设标准较低,旱涝保收基地面积不足45%,受灾风险大。此外,不少基地存在科研设备陈旧、种子质量检验室、温室、冷藏室、挂种室、晾晒场不足等问题,制约制种产业化发展。

第三,制种基地管理存在不足。四川省水稻制种大多采用“企业供种、农户种植”的生产模式,种子生产以一家一户为主,制种规模小、基地分散、生产方式传统、种子质量难以保障,部分地区制种基地“插花田”增多,制种隔离条件较差,导致杂交水稻种子生产不同组合之间串粉,影响制种质量^[6]。这种家庭式制种模式已不适用商业化生产需求,且伴随着制种主体老龄化、企业忽视制种基地的长期规划等问题频发,基地管理困难,进一步制约制种产业发展。

3.5 种子市场监管有待加强 一方面,四川水稻种子市场供给不平衡。2018—2022年四川水稻种子需求量从2860万t上升至3621万t,年均增长4.84%,逐年上升态势明显;而水稻种子产量呈明显下降趋势。其中,2020年和2022年受高温干旱极端天气影响,四川水稻制种面积和产量大幅缩减,导致水稻种子市场供小于求,自给率较低;其余年份水稻种子市场总体上供过于求。另一方面,种子市场品种良莠不齐。部分地区经营主体杂乱,种子套牌贴牌、优劣掺混、制售假劣种子等违法行为时有发生,而种子管理部门往往人员不足,且没有执法权,导致对种子市场监管力度不够。同时,每年通过审定的新品种数量逐年上升,品种繁多,经销商营销手段花样百出,增加了农户选种用种困难。即使每年农业部门推出了主推水稻品种,但以老龄化为主的种粮主体,文化水平普遍不高,信息获取和接收能力有限,选种用种依赖传统经验或盲目跟风,给农业生产埋下潜在风险。

4 四川省水稻种业发展对策

4.1 加强种质资源的精准鉴定与利用,分类构建核心种质资源库 种质资源挖掘的广度和深度直接影响育种创新能力的提升,核心种质是提高水稻种质

资源利用效率的前提与基础^[13]。一是利用基因组学、遗传学和分子生物学等前沿技术方法,加快推进种质资源的精准鉴定与利用^[14],引进高通量、高分辨率、大数据表型分析设备,构建规模化基因挖掘技术平台,建立表型、基因型深度挖掘的基因资源高通量发掘技术体系,以市场需求为导向推进定向创制,提升成果转化利用效率,驱动地方资源优势升级转化为产品优势、产业优势。二是在加强四川省农作物种质资源库建设的基础上,加快推进以核心种源为重点的良种重大科技攻关,根据不同需求构建具有代表性、稳定性和可持续性的通用型核心种质资源库和抗病型、高产型、优质型、功能型等专用型核心种质资源库,并利用信息大数据建立起优异种质资源基因库,加速育种进程。三是针对国家战略需求和产业发展需求,推进目标导向和需求导向的基础研究,明确育种方向,搭建信息交流和合作平台,满足育种家需求和市场需求,提升资源利用效率。

4.2 加强关键核心育种技术研发 加强政策支持和财政投入,加快推进育种关键核心技术研发,推进生物育种创新。强化基因编辑、全基因组选择、智能设计等关键核心技术的原始创新,促进传统育种技术与现代生物技术、大数据信息技术和人工智能技术的交叉融合。二是加强智慧育种基础平台建设,配套高效智慧的高通量植物表型采集系统,建立多维组学大数据决策分析平台等,逐步向育种4.0升级,推动育种技术向数字化、信息化、智能化方向发展^[10]。

4.3 以市场需求为导向,加快培育一批突破性品种和专用性品种 一是针对当前大米市场对高产优质的普遍需求,以优异种质资源为基础,加快选育高产、优质、多抗、广适新品种,加快培育推广超级稻、优质稻等高产优质的突破性新品种,并按照地区资源禀赋、土地单产潜力和市场供需形势,分区域示范推广新品种。二是瞄准高端市场,以市场需求为导向,在适宜区域定向选育一批低糖、低谷蛋白、富微营养等功能型和营养型水稻专用品种,建设专用品种示范基地。三是适应大米加工行业细分化、专业化发展趋势,定向选育一批适应米粉加工、年糕加工等专用型品种,满足食品加工业发展需求。四是瞄准水稻机械化生产中品种抗倒伏性较差、机

收落粒性较强等难题,加快选育一批适宜机械化作业的水稻专用品种,如直播稻等,适应农业机械化生产需求,促进农业现代化发展。

4.4 培育一批具有核心竞争力的种业企业 一是深入实施种企扶优行动,突出重点、明确扶持方向与目标。围绕重点品种、重点领域、重点环节,聚焦优势企业种质资源缺乏、育种技术短板明显、突破性品种供给不足、育种体系不完善等关键难题,分类指导、精准支持。二是畅通要素流动渠道,鼓励种企与科研单位以知识产权权益分配为纽带加强校企合作^[6],加强产学研合作,加快要素流动,推动创新资源共享,引导优势种企加快建立商业化育种体系。三是由于生物育种技术投入大、技术壁垒高,而种业龙头企业在育种技术、人才、资金等方面具有显著优势,能加速提升行业集中度,应适度加快行业整合步伐,集中优势资源引领推进生物育种技术迭代升级。四是适度引导种业企业向种业园区、科技园区和现代农业园区集聚发展,打造现代种业集群。

4.5 加强制种基地建设 我国杂交稻种子安全供给每年需要8万~10万hm²杂交稻制种面积,且选定了一批国家级专业化制种基地县(市、区)和现代种业园区^[15]。因此,应依托制种基地县(市、区)和现代种业园区,以优势片区为重点,破除行政壁垒,建设一批标准化、智慧化的制种示范基地。一是提升基地建设标准,选择适宜制种区域打造“升级版”高标准宜机化农田,配套现代化智能设施装备,推进智慧制种。二是鼓励制种企业探索多种利益联结机制,建立稳定的、集中连片的制种基地,强化田间管理,利用自然地形科学规划布局隔离带,缓解“插花田”等问题。三是根据制种规模,选择合适的地点建设育秧中心、种子烘干中心、农机服务中心、种子加工场地、种子仓库等配套设施,并配置无人驾驶播种机、植保无人机等新机具,开展专业化、智慧化服务,降低生产成本。四是定期组织制种技术培训,强化实施种企与品种的准入制,防止盲目扩大杂交稻制种面积、盲目推行新品种制种,保障种子质量。五是应用卫星遥感等信息技术,构建“天空地一体化”的制种基地监管网络,实施现代化管理,提升制种生产效率。

4.6 优化种业发展环境 一是完善相关政策,提

升种业领域的知识产权保护能力和水平,加速推进《植物新品种保护条例》及配套规章的修订与完善,各地因地制宜加快健全相关管理制度和地方标准,加大监督检查和惩处力度,保护原始创新,持续优化种业环境。二是利用大数据、物联网、云计算、人工智能等技术,建立追溯体系云服务平台,强化可追溯管理,提升监管能力。三是完善多层级的种业管理与服务体系,加强基层种业管理和执法力量,引进、培养专业人才,定期开展基层培训,加强相关专业技术培训,保障基层种业管理服务工作的有效开展。

参考文献

- [1] 迟培娟,谢华玲,赵萍,陈芳,吴宁,田志喜,杨维才,杨艳萍.我国生物种业发展现状与问题.中国科学院院刊,2023,38(6):845-852
- [2] 徐春春,闻军清,纪龙,陈中督,方福平.中国水稻种业发展现状、问题与展望.中国稻米,2022,28(5):74-78
- [3] 罗敏.四川种业振兴开局良好并取得积极进展 种业自主创新成果丰硕亮点纷呈.(2023-08-29)[2024-08-29].https://www.moa.gov.cn/xw/qg/202308/t20230829_6435323.htm
- [4] 何新,童昱,李元林,屈义伟,王永富.四川省杂交水稻制种产业面临的困境及解决途径.中国种业,2014(1):39-40
- [5] 王跃星,魏祥进,徐春春,方福平.我国水稻种业发展现状与对策浅析.中国稻米,2022,28(5):62-65
- [6] 杨远柱,王凯,符辰建,秦鹏,胡小淳,谢志梅,刘珊珊,周延彪,江南.中国水稻商业化育种成就与展望.中国稻米,2021,27(4):35-44
- [7] 邓自圆.四川省地方特色农作物种质资源保护利用现状及对策建议.农业科技通讯,2024(4):14-17
- [8] 杨璇,胡骏.杂交水稻育种技术的研究进展.武汉大学学报:理学版,<https://doi.org/10.14188/j.1671-8836.2024.0073>
- [9] 占小登,王凯,曹立勇.近年我国水稻遗传育种研究进展与展望.中国稻米,2023,29(6):1-4
- [10] 程郁,叶兴庆,宁夏,殷浩栋,伍振军,陈凯华.中国实现种业科技自立自强面临的主要“卡点”与政策思路.中国农村经济,2022(8):35-51
- [11] 潘韬略.农业政策性银行支持现代种业发展研究.农业发展与金融,2022(5):52-57
- [12] 蒋小松,张红,何志平.关于加快推进四川现代种业创新发展的建议.决策咨询,2021(5):3-5,16
- [13] 杨德卫,张海峰,余文权.我国水稻种质资源创新研究与利用进展.植物遗传资源学报,2024,25(4):495-508
- [14] 黄艳玲,张从合,严志,王慧,方玉,周桂香,吴浩然,周乾,李侠芳,陈思.中国农作物种质资源保护的研究进展.杂交水稻,2024,39(1):11-16
- [15] 刘爱民,肖层林,廖伏明.杂交水稻制种产业回顾及持续发展对策.杂交水稻,2023,38(3):154-158

(收稿日期:2024-08-29)