



应寿英,赵颖文,何鹏,四川省水稻产业发展现状与对策[J].黑龙江农业科学,2024(12):73-78,79.

四川省水稻产业发展现状与对策

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,四川 成都 610000)

摘要:四川省是我国重要的粮食生产基地和西部唯一的粮食主产省,水稻是四川省第一大粮食作物。为促进四川省水稻产业高质量发展、保障国家粮食安全,本文分析了四川省水稻产业发展现状,发现其存在品种同质化较严重,高标准农田建设质量不高,生产管理方式粗放,水稻种植成本高、效益低,产业链条较短等问题,并提出了相关对策和建议,包括加快育种技术迭代升级,选育高产优质专用型新品种;夯实农业基础设施,加强高标准农田建设;强化农业科技支撑,提高种粮效益;分区建设优质稻种植示范区,打造优质稻米品牌;培育一批具有竞争力的优势企业,打造稻米加工产业集群;完善种粮补贴政策,提高农户种粮积极性等措施,为四川省水稻产业发展提供多种可行性思路。

关键词:四川省;水稻产业;发展现状;对策建议

粮食安全是“国之大者”。面对复杂的国内外环境,自党的十八大以来,我国提出了“确保谷物基本自给、口粮绝对安全”的新粮食安全观,并确立了新时代国家粮食安全战略。2024年,党的二十届三中全会再次提出,加快健全种粮农民收益保障机制,推动粮食等重要农产品价格保持在合理水平,全方位夯实粮食安全根基^[1]。水稻是我国第一大口粮作物,水稻产业的发展直接关乎国家粮食安全。国家统计局数据显示,2023年我国水稻种植面积占全国粮食种植面积的24.33%,水稻产量占全国粮食产量的29.71%。然而,当前我国水稻产业仍面临着稳产扩面难度较大、产需衔接不协调、种粮效益持续偏低等问题^[2]。如何加快推进水稻产业健康发展,成为夯实国家粮食安全根基的重要内容。

四川是我国重要的粮食生产基地和西部唯一的粮食主产省,2022年和2023年,习近平总书记连续两年在四川视察时强调,要打造新时代更高水平的“天府粮仓”,四川粮食产业的稳定发展直接影响国家的粮食安全。四川地处长江上游,种稻历史悠久,水稻是四川省最重要的粮食作物。《四川统计年鉴》统计显示,2022年四川水稻播种面积和总产量分别占全省粮食的29.0%和41.7%,促进水稻产业的可持续发展对确保粮食安全具有重要的战略性意义。然而,四川水稻产业发展仍然面临着一些共性问题,如资源约束趋紧、供需矛

盾突出、品种同质化严重、生产效益偏低、产业链条较短等问题^[3],制约着地区水稻产业的健康、可持续发展。因此,为加快推进“天府粮仓”建设,促进四川水稻产业高质量发展,保障国家粮食安全,本文进一步深入调查分析四川水稻产业发展现状,厘清存在的关键问题与不足,并提出针对性建议与对策,以期四川水稻产业健康发展和保障粮食安全提供参考。

1 四川省水稻产业发展现状

1.1 水稻播种面积减少,总产量和单产稳中有升

从种植面积来看,四川省水稻播种面积逐年下降。《四川统计年鉴》统计显示,2001—2023年水稻种植面积由203.7万 hm^2 减少到184.5万 hm^2 ,年均减少0.83万 hm^2 。但自2016年后,在国家粮食补贴政策、最低收购价持续提高、种业改革不断推进等因素激励下,水稻面积缩减速度放缓,种植面积基本维持在187.4万 hm^2 左右。但至2023年,四川省水稻面积有所下降,为184.5万 hm^2 ,比上年下降1.5%。从产量来看,水稻总产量基本稳定。2001—2023年,水稻总产量由1452.40万t增长至1480.77万t,增幅为1.95%。其中,2006年四川遭遇特大干旱,水稻总产量创下1337.2万t的最低记录;2007—2020年水稻产量逐渐回升并基本稳定在1475万t左右;至2021年水稻产量创近15年新高,达1493.4万t;2022年四川遭遇

收稿日期:2024-09-11

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级课题(2024QNJJ03);四川省农业科学院1+9科技攻关项目(1+9KJGG009)。

第一作者:应寿英(1993-),女,硕士,农艺师,从事农业农村经济研究。E-mail:1369444122@qq.com。

罕见的极端高温和干旱灾害,水稻产量略有下降,为1 462.28万t;2023年在单产带动下,水稻产量恢复增长,达1 480.77万t。整体来看,四川水稻总产量稳中有升。从单产来看,水稻单产整体呈增长态势,区域间单产水平差距较大。2001—2023年,全省水稻单产由 $7\,131.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 增长至 $8\,025.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增幅达12.5%,2023年水

稻单产创历史新高。2006—2007年受自然灾害影响,水稻单产有所下滑,但从2008年开始,四川水稻单产恢复性增长,并呈稳定增长态势(图1)。然而,四川省区域间发展不平衡,不同水稻种植区域单产差距较大,21个市州水稻单产最低和最高相差超过 $1\,845\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

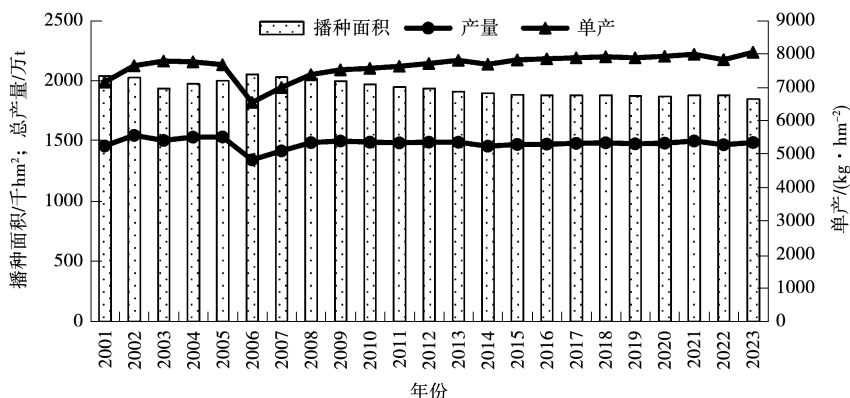


图1 2001—2023年四川省水稻种植面积、总产、单产变化情况

注:数据来源于2001—2023年四川统计年鉴和国家统计局。

1.2 新品种数量持续增长,国审品种占比下降

四川水稻育种创新水平不断提升,培育出了一批高产优质新品种,如宜香优2115在长江上游累计推广面积达200万 hm^2 以上,成为该区域种植面积最大的杂交水稻品种。然而,近年来,四川水稻审定新品种数量持续增长,但国审水稻品种在全国占比呈下降趋势。2014—2023年,四川省累计通过审定水稻新品种990个,呈持续增长态势。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(图2)。但从四川国审水稻数量在全国的占比变化来看,从2014年的占比17.00%下降至2023年的占比7.09%,下降约9.91个百分点。

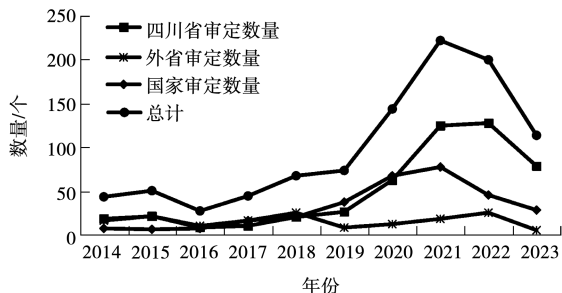


图2 2014—2023年四川通过审定的水稻品种数量

注:数据来源于种业大数据平台。

1.3 水稻机械化水平较低,机播和烘干环节仍是短板

2022年四川省主要农作物耕种收综合机械化率为67%,相较2015年提升14个百分点,农业机械化水平不断提升。然而,水稻综合机械化水平相对较低,尤其是机播和烘干环节仍是发展短板,低于全国平均水平。当前,由于农机研发能力弱、农机农艺融合难等问题,四川省农机装备供给结构不合理、农机区域化发展不平衡,水稻机械化生产仍主要集中于机耕和机收环节,其他环节机械化生产进程缓慢^[4]。播种环节,四川大部分地区水稻播种仍依赖人工插秧,机插机播率较低;烘干环节,普遍存在烘干设施供给不足且布局不均衡等问题,稻谷收割后仍依赖于传统的露天晾晒方式,烘干机械化水平较低。此外,受地形条件、种植模式和制度、农机装备结构、农机服务水平等因素影响,丘陵山区和平原地区水稻机械化水平差距较大^[5]。四川丘陵山地面积占全部耕地90%以上,而适宜丘陵山地农业发展的小型农机装备不足,存在“有机难用、无机可用”的问题,水稻机械化水平明显偏低^[6]。

1.4 “稻强米弱”现象突出,大米品牌建设滞后

四川以中晚籼稻为主,从稻谷收购价和大米出厂价来看,稻谷市场和大米市场的价格波动趋

势基本保持一致,均呈稳定上涨态势。但从长期来看,在最低收购价格政策、市场供需变化等因素推动下,四川稻谷市场价格增幅明显高于大米市场。《四川省粮油市场价格监测行情表》统计显示,四川省内中晚籼稻收购均价从2019年1月的2 497元·t⁻¹上涨至2024年1月的2 953元·t⁻¹,涨幅18.26%;中晚籼米出厂均价从2019年1月的3 646元·t⁻¹上涨至2024年1月的4 241元·t⁻¹,仅上涨了16.32%。特别是,2021年1月,四川省内中晚籼稻收购均价2 516元·t⁻¹,比上年上涨了13.63%,中晚籼米出厂均价3 657元·t⁻¹,比上年仅上涨5.22%,稻谷出厂价远低于收购价上涨幅度,“稻强米弱”现象突出(图3)。

从市场情况来看,一方面,四川水稻种植面积大、产量高,但川米大多仍局限于大宗低端渠道市场竞争力弱,中高档市场一直被东北粳米和泰国米垄断。另一方面,虽然川米品牌较多,拥有“金满仓”“福瑞喜”“蜀中香米”“彝家香米”等知名区域品牌,但区域间水稻种植品种、生产标准、稻谷加工与销售等环节标准不一,且缺乏统筹协调,这导致水稻混种混收问题突出,稻米优劣混杂、品质不稳定,进而使得优质稻米难以获得优价,影响区域品牌建设。加之,稻米加工企业“小、散、乱”,基本停留在稻米初加工阶段,以生产食用大米为主,经营方式粗放、品牌建设滞后,缺乏核心竞争力。目前,在全国55个中国驰名商标稻米品牌中,四川尚未有品牌入选,“川米”品牌建设有待加强。

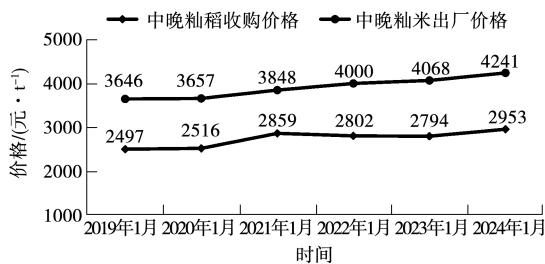


图3 2019—2024年四川中晚籼稻收购价格和
中晚籼米出厂价格变化情况

注:数据来源于四川省粮油市场价格监测行情表。

2 四川省水稻产业发展存在的问题

2.1 品种多而不优,同质化较严重

2014—2023年,四川省水稻新品种数量逐年上升,但育成品种亲本血缘关系较近、遗传基础相对狭窄、同质化现象严重,导致优异品种缺乏、品种增产潜力低,尤其是能够大规模推广的突破性品种较缺乏,阻碍水稻品种的商品化开发^[7]。究

其缘由,一是,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,导致种业育繁推脱节^[8],现有品种难以满足水稻机插、直播、专业化加工等产业发展需求,制约水稻产业化发展。二是,企业小而散,研发投入不足,缺乏种业核心竞争力。即使有部分企业在开展育种创新,但大多种子企业基于利润最大化的考量,更倾向于模仿育种,导致低端同质化竞争严重,突破性品种研发匮乏^[9]。

2.2 基础设施建设滞后,高标准农田建设有待提升

四川耕地主要集中于丘陵山地地区,坡耕地占比80%左右,耕地质量较差,农田基础设施条件薄弱,制约了粮食产能的提升。四川现有中低产田占比约58%左右,其中丘陵山地地区中低产田高达80%,且随着四川粮食生产重心逐渐向川南、川东北丘陵地区转移^[10],土地碎块化、耕地质量偏低、基础设施建设滞后、抗自然风险能力较差等问题尤为明显^[11]。针对这些问题,多年来四川积极开展高标准农田建设,但仍然存在以下问题。一是,高标准农田项目“重建设、轻管理”等问题突出^[12]。目前,四川高标准农田建设占比1/3,但从实践来看,高标准农田建设项目往往侧重灌溉设施建设,而轻视排涝设施建设,田间渠网年久失修、提灌站无法运行、智慧灌溉设备闲置等问题时有发生^[13]。二是,高标准农田建设标准偏低。由于耕地集中于丘陵山地,地形地质复杂、交通不便,高标准农田建设成本普遍高于平原地区。然而,在现行政策标准下,丘陵山区高标准农田建设常常面临经费不足、标准偏低等问题^[14]。三是,现行高标准农田建设模式存在不足。一方面,高标准农田建设项目的实施往往是外包给第三方施工队伍,然而,这些施工队伍大多缺乏农业生产专业知识,易造成规划与建设相脱节。另一方面,现行高标准农田建设项目实施往往以工程导向和大户导向两种模式为主。然而,工程导向下,以核心区农田的基础设施建设为重点,大面积非核心农田仍存在土地碎块化、配套不足等问题,未能有效解决小农户种地难等问题,农田建设效益不高;大户导向下,以农地制度创新推动土地规模经营为重点,通过“小田并大田”等模式将土地集中连片流转给大户,并实行高标准农田建设^[15]。这在一定程度上推动了农业规模化经营,但在客观上也形成了对小农户的排斥。

2.3 生产管理方式粗放,耕地质量退化

以小农户为主的家庭经营是我国农业生产的基本面^[16]。四川农业生产方式仍以小农户为主,小农户经营耕地占比70%以上,生产管理方式粗放。尤其是水稻生产中仍依赖化肥农药的高投入以实现高产^[17]。从实际调研来看,无论小农户还是规模经营户都普遍存在过度投入化肥、农药等问题,这在耕地质量较差的丘陵地区表现更为明显。《四川统计年鉴》显示,2022年四川省农用化肥施用量达204.37万t,其中水稻化肥投入 $265.05\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,是发达国家的2~3倍^[18]。化肥农药的高投入和施用不当等,极易导致土壤质量下降,耕地质量逐渐退化。当前,四川部分稻田存在镉污染,且呈区域性分布,耕地质量整体中等偏低,治理成本较高^[19]。此外,从“耕地占补平衡”的实践来看,由于城镇化的快速扩张,城市周边土壤肥沃的良田普遍被占用,而补充的耕地大多是山地丘陵地区的中低产田,耕地质量等级较低。“耕地占补平衡”实施过程中,耕地后备资源不足、城镇扩张占用耕地的需求居高不下、地方占优补劣、生态不平衡等问题突出^[20]。从长远来看,这容易导致四川省整体耕地质量退化、宜农后备耕地资源、生态环境脆弱化等问题,危及粮食安全。

2.4 水稻种植成本高且效益低,农户种植积极性不高

一方面,近年来,随着流转地租、农资、人工等价格不断上涨,水稻种植成本逐年攀升,不断挤压种稻的利润空间。《全国农产品成本收益资料汇编2023》统计显示,2003—2022年,四川水稻生产成本从 $391.27\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 上涨至 $1\,270.61\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,增长了2.25倍。其中,农资和人工成本的快速上涨尤为显著。2022年,四川水稻农资成本为 $274.34\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,较2003年增长了约2.44倍;人工成本为 $793.26\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,较2003年增长了约2.69倍。值得注意的是,与其他省份相比,四川种稻收益明显偏低。2022年,四川水稻成本利润率仅为2.53%,远低于河南的31.06%、江苏的22.45%、湖南的8.04%、重庆的4.75%。另一方面,由于稻谷价格滞涨,国内稻谷比价持续降低,且在三大谷物中垫底,种植效益持续偏低,同其他经济作物相比也存在巨大收益差距,农户种稻积极性不高,土地“非农化”“非粮化”问题突出^[21]。2022年,四川水稻净利润仅为 $35.59\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,而露地圆白菜种植净利润

达 $1\,328.52\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,成本利润率为40.52%;露地萝卜净利润达 $1\,369.47\text{元}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$,成本利润率为45.91%,均远超水稻种植收益。尽管近年来在相关政策扶持下,四川水稻种植面积保持稳定,但在比较效益下,农户种稻积极性较低,无论规模户还是普通小农户对扩大水稻种植规模的意愿均较低,在实际调研中,80%以上的农户表示不愿扩大水稻种植规模。

2.5 产业链条较短,种子企业和加工企业缺乏核心竞争力

优质化与品牌化是提升附加值、延长产业链,推进水稻产业可持续、高质量发展的有效路径^[22]。当前,四川水稻全产业链协同程度低,在育种端缺乏突破性品种,优质稻米品种大面积推广不足;种植端混栽混种问题突出,加工端混收混储,难以实现优质优价。此外,加工以大米初加工为主,缺乏有影响力的稻米品牌,产业链条较短。究其缘由,一是,四川本地种企规模小、竞争力弱,呈“小、散、乱、多、弱”的复杂局面。目前,四川绝大多数种企创新投入不足,种子生产经营主要依赖购买或代繁代销科研院所的种子,缺乏独立自主的品种权和产品品牌,市场竞争力较弱。此外,长期以来,四川水稻品种繁育与水稻种业品牌建设间各自为政,市场主体重品种权、轻“川种”品牌建设,导致品种“多、杂、乱”,商品化率较低,进一步制约了种企发展。截至2023年末,四川省未有一家上市种企。二是,加工企业产业化开发不足,产业链条短,带动能力较弱。目前,四川省纳入统计的大米加工企业超300个,年加工量在1000万t左右,但普遍规模小,加工能力利用率不足50%,全省众多稻米加工企业中,订单种植10万亩以上且能够带动2.5万户农户的企业不足10家^[23]。

3 促进四川省水稻产业发展的建议

3.1 加快育种技术迭代升级,选育高产优质专用品种

一方面,优异种质资源的挖掘利用是解决品种多而不优等问题的关键,鉴定的深度和广度直接关乎粮食安全的可持续性^[24]。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低于10%,分子遗传背景的全面摸底占比不到5%^[25]。因此,应加快推进四川省农作物种质资源库建设,进一步强化种质资源规模化发掘与精准鉴定,以优质种质资源为基础,创制具有重大应用价值的材料;以高产、优质、多抗、广适为核心,

加快选育超级稻等突破性新品种;以市场需求为导向,加快选育一批功能性水稻专用品种、大米加工专用型新品种、直播稻等宜机械化操作水稻新品种。另一方面,“生物技术+人工智能+大数据信息技术”是未来育种的发展趋势^[26],国外种业巨头已步入以全基因组选择、基因编辑技术、合成生物学等为代表的新一代生物育种技术创新与应用阶段^[27],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 的过渡阶段,而四川仍处于追赶阶段^[28]。以基因编辑技术为例,国外已在水稻、小麦、大豆等领域取得重大进展^[29]。如运用基因编辑技术使得水稻直链淀粉和抗性淀粉含量分别提高了 25.0% 和 9.8%^[30]。因此,应加快推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交叉融合,建设一批智慧化育种技术创新平台,强化水稻基因编辑、智能设计育种等关键核心技术的原始创新,推动水稻育种逐渐向高效、精准、定向的方向转变^[31]。

3.2 夯实农业基础设施,加强高标准农田建设

以改造中低产田为重点,因地制宜,分区分类加快推进高标准农田建设。在高标准农田建设标准方面,由于地理区位、经济条件、地形地貌等因素影响,丘陵山地地区农田建设费用明显高于平原地区。因此,应综合考虑地区经济水平、自然资源禀赋、作物类型、经营方式等因素,分区划定工程类型区,制定差异化高标准农田建设目标、建设标准、补贴标准及配套工程等^[32]。加强项目监管,探索建立“竞争立项,动态管理”新机制,强化项目绩效评价与资金管理。按照“谁受益、谁管护、谁使用、谁负责”的原则,根据不同区域建立差异化管护机制^[33]。依托大数据、云计算、物联网等新技术,建设集信息发布、数据管理、决策分析、资源共享等一体的高标准农田数字化管理平台,打造一批智慧农田,实现“数字农田”可视化管理。

3.3 强化农业科技支撑,提高种稻效益

基于四川农情,重点加强纹枯病、稻曲病和稻瘟病抗性攻关,从根本上有效降低化学农药施用量,同时,借鉴日本水稻种植经验,将减少农药对生态的影响程度作为重要监测指标,优化评估方法^[34]。建立绿色生态示范区,依托专业合作社、家庭农场、种植大户、社会化服务组织等新型经营主体,示范推广应用绿色防控技术,辐射带动小农户使用绿色生产技术,积极开展农药化肥减量行动,提高区域绿色防控水平。建立绿色高效生产

示范样板区,针对水稻机械化生产薄弱环节,加快推广水稻高产高效配套技术,配套适宜农机装备,因地制宜开展水稻机播机插技术,提升农机农艺融合水平;围绕稻米优势产区,完善烘干仓储等设施装备,提升水稻产地烘干能力,提升种粮效益。

3.4 分区建设优质稻示范区,打造优质稻米品牌

以优质稻米品牌精品化发展为目标,加强稻米产业化开发。根据土壤、气候等自然条件,划分优质稻生产优势区,推广种植适宜的优质稻品种,制定并实施优质稻标准化生产技术规程,保障稻米品质和产量的稳定性,打造一批适宜不同行业加工需求的专用型稻米生产区。同时,配套精加工大米、营养米、米制品、酒、醋等大米深加工企业,建设订单生产基地,开展优质米品牌标准化、智能化生产管理模式,引导品牌大米订单生产规模化发展,进行订单销售,解决销售难题。整合地方优势资源,深度挖掘地区优质稻品牌特色和文化内涵,建立优质稻区域公共品牌。同时,借鉴澳大利亚有机农业发展经验,推动家庭农场转型升级,结合生态环境保护政策,注重有机稻品牌的打造,加强有机农业技术研发和应用,并建立种植、加工和有机要素一体化的供应链,拓展多元化销售渠道,建立综合信息平台,构建有机农业图谱和有机食品指南^[35];同步推进相关行业法规的制定,加强行业监管。

3.5 培育一批具有竞争力的优势企业,打造稻米加工产业集群

协同推进种子企业和加工企业培育行动,推进种子企业与农业科技园区合作创新,畅通要素流动渠道,加快人才、技术、资源、成果等资源要素双向流动,鼓励种企与科研单位以知识产权权益分配为纽带加强科企合作,强化种子企业创新主体地位,提升企业育种创新能力,打造一批具有竞争力的水稻种业龙头企业^[36]。发展稻米精深加工,打造全产业链经济,培育壮大一批稻米加工企业。通过技术创新与升级改造,提升企业加工能力,加强品牌建设,推进企业转型升级;以市场需求为导向,积极引导稻米加工企业向稻米生产优势区、现代农业产业园、科技园集聚发展^[37],推进稻米产业集聚区与科研机构合作共建,探索多元化利益联结机制,打造稻米优势特色产业集群。

3.6 完善种粮补贴政策,提升农户种粮积极性

进一步改革完善现行种粮补贴政策,转变“普惠制”的种粮补贴方式,促进种粮补贴从“增量导向”转向“提质导向”,推动种粮补贴政策资源优化

配置、提高补贴资金使用效率、注重补贴与保险协同发力,积极释放种粮补贴政策的组合效应^[38]。依托土壤“三普”等成果,提高种粮补贴面积和对象的精准性;以市场需求和绿色生产为导向,提高种粮补贴的质效;加强重点区域和关键环节补贴,提升农机补贴的引导效率;建立多层次农业保险政策体系,提高粮食生产风险保障水平。

参考文献:

- [1] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定[EB/OL]. (2024-07-21)[2024-09-20]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm.
- [2] 徐春春,纪龙,李凤博,等.当前我国水稻产业发展形势与战略对策[J]. 华中农业大学学报,2022,41(1):21-27.
- [3] 虞国平,徐春春,邹亚文,等.我国水稻产业供给侧结构性改革的思考[J]. 中国农业资源与区划,2020,41(3):53-62.
- [4] 田富强,熊友,胡红,等.四川省农业机械化发展现状及建议[J]. 中国农机化学报,2024,45(4):321-327.
- [5] 杨小杰,文媚,赵苗会,等.丘陵地区农业机械化率影响因素研究:基于四川省10个典型县(市、区)的质化研究[J]. 中国农机化学报,2023,44(11):224-230.
- [6] 廖敏,杨建国,胡红,等.新形势下四川省农业机械化发展对策研究[J]. 中国农机化学报,2020,41(12):183-188.
- [7] 曾召琼,冯军,安建刚,等.四川农作物商业育种现状与发展建议[J]. 中国种业,2022(1):5-7.
- [8] 王跃星,魏祥进,徐春春,等.我国水稻种业发展现状与对策浅析[J]. 中国稻米,2022,28(5):62-65.
- [9] 王振忠,刘作凯,李翔,等.我国水稻商业化育种现状与发展建议[J]. 中国农业科技导报,2020,22(3):1-5.
- [10] 吕火明,赵颖文,刘宗敏,等.四川省粮食生产时空演变特征及其影响因素:基于90个粮食生产重点县视角[J]. 西南农业学报,2022,35(9):2220-2228.
- [11] 马亮亮,闵祥宏,刘佳.粮食主产区耕地质量现状及农机推广的影响研究[J]. 中国农机装备,2023(12):106-108.
- [12] 师诺,赵华甫,任涛,等.高标准农田建设全过程监管机制的构建研究[J]. 中国农业大学学报,2022,27(2):173-185.
- [13] 于法稳,孙韩小雪,刘月清.高标准农田建设:内涵特征、问题诊断及推进路径[J]. 经济纵横,2024(1):61-68.
- [14] 王兰,赵汉卿,王书力,等.丘陵山区高标准农田建设面临的问题与对策:以达州市为例[J]. 四川农业科技,2022(8):111-113.
- [15] 王海娟.面向高标准农田建设的农地制度创新:小农户视角[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(4):89-98.
- [16] 崔红志,刘亚辉.我国小农户与现代农业发展有机衔接的相关政策、存在问题及对策[J]. 中国社会科学院研究生院学报,2018,38(5):34-41,145.
- [17] 李亚贞,韩天富,曲潇琳,等.我国水稻的肥料贡献率时空变化及影响因素[J]. 中国农业科学,2023,56(4):674-685.
- [18] 刘钦普,孙景荣,濮励杰.中国及欧美主要国家化肥施用强度与综合效率比较研究[J]. 农业工程学报,2020,36(14):9-16.
- [19] 杨元智,陈运春,廖丽君,等.西南片区耕地等别空间分布

- 特征[J]. 水土保持研究,2020,27(6):226-232,393.
- [20] 汤怀志,桑玲玲,鄢文聚.我国耕地占补平衡政策实施困境及科技创新方向[J]. 中国科学院院刊,2020,35(5):637-644.
- [21] 郑红明,郑品卉.浅析稻谷比价偏低对我国水稻产业的影响[J]. 中国稻米,2023,29(4):32-37.
- [22] 刘信,刘春青,王玉玺,等.我国优质稻品牌化发展现状及建议[J]. 中国稻米,2022,28(2):12-15.
- [23] 四川省农业科学院_当前四川水稻生产四大热点问题及对策建议[EB/OL]. (2019-02-20)[2024-09-20]. <https://www.chinawestagr.com/homepage/showcontent.asp?id=33904>.
- [24] 黄艳玲,张从合,严志,等.中国农作物种质资源保护的研究进展[J]. 杂交水稻,2024,39(1):11-16.
- [25] 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[J]. 农业科技通讯,2024(4):14-17.
- [26] KIM K D, KANG Y N, KIM C. Application of genomic big data in plant breeding: past, present, and future[J]. Plants, 2020, 9(11): 1454.
- [27] MASCHER M, JAYAKODI M, SHIM H, et al. Promises and challenges of crop translational genomics[J]. Nature, 2024.
- [28] 迟培娟,谢华玲,赵萍,等.我国生物种业发展现状与问题[J]. 中国科学院院刊,2023,38(6):845-852.
- [29] KOLE C, MUTHAMILARASAN M, HENRY R, et al. Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilient crops: progress and prospects [J]. Frontiers in Plant Science, 2015, 6: 563.
- [30] SUN Y W, JIAO G A, LIU Z P, et al. Generation of high-amylose rice through CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of starch branching enzymes[J]. Frontiers in Plant Science, 2017, 8: 298.
- [31] 程郁,叶兴庆,宁夏,等.中国实现种业科技自立自强面临的主要“卡点”与政策思路[J]. 中国农村经济,2022(8):35-51.
- [32] 张睿智,刘倩媛,山长鑫,等.“藏粮于地”战略下高标准农田建设模式研究[J]. 中国农机化学报,2021,42(11):173-179.
- [33] 张铎,王宾.国家粮食安全战略下推进高标准农田建设及对策研究[J]. 价格理论与实践,2023(3):83-86.
- [34] TANG L L, HAYASHI K, NAGAI T, et al. Preciseness, rather than simplicity, is required to assess pesticide reduction strategies: Findings from rice production in Japan [J]. Science of the Total Environment, 2023, 887: 163636.
- [35] GOSNELL H, GILL N, VOYER M. Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture[J]. Global Environmental Change, 2019, 59: 101965.
- [36] 徐宣国,尹春风,崔丙群.种业振兴背景下种子企业与农业科技园区协同创新实证分析[J]. 中国科技论坛,2023(2):93-103.
- [37] 张延龙,王明哲,廖永松.保障国家粮食安全视角下的稻米产业化:基于2225家稻米企业的监测数据[J]. 改革,2022(11):119-129.
- [38] 李兵园.协同发展视野下我国粮食补贴政策实施的问题及对策[J]. 农业经济,2023(2):94-96.



孙小博,周文琪,唐汉,等.人工智能时代下农业机械化专业研究生教学模式探索[J].黑龙江农业科学,2024(12):79-85.

人工智能时代下农业机械化专业 研究生教学模式探索

孙小博¹,周文琪¹,唐 汉¹,王 奇¹,关 睿²,王一甲²

(1. 东北农业大学 工程学院 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学 水利与土木工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:在当前人工智能(AI)快速发展的背景下,农业机械化专业的教育模式也需要相应的更新和创新,以培养能够适应新时代要求的专业人才。本研究探讨了人工智能(AI)时代下农业机械化专业研究生的教学模式,提出了一系列创新的教学策略。这些措施包括课程内容的更新、教师队伍建设、跨学科课程整合,以及将实践与理论结合的教学方法。这些创新教学模式能够显著提升学生的学习体验和专业竞争力,进而为农业机械化领域培养出更多高质量的人才。

关键词:人工智能;农业机械化;教学模式创新;课程整合;实践教学

随着第四次工业革命的到来,人工智能技术正迅速渗透并革新着各行各业,其中农业机械化领域也迎来了前所未有的发展机遇^[1-2]。人工智能技术,特别是机器学习、深度学习以及大数据分析,为农业机械化提供了智能化和精准化的新解

决方案。这些技术的集成不仅能显著提升农业生产效率和作物产量,还能在资源利用、病虫害控制等方面展现出巨大的潜力。然而,尽管技术的进步为农业机械化领域带来了巨大的潜在优势,教育体系在培养与这些新技术相适应的专业人才方

收稿日期:2024-05-15

基金项目:黑龙江省教育厅黑龙江省高等教育教学改革项目(SJGY20220161)。

第一作者:孙小博(1994—),男,博士,副教授,从事农业无人机遥感信息技术研究。E-mail: sunxiaobo@neau.edu.cn。

通信作者:王一甲(1995—),男,博士,教授,从事智能农业生产管理优化决策研究。E-mail: yijia@neau.edu.cn。

Development Status and Countermeasures of Rice Industry in Sichuan Province

YING Shouying, ZHAO Yingwen, HE Peng

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

Abstract: Sichuan Province is an important grain production base in China and the only main grain producing province in Western China, and rice is the largest grain crop in Sichuan. In order to promote the development of Sichuan rice industry quality, ensure national food security, the article analyzed the development status of rice industry in Sichuan Province, and found some problems such as serious variety homogenization, high quality of high-standard farmland and construction, extensive production management mode, high cost and low benefit of rice planting, short industrial chain. Then relevant countermeasures and suggestions were put forward, including accelerating the iterative upgrading of breeding technology, breeding new varieties with high yield and high quality, consolidating agricultural infrastructure, strengthening the construction of high standard farmland, strengthening agricultural science and technology support, improving grain efficiency. Building high quality rice demonstration area and creating high quality rice brand. Cultivating a group of competitive enterprises, creating rice processing industry cluster. Improving grain subsidy policy and enhancing farmers' grain enthusiasm, and providing various feasible ideas for the development of rice industry in Sichuan Province.

Keywords: Sichuan Province; rice industry; development status; countermeasures