

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240322003

节水抗旱稻的推广应用及产业发展探讨

程平¹ 高欢² 万重山¹ 赵考诚³ 程功¹ 章红¹ 方江林⁴ 赵洪阳²(¹浙江省安吉县水利局,安吉 313301; ²上海市农业生物基因中心,上海 201106;³浙江安吉农投高新集团有限公司,安吉 313301; ⁴安吉两山绿川生态农业发展有限公司,浙江安吉 313301)

摘要:节水抗旱稻是同时具有水稻高产优质和旱稻节水抗旱特性的一种新型栽培稻类型。经过多年的实践探索,节水抗旱稻在普通水稻田、低洼易涝旱地、新垦山坡地和盐碱地上推广应用,具有节水减排、稳产增效、增加粮食面积和产量的优势。从节水抗旱稻的理论研究和品种选育情况分析,提出了后续发展方向的建议,旨在为节水抗旱稻的产业发展提供参考。

关键词:节水抗旱稻;推广;产业发展;讨论

Discussion on Extension and Application of Water-Saving and Drought-Resistant Rice and Its Industrial Development

CHENG Ping¹, GAO Huan², WAN Chongshan¹, ZHAO Kaocheng³, CHENG Gong¹,
ZHANG Hong¹, FANG Jianglin⁴, ZHAO Hongyang²(¹Anji County Water Conservancy Bureau, Anji 313301, Zhejiang; ²Shanghai Agrobiological Gene Center, Shanghai 201106;³Zhejiang Anji Agricultural Investment Hi-Tech Group Co., Ltd., Anji 313301, Zhejiang; ⁴Anji Liangshan Lvchuan

Ecological Agriculture Development Co., Ltd., Anji 313301, Zhejiang)

水稻是最重要的粮食作物之一,中国是全球最大的水稻生产国和消费国,稻米生产对保障国家粮食安全作出了重大贡献。在城镇化和人口老龄化的加速推进背景下,水稻生产中也面临一些问题,首先我国耕地的中低产田占比达 70%,中低产田的平均产量长期徘徊不前,其主要原因是灌溉用水短缺,高温、干旱等极端气候频发^[1];其次水稻生产劳动强度大,种植成本高、生产效益较低,农民种稻积极性不高;此外化肥、农药的过量使用以及长期淹水种植的习惯,造成农田面源污染的同时也产生大量的甲烷等温室气体排放,这与国家绿色农业发展方向不符。因此,如何提高水稻平均产量,特别是中低产田的产量,降低生产成本,减少农业污染,是目前水稻绿色发展需要解决的主要问题^[2]。

节水抗旱稻是同时具有水稻高产优质和旱稻节水抗旱特性的一种新的栽培稻类型(NY/T 2862—2015《节水抗旱稻 术语》)。2010年由罗利军博士首次提出节水抗旱稻的理念^[3],并在学术期刊《Journal of Experimental Botany》上发表论文系统阐述了节水抗旱稻的背景、目标、培育策略与发展前景。其在有灌溉条件的高产稻田种植,产量和米质与水稻相当,种植过程中可节水 50%,大量减少了农药、化肥的施用量和碳排放;在水源灌溉条件得不到保障的中低产田种植,可直播旱管,调优种植结构,实现稳产增收;在一些新垦山坡地、盐碱地种植,可增加粮食种植面积和产量,栽培上简单易行,节能环保。近几年在水稻种植方式由插秧转变成直播的背景下,在土地集约化和高标准农田建设的持续推进过程中,以市场需求为导向的科研单位对节水抗旱稻的理论研究越来越深入,长三角地区的农业部

基金项目:安吉节水抗旱稻试验田块科研项目(AJJXZX2023-039)

通信作者:赵洪阳

门和种子企业积极推进节水抗旱稻的品种选育和推广,进一步推动了节水抗旱稻的发展^[4]。2023年3月在全国农业技术推广服务中心的大力支持下,全国节水抗旱稻全产业链创新联盟正式成立,联盟聚焦节水抗旱稻“1522”目标实现,即新增水稻种植面积1亿亩;增产500亿kg;减少200亿t水稻生产用水;减少200亿kg二氧化碳当量的碳排放。持续不断进行品种升级、栽培技术创新、生态价值实践探索,开展品种示范展示宣传,探索全产业链价值的提升。

1 节水抗旱稻理论与品种选育

1.1 理论研究 在水稻种质资源收集保存研究利用的基础上,科研团队对水稻节水抗旱特性从生理机制、基因挖掘、功能鉴定等方面进行了系统性研究。基于基因组和转录组测序、QTL定位、全基因组关联分析及比较转录组学等技术方法,发掘和研究了*OsRINGzfl*、*TAD1*、*Osppc4*等多个抗旱、养分高效利用基因,解析了一系列重要抗旱基因作用机制^[5],并且建立了基于高密度SNP标记的高通量基因型检测技术体系和多组学数据库及生物信息分析平台,利用多目标前景选择和高效背景选择实现节水抗旱稻的高效加值育种。在水稻、陆稻抗旱性进化的研究领域,研究团队通过田间评价和比较水稻、陆稻地方品种的抗旱性差异,并利用高密度基因芯片分析水稻、陆稻的遗传分化,揭示了水稻、陆稻遗传分化是导致两者间抗旱性差异的主要原因,提出陆稻受到“双向选择”且少量关键基因通过驱动基因共表达网络促进陆稻旱作适应的机制成果。基于节水抗旱稻20多年来的理论研究成果,结合节水抗旱稻直播旱管模式大幅度降低稻田甲烷排放的研究,罗利军团队提出了水稻“蓝色革命”的观点,促进水稻生产向“资源节约、环境友好”的绿色可持续生产方式转型^[6]。

1.2 品种选育 我国稻作区生态类型丰富,节水抗旱稻的品种选育依据各地的生态类型和地理条件在全国范围内进行,选育的品种新组合包括籼型、粳型、常规、杂交4个类型。据国家水稻数据中心统计,目前通过国家或省市审认定的品种有54个,审定区域主要分布在上海、安徽等15个省市,品种系列主要分为旱优、沪旱、沪优、旱两优、申稻、节优6个系列。节水抗旱稻的品种选育分3个阶段:第

1阶段以抗旱性为选育方向,这个阶段选育的品种包括沪旱15、沪旱3号、旱优8号等,这些品种与当时主推水稻品种相比,提高了抗旱性级别;第2阶段在节水抗旱的遗传背景下,注重产量和米质的协同,选育的代表品种有沪优2号、旱优73、早玉香粳等,这些品种与主推旱稻品种相比,在产量和米质上有大幅度提升;第3阶段是利用现代生物育种技术,进行绿色性状多基因聚合,选育的品种有旱两优8200、沪旱1516、沪旱19等,这些品种在大面积推广应用中表现优秀。节水抗旱稻代表品种旱优73的应用范围最为广阔,于2014年通过安徽省旱稻审定,并相继通过了江西、河南、湖南、浙江、福建的引种备案,2021年又通过了湖北和广西的水稻品种区试审定,水田旱田种植表现均良好,被农户评价为有水高产、缺水稳产型品种。2023年在长江上游稻区,旱优73通过了云南省品种审定和四川省的引种备案,标志着旱优73在我国南方稻区均可推广种植。

2 节水抗旱稻的推广应用

2.1 普通水稻田 在传统水稻田中,由于长期耕作和灌溉习惯,形成了保水性较好、通气性较差的犁底层。犁底层的存在在一定程度上对水稻根系的下扎形成阻碍,因此节水抗旱稻在传统水稻田中种植,耐旱性发挥了主要作用。节水抗旱稻在传统水稻田中可以采用水直播旱管的节水栽培方式,不再需要育秧栽插秧,节省了大量的种植成本,水直播旱管的方式可以依据节水抗旱稻生长过程中对水分的需求规律,充分利用自然降水,在关键时期进行科学的水分管理,最大限度地提高水分利用效率,达到节水稳产的效果。研究表明稻田旱管还能够显著降低稻田温室气体甲烷的排放,张鲜鲜等^[7]研究表明与常规的杂交稻淹灌栽培相比,旱管种植节水抗旱稻的温室气体排放强度降低了75%,实现节能低碳环保。2018年在上海崇明齐茂粮食专业合作社采用水直播旱管种植的常规粳型节水抗旱稻沪旱61,6月21日人工水直播撒播,种植过程中灌“跑马水”6次,11月1日成熟收割,上海市农业技术推广服务中心组织专家进行现场收割机测产,干谷产量达到9.82t/hm²^[8]。

2.2 低洼易涝旱地 在我国长江、淮河流域以及内蒙古辽河平原等一些地区存在大量的低洼易涝旱

地,这些区域传统以种植玉米和大豆为主,如果遇到连续降雨天气,易发生涝害;如果种植一般水稻,遇到连续高温干旱,水稻抗旱能力差,会造成大幅度减产甚至绝收^[9]。节水抗旱稻水旱两用的适应性,刚好可以解决低洼易涝地的粮食生产问题。节水抗旱稻在低洼易涝旱地可采用旱直播旱管的种植方式,这种方式在土壤干旱状态下直接将干种子或浸种后的种子,采用机械条播或者人工撒播的方式播种到地里,覆土后出苗前进行除草剂封闭处理,在不淹水的情况下,后期基本依靠自然降雨和地下水即可满足节水抗旱稻正常生长的需要而完成全生育期。2019年在安徽怀远,6月15日旱直播旱管的籼型三系节水抗旱稻早优73,全生育期浇灌“跑马水”3次,10月10日组织专家现场收割测产,扣除水分与杂质,干谷产量达到9.76t/hm²。

2.3 新垦山坡地和盐碱地 我国南方稻区很多稻田在丘陵山区,以浙江省为例,浙江的地形可以简单概括为“七山一水二分田”,浙江的水稻田很多在丘陵山坡上,土壤肥力相对贫瘠,水源条件也不好,种植一般的水稻,如果遇到干旱年份会导致严重减产。近几年浙江多地通过土地垦造、农保田“上山”等措施加大耕地建设力度,但80%以上的新复垦土地仍存在地力条件差、缺水、水肥保持能力低等问题,无法种植传统水稻品种。节水抗旱稻兼具水稻高产优质和旱稻节水抗旱特性,在望天田和山坡旱地具有较好的抗旱增产能力,能够解决缺水田、望天田以及山坡旱地种粮问题。据统计,仅浙江省节水抗旱稻在新垦山坡地上每年种植面积超过1.33万hm²,2023年在浙江安吉农投高新集团基地旱直播旱管种植的节水抗旱稻早优73,全生育期较一般水稻节约农田灌溉用水72%,田间跟踪调查未形成地表径流,发挥了海绵农田蓄水作用,同时节肥26.3%,氮磷钾面源污染零排放,净温室气体累积排放量降低96%以上,10月8日安吉两山绿川生态农业发展有限公司组织专家测产,干谷产量达到9.46t/hm²。

3 节水抗旱稻的产业发展探索

3.1 节水抗旱稻种植综合服务模式 2021年7月《农业农村部关于加快发展农业社会化服务的指导意见》提出发展农业社会化服务是促进农业高质量发展的有效形式。种子作为水稻生产的首要因素,

节水抗旱稻的产业化开发前期主要集中在种业推广上。立足于大面积推广的品种,2019年上海天谷生物科技股份有限公司等节水抗旱稻推广企业开始探索基于节水抗旱稻品种技术的种植综合服务模式,在安徽和海南等地为种植大户提供节水抗旱稻机械旱直播种植综合服务。这种模式有助于推进农业标准化生产、规模化经营,也促进了传统水稻种植方式的转变和农业转型升级,实现水稻生产高质量发展。近些年土地城镇化和人口老龄化加速推进,高标准良田建设逐步完善,未来水稻生产将朝着机械化、规模化、专业服务化的趋势发展,节水抗旱稻种植社会化服务也将进入快速发展阶段。

3.2 都市“稻+”农业发展 节水抗旱稻在都市农业生产中的作用,主要体现在节水绿色种植和增加土地利用效率方面。在上海,土地是城市的稀缺资源,城市发展农业生产的同时还需要协调好城市建设与经济的关系,因此都市农业生产要充分提高土地的利用效率,采用高效高产值发展模式。节水抗旱稻具有抗旱能力强、省工省肥、节药环保的特点,直播旱管种植可以改变传统淹水习惯,更加节能低碳。特早熟优质节水抗旱稻八月香系列品种的培育成功,采用稻菜轮作高效生产模式,为提高土地利用效率、改良土壤结构、提升农产品品质等提供了有效途径。2022年在上海金山,4月底5月初水直播旱管种植节水抗旱稻八月香,8月18日水稻成熟收割,作为上海最早的新鲜大米上市销售,9月中旬定植优质生菜,11月中旬完成生菜的采收,可以实现产值14.4万元/hm²。稻菜轮作模式在保障上海土地粮食生产功能的同时拓展了地产蔬菜种植面积,在保障“米袋子”的同时补充了“菜篮子”,满足了市民对大米和蔬菜的需求,是一种绿色、安全、有效的生产方式。

3.3 稻田温室气体减排 节水抗旱稻直播旱管的方式改变了原来稻田的生态小环境,大幅度降低了稻田温室气体甲烷的排放。2019–2020年上海市农业科学院科研团队针对安徽省亳州、蚌埠、滁州、淮南、合肥、安庆、铜陵7个地区种植的节水抗旱稻进行了2年的碳减排效益评估,结果显示,传统水稻种植模式改为节水抗旱稻旱管种植模式后,稻田主要温室气体成分CH₄的排放量降低97%。虽然淹

灌溉改为旱管模式后,另一种温室气体 N_2O 排放量略有增加,但综合稻田温室气体(即 CH_4 和 N_2O)减排达 92%^[10]。研究表明,在确保稻谷产量的前提下,旱管种植模式为目前已知稻田 CH_4 减排效果最好的方法。另外,即使与同样旱种的玉米种植相比,节水抗旱稻旱管种植模式由于施肥量较低,亦可减少 N_2O 排放量 11%。2019 年安徽省节水抗旱稻推广面积约 7.8 万 hm^2 ,在现场实测数据的基础上,利用 IPCC(联合国政府间气候变化专门委员会)推荐的 DNDC(生物地球化学过程模型)对节水抗旱稻的温室气体减排效果进行了模拟计算,结果显示,旱管种植模式可减少温室气体(二氧化碳当量)排放 51.6 万 t。

4 节水抗旱稻发展思考

4.1 扩大适宜种植区域推广应用 节水抗旱稻同时具有水稻高产优质和旱稻节水抗旱的优势,使其可以作为水旱两用型品种。结合品种特性分析,节水抗旱稻最适宜种植区应位于我国水旱地理分界过渡区,推广实际情况也验证了这个理论,以旱优 73、旱优 3015 为代表的节水抗旱稻系列品种 70% 以上种植在以安徽沿淮为主的长江流域与淮河流域的分界线——江淮分水岭区域,这个区域从西到东包括湖北襄阳、随州,河南信阳,安徽阜阳、六安、合肥、淮南、蚌埠、滁州,江苏淮安等。统计数据表明,这些地方适宜节水抗旱稻种植的面积超过 133.3 万 hm^2 ,依据上海天谷生物科技股份有限公司、江苏丰大生物科技有限公司等种子企业提供的种子销售数据测算,目前在这个区域节水抗旱稻年推广面积仅约 13.3 万 hm^2 ,具有广阔的发展空间,需要培育和支持更多的节水抗旱稻种子企业做大做强,进一步进行深度的市场开发,扩大节水抗旱稻的推广应用面积^[11]。

4.2 提升节水抗旱稻品种丰富度 节水抗旱稻的理念自 2010 年被提出以来,只有 10 多年的发展时间,还是一个新生事物,相应的育种研究体系建立还不够完善,选育审定的品种不足百个,品种的种类和数量目前也不够丰富,已育成的品种适应区域主要集中在南方籼稻区。通过分析发现,杂交籼稻的选育基于利用不育系沪早 7A、沪早 5A、沪早 82S 等少数亲本配组,常规籼稻基于品种沪早 15 的改良杂交,无论是从亲本来源还是遗传背景上,节水抗旱稻

品种的丰富度都需要进一步提升。建议一方面要加强与不同水稻生态区科研育种单位的合作,在水稻成熟亲本资源的基础上进行抗旱性改良,选育出适宜当地的节水抗旱稻新品种组合;另一方面要加强节水抗旱稻亲本材料交流合作,育种人员充分利用各自亲本优势进行改良配组,选育出更多的品种,丰富节水抗旱稻种类和数量。

4.3 发展配套高产栽培技术体系 优秀的节水抗旱稻品种还需配套适宜的栽培技术,才能发挥品种的潜力优势。针对不同区域、不同土壤条件,形成多种适宜的栽培技术并推广,对于提高产量和质量具有重要意义。节水抗旱稻直播旱管种植方式与传统水稻栽培有很大不同,包括种子处理、肥水运筹、杂草防除、打药灌水等方面都有差异,需要结合当地的具体实践开展研究。旱管种植栽培模式中的关键技术是杂草防控,不同区域杂草的草相和密度不同,需要使用差异化的技术方法,无论是传统除草剂化控除草,还是机覆降解膜物理除草,相应的技术模式都需要不断改良和熟化。总之,节水抗旱稻大面积的应用离不开与之相配套的栽培技术体系的研究和推广。

参考文献

- [1] 于红燕,刘世义.我国水稻产业发展现状、趋势及对策.农村经济与科技,2016,27(9):7-9
- [2] 徐春春,纪龙,李凤博,冯金飞,方福平.当前我国水稻产业发展形势与战略对策.华中农业大学学报,2022,41(1):21-27
- [3] 罗利军.节水抗旱稻的培育与产业发展.中国稻米,2022,28(5):14-19
- [4] 杜兴彬,赵洪阳,张剑锋,李刚,余新桥,陈晨.节水抗旱稻在上海的发展.中国种业,2018(6):35-37
- [5] Chen S J, Xu K, Kong D Y, Wu L Y, Chen Q, Ma X S, Ma S Q, Li T F, Xie Q, Liu H Y, Luo L J. Ubiquitin ligase OsRINGzf1 regulates drought resistance by controlling the turnover of OsPIP2; 1. Plant Biotechnology Journal, 2022, 20(9): 1743-175
- [6] Xia H, Zhang X X, Liu Y, Bi J G, Ma X S, Zhang A N, Liu H Y, Chen L, Zhou S, Gao H, Xu K, Wei H B, Liu G L, Wang F M, Zhao H Y, Luo X X, Hou D P, Lou Q J, Feng F J, Zhou L G, Chen S J, Yan M, Li T F, Li M S, Wang L, Liu Z C, Yu X Q, Mei H W, Luo L J. Blue revolution for food security under carbon neutrality: A case from the water-saving and drought-resistance rice. Molecular Plant, 2022, 15(9): 1401-1404
- [7] 张鲜鲜,毕俊国,孙会峰,王从,张继宁,谭金松,周胜.旱管种植节水抗旱稻的温室气体减排效应研究.上海农业学报,2022,38(4):

我国作物种质资源库建设现状与发展探讨

段永红¹ 余亚莹¹ 邓晶² 唐潇¹

(¹湖南省水稻研究所/长江中下游籼稻遗传育种重点实验室,长沙410125; ²湖南省农业科学院,长沙410125)

摘要:从我国作物种质资源库三次集中发展历程、国家种质资源保护体系建设、地方种质资源库高速发展等方面概述了国内作物种质资源库建设现状,剖析了种质库建设中存在的缺少本区域全局性顶层规划、地方库与国家库体系缺少衔接等问题,提出加紧种质资源保护科学布局,规范种质资源库建设;加强资源项目管理,形成可持续发展的机制;加速资源共享服务建设,建立可享可用公共平台的建议。

关键词:种质资源库;建设;现状;发展

Current Status and Development Discussion of Crop Germplasm Resource Bank Construction in China

DUAN Yonghong¹, YU Yaying¹, DENG Jing², TANG Xiao¹

(¹Hunan Rice Research Institute/Key Laboratory of Indica Rice Genetics and Breeding in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River Valley, Changsha 410125; ²Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125)

作物种质资源因其具有丰富的遗传多样性,蕴藏着各种潜在可利用基因,成为现代生物科技的“芯片”,关乎人类社会可持续发展。根据世界自然基金会(WWF)发布的《地球生命力报告2020》,全球22%的植物正面临灭绝风险^[1]。为此世界各国日益加强对种质资源的保护,建设现代化低温低湿种质资源库成为保存种质资源的重要手段。自1958年建成世界上第一座现代化种质库(美国国家种子贮藏研究室,位于科罗拉多州科林斯堡市)以来,迄今全球已建成种子(质)库约1750座,共收集保存740多万份种质资源,涉及1万余个物种,涵盖珍稀濒危植物、区域特有植物、重要经济植物、重要

农作物及其野生近缘种^[2-3]。

近年来,随着国家“保障粮食安全的首要任务是种子和耕地”“要加强种质资源保护和利用,加强种子库建设”“开展种源‘卡脖子’技术攻关”等指导性意见的相继出台和重点任务的部署,各级政府和公众对种质资源的重视程度达到了前所未有的高度,种子库建设工作得到了广泛而深入的推进。本文拟从我国作物种质资源库建设的发展历程、发展特点等方面概述国内种质资源库建设现状,分析种质资源库建设中存在的问题,探讨实现种质资源库有序建设、高效利用的方法和思路。

1 我国种质资源库建设现状

由于大多数作物的繁殖器官是种子,在全球收集保存的740多万份粮食与农业植物种质资源

基金项目:2023年湖南省省级农业种质资源保护与利用专项(湘农指[2023]43号)

134-140

[8] 龚丽英,赵洪阳,李刚,高欢,刘毅,朱敬乐. 节水抗旱稻水旱管栽培技术初探. 杂交水稻,2020,35(4):55-57

[9] 罗利军. 节水抗旱稻的概念与发展历程. 上海农业学报,2022,38(4):1-8

[10] 孙会峰,周胜,张继宁,张鲜鲜,王从. 利用节水抗旱稻协同减排温室气体和面源污染效果研究. 上海农业学报,2020,36(5):79-85

[11] 周洲,张莉侠,贾磊. 农业绿色发展背景下节水抗旱稻经济效益评估. 上海农业学报,2022,38(4):146-152

(收稿日期:2024-03-22)