

引用格式: 铁欠芳, 石晓燕, 薛向磊, 等. 机械化再生稻种植模式下机收减损与高产农艺研究综述[J]. 浙江农林大学学报, 2026, 43(X): 1-10. TIE Qianfang, SHI Xiaoyan, XUE Xianglei2, et al. A review on machine harvesting loss reduction and high-yielding agronomic practices in mechanized ratoon rice cropping systems[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2026, 43(X): 1-10.

## 机械化再生稻种植模式下机收减损与高产农艺研究综述

铁欠芳<sup>1,2</sup>, 石晓燕<sup>2,3</sup>, 薛向磊<sup>2,3</sup>, 俞国红<sup>2,3</sup>

(1. 河北农业大学农学院, 河北保定 071000; 2. 浙江省农业科学院 农业农村部东南丘陵山地农业装备重点实验室(部省共建), 浙江杭州 310021; 3. 浙江省农业科学院 农业装备研究所, 浙江杭州 310021)

**摘要:** 再生稻种植具有“一种两收”、轻简高效、环境友好等显著优势, 对保障粮食安全具有重要意义。头季机收的碾压损伤是制约再生季产量的核心问题。本文系统综述了机械化再生稻种植模式下机收减损与高产农艺的研究进展, 重点聚焦于两方面问题。一是聚焦机收减损技术与装备创新, 包括再生稻专用收割机底盘(轮式与履带式)的优化、轻量化设计、稻茬扶正装置、智能化路径规划及“宽窄行”农艺配套技术, 通过农机改良与作业优化, 最大限度降低碾压伤害; 二是聚焦高产稳产农艺措施, 包括强再生力耐碾压品种的筛选、基于光热资源的“早播早栽”与适时收获策略以及依据留茬高度的水肥协同动态调控技术, 通过农艺品种优势与高产措施, 构建高产稳产体系。总体而言, 在机器换人的背景下, 实现再生稻“两季双高产”的根本在于推动“品种-农艺-农机”的深度融合与系统优化, 构建贯穿产前、产中、产后的全程一体化技术体系, 从而有效缓解机收损失, 充分释放再生稻的产量潜力与综合效益, 为促进水稻生产可持续发展提供理论依据与技术支持。参 74

**关键词:** 再生稻; 机械化; 机收减损; 专用底盘; 高产农艺; 农机农艺融合

中图分类号: S23 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2026)00-0001-10

## A review on machine harvesting loss reduction and high-yielding agronomic practices in mechanized ratoon rice cropping systems

TIE Qianfang<sup>1,2</sup>, SHI Xiaoyan<sup>2,3</sup>, XUE Xianglei<sup>2,3</sup>, YU Guohong<sup>2,3</sup>

(1. College of Agronomy, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, Hebei, China; 2. Key Laboratory of Agricultural Equipment for Hilly and Mountainous Areas in Southeastern China (Co-construction by Ministry and Province), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China; 3. Institute of Agricultural Equipment, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, Zhejiang, China)

**Abstract:** Regenerated rice cultivation, characterized by “one-crop-two-harvests”, offers significant advantages such as labor-saving efficiency and environmental friendliness, making it vital for ensuring food security. However, mechanical harvesting damage in the first season remains a core issue limiting the yield of the regenerated season and the wider adoption of this cultivation system. This paper systematically reviews the research progress in loss reduction during mechanical harvesting and high-yielding agronomic practices for mechanically harvested regenerated rice. The review focuses on two key aspects: first, technologies and equipment innovations for reducing harvest losses, including optimization of specialized harvesters for regenerated rice (wheeled and tracked chassis), lightweight design, stubble righting devices, intelligent path

收稿日期: 2025-10-22; 修回日期: 2026-02-06

基金项目: 浙江省“尖兵”“领雁”研发攻关计划项目(2023C02012)

作者简介: 铁欠芳, 从事再生稻机械化种植模式优化研究。E-mail: 2119569813@qq.com。通信作者: 俞国红, 高级工程师, 从事农业机械化工程研究。E-mail: yuguohong@163.com

planning, and matching cultivation techniques such as “wide-narrow row” spacing, aiming to minimize crushing damage through improved machinery and operational adjustments; second, high-yield and stable-yield agronomic strategies, including selection of strongly regenerative and crush-tolerant varieties, early sowing and transplanting aligned with light and heat resources, timely harvesting, and dynamic water-fertilizer management based on stubble height, which collectively establish a robust system for high and stable yields. In summary, against the backdrop of replacing manual labor with machinery, achieving “high yields in both seasons” for regenerated rice fundamentally relies on deep integration and systematic optimization of “variety, agronomy, and machinery”. This involves establishing an integrated technical system spanning pre-production, in-season, and post-production stages, thereby effectively mitigating harvest losses, fully realizing the yield potential and overall benefits of regenerated rice, and providing theoretical and technical support for sustainable rice production. [Ch, 74 ref.]

**Key words:** ratoon rice; mechanization; harvest loss reduction; specialized chassis; high-yielding agronomy; integration of agricultural machinery and agronomy

水稻 *Oryza sativa* 是全球最重要的粮食作物之一，为超过 50% 的人口提供口粮<sup>[1]</sup>。作为全球最大的水稻生产国和消费国，中国在保障世界粮食安全方面具有关键作用。提高水稻产量以应对人口增长带来的粮食需求一直是中国关注的重要内容<sup>[2]</sup>。当前中国水稻生产体系正面临诸多挑战。传统水稻种植模式管理相对简单，但产量提升潜力有限<sup>[3]</sup>。双季稻模式虽可实现较高的年产量，但依赖大量农业要素投入，生产效益的提升有限<sup>[4]</sup>。更为突出的是，双季稻系统因长期淹水栽培和高氮肥施用，已成为农业面源污染的重要来源，其单位面积的温室气体排放量和活性氮损失量显著高于其他种植系统，对环境造成严重压力<sup>[5]</sup>。

在此背景下，再生稻机械化种植模式作为常规种植的补充，具有显著优势。再生稻是头季稻收获后，利用稻桩上的休眠芽在适宜的条件下萌发生长、成穗，进而再收获一季的水稻<sup>[6]</sup>，具有资源节约和环境友好的特点。已有研究表明：与双季稻相比，再生稻的氮肥施用量、灌溉用水量和劳动力投入分别降低了 28.00%、18.00% 和 32.00%，同时其单位面积的全球变暖潜势和富营养化潜势分别降低了 41.20% 和 33.80%，表现出更优的环境相容性<sup>[7-8]</sup>。在产量构成方面，再生稻的年产量显著高于单季稻（增产幅度达 48.60%），虽略低于双季稻，但由于生产成本显著降低，其净经济收入和效益成本比具有明显优势<sup>[9-10]</sup>。因此，在年均气温  $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、有效积温为 4 200~4 800  $^{\circ}\text{C}$ ，热量条件适宜但不足以支持双季稻栽培的区域，再生稻可以作为提高复种指数和粮食总产的有效技术途径<sup>[11]</sup>。

然而，该模式在实际推广中面临一系列技术挑战：①机械化碾压损失严重，普通联合收割机作业时对稻茬的碾压率高达 30%~50%，造成腋芽损伤，进而导致再生季有效穗数不足，产量损失达 30%~45%；②缺乏适配的专用品种，现有品种多从单季稻中筛选，难以兼顾强再生力、耐碾压、抗倒伏及两季米质协同等关键性状；③再生季产量与品质稳定性差，受头季收获期、留茬高度、促芽肥施用及后期温光资源影响显著，整精米率与商品价值稳定性差<sup>[12-14]</sup>。这些制约因素已成为再生稻产业持续健康发展亟待解决的关键问题。因此，本文从再生稻的种植现状、机收减损技术的研究进展，再生稻品种培育及其配套高产栽培技术体系等方面对机械化再生稻种植模式进行综述，以期为推动机械化再生稻的规模化发展提供理论依据和参考。

## 1 再生稻种植现状

再生稻作为一种“一种两收”的轻简高效种植模式，在中国、美国、日本、菲律宾、印度、泰国等国家被广泛采用<sup>[15]</sup>。中国再生稻研究始于 20 世纪 30 年代，杨开渠率先探讨了播种量、移栽密度、留茬高度等因素对再生稻产量的影响<sup>[16]</sup>。早期再生稻主要作为主粮不足的补充，自 20 世纪 90 年代起，重庆、福建及湖北等地开始系统研究再生稻的生理生态特性与高产技术。21 世纪以来，随着重穗型杂交稻的推广，华南地区再生稻单产实现显著提升。近年来，随着高再生力品种选育和机械化收割技术的发

展，再生稻在中国南方稻区迅速推广，至 2022 年全国种植面积已超过 100 万  $\text{hm}^2$ ，主要分布在四川、湖北、湖南、安徽、江西等省份，并呈现向传统热量“次适宜区”北扩的趋势<sup>[17-18]</sup>。

## 2 机收减损研究进展

### 2.1 再生稻专用收割机底盘研究

为降低头季收割过程中的碾压损失，聚焦收割机底盘结构优化，形成了轮式与履带式两大技术路径。轮式底盘因其转向灵活、转弯半径小的特点，在田块硬化好的区域表现出显著优势<sup>[19]</sup>。相关研究通过采用高地隙设计、轻量化窄胶轮、液压助力转向、及四轮驱动等技术，在降低碾压率的同时兼顾了作业效率。例如，部分机型通过使轮距与种植行距匹配，并控制轮胎沿固定路径行进，将田间碾压率降低至 25% 左右，有效保护了稻茬<sup>[20-22]</sup>。然而，轮式底盘在南方常见高湿软泥田块中易发生下陷，导致通过性和作业稳定性下降，限制了其适用范围。针对湿软田块作业瓶颈，履带式底盘的设计因接地面积大、接地比压低，成为近年来的研究重点。通过优化履带参数(如宽度、接地长度)并与割幅、轨距进行系统匹配，可显著降低直行与转弯时的碾压率。部分设计还将轨距设置为行距的整数倍，并协调割幅与轨距关系，从而最大限度避让稻茬，使碾压率从传统机型的 40%~50% 降至 27% 左右<sup>[23]</sup>。此外采用双割台、三角履带、静液压独立驱动等创新结构，进一步提升了在深泥脚田或丘陵湿田中的通过性与作业适应性<sup>[24-26]</sup>。当前研究已从单一参数调整，发展为涵盖行走机构、驱动系统、割台配置与农艺要求的多系统协同设计，向加强底盘设计与作物-土壤-机器系统的深度融合方向发展。

### 2.2 收割机的轻量化设计

为减轻再生稻头季收割过程中对稻茬的碾压损伤，轻量化设计是再生稻头季机械化收获技术的重要发展方向之一。该领域主要通过结构优化、材料替代及计算辅助优化技术等 3 个层面展开。在结构优化方面，通过小型化、模块化设计(水陆两用微型收割机)或改变作业方式(如分穗收割)降低质量，但此类设计常面临作业效率受限或工况适应性不足的挑战<sup>[27-29]</sup>。在材料与结构协同优化方面，研究通过替换轻质合金或复合材料，并结合截面形状、拓扑结构等重新设计，实现了部件级别的显著减重(割台降低质量 50 kg，桥壳减质量 17.8%)，展现出多目标优化的潜力，但也带来成本上升问题，经济性仍是产业化关键瓶颈<sup>[30-31]</sup>。

在计算辅助优化技术应用方面，轻量化设计向精准化、系统化发展。拓扑优化、参数优化及模态分析等方法，使得机架、底盘等关键部件在满足静动态性能的前提下，实现了 10%~23% 的减重效果，体现了仿真驱动设计的效率<sup>[32-35]</sup>。总体来看，当前轻量化研究已超越单纯降低质量，进入性能-质量-成本协同权衡的阶段，需进一步加强新型轻质材料应用与智能化优化算法的结合，注重全生命周期性能与经济效益的综合评价，以推动收割机轻量化技术的发展。

### 2.3 稻茬扶正装备的研究

机械收获过程中的碾压现象难以完全避免。在此背景下，发展出机械化稻茬扶正装置作为一种补偿性农艺措施。研究表明：对碾压后倒伏的稻茬进行物理纠偏可以恢复其生长态势，例如人工扶正能使再生季平均增产 38%<sup>[36]</sup>。目前扶正装置已形成同步作业型(如收获同时扶正)、柔性接触性(减少二次损伤)和高效拨正型(成功率超 91%)等不同技术路径，展现出作为辅助技术路线的潜力<sup>[37-39]</sup>。但该类装置从原理迈向田间广泛应用仍需突破复杂工况适应性、作业效率稳定性及与主机长期协同可靠性等关键瓶颈，未来需进一步结合作物生理响应机制与动态作业环境进行系统优化。

### 2.4 机收减损路径优化

在再生稻机械化收获过程中，传统的经验式路径规划常导致碾压严重，影响再生季产量<sup>[40]</sup>。为此，学者对降低碾压率为核心的智能化路径规划开展研究，其关键在于通过算法优化路径，减少重复碾压面积并实现精准作业。研究显示：采用优化算法路径规划可显著降低碾压面积并提升作业效率<sup>[41]</sup>。例如，张国忠等采用 HGBCARP 式路径改进遗传算法用于路径规划后，可降低单位碾压面积 11.79%~27.20%<sup>[42]</sup>，并提高倒伏水稻产量 1.64%~1.95%；融合传统蚁群算法与 2-opt 算法的混合优化算法，在田间试验中可将直线段碾压率控制在 17.55% 以内，同时实现 3.15 cm 的路径跟踪精度<sup>[43]</sup>。这些研究为融合北斗导航、物联网与人工智能技术的路径规划系统开发奠定理论基础，支持人机协同作业，可有效缓解

因频繁卸粮导致的重复碾压问题。

### 3 再生稻品种培育

目前制约再生稻发展的关键因素是缺乏再生力强、适宜机械化的专用品种<sup>[44]</sup>。理想型再生稻品种应兼具以下特性：头季生育期适中(130~140 d)、再生能力强、高产稳产、米质优良，并同时具备抗倒伏、抗病性以及机械收割碾压损伤的良好耐受性<sup>[45]</sup>。研究表明：不同品种对收割机碾压的耐受性存在显著差异<sup>[46]</sup>，该特性对于减轻机械收获导致的再生季产量损失至关重要。目前主推品种多数属于中熟杂交稻，以两系杂交种表现突出，例如‘两优 6326’‘Liangyou 6326’、‘丰两优香 1号’‘Fengliangyouxiang 1’和‘甬优 4949’‘Yongyou 4949’等，这些品种在多个省份均表现出头季和再生季产量稳定且协同高产的特点。但品种适应性存在明显地域差异，如湖北省以‘丰两优香 1号’、‘新两优 223’‘Xinliangyou 223’和‘黄华占’‘Huanghuazhan’为主；湖南省主推‘甬优 4949’、‘两优 9918’‘Liangyou 9918’和‘隆两优华占’‘Longliangyouhuazhan’<sup>[47]</sup>；广东省则更倾向于选用‘黄华占’、‘美香占 2号’‘Meixiangzhan 2’等品种。国际水稻研究所培育的 IR68726-3-3-1-2/IR71730-51-2 组合在东南亚地区表现卓越，其头季及再生季产量均显著高于对照品种<sup>[11]</sup>。品种对碾压的耐受性差异明显，该性状对于减轻机收带来的再生季产量损失极为关键。但现有品种在这方面的系统性评价仍较为缺乏。未来育种工作应聚焦于两大方向：一是加快选育适合机械化作业、再生力强的籼粳杂交品种；二是推进“品种-农艺-农机”融合的宜机化栽培模式研究，从而突破当前品种单一性和生育期限限制，促进再生稻产业的可持续发展。

## 4 高产农艺措施

### 4.1 适时早播及时收获

再生稻多种植于光热资源有限的区域，头季稻的播种与收获时间直接决定再生季的生长发育与产量构成<sup>[48-49]</sup>。为充分利用有限的光热资源，宜采用“早播早栽”策略。研究表明：该技术可延长头季营养生长期，促进干物质积累，既保障头季产量，又为再生腋芽萌发储备充足养分，同时有助于再生季在安全抽穗期内完成生育进程，避免低温冷害同时助于再生稻在安全抽穗期内完成生育进程，避免低温冷害<sup>[50]</sup>。此外，头季稻收获时机也是影响产量的重要因素。一般情况下，头季稻收获需综合考虑地域气候和收获方式。在地域气候影响方面，湖北省建议在 95% 谷物成熟时进行收获<sup>[51]</sup>，而四川省则通常待谷粒完全成熟(100%)时收获以促进休眠芽的形成<sup>[52]</sup>，重庆地区研究发现，适度推迟头季收获可使再生稻产量呈现前增后降趋势<sup>[53]</sup>。在收获方式方面，人工收条件下多在籽粒完全成熟时收获，机械化收获条件下，多在 95% 籽粒达到黄熟期进行收获。因此，科学规划头季稻的播种期与收获期，是协调两季资源利用、实现全年稳产高产的核心栽培措施。

### 4.2 预留机收行及宽窄行种植

预留机收行种植通过预留 50~60 cm 减少机收碾压。研究表明：在种植密度降低 30% 情况下，预留机收行模式仅使头季减产小幅下降(约 4.8%)，但整体上精米率与产量有一定提升(分别为 2.8%、9.2%)，显示出其在产量与品质协同提升方面的综合优势<sup>[54-55]</sup>。此外，通过设置合理的宽窄行布局可提高机械作业效率，同时通过优化田间群体结构、增强光能利用与边际效应提高单株生产力，并有助于减轻病虫害发生、降低头季机收碾压比例，充分发挥水稻边际效应，促进再生季高产<sup>[56-59]</sup>。综上，预留机收行种植和宽窄行种植在减轻碾压损伤、优化群体结构、发挥边际效应等方面表现出明显效果，为实现再生稻高产高效与机械化收获的协同发展提供了可行的技术路径。未来可进一步研究该模式在不同区域、品种及栽培条件下的适应性，完善配套农机装备，以推动其更大范围的标准化应用。

### 4.3 适宜留桩高度研究

留桩高度是影响再生稻再生能力与产量形成的关键农艺调控因子。研究表明：不同留桩高度通过影响根系活力与腋芽萌发调控产量，高留桩(35~50 cm)有助于延缓头季稻根系衰老，维持再生期根系活力；低留桩(5~15 cm)则促进低节位再生根形成，提高再生根系比例<sup>[60-61]</sup>。具体实践中留桩高度存在显著的区域与品种特性。在光热条件充足的华南地区，低留桩(5 cm)有利于短生育期品种低位芽快速萌

发, 配合肥水管理可延长再生季生育期, 提高干物质积累, 实现高产<sup>[62-63]</sup>。而在温光条件受限的长江中下游地区, 较高留茬 (45 cm) 有助于保障安全齐穗, 稳定产量<sup>[64-65]</sup>。收获方式也直接影响留茬选择, 机械收割因作业限制常采用 12~15 cm 的适度低留茬, 在保证作业可行性的同时仍能获得较高的产量<sup>[66]</sup>, 人工收获常采用 35~45 cm 高留茬更易获得高产。总体而言, 再生稻留茬高度的优化遵循因品种, 地域和机制适宜的原则, 对于中高位芽优势品种, 在光温适宜区域可适当降低留茬以延长再生季, 光热丰富区宜采用低留茬发挥大穗型品种产量潜力, 温光受限区域则应维持较高留茬以确保安全抽穗, 机械收割条件下采用 12~15 cm 留茬以兼顾效率与产量。未来研究可进一步探明不同生态区“品种-留茬高度-栽培模式”的最佳配置体系, 为实现再生稻高产稳产提供更具区域适应性的技术支撑。

#### 4.4 协调肥水管理

水稻生产中的水肥协同调控是影响产量形成的关键栽培技术<sup>[67-68]</sup>。在再生稻体系中, 氮肥施用策略具有时序特异性, 以维持叶片功能、增强根系活力, 并为腋芽萌发储备碳水化合物<sup>[69-70]</sup>。研究表明: 施肥有 2 个关键窗口期可显著提高再季产量, 即收获前 10 d 左右的保芽保根肥, 以及收获后 3~7 d 的促蘖肥<sup>[71]</sup>。施肥效果受主季氮素状况、留茬高度及稻秆质量等因素调控, 且当主季单茎秆干质量为 1.22~1.78 g 时, 促芽肥的增产效应最为显著。此外, 优化施肥质量比 (基肥: 穗肥: 促芽肥=45: 15: 40) 可使再生稻产量和氮肥利用效率显著提升<sup>[72]</sup>。

水分管理同样关键。头季灌浆中后期需要排水晒田, 以提高土壤硬度, 减轻机械收获对稻桩的碾压损伤。研究表明: 相较于持续淹水处理, 干湿交替灌溉可使头季稻增产 5.8%~11.3%, 再生季增产 11.9%~14.3%<sup>[73-74]</sup>。综上, 再生稻水肥管理需根据留茬高度、土壤水分及生育阶段进行动态协同调控。未来可进一步研究不同灌溉方式 (如干湿交替、控水晒田) 与不同形态氮肥 (如缓释肥、控释肥) 在机械化种植模式下的协同效应, 探索既能增产增效、又能提升抗逆能力的最优水肥组合模式。

## 5 结论

再生稻的高产稳产是品种遗传特性、精细农艺管理与高效农机作业三者协同作用的结果。当前, 发展的关键瓶颈在于专用机型研发滞后、农机农艺深度融合度不足及区域性技术方案缺乏。为此, 建议从以下几个方面系统推进。①机收减损是再生稻机械化发展的首要突破口。通过优化专用收割机底盘结构 (轮式与履带式)、实施轻量化设计、研发稻茬扶正装置、推行智能化路径规划, 并配套“宽窄行”种植模式, 可显著降低碾压率、保护稻茬再生潜力, 为再生季高产奠定基础。未来应进一步加强农机与农艺的协同创新, 推动形成“品种-行距-机具-作业路径”一体化技术方案。②高产稳产需构建“品种-农艺-农机”三位一体的技术体系。品种方面, 应加快选育强再生力、耐碾压、适宜机械化作业的专用籼粳杂交品种; 农艺方面, 需因地因种制定以“早播早栽、因桩调肥、干湿灌溉、适高留茬”为核心的动态调控策略; 农机方面, 应持续推进窄履带、轻量化、智能导航等减损装备的研发与集成应用。再次, 区域适配性是技术落地与推广的关键。不同生态区在温光资源、土壤条件、品种特性等方面差异显著, 机收留茬高度、肥水管理、收获时期等农艺措施必须进行本地化优化。未来应加强区域性技术模式的构建与验证, 形成可复制、可推广的标准化技术规程。最后, 智能化与精准化是再生稻产业可持续发展的重要方向。依托物联网、大数据、人工智能等技术, 构建基于作物生长模型与环境感知的智能决策系统, 实现水肥精准调控、病虫害绿色防控与机械化智能作业, 将显著提升再生稻生产的标准化、高效化和绿色化水平。

综上, 为实现再生稻“两季双高产”目标, 须坚持系统思维, 推动品种选育、农艺创新与农机装备的深度融合, 构建覆盖产前、产中、产后的全程一体化技术体系。未来应加强多学科交叉与产学研协作, 聚焦关键技术瓶颈开展联合攻关, 为再生稻产业的规模化、机械化、智能化发展提供有力支撑, 助力中国水稻生产绿色转型与粮食安全能力持续提升。

## 6 参考文献

- [1] RAYAS-DUART P, MCGLYNN W G, STOECKER B J. Cereal foods, a full serving of nutrition[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 437-444. RAYAS-DUART P, MCGLYNN W G, STOECKER B J. Cereal foods, a full serving of nutrition[J].

- Food Science*, 2004, **25**(10): 437–444. DOI: [10.3321/j.issn:1002-6630.2004.10.109](https://doi.org/10.3321/j.issn:1002-6630.2004.10.109).
- [2] DENG Nanyan, GRASSINI P, YANG Haishun, *et al.* Closing yield gaps for rice self-sufficiency in China[J]. *Nature Communications*, 2019, **10**: 1725. DOI: [10.1038/s41467-019-09447-9](https://doi.org/10.1038/s41467-019-09447-9).
- [3] SAITO K, DOSSOU-YOVO E R, IBRAHIM A. Ratoon rice research: review and prospect for the tropics[J]. *Field Crops Research*, 2024, **314**: 109414. DOI: [10.1016/j.fcr.2024.109414](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109414).
- [4] YUAN Shen, NIE Lixiao, WANG Fei, *et al.* Agronomic performance of inbred and hybrid rice cultivars under simplified and reduced-input practices[J]. *Field Crops Research*, 2017, **210**: 129–135. DOI: [10.1016/j.fcr.2017.05.024](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.05.024).
- [5] BOONE L, ROLDÁN-RUIZ I, VAN LINDEN V, *et al.* Environmental sustainability of conventional and organic farming: accounting for ecosystem services in life cycle assessment[J]. *Science of the Total Environment*, 2019, **695**: 133841. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.133841](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133841).
- [6] 林文雄, 翁佩莹, 林文芳, 等. 中国机收再生稻研究现状与展望[J]. *应用生态学报*, 2024, **35**(3): 827–836. LIN Wenxiong, WENG Peiying, LIN Wenfang, *et al.* Research status and prospect of ratoon rice in China under mechanically harvested condition[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2024, **35**(3): 827–836. DOI: [10.13287/j.1001-9332.202403.008](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202403.008).
- [7] YUAN Shen, CASSMAN K G, HUANG Jianliang, *et al.* Can ratoon cropping improve resource use efficiencies and profitability of rice in Central China?[J]. *Field Crops Research*, 2019, **234**: 66–72. DOI: [10.1016/j.fcr.2019.02.004](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.02.004).
- [8] ZHOU Yongjin, JI Yalan, ZHANG Man, *et al.* Exploring a sustainable rice-cropping system to balance grain yield, environmental footprint and economic benefits in the middle and lower reaches of the Yangtze River in China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, **404**: 136988. DOI: [10.1016/j.jclepro.2023.136988](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136988).
- [9] YU Xing, YUAN Shen, TAO Xu, *et al.* Comparisons between main and ratoon crops in resource use efficiencies, environmental impacts, and economic profits of rice ratooning system in Central China[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, **799**: 149246. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.149246](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149246).
- [10] 彭清霞, 林志敏, 陈贵, 等. 华东南不同稻作模式的生态效率[J]. *应用生态学报*, 2025, **36**(11): 3339–3352. PENG Qingxia, LIN Zhimin, CHEN Gui, *et al.* Ecological efficiency of different rice cropping systems in Southeast China[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2025, **36**(11): 3339–3352.
- [11] 毛顺鑫. 不同灌溉模式和氮肥施用处理对再生稻再生芽生长和产量形成的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2021. MAO Shunxin. *Effects of Different Irrigation and Nitrogen Application Treatments on Axillary Bud Growth and Grain Yield Formation of Ratoon Rice*[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2021.
- [12] PENG Shaobing, ZHENG Chang, YU Xing. Progress and challenges of rice ratooning technology in China[J]. *Crop and Environment*, 2023, **2**(1): 5–11. DOI: [10.1016/j.crope.2023.02.005](https://doi.org/10.1016/j.crope.2023.02.005).
- [13] FU Jianwei, JI Chao, LIU Haopeng, *et al.* Research progress and prospect of mechanized harvesting technology in the first season of ratoon rice[J]. *Agriculture*, 2022, **12**(5): 620. DOI: [10.3390/agriculture12050620](https://doi.org/10.3390/agriculture12050620).
- [14] FARUQ G, TAHA R M, PRODHAN Z H. Rice ratoon crop: a sustainable rice production system for tropical hill agriculture[J]. *Sustainability*, 2014, **6**(9): 5785–5800. DOI: [10.3390/su6095785](https://doi.org/10.3390/su6095785).
- [15] 林文雄, 陈鸿飞, 张志兴, 等. 再生稻产量形成的生理生态特性与关键栽培技术的研究与展望[J]. *中国生态农业学报*, 2015, **23**(4): 392–401. LIN Wenxiong, CHEN Hongfei, ZHANG Zhixing, *et al.* Research and prospect on physio-ecological properties of ratoon rice yield formation and its key cultivation technology[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2015, **23**(4): 392–401. DOI: [10.13930/j.cnki.cjea.150246](https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.150246).
- [16] 徐富贤, 熊洪, 张林, 等. 再生稻产量形成特点与关键调控技术研究进展[J]. *中国农业科学*, 2015, **48**(9): 1702–1717. XU Fuxian, XIONG Hong, ZHANG Lin, *et al.* Progress in research of yield formation of ratooning rice and its high-yielding key regulation technologies[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015, **48**(9): 1702–1717. DOI: [10.3864/j.issn.0578-1752.2015.09.04](https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2015.09.04).
- [17] YU Xing, TAO Xu, LIAO Jun, *et al.* Predicting potential cultivation region and paddy area for ratoon rice production in China using Maxent model[J]. *Field Crops Research*, 2022, **275**: 108372. DOI: [10.1016/j.fcr.2021.108372](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108372).
- [18] 郭翰林, 林建, 施火结, 等. 再生稻头季收获机械化的现状与发展趋势[J]. *福建农机*, 2016(1): 16–18. GUO Hanlin, LIN Jian, SHI Huojie, *et al.* Present situation and development trend of mechanized harvesting of ratooning rice in the first season[J]. *Fujian Agricultural Machinery*, 2016(1): 16–18. DOI: [10.3969/j.issn.1004-3969.2016.01.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-3969.2016.01.007).
- [19] 张国忠, 张翼翔, 黄见良, 等. 再生稻割穗机的设计与性能试验[J]. *华中农业大学学报*, 2016, **35**(1): 131–136. ZHANG

- Guozhong, ZHANG Yixiang, HUANG Jianliang, *et al.* Designing and performance testing a novel head spike harvester of ratoon rice[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2016, **35**(1): 131–136. DOI: [10.13300/j.cnki.hnlkxb.2016.01.021](https://doi.org/10.13300/j.cnki.hnlkxb.2016.01.021).
- [20] 刘竣. 高地隙轮式再生稻收获机的设计与试验[D]. 广州: 华南农业大学, 2019. LIU Jun. *Design and Experiment of High Clearance Wheeled Ratoon Rice Harvester*[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2019.
- [21] FU Jiangwei, ZHANG Guozhong, ANWER M, *et al.* Development of the high clearance wheel-type ratoon rice harvester[J]. *International Agricultural Engineering Journal*, 2020, **29**(3): 161–171.
- [22] 雷志强, 张国忠, 彭少兵, 等. 全履带式再生稻收割机行走底盘碾压率的模拟与分析[J]. *安徽农业大学学报*, 2017, **44**(4): 738–743. LEI Zhiqiang, ZHANG Guozhong, PENG Shaobing, *et al.* Simulation and analysis of the stubble pushing rate by chassis of the completely tracked harvester for the ratoon rice[J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2017, **44**(4): 738–743. DOI: [10.13610/j.cnki.1672-352x.20170811.002](https://doi.org/10.13610/j.cnki.1672-352x.20170811.002).
- [23] 卢康, 张国忠, 彭少兵, 等. 双割台双滚筒全履带式再生稻收割机的设计与性能试验[J]. *华中农业大学学报*, 2017, **36**(5): 108–114. LU Kang, ZHANG Guozhong, PENG Shaobing, *et al.* Design and performance of tracked harvester for ratoon rice with double-headers and double-threshing cylinders[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2017, **36**(5): 108–114. DOI: [10.13300/j.cnki.hnlkxb.2017.05.016](https://doi.org/10.13300/j.cnki.hnlkxb.2017.05.016).
- [24] 付建伟, 张国忠, 谢干, 等. 双通道喂入式再生稻收获机研制[J]. *农业工程学报*, 2020, **36**(3): 11–20. FU Jianwei, ZHANG Guozhong, XIE Gan, *et al.* Development of double-channel feeding harvester for ratoon rice[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2020, **36**(3): 11–20. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2020.03.002](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2020.03.002).
- [25] 曾山, 黄登攀, 杨文武, 等. 三角履带式再生稻收割机底盘的设计与试验[J]. *吉林大学学报(工学版)*, 2022, **52**(8): 1943–1950. ZENG Shan, HUANG Dengpan, YANG Wenwu, *et al.* Design and test of the chassis of triangular crawler reclaiming rice harvester[J]. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 2022, **52**(8): 1943–1950. DOI: [10.13229/j.cnki.jdxbgxb20210205](https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb20210205).
- [26] 顾伟, 王占飞, 顾杰, 等. 再生稻收获机的底盘设计[J]. *农业开发与装备*, 2024(2): 33–35. GU Wei, WANG Zhanfei, GU Jie, *et al.* Chassis design of ratooning rice harvester[J]. *Agricultural Development and Equipments*, 2024(2): 33–35. DOI: [10.3969/j.issn.1673-9205.2024.02.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9205.2024.02.011).
- [27] 熊生银. 两栖微型收割机: CN104255180B[P]. 2016-08-17. Xiong Shengyin. *Amphibious Micro Harvester: CN104255180B*[P]. 2016-08-17.
- [28] 徐立章, 苗丰凯, 孙贻新, 等. 一种联合收割机和再生稻收获割台: CN211128996U[P]. 2020-07-31. XU Lizhang, MIAO Fengkai, SUN Yixin, *et al.* *A Combine Harvester and Ratoon Rice Harvesting Header: CN211128996U*[P]. 2020-07-31.
- [29] 李耀明, 王晗昊, 黄铭森, 等. 一种双入口旋风清选装置及再生稻联合收获机: CN110140531B[P]. 2024-03-19. LI Yaoming, WANG Hanhao, HUANG Mingsen, *et al.* *A Double-Inlet Cyclone Cleaning Device and Ratoon Rice Combine Harvester: CN110140531B*[P]. 2024-03-19.
- [30] 孙潇鹏, 林建, 刘灿灿, 等. 水稻收割机的割台轻量化设计及经济性分析[J]. *江苏农业科学*, 2019, **47**(4): 182–186. SUN Xiaopeng, LIN Jian, LIU Cancan, *et al.* Lightweight design and economic analysis of header of rice harvester[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2019, **47**(4): 182–186. DOI: [10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.043](https://doi.org/10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.043).
- [31] 马丽娜, 毛恩荣, 朱忠祥, 等. 轮式联合收获机转向桥壳优化设计[J]. *农业机械学报*, 2013, **44**(增刊 2): 283–87, 272. MA Lina, MAO Enrong, ZHU Zhongxiang, *et al.* Optimized design of steering axle housing for wheeled combine harvester[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2013, **44**(supl 2): 283–287, 272.
- [32] 臧世宇. 谷物联合收割机脱粒机机架有限元分析及优化[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2016. ZANG Shiyu. *Combine Harvester Threshing Machine Finite Element Analysis and Optimization*[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2016.
- [33] 冯伟, 庞有伦, 李平, 等. 基于 ISIGHT 的小型收割机机架优化设计研究[J]. *西南农业学报*, 2019, **32**(1): 174–178. FENG Wei, PANG Youlun, LI Ping, *et al.* Lightweight design for rack of small harvester based on ISIGHT[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2019, **32**(1): 174–178. DOI: [10.16213/j.cnki.scjas.2019.1.028](https://doi.org/10.16213/j.cnki.scjas.2019.1.028).
- [34] 鄢强, 邓祥丰, 陈代玉, 等. 谷物脱粒机机架的静力分析与拓扑优化设计[J]. *盐城工学院学报(自然科学版)*, 2019, **32**(4): 12–17. YAN Qiang, DENG Xiangfeng, CHEN Daiyu, *et al.* Static analysis and topology optimization design of grain thresher rack[J]. *Journal of Yancheng Institute of Technology (Natural Science Edition)*, 2019, **32**(4): 12–17. DOI: [10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201904003](https://doi.org/10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201904003).

- [35] 李耀明, 李有为, 徐立章, 等. 联合收获机割台机架结构参数优化[J]. *农业工程学报*, 2014, **30**(18): 30–37. LI Yaoming, LI Youwei, XU Lizhang, *et al.* Structural parameter optimization of combine harvester cutting bench[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, **30**(18): 30–37. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6819.2014.18.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2014.18.004).
- [36] CHEN Xiongfei, LI Huilong, LIU Muhua, *et al.* Stubble righting increases the grain yield of ratooning rice after the mechanical harvest of primary rice[J]. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2022, **41**(4): 1747–1757. DOI: [10.1007/s00344-021-10416-0](https://doi.org/10.1007/s00344-021-10416-0).
- [37] 徐龙, 孙艳, 陈涛, 等. 一种用于再生稻的稻茬自动扶正导引装置及其调控方法: CN111296049A[P]. 2020-06-19. XU Long, SUN Yan, CHEN Tao, *et al.* An Automatic Stubble Righting and Guiding Device for Ratoon Rice and Its Regulation Method. China Patent No. CN111296049A, 19 June 2020. 77.
- [38] 李慧龙, 刘兆朋, 刘木华, 等. 再生稻机收碾压稻茬扶正装置的设计与试验[J]. *沈阳农业大学学报*, 2021, **52**(3): 314–320. LI Huilong, LIU Zhaopeng, LIU Muhua, *et al.* Design and test of the righting device of crushed rice stubble after the mechanical harvesting of ratoon rice[J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2021, **52**(3): 314–320. DOI: [10.3969/j.issn.1000-1700.2021.03.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1700.2021.03.008).
- [39] 张心毅. 再生稻链排齿爪式扶正装置设计与试验[D]. 南昌: 江西农业大学, 2019. ZHANG Xinyi. *Design and Experiment of Regenerative Rice Chain Row Claw Type Righting Device*[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2019.
- [40] BOCHTIS D D, SØRENSEN C G C, BUSATO P. Advances in agricultural machinery management: a review[J]. *Biosystems Engineering*, 2014, **126**: 69–81. DOI: [10.1016/j.biosystemseng.2014.07.012](https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.07.012).
- [41] 梁亚杰, 杨丽丽, 徐媛媛, 等. 不确定场景下无人农机多机动态路径规划方法[J]. *农业工程学报*, 2021, **37**(21): 1–8. LIANG Yajie, YANG Lili, XU Yuanyuan, *et al.* Dynamic path planning method for multiple unmanned agricultural machines in uncertain scenarios[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2021, **37**(21): 1–8. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.2021.21.001](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2021.21.001).
- [42] 张国忠, 凌高旻, 季超, 等. 考虑倒伏与粮仓容积的再生稻头季机收路径规划[J]. *农业工程学报*, 2024, **40**(12): 33–45. ZHANG Guozhong, LING Gaomin, JI Chao, *et al.* Path planning of mechanical harvesting considering the lodging and grain Bin capacity for the ratoon rice in main season[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2024, **40**(12): 33–45. DOI: [10.11975/j.issn.1002-6819.202402090](https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.202402090).
- [43] 胡炼, 张鸿, 何杰, 等. 再生稻头季低碾压收获作业路径规划技术研究[J]. *农业机械学报*, 2025, **56**(2): 19–27. HU Lian, ZHANG Hong, HE Jie, *et al.* Path planning technical research of low-rolling compaction harvesting operation for the first season of ratoon rice[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2025, **56**(2): 19–27. DOI: [10.6041/j.issn.1000-1298.2025.02.002](https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2025.02.002).
- [44] 彭少兵. 对转型时期水稻生产的战略思考[J]. *中国科学(生命科学)*, 2014, **44**(8): 845–850. PENG Shaobing. Reflection on China's rice production strategies during the transition period[J]. *Science in China (Series C)*, 2014, **44**(8): 845–850. DOI: [10.1360/052014-98](https://doi.org/10.1360/052014-98).
- [45] 李经勇, 张洪松, 唐永群. 中国再生稻研究与应用[J]. *南方农业*, 2009, **3**(3): 88–92. LI Jingyong, ZHANG Hongsong, TANG Yongqun. Research and application of ratooning rice in China[J]. *China Seed Industry*, 2009, **3**(3): 88–92. DOI: [10.3969/j.issn.1673-890X.2009.03.026](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-890X.2009.03.026).
- [46] 郭文韬. 略论中国再生稻的历史发展[J]. *中国农史*, 1993, **12**(4): 1–6. GUO Wentao. On the historical development of ratooning rice in China[J]. *Agricultural History of China*, 1993, **12**(4): 1–6.
- [47] 张群, 陈杰, 涂军明, 等. 23个水稻品种作再生稻比较试验结果及评价[J]. *湖北农业科学*, 2019, **58**(24): 12–15. ZHANG Qun, CHEN Jie, TU Junming, *et al.* Comparative test results and evaluation of 23 rice varieties as ratooning rice[J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2019, **58**(24): 12–15. DOI: [10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2019.24.003](https://doi.org/10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2019.24.003).
- [48] 李博, 杨帆, 秦琴, 等. 播期对再生稻次适宜区杂交籼稻食味品质的影响[J]. *中国农业科学*, 2022, **55**(1): 36–50. LI Bo, YANG Fan, QIN Qin, *et al.* Effects of sowing dates on eating quality of different indica hybrid rice in the sub-suitable region of ratoon rice[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2022, **55**(1): 36–50. DOI: [10.3864/j.issn.0578-1752.2022.01.004](https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2022.01.004).
- [49] 梁子蒙, 段秀建, 杜斌, 等. 播期对长江上游中稻-再生稻产量及温光资源利用效率的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2025, **30**(12): 213–227. LIANG Zimeng, DUAN Xiujian, DU Bin, *et al.* Effects of sowing date on the yield and utilization efficiency of temperature and light resources of the middle-season rice-ratoon rice system in the upper reaches of the

- Yangtze River[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025, 30(12): 213-227.
- [50] 王飞, 黄见良, 彭少兵. 机收再生稻丰产优质高效栽培技术研究进展[J]. *中国稻米*, 2021, 27(1): 1-6. WANG Fei, HUANG Jianliang, PENG Shaobing. Research and development of mechanized rice ratooning technology in China[J]. *China Rice*, 2021, 27(1): 1-6. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8082.2021.01.001.
- [51] WANG Fei, CUI Kehui, HUANG Jianliang. Progress and challenges of rice ratooning technology in Hubei Province, China[J]. *Crop and Environment*, 2023, 2(1): 12-16. DOI: 10.1016/j.crope.2023.02.002.
- [52] JIANG Peng, ZHANG Lin, CHEN Chao, *et al.* Progress and challenges of rice ratooning technology in Sichuan Province, China[J]. *Crop and Environment*, 2023, 2(3): 111-120. DOI: 10.1016/j.crope.2023.04.006.
- [53] 张巫军, 段秀建, 梁子蒙, 等. 重庆地区再生稻产量形成特点及关键栽培技术研究进展[J]. *南方农业学报*, 2025, 56(5): 1520-1534. ZHANG Wujun, DUAN Xiujian, LIANG Zimeng, *et al.* Formation characteristics of ratoon rice yield and key cultivation techniques in Chongqing: a review[J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2025, 56(5): 1520-1534. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2025.05.015.
- [54] 林席跃, 雷正平, 伍先群, 等. 机收再生稻履带窄幅化改制及宽窄行配套栽插减损效果研究初报[J]. *中国农学通报*, 2022, 38(23): 150-155. LIN Xiyue, LEI Zhengping, WU Xianqun, *et al.* The damage reduction effect of narrowing harvester track and wide-narrow row planting in the mechanized harvesting of ratooning rice[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2022, 38(23): 150-155.
- [55] 郑常. 重晒田水分管理和预留机收行种植方式对机收再生稻产量和品质的提升效应研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2022. ZHENG Chang. *Heavy Soil Drying and Skip-row Planting of Main Crop for Increasing the Grain Yield and Quality of Ratoon Crop in Mechanized Rice Ratooning System*[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2022.
- [56] 高福强, 张绍权. 水稻宽窄行栽培技术的研究与推广应用[J]. *中国稻米*, 2018, 24(4): 22-23, 26. GAO Fuqiang, ZHANG Shaoquan. Research and popularization of wide and narrow row spacing cultivation techniques for rice[J]. *China Rice*, 2018, 24(4): 22-23, 26. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8082.2018.04.005.
- [57] 周巍, 王万洪, 郑普兵, 等. 宽窄行栽培技术在再生稻上的应用研究[J]. *中国稻米*, 2019, 25(2): 72-74. ZHOU Wei, WANG Wanhong, ZHENG Pubing, *et al.* Application of wide-narrow row cultivation techniques on ratooning rice[J]. *China Rice*, 2019, 25(2): 72-74. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8082.2019.02.016.
- [58] ZHENG Chang, WANG Yuechao, XU Wenba, *et al.* Border effects of the main and ratoon crops in the rice ratooning system[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2023, 22(1): 80-91. DOI: 10.1016/j.jia.2022.08.048.
- [59] 胡香玉, 钟旭华, 彭碧琳, 等. 不同氮肥运筹下低桩机收再生稻的产量和经济效益[J]. *中国稻米*, 2019, 25(4): 16-21, 26. HU Xiangyu, ZHONG Xuhua, PENG Bilin, *et al.* Grain yield and profit of machine-harvested low stubble ratoon rice under different nitrogen management[J]. *China Rice*, 2019, 25(4): 16-21, 26. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8082.2019.04.004.
- [60] YANG Desheng, PENG Shaobing, ZHENG Chang, *et al.* Stubble height affects the grain yield of ratoon rice under rainfed conditions[J]. *Agricultural Water Management*, 2022, 272: 107815. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107815.
- [61] Zhang Y ,Sheng T ,Shang L , *et al.*High Stubble Height Enhances Ratoon Rice Yield by Optimizing Light-Temperature Resource Utilization and Photothermal Quotient[J]. *Plants*,2025,14(14):2222-2222.
- [62] ZHU Guang, LIANG Enxing, LAN Xiang, *et al.* *ZmPGIP3* gene encodes a polygalacturonase-inhibiting protein that enhances resistance to sheath blight in rice[J]. *Phytopathology*, 2019, 109(10): 1732-1740. DOI: 10.1094/PHYTO-01-19-0008-R.
- [63] XU Fuxian, ZHANG Lin, ZHOU Xingbing, *et al.* The ratoon rice system with high yield and high efficiency in China: progress, trend of theory and technology[J]. *Field Crops Research*, 2021, 272: 108282. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108282.
- [64] XIONG Li, LIU Zengbing, WANG Ping, *et al.* Progress and challenges of rice ratooning technology in Jiangxi Province, China[J]. *Crop and Environment*, 2023, 2(2): 87-91. DOI: 10.1016/j.crope.2023.04.005.
- [65] 曹玉贤, 朱建强, 侯俊. 中国再生稻的产量差及影响因素[J]. *中国农业科学*, 2020, 53(4): 707-719. CAO Yuxian, ZHU Jianqiang, HOU Jun. Yield gap of ratoon rice and their influence factors in China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2020, 53(4): 707-719. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2020.04.004.
- [66] DONG Huanglin, CHEN Qian, WANG Weiqin, *et al.* The growth and yield of a wet-seeded rice-ratoon rice system in Central China[J]. *Field Crops Research*, 2017, 208: 55-59. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.04.003.
- [67] 熊丽, 邵彩虹, 张文学, 等. 再生稻种植对土壤肥力和有机碳化学结构的影响[J]. *生态学杂志*, 2023, 42(3): 577-583.

- XIONG Li, SHAO Caihong, ZHANG Wenxue, *et al.* The effects of ratoon rice cultivation on soil fertility and chemical structure of soil organic carbon[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2023, **42**(3): 577–583. DOI: [10.13292/j.1000-4890.202303.028](https://doi.org/10.13292/j.1000-4890.202303.028).
- [68] Lan C ,Zou J ,Xu H , *et al.*Enhanced strategies for water and fertilizer management to optimize yields and promote environmental sustainability in the mechanized harvesting of ratoon rice in Southeast China[J].*Agricultural Water Management*,2024,302108956-108956.
- [69] 习敏,徐秀娟,吴文革,等.促芽肥对再生稻准两优608产量和主要品质性状的影响[J].*中国稻米*,2018, **24**(3): 93–96. XI Min, XU Xiujuan, WU Wenge, *et al.* Effects of buds promoting fertilizer on yield and grain quality of ratoon rice[J]. *China Rice*, 2018, **24**(3): 93–96. DOI: [10.3969/j.issn.1006-8082.2018.03.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-8082.2018.03.020).
- [70] 黄素华,林席跃,雷正平,等.强再生力水稻品种碳氮营养与激素生理特征研究[J].*作物学报*,2021, **47**(11): 2278–2289. HUANG Suhua, LIN Xiyue, LEI Zhengping, *et al.* Physiological characters of carbon, nitrogen, and hormones in ratooning rice cultivars with strong regeneration ability[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2021, **47**(11): 2278–2289. DOI: [10.3724/SP.J.1006.2021.02070](https://doi.org/10.3724/SP.J.1006.2021.02070).
- [71] 徐富贤,熊洪,朱永川,等.促芽肥施用时期对不同源库类型杂交中稻再生力的影响[J].*杂交水稻*,2010, **25**(3): 57–63, 99. XU Fuxian, XIONG Hong, ZHU Yongchuan, *et al.* Effects of the time of N application for bud development on the ratooning ability of mid-season rice hybrids with different source-sink structure[J]. *Hybrid Rice*, 2010, **25**(3): 57–63, 99. DOI: [10.16267/j.cnki.1005-3956.2010.03.020](https://doi.org/10.16267/j.cnki.1005-3956.2010.03.020).
- [72] 林志敏,李洲,翁佩莹,等.再生稻田温室气体排放特征及碳足迹[J].*应用生态学报*,2022, **33**(5): 1340–1351. LIN Zhimin, LI Zhou, WENG Peiying, *et al.* Field greenhouse gas emission characteristics and carbon footprint of ratoon rice[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2022, **33**(5): 1340–1351. DOI: [10.13287/j.1001-9332.202205.013](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202205.013).
- [73] ZOU Jingnan, PANG Ziqin, LI Zhou, *et al.* The underlying mechanism of variety-water-nitrogen-stubble damage interactions on yield formation in ratoon rice with low stubble height under mechanized harvesting[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2024, **23**(3): 806–823. DOI: [10.1016/j.jia.2023.05.038](https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.05.038).
- [74] 王直华.杂交中稻半期旱作对再生稻生长发育的影响[D].武汉:华中农业大学,2009. WANG Zhihua. *Effects of Half-period Dry Management of Middle Hybrid Rice on the Growth and Development of Its Ratooning Rice*[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2009.