 DOI: https://doi.org/10.12349/rwae.v7i2.10849

Study on Parental Breeding and Purity Assurance Technology for Hybrid Rice Seed Production

Dahai Wang

Anhui Jiayou Zhongke Fengle Seed Industry Technology Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230088, China

Abstract

The seed production quality of hybrid rice is crucial for realizing cultivar advantages and ensuring food security, with parental breeding quality serving as the foundation for stable seed production systems. Issues such as mechanical or biological contamination, genetic drift, and improper field management during breeding processes may lead to reduced seed purity and trait instability. In the context of industrialization and large-scale development, parental breeding has evolved from a single technical process into a comprehensive system encompassing seed source control, isolation strategies, cultivation management, impurity removal, flowering period regulation, and harvest processing. Strengthening quality control at critical stages and implementing rigorous quality testing can effectively enhance parental purity and stability.On this basis, it is necessary to systematically identify constraining factors and key technologies, refine purity assurance pathways, thereby promoting the quality improvement of hybrid rice seed production and sustainable development of the seed industry.

Keywords

hybrid rice; seed production; parental breeding; purity assurance; seed quality

杂交水稻制种亲本繁育与纯度保障技术研究

汪大海

安徽嘉优中科丰乐种业科技有限责任公司，中国 · 安徽 合肥 230088

摘　要

杂交水稻制种质量关系品种优势发挥与粮食安全，而亲本繁育质量是制种体系稳定运行的基础。若在繁育过程中出现机械或生物学混杂、遗传漂移及田间管理不当等问题，易导致制种纯度下降与性状不稳定。在产业化与规模化发展背景下，亲本繁育已由单一技术环节转向涵盖种源控制、隔离布局、栽培管理、去杂去劣、花期调控及收获加工等全过程的系统工程。通过强化关键环节管控与质量检测，可有效提升亲本纯度与稳定性。在此基础上，有必要系统梳理制约因素与关键技术，完善纯度保障路径，从而促进杂交水稻制种质量提升与种业可持续发展。

关键词

杂交水稻；制种；亲本繁育；纯度保障；种子质量

1 引言

杂交水稻作为我国重要农业科技成果，在提升单产与保障粮食安全方面具有关键作用，其优势发挥依赖稳定高效的制种体系，而亲本繁育质量与纯度控制是核心基础。制种涉及不育系、保持系与恢复系等多类亲本，一旦在繁育过程中出现混杂、退化或纯度下降，将直接影响杂交种质量与产量，并增加市场风险。随着种业竞争加剧与用种质量要求提升，亲本繁育正由经验管理向标准化与全过程质量控制转型。在此背景下，如何在保证遗传稳定性的同时提升繁育效率与适应性，成为种业发展的关键问题。围绕亲本繁育与纯度保障开展系统研究，有助于提高制种质量与产业稳定性。

【作者简介】汪大海（1969–），男，中国安徽合肥人，农艺师，从事杂交水稻生产研究。

2 杂交水稻制种亲本繁育与纯度保障的基础认识

2.1 亲本繁育是杂交水稻制种质量控制的源头环节

杂交水稻制种本质上是利用特定亲本之间的遗传互作优势形成高产、优质、抗逆性较强的杂交后代，而这一过程的前提是亲本种性纯正、特征稳定、繁育规范。亲本繁育不仅承担扩大种源数量的任务，更重要的是维持不育系、保持系和恢复系原有的遗传一致性和农艺特征。若亲本在繁育阶段发生纯度下降、株型分离、育性波动或性状偏移，即便后续制种环节管理到位，也难以保证杂交种质量。可以说，亲本繁育处于整个制种链条的前端，是杂交种质量形成的起点。对这一环节把控越严格，后续制种工作的稳定性和可预见性就越强 [1]。

2.2 纯度保障贯穿亲本繁育全过程

在杂交水稻种业生产中，纯度并不是一个单独的检验指标，而是贯穿于种源选留、播种育秧、移栽隔离、田间管理、花期观察、去杂去劣、收获晾晒和加工储藏全过程的综合质量要求。纯度保障不仅包括遗传纯度，也涉及品种真实性、典型性保持和生产过程中的防混防杂。很多情况下，纯度问题并非来源于明显的基因突变，而是由于田间异株漏拔、隔离不严、机械混杂、包装混乱和收储交叉等人为因素累积造成。因此，纯度保障不能仅依赖末端检测，而必须落实在前端预防和过程控制之中，形成“源头严控、过程严管、结果严检”的闭环管理模式。

2.3 亲本繁育质量受多重因素共同影响

亲本繁育质量形成并非由单一技术决定，而是受种质基础、生态条件、繁育制度、栽培管理和质量意识等多方面因素影响。种源是否稳定、原种是否真实可靠，直接决定繁育起点质量；制种基地生态是否适宜、隔离条件是否充分，关系到混杂风险高低；播栽期安排、肥水管理和病虫害防控水平，则影响亲本长势整齐度和典型性表现。此外，操作人员的技术熟练程度、田间巡查频次和质量责任落实程度，也对纯度保障产生直接影响。由于这些因素相互作用，亲本繁育与纯度控制必须采取系统思维，不能将其简单理解为某一两项技术操作，而应将其视为全链条质量管理工程。

3 杂交水稻制种亲本繁育中存在的主要问题

3.1 原始种源控制不严导致繁育基础不稳

在部分亲本繁育实践中，种源管理仍然存在不够严格的情况。有的繁育单位对原种、原原种和生产用种之间的级次关系把握不清，存在以代替代、连续扩繁过多、留种标准不严等问题，导致种源遗传稳定性逐步下降。还有些情况下，种子调运、分装、留样和标识管理不到位，使不同批次、不同材料之间存在混淆风险。种源一旦在前端失控，后续田间再如何加强管理，也很难完全挽回遗传纯度损失。基础不稳，是许多亲本繁育质量问题反复出现的重要原因 [2]。

3.2 田间隔离和去杂去劣执行不彻底

田间隔离是防止生物学混杂的核心措施，但在一些实际生产中，隔离距离不足、周边同熟期水稻种植较多、自然屏障利用不充分等问题仍然存在。尤其在双季稻区或多品种并存区域，花期重叠会显著增加串粉风险。与此同时，去杂去劣工作往往受劳动力不足、识别能力不强和巡查频次不够等因素影响，出现异株漏拔、边角地带管理粗放和关键生育期检查不到位等现象。由于亲本繁育对整齐度和纯度要求极高，哪怕少量杂株残留，也可能对整块田质量造成不利影响。隔离和去杂去劣执行不彻底，是导致纯度下降的直接原因之一。

3.3 繁育管理粗放影响亲本典型性保持

亲本繁育不仅要求“真”，还要求“纯”和“稳”。部分繁育田在播栽期安排、密度控制、肥水调节和病虫防控方面缺乏精细化管理，导致群体长势不整齐、分蘖差异大、抽穗不集中或部分植株出现性状偏离。特别是不育系和恢复系对环境反应较敏感，若管理粗放，容易造成典型农艺性状表达不充分，增加田间识别难度，也不利于后续去杂和选留 [3]。此外，收获晾晒和加工环节若缺乏专仓、专机、专场管理，也会使前期繁育成果在后端因机械混杂而受损。由此可见，管理粗放会从多个层面削弱亲本繁育质量。

4 杂交水稻制种亲本繁育关键技术

4.1 严格种源分级管理与繁育程序控制

提升亲本繁育质量，首要任务是建立严格的种源分级管理制度。原原种、原种和生产繁殖材料之间必须界限清晰，做到来源可追溯、批次可核验、责任可落实。繁育单位应优先选用性状稳定、来源明确、经鉴定合格的基础种源，避免随意留种和跨级繁殖。对每一批种源，都要建立完整档案，明确来源、繁殖代次、田块位置、繁育人员和检验结果。繁育程序上应坚持低代扩繁、定向更新和适度轮换原则，避免连续多年使用同一批繁殖材料造成种性漂移。只有把好种源入口关，亲本繁育才有稳定可靠的基础。

4.2 优化基地布局与隔离条件配置

亲本繁育基地应选择生态条件适宜、灌排方便、土壤肥力均匀、周边种植环境相对单纯的区域，并充分考虑花期气候特点和周边同类作物布局。空间隔离是最基本要求，应根据不同亲本类型和当地实际条件科学设置隔离距离；条件受限时，可综合采用时间隔离、自然屏障隔离和人工阻隔等措施降低串粉风险。基地布局还应注意不同亲本材料分区明确，防止同一作业区内多材料交叉管理增加混杂风险。对亲本繁育田而言，合理的基地选择与隔离配置，不只是防止外来花粉干扰，更是在整体上营造有利于纯度保持的生产环境 [4]。

4.3 加强关键生育期精细化管理

亲本繁育过程中的播种、秧苗管理、移栽、分蘖、拔节、抽穗和成熟等关键时期，都需要配套精细化技术措施。播种前应精选种子并进行芽率、纯度和活力检查，确保种子整齐一致。育秧阶段要控制播量和苗龄，培育壮秧，减少弱苗和异苗混入。移栽时应做到分区明确、株行距合理、标签清晰，避免不同亲本错植混栽。田间管理中应根据亲本生长特点精准施肥，避免偏施氮肥造成群体徒长或抽穗不整；水分调节要兼顾生育阶段需求，防止旱涝胁迫影响性状表达。尤其在孕穗至成熟阶段，应加强病虫害绿色防控，防止因病株、倒伏和早衰影响典型性观察和种子质量形成。

5 杂交水稻亲本纯度保障的核心技术措施

5.1 分阶段开展去杂去劣与典型株鉴别

去杂去劣是亲本纯度保障最直接、最有效的技术措施，应贯穿全生育期实施。苗期要重点剔除叶色、株高、叶姿和生长势明显异常的植株；分蘖期可依据株型、叶鞘颜色和分

蘖特征进行初步清杂；抽穗扬花期则是鉴别杂株和异型株的关键阶段，应结合穗型、颖壳色泽、芒性、花药特征和育性表现进行重点检查；成熟期还应对穗部形态、结实情况和熟色一致性进行复核。由于不同阶段的杂株表现特征不同，单一时期的去杂难以彻底奏效，必须实行多阶段反复检查。对典型株的鉴别既要依赖品种特征记载，也要依赖经验积累和田间比照，做到“早发现、早清除、少遗漏”。

5.2 强化花期调控与群体整齐度控制

对于杂交水稻亲本而言，群体整齐度不仅影响制种授粉配合，也影响繁育田中典型性和纯度判断。播种期差、秧龄不一、肥水不均和田块肥力差异都会造成抽穗不整，使异株识别难度上升。因此，在亲本繁育中应通过统一播种、规范育秧、适龄移栽和均衡管理提高群体一致性。对于抽穗期不整齐的田块，应通过水肥调控和必要的生育进程调节手段缩小差异，避免长时间花期拉长增加混杂风险。尤其不育系和保持系繁育中，抽穗期整齐有助于更准确观察育性表现和典型性特征，是纯度保障中的一项基础性工作 [5]。

5.3 规范收获、晾晒、加工与储藏流程

很多纯度问题并非发生在田间，而是在收获和后处理环节出现。为此，亲本繁育完成后必须严格执行单收、单运、单晒、单储和单加工制度。收获前应再次核查田块纯度状况和标识信息，做到成熟一块、收获一块、清场一块，避免不同品系或不同批次机械交叉。晾晒场地要专用并设有明显标识，加工设备使用前后必须彻底清机，防止残留种子混入新批次。储藏环节应实行分类入库、独立包装、规范标签和账物对应管理，防止因搬运、堆放和取样混乱导致批次混淆。

6 提升亲本繁育质量与纯度保障水平的实施路径

6.1 建立标准化繁育技术体系

要从根本上提升杂交水稻亲本繁育水平，必须推动技术管理由经验型向标准化转变。应围绕种源使用、基地建设、播栽安排、肥水管理、去杂去劣、收获加工和质量检测等关键环节，制定更具操作性的技术规程和作业标准，使不同区域、不同主体在实际生产中有章可循。标准化的意义不仅在于统一操作，更在于减少随意性和人为误差，提高全过程质量可控性。对重点环节还应形成检查清单和记录制度，做到每一阶段有标准、每一地块有记录、每一批种子有档案，从制度层面夯实亲本繁育质量基础。

6.2 加强质量检测与分子鉴定手段应用

在传统田间纯度鉴定基础上，应进一步加强室内检验和分子水平检测技术应用。常规田间鉴定能够直观反映品种典型性，但受环境影响较大，且周期较长；分子标记技术则能够在较短时间内对品种真实性和遗传纯度进行辅助判别，有助于提高检验准确性和前瞻性。在实际生产中，可将田间鉴定、室内净度发芽检验与分子检测结合起来，对核心亲本材料、关键繁殖批次和疑似异常材料开展复核，形成多层次质量把关机制。

6.3 完善责任机制与专业化队伍建设

亲本繁育质量最终取决于人。应通过明确岗位责任、强化过程监督和建立质量追溯制度，把纯度保障责任落实到具体基地、具体田块和具体人员。对繁育技术员、田间管理人员和检验人员，要加强品种特征识别、繁育程序掌握和质量意识培训，提高其对关键环节的把控能力。同时，可逐步推动亲本繁育向专业化、规模化和基地化方向发展，减少零散式、小规模和经验化生产方式带来的不确定性。专业队伍建设越扎实，责任机制越明确，亲本繁育与纯度保障的执行力就越强。

7 结语

杂交水稻制种亲本繁育与纯度保障，是决定杂交种质量和种业稳定发展的基础工程。亲本繁育质量一旦出现问题，往往会在后续制种和市场用种中被持续放大，因此必须把质量控制前移到种源管理、基地布局、田间管理和收储加工全过程之中。从当前实践看，种源控制不严、隔离与去杂执行不到位、繁育管理粗放等问题仍在一定范围内存在，这也说明亲本繁育仍需在标准化、精细化和专业化方面持续提升。未来，应坚持以严格种源管理为前提，以精细田间管理为核心，以全过程纯度保障为主线，并结合分子检测等现代技术手段，构建更加稳定、科学、可追溯的亲本繁育质量控制体系。只有不断提高亲本繁育水平和纯度保障能力，才能为杂交水稻制种质量提升和现代种业高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

[1] 吕润,海南岛杂交稻南繁制种气候适宜性区划研究.海南省,海南省气候中心,2023-08-14.

[2] 郝雅宾,吴青华,陈超,等.杂交水稻制种全程机械化应用初步研究[J].现代农机,2024,(05):78-81.

[3] 黄蓉芬,黄良萍.杂交水稻制种繁育技术及实施要点[J].吉林农业,2018,(21):49.

[4] 李勇文.杂交水稻制种繁育技术[J].农技服务,2016,33(01):55.

[5] 董阳均,邓伟,严泽均,等.水富县优质高产杂交水稻良种制繁育基地建设初探[J].农业科技通讯,2015,(12):32-34.