

水稻种质资源苗期田间耐直播性鉴定技术规程

陈丽¹, 马静¹, 韩冰², 马洪文¹, 马小定², 刘炜¹, 韩龙植², 孙建昌¹

(¹宁夏农林科学院农作物研究所, 银川 750002; ²中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要: 水稻直播具有省力、省工、成本低的生产特点, 种植面积逐年扩大。水资源短缺是水稻生产面临的重要问题之一, 开展水稻种质资源耐直播精准鉴定对我国水稻耐直播育种具有重要意义。由于作物田间耐直播性是一个复杂的数量性状, 准确的表型鉴定是数量性状基因发掘和遗传基础研究的关键。如何精准开展水稻种质资源田间耐直播表型的鉴定一直是该领域的卡脖子难点, 也是水稻直播育种工作者所关注的核心技术步骤。本文在前期系统的耐直播性研究基础上, 通过多年对田间耐直播性鉴定体系的探索优化, 总结制定了包括一般要求、整地、备种、播种、施肥、水层管理、病虫害防治、苗期群体耐直播性调查与评价等全过程的操作规范和基本要求, 为作物种质资源苗期田间耐直播性鉴定提供技术参考。该技术规程适用于西北地区每年春季(3月中旬-6月下旬)的田间苗期耐直播性鉴定。

关键词: 稻种资源; 苗期; 田间耐直播性; 鉴定

Standard Technical Regulations for Evaluating Direct-seeding Resistance of Rice Germplasm in the Field at Seedling Stage

CHEN Li¹, MA Jing¹, HAN Bing², MA Hongwen¹, MA Xiaoding², LIU Wei¹, HAN Longzhi²,
SUN Jianchan¹

(¹Institute of Crop Sciences, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002; ²Institute of Crop Sciences,

Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Rice of direct-seeding is characterized by labor-saving, labor-saving and low-cost production, and the planting area is expanding year by year. Water shortage is one of the most important problems in rice production. Accurate identification of direct seeding tolerance of rice germplasm resources is of great significance to direct seeding tolerance breeding in China. Direct-seeding resistance in the field is a complex quantitative trait. Accurate phenotypic identification is critical to discover the genes and explore genetic basis for quantitative trait. However, the accurate identification of direct-seeding resistance for rice germplasm in the field has consistently been a bottleneck for researcher and a core technical for direct-seeding resistance breeders. On the basis of systematic direct-seeding resistance research in the previous work, we also have spent many years exploring and

收稿日期: 2024-11-06 网络出版日期:

URL:

¹第一作者研究方向为水稻遗传育种研究, E-mail: chen1985li@163.com

通信作者: 韩龙植, 研究方向为水稻种质资源研究, E-mail: hanlongzhi@caas.cn

孙建昌, 研究方向为水稻遗传育种研究, E-mail: nxsjch@163.com

基金项目: 宁夏回族自治区重点研发计划项目(2023BCF01010); 农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(NGSB-2021-13); 宁夏回族自治区自然科学基金项目(2024AAC02059)

Foundation projects: Project of Key Research and Development of Ningxia Hui Autonomous Region(2023BCF01010); Agricultural High-quality Development and Ecological Protection Technology Innovation Demonstration Project (NGSB-2021-13); Project of Natural Science Foundation in Ningxia Hui Autonomous Region(2024AAC02059)

optimizing the conditions for assessing direct-seeding resistance in the field. The standard technical regulations for evaluating direct-seeding resistance in the field were summarized and normalized. It included general requirements, land preparation before sowing, seed preparation, sowing, fertilization, water management, prevention of diseases, pests and weeds, and evaluation of direct-seeding resistance in the field at seedling stage. The regulations provided technical reference for identification of direct-seeding resistance in the field at seedling stage in rice or other crops. It was suitable for the resistance evaluation of rice to direct-seeding during the spring in northwest region (from mid-March to late June).

Key words: rice germplasm; seedling stage; direct-seeding resistance in the field; identification

水稻直播是指直接将种子播到大田，不经历育苗移栽过程的栽培方式^[1]。是中国的一项传统栽培技术，据宋·叶廷珪《海录碎事》卷十七记载，直播稻在宋朝就已出现，并一直延续到近代，但种植面积不大^[2]。近年来，随着经济的快速发展，大量的农村劳动力转移以及土地流转的加快，直播稻以其省工、省时、节约成本等特点^[3-6]，顺应了轻简化、机械化的发展方向，在我国稻区发展迅速，特别是在上海、江苏、广东、浙江、宁夏等地发展较快。上海市已有 65% 的水稻面积采用直播栽培，浙江省水稻直播面积达 48.7 万 hm^2 ，江苏省直播水稻面积发展到 44.2 万 hm^2 ；湖北省水稻直播面积 48.8 万 hm^2 ，占种植面积的 12%^[7]。2022 年，宁夏水稻直播面积达 95% 以上。伴随着多种高效除草剂的成功推广使用，直播稻在黑龙江^[8]、辽宁、安徽^[9]、江西、新疆等地种植面积也逐年扩大，发展势头迅速。

与插秧稻相比，直播稻在生产中存在诸多问题，如生长期缩短、出苗率低、保苗难、基础群体不稳定、分蘖成穗率低、易倒伏、杂草危害重等问题^[10-14]。其中最为突出的问题之一就是出苗保苗率低、且受环境条件影响大，导致播量大、倒伏严重、产量不稳、品质不优等问题。筛选、鉴定、创新适宜于直播种植出苗保苗率高、抗倒伏等优良性状的水稻种质，从品种方向培育适宜于直播种植的水稻品种，是解决直播中出苗保苗低、产量不稳、品质不优等问题的最经济、有效方法之一。

然而，当前在以插秧栽培方式为水稻品种审定标准的背景下，水稻直播育种投入不足，适宜直播的水稻品种极少，部分用于直播生产中的水稻品种基本是由当地种植户不断实践筛选获得。且关于直播稻的研究也主要集中在机械直播^[15]、养分管理^[16-18]、生育进程、分蘖动态及物质积累与分配方面^[18]，耐直播水稻种质资源鉴定和研究滞后，尤其是水稻苗期耐直播性鉴定指标也没有明确概念，导致用于耐直播水稻新品种培育的资源稀缺，不能满足耐直播水稻品种选育的需求。本团队在前期开展稻种资源耐直播性研究的基础上^[19-21]，通过多年比较试验，不断优化稻种资源田间耐直播性鉴定体系，确定田间耐直播性鉴定的操作要点，研究制定“稻种资源苗期田间耐直播性鉴定技术规程”，为规范开展稻种资源耐直播性鉴定评价提供参考，以期为耐直播水稻新品种的培育与应用提供优异资源及技术支撑。

1 范围

该规程规定了稻种资源苗期田间耐直播性鉴定技术规范，规范了包括播前整地、备种、播种、施肥、水层管理、病虫草害防治、苗期群体耐直播性调查与评价等全过程的操作规范和基本要求，本技术适用于西北地区每年春季（3月中旬-6月下旬）稻种资源苗期耐直播性大田鉴定与评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于该规程的应用是必不可少的。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于该规程。

- GB 4404.1 粮食作物种子第 1 部分：禾谷类
- GB/T 8321 农药合理使用准则
- NY/T 1276 农药安全使用规范总则
- NY/T 496 肥料合理使用准则 通则
- NY/T 2156 水稻主要病害防治技术规程
- DB64/T 1800 稻水象甲检疫级综合防控技术规程

3 一般要求

3.1 鉴定地点和土壤条件

鉴定地点为宁夏回族自治区银川市，鉴定田块土壤为黏土，选择无盐渍化或轻度盐渍化地块，避免使用中重度盐碱田地，并具有灌溉条件的清洁水源。

3.2 鉴定时间

鉴定时间为银川春季，周期为 3~4 个月，每年的 3 月中旬至 6 月下旬。

3.3 其他

因地制宜采取有效措施防止鸟、鼠、禽、畜等对鉴定过程的危害，以保证鉴定结果的安全有效。

4 整地

4.1 翻地

深翻 25~30 cm，使用旋耕机，保证土壤松散，避免出现较大土块等。

4.2 整地

采用地势平坦的地块，利用平田机械进行平地，以采用激光平地技术为宜，小范围可人工辅助平地，避免同一田块局部出现较大高度差，确保灌面内高低差 2~3 cm。

5 种子准备

材料的种子质量应符合 GB4404.1 规定的大田用种标准。播种前选择晴天将种子平摊于干燥平整的地面晾晒 2~3 d，并对需要鉴定的材料进行室内发芽试验。

6 播种

采取干种子直接单粒点播的方式种植，利用农具开沟，行长 100 cm，行距 20 cm，每份材料播种 2 行，每行播种 100 粒，深度 5 cm，种子间距 1cm，播后用土覆盖，每份材料随机分布种植 2 个重复。为评估地块肥水条件的均一性，每隔 20 份材料分别种植当地直播对照品种富源 4 号。

7 施肥

施氮(N)180 kg/hm²~210 kg/hm²、磷(P₂O₅)75 kg/hm²~135 kg/hm²、钾(K₂O)45 kg/hm²~75 kg/hm²。整地前施基肥（占总量的 80%），出苗后（3 叶期）追肥（占总量的 20%）。

8 水层管理

8.1 小水慢灌

水稻播种后及时灌水，初灌时应做到缓水进田、小水慢灌，使土壤浸透。初灌以田间淹没为准，水层 10~15cm，初灌 72h 后确保田间落干，如田间有积水，要及时排干，以利提高地温、透气，加速种子吸水发芽扎根。

8.2 干干湿湿促扎根、出苗

初灌落干后晒田，晒田至田面龟裂，地表发白时再灌水，灌水以淹没田面为准，保证灌水 24h 后田间无积水，以此类推，待到秧苗 3 叶期后逐渐建立水层。

9 病虫草害防治

9.1 病害

防治水稻病害依据 NY/T2156 的规定。

9.2 虫害

防治稻水象甲依据 DB64/T1800 的规定。

9.3 草害

播种头水灌溉前或灌溉后，每亩用 48%仲丁灵 80-100 mL，兑水 10kg 均匀喷雾进行封

闭。水稻 2 叶期后（约 25d），每亩用 25%氰氟草酯 300-400ml 或 6%三唑磺草酮 300-350ml 或 2.5%五氟磺草胺 80-100ml 喷雾除稗草等禾本科类杂草，喷药前田间应无水层，施药 48 小时后复水，保浅水 5d~7d。如后期存在杂草，可人工进行清除。

10 苗期群体耐直播性调查与评价

播种初灌后，采用干干湿湿田间水层管理，促进稻种扎根和出苗。在此条件下处理约 35d，可观测记录水稻幼苗植株情况，开展水稻苗期群体耐直播性调查，初步掌握田间群体整体耐直播性表现。以植株出苗率和生长势作为水稻耐直播性田间鉴定辅助指标建立田间不同耐直播性表现标准。齐苗后（约 35d）开始调查各稻种资源的出苗株数，每小区除边行外随机选取 1m 行长作出苗数调查，出苗率按照公式“ $[(出苗株数/播种粒数) \times 发芽率] \times 100\%$ ”进行计算；植株胁迫生长至 3 叶期（约 40 d），当田间直播材料与对照品种富源 4 号长势差异明显时，开始调查稻种资源苗期长势情况。并依据田间不同耐直播性表现标准调查鉴定各稻种资源材料，评定不同材料的苗期耐直播级别，抗性级别评价标准见表 1，如材料直播表现处于耐直播性标准中间类型，可评定为耐直播中间级别。

表 1 稻种资源苗期田间耐直播性鉴定评价标准

Table 1 The standard for evaluating direct-seeding resistance of rice germplasm in the field at seedling stage

耐直播性级别	耐直播特性描述表现	耐直播性水平
Direct-seeding resistance grade	The description of direct-seeding resistance	Direct-seeding resistance level
1	长势极显著优于对照，出苗率 $\geq 80\%$	极强
3	长势显著优于对照， $80\% < 出苗率 \geq 60\%$	强
5	长势与对照相当， $60\% < 出苗率 \geq 40\%$	中
7	长势不如对照， $40\% < 出苗率 \geq 20\%$	弱
9	长势显著不如对照，出苗率 $< 20\%$	极弱

参考文献:

- [1] 张志财, 贾维东, 林秀云, 王金明, 孙强, 李鹏志. 吉林省水稻直播技术现状、问题及对策. 北方水稻, 2017, 47(6): 47-50.
ZHANG Z C, JIA W D, LIU X Y, WANG J M, SUN Q, LI P Z. Development situation and countermeasures of rice direct seeding cultivation in jilin province. North Rice, 2017, 47(6): 47-50.
- [2] 武晓智, 曾庆四. 湖北省直播稻发展现状、存在问题及应对策略. 农村经济与科技, 2017, 28(23): 154-155.
WU X Z, ZENG Q S. Current situation, existing problems, and countermeasures of live rice development in Hubei Province. Rural Economy and Technology, 2017, 28(23): 154-155.
- [3] FAROOQ M, SIDDIQUE K H M, REHMAN H, AZIZ T, LEED J, WAHID A. Rice direct seeding: experiences, challenges, and opportunities. Soil & Tillage Research, 2011, 111(2): 87-98.
- [4] HUANG M, ZOU Y B, FENG Y H, CHENG Z, MO Y, IBRAHIM M, BING X, JIANG P. No-tillage and direct seeding for super hybrid rice production in rice-oilseed rape cropping system. European journal of agronomy, 2011, 34(4): 278-286.

- [5] LIU T Q, FAN D J, ZHANG X X, CHEN J, LI C F, CAO C. Deep placement of nitrogen fertilizer reduces ammonia volatilization and increases nitrogen utilization efficiency in no-tillage paddy fields in central China. *Field Crops Research*, 2015, 184:80-90.
- [6] 伍龙梅, 张悦, 刘妍, 邹积祥, 杨陶陶, 包晓哲, 黄庆, 陈青春, 蒋耀智, 梁巧丽, 张彬. 直播稻研究进展及发展对策分析. *中国农学通报*, 2023, 39(6):1-5.
- WU L M, ZHANG Y, LIU Y, ZOU J X, YANG T T, BAO X Z, HUANG Q, CHEN Q C, JIANG Y Z, LAING Q L, ZHANG B. Analysis of research progress and development strategies for direct seeded rice. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2023, 39(6):1-5.
- [7] 陈春桦. 中国南方直播稻经济效益评价及农户采用影响因素分析. 广州. 华南农业大学, 2017.
- CHEN C H. Economic benefit evaluation of direct seeding rice in south of china and the impact factors analysis of farmer's adoption. Guang Zhou. South China Agricultural University, 2017.
- [8] 张喜娟, 来永才, 王俊河, 孟英, 唐傲, 董文军, 冷春旭. 黑龙江省直播稻的发展现状与对策[J]. *黑龙江农业科学*, 2015(8):142-144.
- ZAHNG X J, LAI Y C, WANG J H, MENG Y, TANG A, DONG W J, LENG C X. Development situation and countermeasures of rice direct seeding cultivation in Heilongjiang Province. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2015(8):142-144.
- [9] 孔令娟, 汪新国, 潘广元. 安徽省直播稻生产情况调研与思考. *安徽农学通报*, 2018, 24(02):34-36.
- KONG L J, WANG X G, PAN G Y. A survey and reflection on the production of live rice in Anhui Province, *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2018, 24(02):34-36.
- [10] 姚志刚, 陈良. 水稻倒伏原因与旱穴直播抗倒伏技术. *农业工程技术*, 2020, 40(26):34-35.
- YAO Z G, CHEN L. Causes of rice lodging and drought-resistant direct seeding technology. *Agricultural Engineering Technology* 2020, 40(26):34-35.
- [11] 姜龙, 曲金玲, 孙国宏, 白艳凤, 孟祥海. 黑龙江省水稻直播应用前景分析. *中国种业*, 2016, (7):10-12.
- JIANG L, QU J L, SUN G H, BAI Y F, MENG X H. Analysis of the prospects of direct seeding rice in Heilongjiang Province. *Chinese Seed Industry*, 2016, (7):10-12
- [12] 王玉杰, 孙中义, 刘宝海, 赵北平, 张擘, 郑福余, 冷春旭, 吴立成, 张书利. 黑龙江寒地水直播稻高产栽培技术. *农业与科技*, 2021, 41(23):44-46.
- WANG Y J, SUN Z Y, LIU B H, ZHAO B P, ZHANG B, ZHENG F Y, LENG C X, WU L C, ZHANG S L. High-yield cultivation technology of direct-seeded rice in cold areas of Heilongjiang. *Agriculture and Technology*, 2021, 41(23):44-46.
- [13] 黄成亮. 三江平原水直播稻产量影响因素及栽培技术要点. *北方水稻*, 2023, 53(6):53-56.
- HAUNG C L. Factors affecting the yield of direct-seeded rice in the Sanjiang Plain and key points of cultivation technology. *Northern Rice*, 2023, 53(6):53-56.
- [14] 孔飞扬, 江立庚, 文娟, 郝向阳. 直播水稻产量、产量构成因子和干物质积累的变化特点及其相互关系. *华中农业大学学报*, 2018, 37(5):11-17.
- KONG F Y, JIANG L G, WEN J, HAO X Y. Changes and relationships of yield, yield components and dry matter accumulation of direct-seeded rice. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2018, 37(5):11-17.
- [15] 王在满, 罗锡文, 唐湘如, 马国辉, 张国忠, 曾山. 基于农机与农艺相结合的水稻精量穴直播技术及机具. *华南农业大学学报*, 2010, 31(1):91-95.
- WANG Z M, LUO X W, TANG X R, MA G H, ZHANG G Z, ZENG S. Precision rice hill-direct-seeding technology and machine based on the combination of agricultural machinery and agronomic technology. *Journal of South China Agricultural University*, 2010, 31(1):91-95.
- [16] 张祖建, 谢成林, 谢仁康, 郎有忠, 杨岚, 张菊芳, 朱庆森. 苏中地区直播水稻的群体生产力及氮肥运筹的效应. *作物学报*, 2011, 37(4):677-685.
- ZHANG Z J, XIE C L, XIE R K, LIANG Y Z, YANG L, ZHANG J F, ZHU Q S. Population production capacity of direct-seeding rice in central Jiangsu region and effects of nitrogen application. *The Crop Journal*, 2011, 37(4):677-685.
- [17] 张文忠, 苏悦, 殷延勃, 赵明辉, 陈温福. 北方水稻直播栽培的农艺问题与对策. *沈阳农业大学学报*, 2012, 43(6):699-703.
- ZHANG W Z, SU Y, YING Y B, ZHAO M H, CHEN W F. Agronomic problems and countermeasures of north rice in direct seeding

cultivation. Journal of Shenyang Agricultural University, 2012, 43(6):699-703.

[18]刘元英,吴振雨,彭显龙,尹宇龙,蒋毅,王欢,赵广欣,郑秋鹏.养分管理对寒地直播稻生长发育及产量的影响.东北农业大学学报,2014,45(7):1-8.

LIU Y Y, WU Z Y, PENG X L, YIN Y L, JIANG Y, WANG H, ZHAO G X, ZHENG Q P. Effect of nutrient management on growth and yield of direct-seeded rice in cold area. Journal of Northeast Agricultural University, 2014, 45(7):1-8.

[19]陈丽,贺奇,王兴盛,孙建昌.直播栽培方式下水稻苗期综合评价分析.宁夏农林科技,2019,60(6):1-3.

CHEN L, HE Q, WANG X S, SUN J C. Comprehensive evaluation of rice seedlings under direct seedling. Ningxia Journal of Agri. and Fores. Sci. & Tech. 2019, 60(6):1-3.

[20]杨文伟,石压飞,高莲,张娟伟,陈丽,孙建昌,罗成科.播深和播量对宁夏地区直播稻幼苗素质和产量的影响.核农学报,2023,37(1):0148-0158

YANG W W, SHI Y F, GAO L, ZHANG J W, CHEN L, SUN J C, LUO C K. Effects of sowing depth and amount on rice seedling growth and yield in ningxia region. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2023, 37(1):0148-0158

[21]陈丽,孙建昌.水稻种子特性与直播栽培出苗状况的关系研究.东北农业科学,2024,49(5):1-5.

CHEN L, SUN J C. The Relationship between seed characteristics and seedling emergence in direct seeding cultivation. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2024, 49(5):1-5.