

# 水稻落粒性鉴定技术规程

韩冰<sup>1</sup>, 崔迪<sup>1</sup>, 朱子超<sup>2</sup>, 马小定<sup>1</sup>, 熊英<sup>2</sup>, 王楚桃<sup>2</sup>, 李贤勇<sup>2</sup>, 韩龙植<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院作物科学研究所/作物基因资源与育种全国重点实验室/农业农村部粮食作物基因资源评价利用重点实验室, 北京100081; <sup>2</sup>重庆市农业科学院, 重庆401329)

**摘要:** 植物落粒是物种进化过程中形成的一种重要生存策略, 在自然界普遍存在, 它通过促进种子传播与繁衍, 帮助植物更好地适应周边环境。然而, 在以种子生产为目的的农业生产中, 落粒性却成为制约生产效率的关键因素。落粒性过强会导致田间籽粒大量脱落造成减产, 落粒性过弱则增加收获难度与成本, 这两种特性均不符合规模化种子生产需求。针对这一问题, 本文综合多年水稻落粒性鉴定实践与研究积累, 系统梳理落粒性鉴定的技术方法与操作流程, 制定了涵盖成熟期稻穗采集、鉴定器具、鉴定步骤、落粒性分级及判定规则等内容的鉴定技术规程, 明确了鉴定操作技术规范, 旨在为水稻种质资源落粒性精准鉴定及相关育种提供标准化技术支持。该规程适用于亚洲栽培稻(*Oryza sativa* L.)成熟稻穗落粒性的鉴定评价。

**关键词:** 水稻; 稻穗; 稻谷; 落粒性; 鉴定

## Technical Code of Practice for Identification of Shattering Trait in Rice

HAN Bing<sup>1</sup>, CUI Di<sup>1</sup>, ZHU Zichao<sup>2</sup>, MA Xiaoding<sup>1</sup>, XIONG Ying<sup>2</sup>, WANG Chutao<sup>2</sup>,  
LI Xianyong<sup>2</sup>, HAN Longzhi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences/State Key Laboratory of Crop Gene Resources and Breeding/Key Laboratory of Grain Crop Genetic Resources Evaluation and Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081; <sup>2</sup>Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329)

**Abstract:** Seed shattering in plants is an important survival strategy formed during the process of species evolution and is prevalent in nature. It helps plants better adapt to the surrounding environment by promoting seed dispersal and reproduction. However, in agricultural production aimed at seed production, the seed shattering trait has become a key factor restricting production efficiency. Excessive seed shattering leads to massive grain loss in the field and thus causes yield reduction, while insufficient seed shattering increases harvesting difficulty and costs. Neither of these two traits meets the requirements of large-scale seed production. To address this issue, based on years of practical experience and research accumulation in rice shattering identification, this paper systematically sorts out the technical methods and operational procedures for shattering identification, develops an identification technical protocol covering the collection of rice panicle at the mature stage, identification instruments, identification steps, grading and evaluation criteria for rice shattering traits,

收稿日期: 2025-12-15 网络出版日期: 2026-01-19

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20251215004>

第一作者研究方向为水稻种质资源鉴定评价与创新利用, E-mail: hanbing01@caas.cn

通信作者: 韩龙植, 研究方向为水稻优异种质资源发掘与创新利用, E-mail: hanlongzhi@caas.cn

李贤勇, 研究方向为水稻遗传育种, E-mail: cqseed@126.com

**基金项目:** 重庆市人民政府与中国农业科学院农业科技创新战略合作项目; 国家重点研发计划(2021YFD1200500); 中国农业科学院科技创新工程

**Foundation projects:** Strategic Cooperation Project on Agricultural Science and Technology Innovation between Chongqing Municipal People's Government and the Chinese Academy of Agricultural Sciences; National Key Research and Development Program of China (2021YFD1200500); The Agricultural Science and Technology Innovation Program of Chinese Academy of Agricultural Sciences

clarifies the technical specifications for identification operations, and aims to provide standardized technical support for the precision identification of rice shattering trait in rice germplasm resources and related breeding practices. This protocol is applicable to the identification and evaluation of rice shattering trait in mature panicles of rice (*Oryza sativa* L).

**Key words:** rice; rice panicle; rice grain; seed shattering trait; identification

落粒性是水稻重要农艺性状,是影响水稻机械化收割效率的关键因素。易落粒品种在机械收获过程中,谷粒易受机械作业扰动脱落,造成较高的田间稻谷损失率,往往出现“丰产不丰收”的困境;而难落粒水稻品种则因谷粒不易脱落,收获时易伴随枝梗折断,谷粒与秸秆混杂被带出,同样造成水稻产量的损耗。据调查,易落粒型品种机收损失率一般在8%~10%,中等落粒型品种机收损失率一般在3%左右,难落粒型品种机收损失率一般在4%~5%<sup>[1]</sup>。因此,制定一套标准化的水稻落粒性鉴定技术规程,对筛选或育成适度落粒性品种、降低水稻收获环节损耗、稳步提升水稻产量效益具有重要的实践价值与指导意义<sup>[1-3]</sup>。

落粒性鉴定常用方法包括握压、自由下落、拉力和挤压等方法。握压法是用手握住稻穗,施加一定的压力后,观察稻谷脱落情况,根据脱落的难易程度来判定水稻落粒性强弱。该方法操作简便、无需专用器具,但鉴定结果易受人为施力差异影响,准确性存在局限<sup>[4]</sup>。自由下落法是将稻穗从设定高度自由坠落至下方平板,以落粒数量和脱落程度为指标,评估水稻落粒性<sup>[5]</sup>。该方法相对客观,操作简单,器具可获取性强,人为因素影响小,在鉴定评价中常采用。拉力法则是借助专业仪器测量稻谷从稻穗上拉脱所需的拉力值,以此量化判断落粒性。该方法鉴定数据精准度高,能客观反映落粒性差异,但操作流程相对复杂,对仪器设备要求较高<sup>[6-7]</sup>。挤压法是利用特定装置对稻穗实施可控挤压,观察稻谷的脱落情况。该方法结合了握压法和拉力法的部分技术特点,但同样存在操作繁琐、结果易受挤压力度和角度等多种因素干扰等问题。

从细胞生物学层面,可采用番红固绿染色法观察离层薄壁细胞及木质化程度不同的厚壁细胞,检测稻穗护颖和枝梗间离层结构的完整性,进而判定水稻落粒性强弱<sup>[8]</sup>。该方法从细胞微观视角解析水稻落粒性的内在调控机制,番红固绿染色法能清晰呈现离层薄壁细胞的形态特征与厚壁细胞的木质化差异,借助对这些细胞结构及离层完整性的观测分析,可实现对水稻落粒性强弱的精准评判。但该

方法对实验操作技术要求较高,需要专业实验人员和较完备的实验设备,且实验过程相对复杂、耗时较长<sup>[9-11]</sup>。

当前,随着农业现代化进程的加速,水稻机械化生产在提升生产效率、降低劳动强度方面优势显著。然而,水稻落粒性作为影响机械化收获质量的关键因素,直接决定收获环节的稻谷损失率和作业效率。因此,精准鉴定水稻落粒性,对推广机械化生产、培育适度落粒性水稻品种、优化品种选育体系具有重要意义。但现阶段,适配机械化作业的适度落粒性水稻种质资源鉴定与研究相对滞后,难以依据水稻落粒性相关参数制定针对性的机械化收获与栽培管理方案,进而制约了机械化收获效率的提升和水稻产量的稳步增长。

基于本研究团队与前人有关水稻落粒性研究成果<sup>[12-14]</sup>,本文围绕操作简便、客观实用的自由下落法,通过多年比较试验,持续优化水稻落粒性鉴定技术方法,明确落粒性鉴定的关键操作要点,研究制定《水稻落粒性鉴定技术规程》,为开展水稻种质资源落粒性精准评价、培育适配机械化收获的适度落粒性水稻品种提供有力的技术支撑。

## 1 范围

本文件确立了水稻落粒性鉴定技术程序,规定了落粒性鉴定过程中稻穗采集、鉴定器具、鉴定步骤、落粒性分级及判定规则等阶段的操作要求。

本文件适用于亚洲栽培稻(*Oryza sativa* L.)的成熟稻穗落粒性鉴定与评价。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1 稻穗落粒性

成熟的稻谷从枝梗脱落的难易程度。

### 2.2 落粒率

稻穗的落粒数(含实粒和瘪粒)占该稻穗总粒数(含实粒和瘪粒)的百分比。

### 2.3 落粒性级别

反映鉴定种质稻穗落粒程度的等级。

### 3 落粒性鉴定

#### 3.1 对照品种

易落粒对照品种:湘晚粳 12 号(粳稻)、赣早粳 55 号(粳稻)。

难落粒对照品种:吉粳 88(粳稻)、盐丰 47(粳稻)。

#### 3.2 成熟期稻穗采集

**3.2.1 稻穗采集时期** 当待鉴定材料的稻穗中,90%以上籽粒谷壳、穗轴及枝梗变黄,且谷粒质地变硬时,即可开展稻穗采集。

**3.2.2 稻穗取样** 当各待鉴定材料和对照品种的稻穗成熟度达到取样标准时,分批开展取样。每份材料随机选取生长较一致的单株 10 株,剪取其主穗,分别装入标注对应材料编号的牛皮纸袋中。经自然晾晒干燥后,妥善置于通风干燥处保存,以备后续落粒性鉴定。所有采集的稻穗样本均需在 15 d 内完成落粒性测定。

#### 3.3 鉴定器具

配备 2.0 m 高的立尺、1.5 m 高的置穗台面、食品级聚丙烯(PP)材质的塑料屉(规格:长 50 cm×宽 35 cm×高 6 cm)。

#### 3.4 鉴定步骤

**3.4.1 稻穗自然坠落前准备** 将 1.5 m 高的置穗台面安置于无风室内,取待鉴定种质的稻穗置于该置穗台上;也可采用双手拇指和食指水平持握稻穗两端,上举至 1.5 m 高度,用立尺校准高度。同时,在置穗台正下方的地面上放置塑料屉。

**3.4.2 稻穗自然坠落** 将置于 1.5 m 高台面上的稻穗,或将用双手拇指和食指水平持握的稻穗,自然坠落至地面的塑料屉内,连续重复 3 次。以单穗为单位测定。

**3.4.3 落粒数统计** 分别统计塑料屉内 3 次坠落操作的累计脱落稻谷总粒数(含实粒和瘪粒)及稻穗上留存的稻谷总粒数(含实粒和瘪粒)。

**3.4.4 稻穗样本数** 每份材料测定 10 个主穗。

**3.4.5 落粒率计算** 根据落粒数的统计结果,按公式(1)计算稻穗的总粒数,按公式(2)计算落粒率。公式如下:

$$GN_{Ti} = GN_{Si} + GN_{Ui} \quad (1)$$

$$SR = \Sigma(GN_{Si}/GN_{Ti})/N \times 100 \quad (2)$$

式中, $GN_{Ti}$ 为鉴定种质第*i*个稻穗的总粒数,单位为粒; $GN_{Si}$ 为鉴定种质第*i*个稻穗脱落的稻谷粒数,单位为粒; $GN_{Ui}$ 为鉴定种质第*i*个稻穗未脱落的

稻谷粒数,单位为粒; $SR$ 为鉴定种质稻穗落粒率,单位为百分率; $N$ 为鉴定种质的稻穗调查样本数,单位为个。

### 4 分级与判定规则

#### 4.1 落粒性判定规则

1 级:极强(HS, highly strong); 3 级:强(S, strong); 5 级:中等(M, medium); 7 级:弱(W, weak); 9 级:极弱(HW, highly weak)。

#### 4.2 落粒性判定

粒落性判定见表 1。

表 1 落粒性判定

Table 1 Evaluation of rice shattering

落粒级别 Rice shattering grade	落粒率(%) SR	落粒性 Rice shattering trait
1	$50.0 < SR \leq 100.0$	极强(HS)
3	$25.0 < SR \leq 50.0$	强(S)
5	$5.0 < SR \leq 25.0$	中(M)
7	$1.0 < SR \leq 5.0$	弱(W)
9	$0 < SR \leq 1.0$	极弱(HW)

SR: Shattering rate; HS: Highly strong; S: Strong; M: Medium; W: Weak; HW: Highly weak

### 5 落粒性鉴定程序的构成

水稻落粒性鉴定程序包括成熟期稻穗采集、稻穗自然坠落前准备、稻穗自然坠落、落粒数统计、落粒率计算、落粒性分级与判定等,其鉴定流程图如图 1 所示。

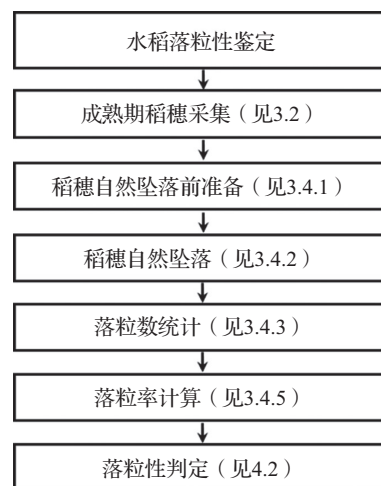


图 1 水稻落粒性鉴定流程图

Fig. 1 Flow chart for identification of rice shattering trait

## 6 追溯方法

### 6.1 标记方法

执行水稻落粒性鉴定时,对鉴定样品进行统一标记,标记内容包括样品编号、收获年份、产地信息、标记人员姓名、标记时间。

### 6.2 鉴定过程记录

**6.2.1 文字记录** 执行水稻落粒性鉴定程序时,同步做好全程记录,记录内容包括各鉴定阶段的执行人员姓名、鉴定时间、鉴定地点、具体操作细节、鉴定结果及观察到的相关现象。

**6.2.2 影像记录** 执行水稻落粒性鉴定程序操作时,拍照或录像如下情景:各鉴定阶段的试验现场实景、待鉴定材料与对照材料的成熟谷粒状态。

### 参考文献

- [1] 康洪灿,李国生,钊兴宽,王锦艳.水稻生产全程机械化对品种的要求.中国稻米,2015,21(4):191-192  
Kang H C, Li G S, Chuan X K, Wang J Y. Variety selection in rice production with full mechanization. China Rice, 2015, 21(4): 191-192
- [2] 曾必荣,代昌富,武迎.水稻机械化育插秧高产技术研究与应用.四川农业科技,2009(2):16-17  
Zeng B R, Dai C F, Wu Y. Study and application of high yield technology of rice mechanized cultivation and transplanting. Science and Technology of Sichuan Agriculture, 2009(2): 16-17
- [3] 谢文刚,万依阳,张宗瑜,张俊超.禾本科植物落粒机理研究进展.草业学报,2021,30(8):186-198  
Xie W G, Wan Y J, Zhang Z Y, Zhang J C. Research progress on the seed-shattering mechanism of *Poaceae* plants. Acta Prataculturae Sinica, 2021, 30(8): 186-198
- [4] 朱子超,王楚桃,何永歆,蒋刚,欧阳杰,黄乾龙,李贤勇.水稻落粒性的遗传分析和基因定位.杂交水稻,2014,29(1):62-66  
Zhu Z C, Wang C T, He Y X, Jiang G, Ouyang J, Huang Q L, Li X Y. Genetic analysis and molecular mapping of seed shattering in rice. Hybrid Rice, 2014, 29(1): 62-66
- [5] 沈圣泉,庄杰云,王淑珍,包劲松,郑康乐,舒庆尧,夏英武.籼稻落粒性QTL定位与环境互作效应检测.分子植物育种,2004,2(5):627-632  
Shen S Q, Zhuang J Y, Wang S Z, Bao J S, Zheng K L, Shu Q Y, Xia Y W. Mapping QTLs for rice shattering trait and analysis major effects. Molecular Plant Breeding, 2004, 2(5): 627-632
- [6] 吕树伟,唐璇,李晨.水稻落粒性研究进展.中国农业科学,2025,58(1):1-9  
Lyu S W, Tang X, Li C. Research progress on seed shattering of rice. Scientia Agricultura Sinica, 2025, 58(1): 1-9
- [7] Li F, Komatsu A, Ohtake M, Eun H, Shimizu A, Kato H. Direct identification of a mutation in *OsSh1* causing non-shattering in a rice mutant cultivar using whole-genome resequencing. Scientific Reports, 2020, 10(1): 14936
- [8] Lv Y, Yun L, Jia M, Mu Y, Zhang Z. Exploring the mechanism of seed shattering in *Psathyrostachys juncea* through histological analysis and comparative transcriptomics. BMC Plant Biology, 2024, 24(1): 1179-1196
- [9] Lv S, Wu W, Wang M, Meyer R S, Ndjondjop M N, Tan L, Zhou H, Zhang J, Fu Y, Cai H, Sun C, Wing R A, Zhu Z. Genetic control of seed shattering during African rice domestication. Nature Plants, 2018, 4: 331-337
- [10] Yoon J, Cho L H, Kim S L, Choi H, Koh H J, An G. The BEL1-type homeobox gene *SH5* induces seed shattering by enhancing abscission-zone development and inhibiting lignin biosynthesis. Plant Journal, 2014, 79: 717-728
- [11] Shionari N, Yamaguchi Y, Takama N, Oka Y, Takenaka Y, Matsubara N, Inoue C, Htun T M, Tsujimura Y, Numaguchi K, Ishii T, Ishikawa R. Detection of three novel loci involved in reduced seed-shattering behaviour of an aus rice cultivar, *Oryza sativa* Kasalath. Molecular Genetics and Genomics, 2025, 300(1): 108
- [12] 韩龙植.水稻种质资源描述规范和数据标准.北京:中国农业出版社,2006  
Han L Z. Descriptors and data standard of rice germplasm resources. Beijing: China Agricultural Publishing House, 2006
- [13] Han B, Zhu Z C, Ma X D, Xiong Y, Cui D, Wang C T, Chen L, Li X Y, Han L Z. Identification of gene *OsZIP1* related to rice shattering using bulk segregant analysis. Current Plant Biology, 2025, 44: 100559
- [14] Konishi S, Izawa T, Lin S Y, Eban K, Fukuta Y, Sasaki T, Yano M. An SNP caused loss of seed shattering during rice domestication. Science, 2006, 312(5778): 1392-1396