

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2025.03.010

胡南燕, 关佳晨, 胡永浩, 等. 稻谷加工环节损失及形成机制分析[J]. 粮油食品科技, 2025, 33(3): 114-119.

HU N Y, GUAN J C, HU Y H, et al. Analysis of processing stages and loss formation mechanisms in rice production[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2025, 33(3): 114-119.

稻谷加工环节损失及形成机制分析

胡南燕¹, 关佳晨²✉, 胡永浩¹, 武拉平¹

(1. 中国农业大学 经济管理学院, 北京 100083;

2. 国家粮食和物资储备局科学研究院 粮食产业技术经济研究所, 北京 100037)

摘要: 加工环节在产业链中发挥着承上启下的关键作用, 减少粮食加工环节损失对于保障粮食安全至关重要。基于安徽省、湖北省实地调研数据, 对加工损失进行深入分析。研究表明, 稻谷加工企业大多以消费者需求为导向, 在加工过程中存在多道抛光、多道色选等过度加工行为, 导致出品率普遍不高。通过完善加工设备、优化加工工序等方法可有效提升出米率。针对稻谷加工减损面临的现实问题, 既要从引导消费者观念、升级加工设备、优化工艺流程等方面推动适度加工, 减少稻谷加工损失, 也要从发展精深加工, 提升副产物综合利用等方面发力, 充分挖掘稻谷加工减损潜力, 夯实国家粮食安全根基。

关键词: 稻谷加工企业; 粮食安全; 加工损失; 副产物利用

中图分类号: TS210.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2025)03-0114-06

网络首发时间: 2025-04-27 10:48:25

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.ts.20250425.1744.004>

Analysis of Processing Stages and Loss Formation Mechanisms in Rice Production

HU Nan-yan¹, GUAN Jia-chen²✉, HU Yong-hao¹, WU La-ping¹

(1. College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Institute of Technology and Economy of Grain Industry, Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China)

Abstract: The processing stage plays a key role in connecting upstream and downstream in the industrial chain, and reducing food processing losses is crucial for ensuring food security. Based on field survey data from Anhui and Hubei provinces, this study provides an in-depth analysis of the current processing losses and the potential for loss reduction. The study indicates that rice processing enterprises are oriented to consumer demand, leading to excessive processing behaviors such as multiple whitening and polishing stages. However, improvements in processing equipment and streamlining of processing steps could increase the

收稿日期: 2024-07-10; 修回日期: 2024-08-23; 录用日期: 2024-08-26

基金项目: 国家社会科学重大基金“粮食全链条节约减损行动方案及政策体系研究”(22&ZD087); 中央基本科研业务费课题“稻谷加工损失影响因素与治理对策研究”(JY2316)

Supported by: National Social Science Fund of China “Study on Action Plans and Policy Framework for Full-Chain Grain Loss Reduction and Savings” (No. 22&ZD087); The Central Basic Scientific Research Business Project “Study on Factors Influencing Rice Processing Losses and Mitigation Strategies” (No. JY2316)

第一作者: 胡南燕, 女, 1996 年出生, 硕士, 在读博士生, 研究方向为粮食经济, E-mail: 1455203480@qq.com

通信作者: 关佳晨, 女, 1994 年出生, 博士, 助理研究员, 研究方向为粮食产业经济, E-mail: gjc@ags.ac.cn

yield. To address the practical challenges faced in rice processing, it is essential to reduce processing losses by guiding consumer attitudes, promoting moderate processing practices, and upgrading processing equipment. Additionally, efforts should focus on developing deep processing techniques and enhancing the comprehensive utilization of by-products, in order to fully tap into the potential for loss reduction in rice processing and strengthen the foundation of national food security.

Key words: rice processing enterprises; food security; processing losses; utilization of by-products

稻谷是中国重要的主粮，占居民口粮消费的 60%，对于保障国家粮食安全起着重要作用。我国十分重视水稻生产，在政策支持和科技进步推动下，自 2011 年以来，我国水稻产量维持在 2 亿 t 以上，2024 年产量达到 2.07 亿 t，占全国粮食总产量的 29.30%。然而，在当前资源要素日益紧张、自然灾害频发以及农业内部结构性矛盾突出等情况下^[1-2]，未来实现水稻高位增产的压力愈加严峻。与此同时，我国还面临着较为严重的粮食损失问题。在稻谷加工过程中，企业为迎合社会大众“精、白、亮”的消费需求，不断增加抛光和碾米次数，过度加工带来的损失数量居高不下，严重影响重要农产品有效供给和粮食加工质量和效益的提升^[3-4]。

十八大以来，国家高度重视粮食减损工作，习近平总书记多次就节粮减损做出重要指示，强调“保障粮食安全，要在增产和减损两端同时发力”“粮食安全是事关人类生存的根本性问题，减少粮食损耗是保障粮食安全的重要途径”^[5]。党的二十届三中全会提出，健全粮食和食物节约长效机制，要求牢固树立增产必须节约、节约就是增产的意识，坚持久久为功、常抓不懈、紧盯不放，聚焦重点领域和关键环节，切实降低粮食和食品损失浪费。《中华人民共和国粮食安全保障法》明确要推广适度加工技术，防止过度加工，降低粮食损失并提高成品粮出品率。

鉴于此，本文结合安徽和湖北的实地调研情况和数据，探究两省稻谷企业加工环节损失形成的原因与机制，总结稻谷企业加工环节损失面临的主要问题与挑战，进而提出针对性政策建议，以期节粮减损战略的制定、实施和优化提供理论借鉴。

1 调研组织与实施

安徽省和湖北省是我国重要的稻谷产区，2023 年稻谷产量分别为 1 609.8 万 t 和 1 880.42 万 t。为考察稻谷企业加工环节损失情况，2023 年 10—11 月期间，研究团队在湖北和安徽两个水稻主产省，选取合肥、巢湖、芜湖、兰陵、武汉、鄂州、天门和仙桃共 7 个城市，通过问卷调研和座谈交流相结合的方式，对 12 家企业进行了典型调查，调研对象涵盖当地粮食主管部门、粮食行业协会以及稻谷加工企业。问卷调研涉及稻谷加工企业基本信息、企业原粮收购储藏情况、加工损失情况等。同时，结合座谈交流，深入了解加工企业对损失的主观认知和减损意愿，并从设备、工艺、管理等角度对损失成因进行了探讨。

2 稻谷加工损失现状

2.1 稻谷加工环节损失概念

粮食损失的概念看似简单，但现有研究对其定义尚未达成一致的结论。联合国粮食及农业组织发布的《2019 年粮食及农业状况》认为，粮食损失和浪费是指食品供应链上粮食质量或数量的下降^[6]。借鉴相关定义，本文将稻谷加工环节损失定义为从原粮进入加工厂到加工为成品粮的过程中^[7]，由于各种原因导致的粮食数量减少。

2.2 调研企业基本情况

表 1 列出了调研企业的基本情况，调研问卷涵盖了企业日处理量、产能利用率、出米率、副产物利用、加工设备和工艺、专利数量、内部减损制度等信息。调研企业的日处理量在 80~1 800 t 之间，平均日处理量为 773 t。产能利用率在 25~80% 之间，平均产能利用率为 61%。从专利来看，5 家企业拥有与加工相关的专利，其中 3 家

表 1 稻谷调研企业基本情况
Table 1 Basic information of surveyed rice processing enterprises

序号	日处理量/t	产能利用率/%	专利数量	减损制度/条	是否应用数字化技术
1	500	60	0	2	是
2	600	50	16	0	是
3	800	80	0	0	否
4	600	80	13	20	否
5	600	25	13	3	是
6	1 000	75	1	0	否
7	600	80	0	3	是
8	1 800	53	5	10	否
9	1 000	40	0	10	是
10	80	55	0	0	是
11	100	70	0	0	是
12	1 600	60	0	0	否

企业专利数量超过 10 项。在内部减损制度方面，只有 3 家企业针对粮食加工环节的减损制定了专门的管理规定，这表明大多数企业尚未充分认识到减损的重要性，亟需提高对加工减损的重视程度。在数字化技术应用上，大部分日处理量小于 800 t 的企业主要依赖人工操作，而日处理量超过 800 t 的大型企业多已采用数字智能化生产设备和管理系统，以减少人工操作带来的损失。

2.3 稻谷加工企业设备、工序流程与副产物利用现状分析

调研显示，稻谷加工企业在设备、工序、出

米率及副产物利用等方面存在差异，如表 2 所示。在加工设备上，出于经济成本考虑，国产设备成为加工企业的主流选择，调研企业中只有 4 家在个别环节中使用进口设备，其余企业都以国产设备为主。加工企业表示随着国产粮机装备制造水平的不断提升，国产粮机与进口粮机在稻谷加工损失方面已无显著差别，然而，由于在智能化水平、仪器精密度等方面的差异，新旧设备在推动加工减损方面存在较大差别。

稻谷加工过程通常包括碾米、抛光和色选，抛光和色选的次数越多，加工过程中造成的损失也越大，出米率也相应下降。调研发现，部分企业为满足市场需求，将抛光、色选的道数增至 5~6 道。调研企业普遍认为，稻谷加工存在过度加工现象，需要减少工序，以保留大米营养并增加出米率。

副产物利用方面，多数企业仍停留在初级加工阶段。在 12 家调研企业中，仅两家对副产物进行精深加工，其中一家将碎米加工成为米饮料进行销售，另一家则从米糠中提炼米糠油和脂肪酸等，并将稻壳用于生产燃料和活性炭，有效提升了资源利用效率(如图 1 所示)。其余企业将碎米、米糠降级处理，脱离食用链条，转而用于饲用和工业用途等领域。

2.4 稻谷加工环节损失成因

基于此次调研数据和实地访谈结果，本文对

表 2 稻谷调研企业的加工基本信息
Table 2 Basic information of surveyed rice processing enterprise

	加工设备	主要加工工序	出米率/%	副产物利用
1	国产设备	碾米 6 道+抛光 3 道+色选 6 道	60.3	未利用
2	国产设备 (95%)、国外设备 (5%)	碾米 4 道+抛光 2 道+色选 2 道	59.89	未利用
3	国产设备	碾米 3 道+抛光 5 道+色选 3 道	55	未利用
4	国产设备	碾米 6 道+抛光 3 道+色选 4 道	69	未利用
5	国产设备 (90%)、国外设备 (10%)	碾米 6 道+抛光 4 道+色选 4 道	57	利用
6	国产设备	碾米 3 道+抛光 2 道+色选 3 道	67	未利用
7	国产设备	碾米 3 道+抛光 4 道+色选 3 道	55	未利用
8	国产设备	碾米 3 道+抛光 3 道+色选 4 道	67	利用
9	国产设备 (60%)、国外设备 (40%)	碾米 3 道+抛光 2 道+色选 3 道	66	未利用
10	国产设备	碾米 3 道+抛光 3 道+色选 4 道	58	未利用
11	国产设备	碾米 5 道+抛光 3 道+色选 4 道	55	未利用
12	国产设备 (95%)、国外设备 (5%)	碾米 5 道+抛光 3 道+色选 4 道	55	未利用

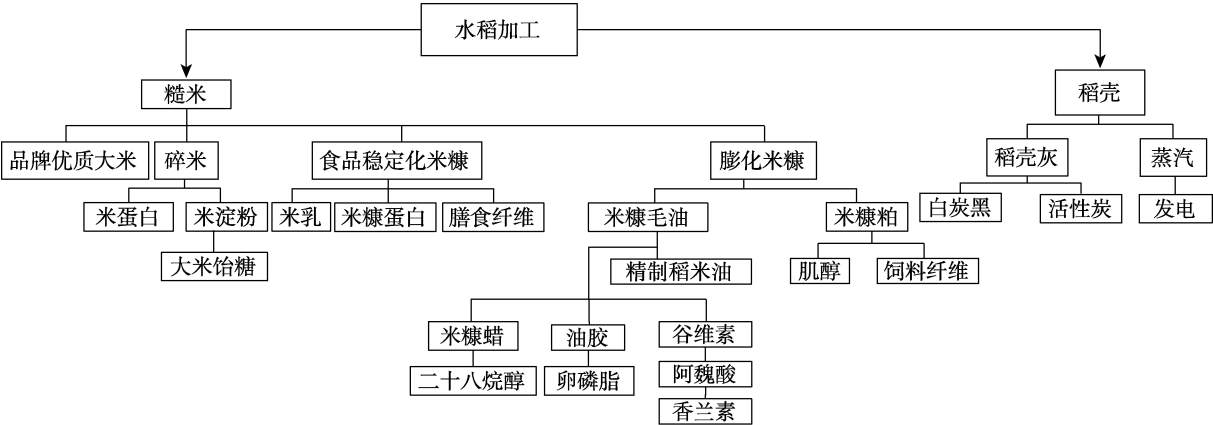


图 1 水稻加工副产物利用图
Fig. 1 Utilization map of rice processing by-products

稻谷加工过程中损失成因进行了分析（表 3）。在稻谷加工成为成品米的过程中，砻谷和碾米是关键环节，不当操作会引发稻谷爆腰，增加碎米率^[8]。首先，在砻谷环节，通过调整砻谷机快慢辊的线速度差和挤压力度来实现脱壳，但由于设备参数、工艺参数设置及操作不当等因素，导致辊间压力过大、处理速度不当或流量不均，进而增加爆腰率。其次，在碾米环节，操作不当、轻碾脱皮比例不合理以及温度过高等因素，都会导致爆腰率增加，导致碎米增加。相对而言，选用充分成熟、粒形整齐和抗压性强的稻谷原粮，更有助于降低碎米率。此外，消费者偏好和加工标准也是影响加工损失率的重要因素。受消费者对大米精白度偏好的影响，企业通常会增加抛光次数，提高抛

光设备的摩擦压力，导致出米率下降。

3 面临主要问题与挑战

3.1 消费者导向的过度加工

随着经济发展和生活水平的提升，大米作为中国 60%人口的主食，其质量要求也日益提高。然而，消费者往往将大米的外观与其质量等同，认为外观越好的大米品质越高，这迫使企业进行过度加工。调研发现，企业为提升大米外观上的亮白度，普遍采取增加碾米次数和抛光工序的方式，部分企业甚至将碾米和抛光工序增加至 6 道，加剧了过度加工问题，造成严重的可食用大米的数量损失。通过实地访谈了解到，以 100 kg 晚籼稻为基准，脱壳后约可得到约 80 kg 糙米，

表 3 稻谷加工工序损失成因
Table 3 Causes of loss in rice processing

加工工序	加工工序损失特征	加工工序损失原因
清理	去石工序出现的谷外糙米损失，增加碎米大约为 1%	原粮混合度（稻谷种类较多、形状、密度各异）、工艺流程设计（清理次数、设备配置衔接）、人工操作
砻谷	流量、胶辊压力和胶辊磨损影响碎米产生，增加碎米 5%~10%	原粮质量（稻谷品质、水分含量、外形尺寸、混合品种）、设备（胶辊方式、使用年限）、人工操作（操作熟练度、过度碾压/压力不足）、工艺流程设计
碾米	设备质量、碾白道数、米机砂辊压力和磨损等影响碎米产生，增加碎米 5%~10%	碾白道数、机械设备（压力、温度、设备质量）、智能化控制、稻谷水分含量、稻谷质量（稻谷品种、稻谷均匀度、干湿度）、操作人员的技术水平、工艺流程设计（碾米流程设计、碾米机配置）
抛光	设备质量、抛光道数和操作等因素导致碎米增加，增幅 5%~10%	消费者偏好、抛光道数、机械摩擦、原粮水分含量、抛光设备性能（运动面积、出料方式、米刀厚薄程度等）、米粒质量（米粒硬度、米粒大小）
色选	设备、色选道数降低出米率，1%~5%	色选道数、消费者偏好、色选设备精度（识别精度、智能化控制、色选参数设置）、稻谷质量、光照条件
白米整理	设备和机械化程度影响出米率	设备性能（筛选精度、年限）、筛选参数设置（筛选标准、频率和时间）

再进一步碾磨成大米时损失约 10 kg, 经过三道抛光后再损失 4 kg, 若再进行三次色选, 损失还将增加 4 kg, 最终能得到的整精米约为 62 kg。

3.2 加工设备和工艺亟需升级

近年来, 尽管国产粮机研发和制造水平不断提升, 但部分企业仍面临加工设备水平不足的问题。具体来说, 一是企业在加工装备水平上参差不齐。实地调研发现, 由于稻谷加工企业以中小型为主, 采用的加工设备, 精密度较低, 尚未引入先进的智能化、数字化柔性加工设备, 无法精准控制碾磨强度、撞击强度等关键加工参数, 导致碎米率较高。二是许多企业的现有工艺流程大多基于建厂时的空间布局设计, 但受限于资金不足, 在工艺和设备的升级方面上面临巨大挑战。

3.3 产前与加工环节衔接不畅

实地调研发现, 粮食生产、收购、储存与加工环节之间衔接不畅, 导致原粮品质与加工需求不匹配, 成为加工损失的重要原因。具体表现在以下三个方面: 一是在种植环节, 由于品种杂乱且田间管理不统一, 导致原粮收购的品种差异较大, 难以统一加工参数, 增加了适度加工的难度。二是在烘干环节, 在粮食集中收获时节, 部分生产经营者将原本需要 24~36 h 的烘干时间缩短至 10 h 左右, 并提高烘干温度, 导致稻壳外壳破碎, 增加了加工过程中的破碎率。三是在储藏环节, 按照标准规定将水分控制在 12~13% 之间, 但适宜的稻谷加工水分为 14.5%, 过低的水分含量会降低稻谷品质, 导致加工碎米率增加。

3.4 副产物利用率较低

稻谷加工副产物包括稻壳、米糠和碎米等, 许多副产物可以进一步加工成食物。然而, 本次调研发现, 仅有两家企业利用了副产物, 其余稻谷加工企业尚未实现副产物的综合利用, 大多数将副产物直接销售给饲料厂, 导致许多可食用部分未能进入食物链, 也未能发挥其口粮价值, 造成大量资源损失。文献显示, 中国每年生产约为 1 500 万 t 米糠, 理论上可提炼 300 万 t 米糠油, 但实际年产量约为 100 万 t, 利用率较低^[9-10]。除部分大型企业能够充分利用稻谷副产物, 实现“吃

干榨净”外, 大多数企业仍采用初加工模式, 我国在副产物利用领域仍具有巨大的发展潜力。

4 政策建议

4.1 引导消费者观念, 推动适度加工

稻谷加工企业进行过度加工的主要原因在于消费者对“精、白、亮”大米的过度追求。因此, 有必要增强公众节粮爱粮意识, 特别是在全国爱粮节粮宣传周期间, 强化科学消费理念的宣传报道。通过各类媒体平台, 组织相关专家向公众普及健康大米的知识, 使消费者认识到适度加工的大米对健康更为有益, 引导他们树立正确的消费观念。通过潜移默化的方式, 逐渐改变消费者对大米外观“精、白、亮”的偏好, 促使其在日常消费中养成健康的消费习惯。此外, 还可以推广全麦食品和糙米等富有营养的产品, 逐步扩大营养健康食品的市场影响力。

4.2 加大财政支持, 推动设备与工艺升级

提高稻谷加工设备的技术含量, 关键在于企业的研发和创新能力, 需要加强资金支持以推动粮食加工设备的更新与改造。具体措施包括: 首先, 持续推动粮机装备技术提升, 深入实施“藏粮于技”, 聚焦碾米、砻谷和抛光等关键环节, 开展技术研发攻关, 提升粮机装备的节粮减损能力。其次, 加强先进技术的应用与推广, 充分利用财政手段, 支持推动关键加工设备的升级改造与推广应用。最后, 推进稻谷加工行业的数字化、智能化升级, 重点推广智能柔性碾米技术装备和低温精准分层碾磨技术, 从而有效降低碎米率。

4.3 加强上游环节与加工环节的有效衔接, 提高原粮与加工需求匹配度

推动稻谷加工行业全链条发展, 重点加强品种培育、种植管理和加工环节的紧密衔接。具体措施包括: 首先, 加大优质品种的培育和推广力度。培育具有优质高产特性, 且适应加工需求的品种, 因地制宜优化品种结构。其次, 提升规模化种植的管理水平, 强化优质基地建设, 推动区域性品种集中规模种植, 确保种植规模化、生产标准化, 保障原粮品质优良和稳定。最后, 支持

粮食加工企业向产业链前端延伸,建立并推广“储备企业+烘干厂+加工企业”等模式,加强粮食产前“耕、种、管、收”环节与产后“运、烘、储、加”环节的有效对接,减少粮食加工损失。

4.4 加强副产物综合利用,提升资源转化率

鼓励稻谷加工企业采用低碳、低耗能、循环高效的绿色加工技术,充分利用碎米、米糠、稻壳、麦麸等副产物,开发米线、米糠油、胚芽油、膳食纤维、多肽等食品,以提高稻谷副产物的综合利用效率。同时,鼓励企业与科研机构、高校展开合作,推动稻谷副产物综合利用技术的研究和应用,通过产学研结合方式,加快科技成果的转化,推动技术的推广和普及,充分挖掘稻谷及其副产物的潜力,并不断开发新产品以适应市场需求,实现稻谷的高效增值。

参考文献:

- [1] 叶兴庆,程郁,张翎,等.我国重要农产品供需变化趋势与供给保障能力提升策略[J].改革,2024(4):1-18.
YE X Q, CHENG Y, ZHANG X, et al. Trends in supply and demand changes of important agricultural products in China and strategies for enhancing supply guarantee capacity[J]. Reform, 2024(4): 1-18.
- [2] 钟钰,巴雪真,陈萌山.新时代国家粮食安全的理论构建与治理进路[J].中国农村经济,2024(2):2-19.
ZHONG Y, BA X Z, CHEN M S. Theoretical construction and governance approaches for national food security in the new era[J]. Chinese Rural Economy, 2024(2): 2-19.
- [3] 胡永浩,胡南燕,武拉平.2022年中国粮食损失浪费的资源环境效应评估[J].干旱区资源与环境,2024,38(9):12-19.
HU Y H, HU N Y, WU L P. Assessment of the resource and environmental effects of China's grain loss and waste in 2022[J]. Resources and Environment in Arid Areas, 2024, 38(9): 12-19.
- [4] 樊琦,黑文静,祁华清,等.湖北省粮油加工环节损失浪费研究[J].粮油食品科技,2017,25(6):78-83.
FAN Q, HEI W J, QI H Q, et al. Study on loss and waste during grain and oil processing in Hubei province[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2017, 25(6): 78-83.
- [5] 习近平.习近平关于国家粮食安全论述摘编[M].北京:中央文献出版社,2023.
XI J P. Excerpts from Xi Jinping's discussions on national food security[M]. Beijing: Central Literature Publishing House, 2023.
- [6] 联合国粮食及农业组织.2019 粮食及农业状况:推进工作,减少损失和浪费[R].2022.
FAO. Moving forward on food loss and waste reduction 2019. [R]. 2022.
- [7] 谢天,杨会宾,郭亚丽,等.我国稻米加工工艺的沿革与展望[J].中国稻米,2021,27(4):71-76.
XIE T, YANG H B, GUO Y L, et al. Evolution and prospect of rice processing technology in China[J]. Chinese Rice, 2021, 27(4): 71-76.
- [8] 贾书章.粮食生产、加工与营销管理[M].武汉:武汉大学出版社,2022.
JIA S Z. Food production, processing and marketing management [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2022.
- [9] 张延龙,王明哲,廖永松.保障国家粮食安全视角下的稻米产业化:基于2225家稻米企业的监测数据[J].改革,2022(11):119-129.
ZHANG Y L, WANG M Z, LIAO Y S. Rice industrialization from the perspective of ensuring national food security: based on monitoring data of 2,225 rice enterprises[J]. Reform, 2022(11): 119-129.
- [10] 韩伟,谭云,张云鹏,等.粮油加工副产物在微生物群导向型食品研发中的应用潜力[J].粮油食品科技,2019,27(4):30-35.
HAN W, TAN Y, ZHANG Y P, et al. Application potential of grain and oil processing by-products in research of microbial-oriented food[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2019, 27(4): 30-35. 