

小麦和玉米储藏水分-灰分耦合损耗机制研究

王欢紫 潘柏西 周小坚 简冠炽 彭灿杰
广东省储备粮管理集团有限公司东莞直属库

DOI:10.32629/as.v8i12.3560

[摘要] 本研究基于实验仓房中小麦与玉米的实际储存数据,系统分析了在静态储藏条件下水分、灰分及质量的动态变化规律,旨在阐明二者对粮食质量损失的耦合影响机制。结果表明,水分损失是导致粮食质量减少的主要因素,且水分变化对玉米质量的影响显著高于小麦。灰分自身变化幅度较小,但其水平高低与杂质含量及吸湿性相关,间接影响储粮的稳定性。通过对水分-灰分-质量之间关系进行研究,为实施粮食绿色、优储与精准减损提供理论依据与关键技术支撑。

[关键词] 粮食储藏; 水分减量; 灰分变化; 质量损失; 小麦; 玉米
中图分类号: S513 **文献标识码:** A

Research on the Coupled Loss Mechanism of Moisture and Ash in Wheat and Corn Storage

Huanzi Wang Baixi Pan Xiaojian Zhou Guanchi Jian Canjie Peng

Dongguan Branch of Guangdong Provincial Reserve Grain Management Group Co., LTD

[Abstract] Based on the actual storage data of wheat and corn in the experimental warehouse, this study systematically analyzed the dynamic variation laws of moisture, ash content and quality under static storage conditions, aiming to clarify the coupling influence mechanism of the two on the quality loss of grain. The results show that water loss is the main factor leading to the reduction of grain quality, and the impact of water change on the quality of corn is significantly higher than that of wheat. The variation range of ash content itself is relatively small, but its level is related to the impurity content and hygroscopicity, which indirectly affects the stability of grain storage. By studying the relationship among moisture, ash and mass, it provides theoretical basis and key technical support for implementing green, optimal storage and precise loss reduction of grain.

[Key words] Grain storage; Water loss; Ash content change; Quality loss Wheat; Corn

引言

粮食在储存过程中会因水分迁移、呼吸作用、微生物活动等因素发生质量损失,其中水分含量是最关键的控制因子之一^[1]。国家标准规定,小麦和玉米的安全储存水分分别为不超过12.5%和14.0%^[2]。然而,在实际仓储环境中,由于环境温湿度的动态波动,粮食水分常发生周期性变化,这不仅影响其品质^[3,4],还会因呼吸和微生物活动加剧,导致无机物(灰分)的潜在损失。

本研究基于实验仓房中小麦与玉米的实际监测数据,拟探究小麦和玉米在储存过程中损耗与水分、灰分减量的内在关系及温湿度对水分、灰分的影响规律,进一步探讨水分与灰分变化对粮食质量损失的影响机制,拓展粮食储藏行为的研究维度,为构建智能化、绿色化的粮食仓储管理体系提供数据支持与理论依据。

1 实验材料与方法

1.1 实验仓房与基本参数

选取Q13、Q17和Q53仓作为实验仓,均为2024年入粮的仓房,

样品具有代表性且具备试验条件。

1.2 实验仪器与设备

恒温烘箱、马弗炉、坩埚、电子天平、测温测湿设备

1.3 实验方法

1.3.1 样品静态储存。为探究粮食在储藏过程中的自然变化,设计以下两种静态储存样品。

样品一:从每个实验仓的粮面表层开始,垂直向下至9米深处,每隔1米取样1个,共计10个样品点。每个样品取约1kg,初始检测水分、质量和灰分后,置于实验室恒定环境下晾晒,模拟静态储存2个月。期间每周检测一次水分与灰分。

样品二:从仓内另取小麦和玉米样品各2份。所有样品进行初始水分、灰分检测与称重后,进行为期3个月的静态储存。其中1份小麦和1份玉米样品每2周进行一次水分检测,并每日记录环境温湿度;另1份小麦和玉米样品仅在3个月储存期结束后进行终点水分与灰分检测,用于计算整个保管周期的总减量。

1.3.2水分检测。依据《GB5009.3-2016食品安全国家标准食品中水分的测定》第一法(直接干燥法)执行。精确称取2g试样于恒重称量瓶中,于105℃烘箱内干燥至恒重(前后两次质量差≤2mg)。

1.3.3灰分检测。依据《GB5009.4-2016食品安全国家标准食品中灰分的测定》第一法执行。试样经电热板充分炭化后,转入马弗炉于(550±25)℃下灼烧4小时,冷却后称量,直至恒重(前后两次质量差≤0.5mg)。

1.3.4气温气湿记录。测湿测湿设备为彭云物联厂家型号为S10A+适配器,每日记录气温气湿。

1.3.5水分减量计算。通过损耗公式对实际与理论的水分值进行计算,进一步探究水分减量与质量的关系。

水分减量=入库数量×(入库水分%-出库水分%)/(1-出库水分%)

2 结果与讨论

2.1不同品种水分减量、灰分变化与温湿度关系分析

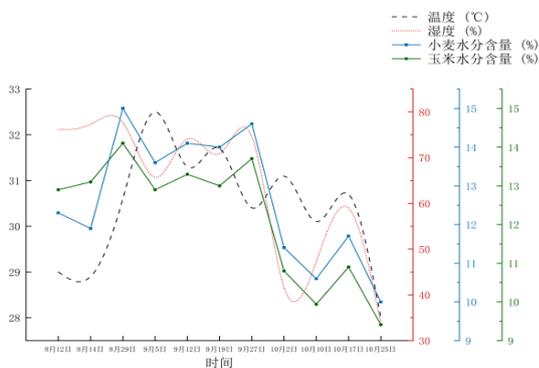


图1 小麦、玉米水分与温湿度关系

2.1.1小麦、玉米水分与温湿度关系分析。小麦与玉米样品的水分含量对环境温湿度的响应趋势基本一致。结果显示,当处于高温(≥30℃)和高湿(≥60%)环境时,两种谷物的水分含量均呈现明显上升,这可能是由于高温高湿环境下物料吸湿速率加快所致,其中玉米水分的增幅更大。而在低温(≤28℃)和低湿(≤50%)条件下,水分含量则共同下降,但玉米的失水速率更快。上述现象说明,与小麦相比,玉米的持水特性受环境温湿度变化的影响更为剧烈,即其对水分变化的敏感性更高。

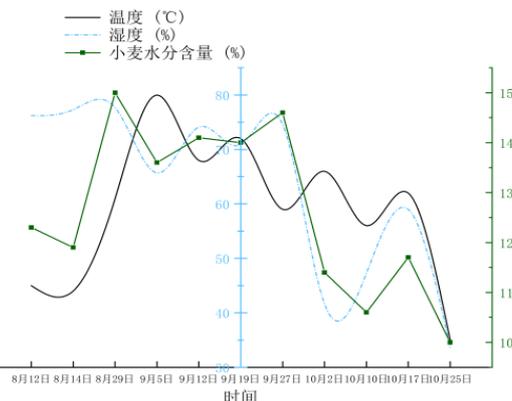
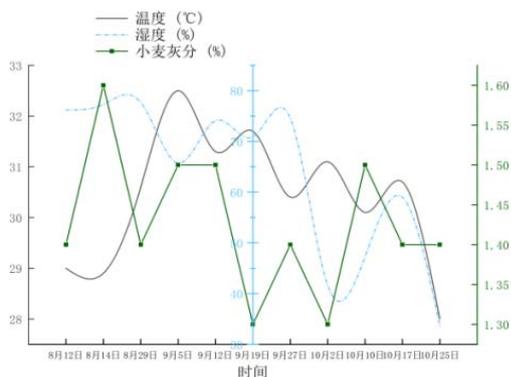


图2 小麦水分减量、灰分变化与温湿度关系

2.1.2小麦水分减量、灰分变化与温湿度关系分析。如图2所示,小麦水分含量随湿度变化而变化,这源于粮食与环境之间持续的水分吸附平衡过程;而代表无机矿物质总量的灰分指标,其本身并不与温湿度呈现直接的规律性变化。随着温度升高,粮食呼吸旺盛,消耗干物质增加,从而引起灰分含量的波动。

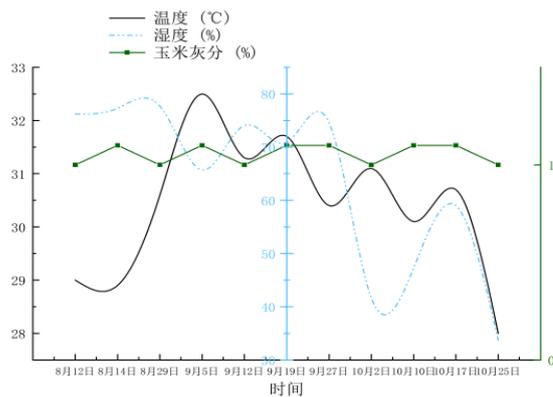
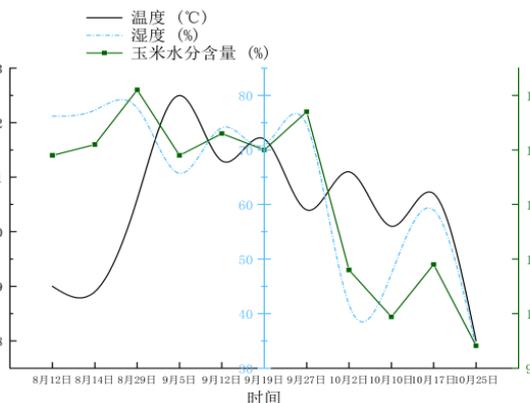


图3 玉米水分减量、灰分变化与温湿度关系

2.1.3玉米水分减量、灰分变化与温湿度关系分析。由图3中可以看出,玉米灰分变化在储存过程中较稳定,其水分含量随湿度变化而变化,而灰分与温湿度无明显相关性,这表明在实验周期内,玉米水分受温湿度影响较灰分显著。

2.2不同品种水分、灰分变化与质量差分析

如图4所示,小麦储藏质量与水分、灰分含量存在一定关联。

当水分与灰分同增时,质量差显著增大;当水分下降而灰分相对稳定或略增时,质量损失加剧。数据分析发现,当水分从12.3%~15.0%降至10.0%时,质量损失显著加速,且每下降1%水分,平均质量损失率达2.3%,高于理论计算值。

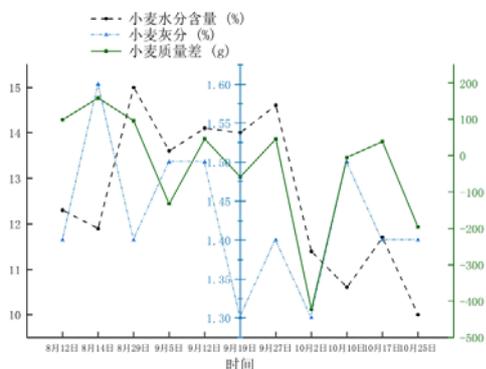


图4 小麦水分、灰分变化与质量差分析

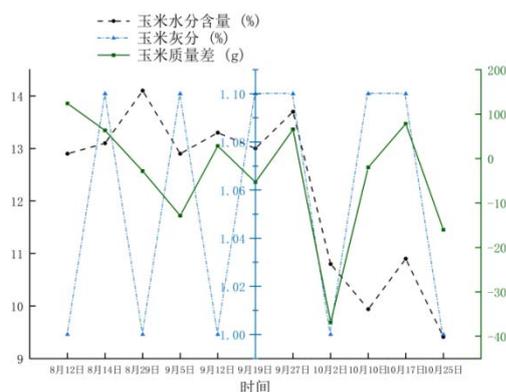


图5 玉米水分、灰分变化与质量差分析

从图5中可以看出,玉米质量差随水分、灰分变化而变化,受水分变化影响较大,质量损失更为显著。当玉米水分从13.7%降至9.4%期间,质量损失率4.2%,损失率高于小麦。这表明粮食质量损失并非仅源于物理性的水分蒸发,更与小麦籽粒持续的呼吸作用等生物代谢过程所引发的干物质消耗密切相关。

3 结论与展望

3.1 结论

3.1.1 温湿度对损耗的影响。小麦、玉米水分含量随湿度变化而变化,而灰分与温湿度无明显相关性。随着温度升高,粮食呼吸旺盛,消耗干物质增加,进而影响灰分的变化。此外,水分含量高会增强粮食的呼吸作用[5],导致更多的干物质消耗,从而减少了粮食的重量。当湿度 $\geq 60\%$ 、温度 $\geq 30^\circ\text{C}$ 时,此时玉米吸湿性强,易返潮、发热,导致水分快速上升,呼吸增强,干物质损耗加剧。

3.1.2 灰分变化与粮食稳定性分析。结果表明,小麦与玉米灰分范围分别为1.3%~1.6%与1.0%~1.1%,波动较小,高灰分样品因吸湿性强、易形成局部热点,间接加剧了质量损失速率,提示灰分可作为储粮稳定性的潜在风险指示指标。

3.1.3 对储存保管的建议探讨。通过探究温湿度及粮食质量与水分、灰分的变化关系,可以发现高湿度环境容易导致粮食吸湿,增加其水分含量,进而促进呼吸作用和干物质的消耗,因此建议选择湿度较低的环境进行储存,同时应注意保持储存环境的清洁和通风,以防止霉变和虫害的发生。

在通风策略上,需依据粮食品种进行选择。玉米对湿度较为敏感,建议在湿度 $\leq 50\%$ 、温度 $\leq 28^\circ\text{C}$ 的条件下通风,以快速降低水分,规避霉变风险;小麦则可在湿度 $\leq 55\%$ 、温度 $\leq 28^\circ\text{C}$ 时适度通风,尤其在原始水分较高($> 12.3\%$)时,应利用低温低湿的通风防止其水分继续上升。此外,灰分指标可作为储藏稳定性的潜在风向标。灰分偏高通常意味着无机杂质较多,这些杂质易吸湿并引发局部升温。因此,在粮食入库前加强清理、降低初始灰分,是从源头提升储藏性能的关键措施,能够显著提升玉米与小麦的仓储安全性与稳定性。

3.2 展望

(1) 本文探究了不同品种的粮食在储存保管过程中的损耗关系,下一步可以增加不同初始水分含量的粮食样本的对比实验,引入温度、湿度、氧气浓度等环境因子,构建多因子耦合模型,为不同初始水分粮食的保管提供优化储存条件的建议,通过调整储存环境的温度和湿度等,以减少小麦和玉米在保管过程中的损耗并提高储存质量。(2) 根据温湿度对粮食的探究,可以发现高温会加剧粮食的呼吸作用,影响微生物和虫害活动,进而导致有机质分解、干物质消耗加快,建议后续研究结合呼吸速率、脂肪酸值、发芽率等指标,进一步解析质量损失的生物机制,为绿色优储提供理论支撑。(3) 本文探究了静态储存条件下的影响关系,下一步可以探究在一个保管周期内,粮食经通风、谷冷、气调等储粮技术的管理后,其质量及品质的变化关系,比较自然储藏、谷冷、气调等技术的保水与保质效果,分析水分控制成本与质量损失之间的经济平衡点,优化仓储策略,为粮食保管全生命周期管理提供建议指导。

[参考文献]

- [1] 杨慧萍,李冬坤,乔琳,等.基于低场核磁研究稻谷吸附/解吸过程水分分布变化[J].中国粮油学报,2016,31(12):6-11.
- [2] 丁卫新.关于GB 1351—2023《小麦》的解析[J].现代面粉工业,2023,37(06):11-13.
- [3] 殷晶晶,赵妍,田晓花.不同储藏温湿度对玉米中蛋白质的影响[J].食品工业科技,2017,38(3):331-335.
- [4] 陈怡岑,曹毅,赵旭,等.不同储藏条件对玉米水分迁移规律与挥发性成分变化的影响[J].食品安全质量检测学报,2025,16(4):26-35.
- [5] 吴芳,祝凯,严晓平,等.不同温度条件下玉米呼吸速率变化的研究[J].粮食储藏,2014,43(02):33-38.

作者简介:

王欢紫(1998--),女,汉族,陕西西安人,硕士研究生,粮油保管员,研究方向为粮食储藏、绿色储粮技术应用等。