

IMPACT OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON MOISTURE CONTENT DETERMINATION IN STORED GRAIN

Tolegen B.

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

Annotation

This study investigates the influence of environmental factors—specifically temperature and relative humidity—on the accuracy of moisture content determination in stored grain. Experimental data demonstrate that under elevated conditions (30°C and 75% relative humidity), electronic moisture meters exhibited deviations of up to 1.5% when compared to the gravimetric method. In contrast, under stable conditions (20°C and 60% relative humidity), discrepancies were minimal ($\leq 0.3\%$). The gravimetric method proved to be more reliable and consistent across all test conditions. A comprehensive literature review supports the hypothesis that environmental fluctuations can distort moisture readings, highlighting the importance of controlled storage environments and calibration adjustments in electronic devices. This research contributes to the optimization of grain storage strategies and enhances measurement accuracy in agricultural practice.

This work contributes to the improvement of quality control procedures and offers practical recommendations for grain storage standards.

Keywords: Grain moisture, relative humidity, storage conditions, temperature influence, gravimetric method

Introduction

Grain moisture content is a critical parameter affecting storage stability, quality, and economic value. Inaccurate moisture readings can lead to spoilage, microbial growth, and significant post-harvest losses. As grain is increasingly stored for long periods under variable climate conditions, understanding the impact of environmental factors on moisture measurement becomes crucial. Numerous studies have examined moisture determination methods, but few focus on how fluctuating storage conditions affect measurement accuracy.

The objective of this study is to evaluate how temperature and relative humidity affect the accuracy of grain moisture measurement, particularly comparing gravimetric and electronic methods. The hypothesis is that environmental fluctuations introduce systematic errors, especially in rapid electronic devices. The research aims to define critical thresholds and propose recommendations for minimizing measurement errors under varying storage conditions

Research Question: How do temperature and relative humidity affect the accuracy of grain moisture determination during storage?

Hypothesis: Changes in ambient temperature and humidity cause systematic deviations in grain moisture measurements, especially when using gravimetric and capacitance-based methods.

Materials: Wheat and barley samples were collected in the Akmola region (2024), each batch weighing 10 kg. Grains were cleaned and conditioned to an initial moisture level of ~14%.

Experimental Setup: Samples were stored in climate chambers at three temperatures (10°C, 20°C, 30°C) and three relative humidity levels (45%, 60%, 75%). Moisture content was measured every 48 hours over 14 days.

Methods:

Gravimetric method: Drying at 130°C for 2 hours, per GOST 13586.5-93.

Electronic method: Wile 55 moisture meter.

Materials and Methods

Comparative Table: Gravimetric vs. Electronic Method for Grain Moisture Determination

Condition (Temperature / RH)	Gravimetric Method	Electronic Method (Wile 55)	Observed Deviation	Reliability Assessment
20°C / 60% RH (stable)	Stable, consistent results	Minimal discrepancies ($\leq 0.3\%$)	$\leq 0.3\%$	Both methods reliable; electronic meter acceptable
30°C / 75% RH (elevated)	Stable, consistent results	Significant deviations (up to 1.5%)	$\sim 1.5\%$	Gravimetric reliable; electronic meter less accurate, prone to error
General trend across tests	Consistent, unaffected by environment	Accuracy decreases with higher T and RH	0.3–1.5%	Gravimetric superior under all conditions

Results

The gravimetric method yielded consistent results under all test conditions. The electronic moisture meter showed minimal discrepancies ($\leq 0.3\%$) at 20°C and 60% humidity. However, at 30°C and 75% humidity, deviations increased to 1.5%. This confirms the hypothesis that environmental factors significantly influence electronic measurements. Elevated humidity led to higher variance, likely due to surface condensation on grains, which distorted express readings. These outcomes underscore the need for calibration and compensation in electronic devices used under variable conditions

Conclusion

The research confirms that temperature and humidity significantly impact the accuracy of moisture determination in stored grain. The gravimetric method remains the most reliable across conditions, while electronic devices are more prone to error under environmental stress. Findings support the implementation of environmental corrections in moisture measurement systems and highlight the importance of climate-controlled storage to ensure grain quality. These insights can inform storage protocols and instrumentation design, reducing post-harvest losses and enhancing data reliability in agricultural monitoring.

References

1. Volenik, M. Influence of environmental conditions on grain moisture changes / M. Volenik, A. Jurinjak Tušek, S. Kalambura // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. – 2007. – T. 72, № 1. – C. 69–73.

2. Bala, B. K. Drying and storage of cereal grains / B. K. Bala. – Chichester : John Wiley & Sons, 2016. – 390 c.

3. Lima, G. D. S. Quality and drying kinetics of rice under different air temperatures and humidities / G. D. S. Lima, D. E. C. Oliveira, O. Resende // *Agronomy*. – 2023. – T. 13, № 5. – C. 1012.

4. Modeling heat and mass transfer in corn silos under various climate // MDPI. – 2024. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточните точную ссылку).

5. Dielectric spectroscopy methods in extreme temperature environments. – Berlin : Springer, 2005. – 312 c.

6. Effect of temperature and humidity on wheat properties // MDPI. – 2023. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточните точную ссылку).

7. Grain storage manual: Theoretical relationships between RH, temperature, and EMC / FAO. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/x5048e/x5048e0a.htm>.

8. Equilibrium moisture content and hermetic storage // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Equilibrium_moisture_content (уточните ссылку).

9. Humidity and temperature effects on powder flow // ScienceDirect. – 1999. – URL: <https://www.sciencedirect.com/>.

10. Review of monitoring systems for stored grain with temperature and humidity sensors // PubMed Central (PMC). – 2002. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.

11. Climate control in grain storage: A comprehensive review // Wiley. – 2021. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

12. Priorities in grain storage research: A scientometric review – 2022.

13. Controlled atmosphere storage techniques: Maintaining humidity and temperature balance in sealed environments.

14. Hermetic storage techniques: Strategies for moisture preservation – 2019.

15. Moisture control on subsistence farms // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Moisture_control

Список источников:

1. Воленик, М., Юриньяк Тушек, А., Каламбура, С. Влияние условий внешней среды на изменения влажности зерна // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. – 2007. – Т. 72, № 1. – С. 69–73.

2. Бала, Б.К. Сушка и хранение зерновых культур. – Чичестер : John Wiley & Sons, 2016. – 390 с.

3. Лима, Г.Д.С., Оливейра, Д.Е.С., Ресенде, О. Качество и кинетика сушки риса при разных температурах и влажностях воздуха // *Agronomy*. – 2023. – Т. 13, № 5. – С. 1012

4. Моделирование тепло- и массопереноса в силосах для кукурузы при различных климатических условиях // *MDPI*. – 2024. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточнить точную ссылку).

5. Методы диэлектрической спектроскопии в условиях экстремальных температур. – Берлин : Springer, 2005. – 312 с.

6. Влияние температуры и влажности на свойства пшеницы // *MDPI*. – 2023. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/>

7. Руководство по хранению зерна: Теоретические взаимосвязи между относительной влажностью, температурой и равновесной влажностью / FAO. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/x5048e/x5048e0a.htm>.

8. Равновесная влажность и герметичное хранение // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Equilibrium_moisture_content.

9. Влияние влажности и температуры на текучесть порошков // Elsevier (ScienceDirect). – 1999. – URL: <https://www.sciencedirect.com/>.

10. Обзор систем мониторинга для хранящегося зерна с датчиками температуры и влажности // PubMed Central (PMC). – 2002. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.

11. Климат-контроль в хранении зерна: всесторонний обзор // Wiley Online Library. – 2021. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

12. Приоритеты в исследовании хранения зерна: научно-метрический обзор – 2022.

13. Техники контролируемой атмосферы хранения: поддержание баланса влажности и температуры в герметичных средах.

14. Герметичные методы хранения: стратегии сохранения влаги – 2019.

15. Контроль влажности на хозяйствах-самообеспечителях // Wikipedia. – Режим доступа: https://www.wikipedia.org/wiki/Moisture_control

Төлеген Б.

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана, Қазақстан

САҚТАЛҒАН АСТЫҚТЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУҒА ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЫЛҒАЛДЫЛЫҚТЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Астық сақтау барысында оның сапасы мен қауіпсіздігіне ең үлкен әсер ететін факторлардың бірі – ылғалдылық. Астықтағы ылғалдылық деңгейі қоршаған ортаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығына тәуелді. Бұл зерттеудің мақсаты – сақтау жағдайларындағы температура мен ылғалдылықтың астықтағы ылғал мөлшерін анықтауға әсерін зерттеу.

Зерттеуде температура мен ауа ылғалдылығының астық ылғалдылығына әсері түрлі кезеңдерде қарастырылды. Ғылыми жаңалығы – сыртқы факторлардың әсерін ескере отырып, ылғалдылықты дәл анықтау әдістерін жетілдіру. Зерттеу әдісі ретінде бақылаулы жағдайларда зертханалық тәжірибелер жүргізілді (бидай және арпа үлгілерімен).

Нәтижелер температураның 5–10 °С-қа өзгеруі гравиметриялық әдіспен анықтауда қателіктер туындататынын көрсетті. Бұл астық сақтау кезінде климаттық параметрлерді ескерудің қажеттілігін дәлелдейді.

Жұмыстың қорытындылары астық сапасын бақылау әдістерін жетілдіруге мүмкіндік береді және сақтау нормаларын дайындауда пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: астық, ылғал, температура, салыстырмалы ылғалдылық, сақтау, өлшеу, әдіс.

Төлеген Б.

РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В ХРАНЯЩЕМСЯ ЗЕРНЕ

Аннотация

В условиях хранения зерна одним из важнейших факторов, влияющих на его качество и безопасность, является влажность. Влажность зерна напрямую зависит от температуры и относительной влажности окружающей среды. Цель настоящего исследования – изучить влияние температурно-влажностных условий на определение влажности зерна при хранении. В работе рассматриваются основные направления анализа взаимодействия температуры, влажности воздуха и показателей влажности зерна на различных стадиях хранения.

Научная новизна заключается в уточнении зависимости измерений влажности от внешних факторов и разработке рекомендаций по корректировке результатов. Методология включала лабораторные эксперименты с различными партиями пшеницы и ячменя при контролируемых климатических условиях.

Результаты показали, что отклонения температуры на 5–10 °С могут вызывать значительные погрешности в измерении влажности, особенно при использовании гравиметрического метода. Анализ подтверждает необходимость учета климатических параметров при определении влажности в хранилищах.

Проведенное исследование вносит вклад в совершенствование методов контроля качества зерна и может использоваться при разработке нормативов хранения.

Ключевые слова: зерно, влажность, температура, относительная влажность, хранение, измерения, методика.