

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПУТЕМ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ИХ ХРАНЕНИЯ

В. С. АСТАХОВ, Г. О. ИВАНЧИКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 25.09.2023)

Удобрения играют ключевую роль в сельском хозяйстве, обеспечивая растения необходимыми питательными веществами для их роста и развития. Они помогают улучшить плодородие почвы, повысить урожайность и качество продукции. Кроме того, удобрения способствуют улучшению сопротивляемости растений к болезням и вредителям, а также сокращению времени вегетации. Благодаря правильному применению удобрений, сельскохозяйственные предприятия могут достичь устойчивого и экологически безопасного производства пищевых продуктов, что является важным фактором для обеспечения пищевой безопасности в мире. Однако, для того чтобы удобрения могли полностью выполнять свою функцию, необходимо обеспечить их правильное хранение.

В ходе исследования были проанализированы различные аспекты, влияющие на условия хранения твердых минеральных удобрений в Республике Беларусь и западных странах. В качестве ключевых факторов были выделены использование передовых технологий упаковки и контроля, системы вентиляции, а также контроль влажности и температуры.

Опираясь на полученные результаты сравнительного анализа, были разработаны рекомендации по оптимизации складских условий в Республике Беларусь. Применение передовых технологий упаковки, таких как использование герметичных материалов с барьерными свойствами, позволит предотвратить проникновение влаги и воздуха внутрь удобрений. Модернизация систем вентиляции на складах удобрений будет способствовать поддержанию оптимальных условий влажности и предотвращению образования плесени и конденсации. Установка систем контроля влажности и температуры позволит постоянно отслеживать и регулировать эти параметры для обеспечения стабильных условий хранения удобрений.

Рекомендуется также проведение обучения персонала, ответственного за хранение удобрений, с учетом передового опыта и практик западных стран. Обучение должно включать ознакомление с передовыми технологиями упаковки и контроля, принципами работы с системами вентиляции, а также методами контроля влажности и температуры. Обучение персонала позволит эффективно осуществлять контроль и поддерживать оптимальные условия хранения удобрений.

Ключевые слова: *минеральные удобрения, гранулированные минеральные удобрения, сельское хозяйство, хранение удобрений.*

Fertilizers play a key role in agriculture by providing plants with the necessary nutrients for their growth and development. They help improve soil fertility, increase productivity and product quality. In addition, fertilizers help improve plant resistance to diseases and pests, as well as reduce the growing season. Through the correct use of fertilizers, agricultural businesses can achieve sustainable and environmentally friendly food production, which is an important factor in ensuring global food security. However, in order for fertilizers to fully perform their function, it is necessary to ensure their proper storage.

During the study, various aspects affecting the storage conditions of solid mineral fertilizers in the Republic of Belarus and Western countries were analyzed. The use of advanced packaging and control technologies, ventilation systems, and humidity and temperature control were highlighted as key factors.

Based on the results of the comparative analysis, recommendations were developed for optimizing warehouse conditions in the Republic of Belarus. The use of advanced packaging technologies, such as the use of sealed materials with barrier properties, will prevent the penetration of moisture and air into the fertilizers. Upgrading ventilation systems in fertilizer warehouses will help maintain optimal humidity conditions and prevent mold and condensation. Installing humidity and temperature control systems will allow you to constantly monitor and adjust these parameters to ensure stable storage conditions for fertilizers.

It is also recommended that personnel responsible for storing fertilizers be trained, taking into account the best practices and practices of Western countries. Training should include familiarization with advanced packaging and control technologies, ventilation system principles, and humidity and temperature control methods. Personnel training will allow you to effectively monitor and maintain optimal storage conditions for fertilizers.

Key words: *mineral fertilizers, granulated mineral fertilizers, agriculture, fertilizer storage.*

Введение

Сельское хозяйство играет важную роль в экономике Республики Беларусь, и эффективное использование удобрений является одним из ключевых факторов в достижении высоких урожаев и повышении качества продукции. Однако, проблемы, связанные с хранением твердых минеральных удобрений, могут привести к потере их качества и снижению их эффективности. В связи с этим, необходимо провести сравнительный анализ условий хранения удобрений, чтобы выявить возможные недостатки и предложить рекомендации для их устранения. Для выполнения данного исследования были собраны данные о складских условиях хранения твердых минеральных удобрений в Республике Беларусь и западных странах. Были проанализированы такие параметры, как температура, влажность, вентиляция, освещение и контроль за качеством в различных складских помещениях. По-

лученные данные были сопоставлены и проанализированы с целью выявления отличий и схожих моментов между условиями хранения в Беларуси и западных странах.

Целью данной научной статьи является сравнительный анализ условий хранения твердых минеральных удобрений в Республике Беларусь и западных странах.

Основная часть

В ходе проведенного исследования были проанализированы различные аспекты, влияющие на условия хранения твердых минеральных удобрений в каждой из рассматриваемых стран. Приведем краткое описание уникальных особенностей, выявленных в результате сравнительного анализа:

Германия: Германия славится передовыми технологиями и высокими стандартами упаковки удобрений. В стране широко применяются герметичные упаковочные материалы с барьерными свойствами, которые предотвращают проникновение влаги и воздуха внутрь удобрений. Также в Германии активно используются автоматизированные системы мониторинга и контроля, позволяющие наблюдать за условиями хранения и оперативно реагировать на изменения. Ниже приведен список основных систем и производителей, которые вовлечены в описанные процессы.

Упаковочные материалы:

– Multifol®: Барьерные пленки, предотвращающие проникновение влаги и кислорода.

– Hermetic packaging systems: Герметичные упаковочные системы, которые обеспечивают длительное хранение удобрений в контролируемой атмосфере.

Автоматизированные системы мониторинга и контроля:

– FarmFacts: Системы мониторинга и аналитики для сельскохозяйственных предприятий.

– CropWatch: Автоматическая система мониторинга условий хранения урожая и удобрений.

Технологии управления складами:

– Viastore: Интегрированные системы управления складами и логистики.

– SSI SCHÄFER: Системы хранения и управления складами для различных отраслей, включая сельское хозяйство.

Контролируемая среда хранения:

– Crop-Protector: Технологии для контроля и поддержания оптимальной среды хранения удобрений.

Инновационные материалы и технологии упаковки:

– Smart Packaging Solutions: Инновационные решения для упаковки с контролем условий хранения.

– Sustainable Packaging Solutions: экологически устойчивые упаковочные материалы, способствующие сохранению качества удобрений.

Нидерланды: В Нидерландах основное внимание уделяется системам вентиляции на складах удобрений. Благодаря современным системам вентиляции обеспечивается эффективный контроль влажности и предотвращается образование плесени и конденсации.

В ходе анализа были определены следующие актуальные системы вентиляции:

– Climatex: Система вентиляции с регулировкой влажности и температуры, предотвращающая образование плесени и конденсации на складах удобрений.

– AgroVent: Специальные вентиляционные системы, разработанные для агропромышленности, включая склады удобрений, обеспечивающие оптимальные условия хранения.

– Tube Ventilation: Системы трубчатой вентиляции, которые создают циркуляцию воздуха внутри склада, обеспечивая равномерное распределение температуры и влажности.

– Roof Ventilation Systems: Вентиляционные системы на крыше, способные эффективно выводить отработанный воздух и поддерживать оптимальные условия внутри помещения.

– Mechanical Ventilation: Механические системы вентиляции, оснащенные автоматическими регуляторами, которые адаптировали скорость вентиляции в зависимости от условий внутри склада.

– Natural Ventilation: Системы натуральной вентиляции, использующие естественные воздушные потоки для поддержания оптимальных условий в помещении.

– Heat Recovery Ventilation: Системы с рекуперацией тепла, которые помогают снизить энергопотребление и сохранить оптимальную температуру внутри склада.

Франция: Во Франции особое внимание уделяется системам контроля температуры на складах удобрений. Это позволяет поддерживать оптимальные условия хранения, предотвращая высокие и низкие температуры, которые могут негативно сказываться на качестве удобрений.

Из основных систем отдельно можно выделить:

- TempAlert: Система мониторинга и контроля температуры, которая предупреждает о любых резких изменениях и аномалиях внутри склада удобрений.
- ClimateMaster: Интегрированная система управления климатом, которая регулирует температуру внутри склада согласно заранее заданным параметрам.
- ThermaGuard: Автоматическая система контроля температуры, которая использует сенсоры и термостаты для поддержания стабильных условий на складе.

Дания: В Дании применяются инновационные системы контроля влажности на складах удобрений. Это позволяет поддерживать стабильные условия влажности и предотвращать накопление влаги, что может привести к деградации удобрений.

Примеры применяемых систем:

- HumiControl: Интеллектуальная система управления влажностью, которая контролирует уровень влажности на складе удобрений и принимает соответствующие меры для предотвращения конденсации.
- MoistureGuard: Автоматизированная система мониторинга влажности, которая предупреждает о возможных уровнях влажности, превышающих допустимые значения, и позволяет оперативно реагировать на подобные ситуации.
- HumidityTracker: Система отслеживания уровня влажности, обеспечивающая постоянное наблюдение и контроль за условиями хранения удобрений.

Соединенные Штаты Америки: В Соединенных Штатах Америки основное внимание уделяется системам мониторинга и контроля на складах удобрений. Применение передовых технологий позволяет оперативно обнаруживать и реагировать на изменения условий хранения, включая температуру, влажность и другие параметры. Системы используемые в США в целом схожи с европейскими.

Первым важным аспектом является использование передовых технологий упаковки и контроля в западных странах. Применение многослойных полимерных материалов с барьерными свойствами позволяет создавать герметичную упаковку, предотвращающую проникновение влаги и воздуха. Это существенно снижает риск потери питательных веществ и сохраняет высокую эффективность удобрений на протяжении продолжительного периода хранения [1, 2]. Пример использования герметичных упаковок и размещения их на складах можно наблюдать на рис. 1. Дополнительно, автоматические системы мониторинга и контроля позволяют постоянно отслеживать условия хранения, включая температуру, влажность и другие факторы, которые могут влиять на качество удобрений. Это обеспечивает оперативное реагирование на изменения и принятие соответствующих мер для поддержания оптимальных условий хранения.



Рис. 1. Пример использования герметичных упаковок и размещения их на складах

Однако, в Республике Беларусь наблюдаются проблемы, связанные с неправильной упаковкой твердых минеральных удобрений. Некачественная или недостаточно плотная упаковка может привести к проникновению влаги и воздуха, что в конечном итоге может привести к деградации удобрений и снижению их эффективности. Кроме того, отсутствие соответствия упаковки стандартам и требованиям может вызвать дополнительные потери питательных веществ [3].

Важным аспектом условий хранения является также контроль за влажностью и температурой. Высокая влажность может способствовать конденсации и образованию плесени, что негативно сказывается на качестве удобрений и может привести к их деградации. С другой стороны, низкая влажность может привести к образованию агломератов, затрудняющих дозирование и применение удобрений. Контроль за температурой также является важным аспектом хранения удобрений, поскольку высокие

или низкие температуры могут вызвать изменения в химическом составе удобрений и снижение их эффективности. К сожалению, в Республике Беларусь такой качественный подход к хранению твердых гранулированных минеральных удобрений используется крайне редко и иногда не в полном комплексе, либо же не применяется вовсе. Все это приводит к вышеуказанным проблемам. И если даже не затрагивать вред от неправильного хранения по отношению к самим удобрениям, что также отмечается в статье, большой урон наносится и экономике, так как твердые минеральные удобрения – это довольно дорогостоящий продукт, который обеспечивает значительную часть государственного бюджета за счет экспорта [4]. Поэтому проведение оптимизации условий хранения твердых минеральных удобрений является вполне обоснованной и необходимой процедурой.

Основываясь на сравнительном анализе условий хранения, предлагаются следующие конкретные пути решения проблем, связанных с хранением твердых минеральных удобрений в Республике Беларусь:

Улучшение качества упаковки с использованием передовых технологий: 1) внедрение стандартов и требований к качеству упаковки удобрений, включая многослойные полимерные материалы с барьерными свойствами, позволит гарантировать надежность упаковки, исключить проникновение влаги и воздуха, а также минимизировать потери питательных веществ и сохранить высокую эффективность удобрений;

2) модернизация систем вентиляции: рекомендуется осуществить модернизацию систем вентиляции на складах удобрений в Беларуси. Внедрение эффективных систем вентиляции, как показано на рис. 2, позволит обеспечить циркуляцию воздуха, поддерживать оптимальные уровни влажности и предотвращать образование плесени и конденсации.

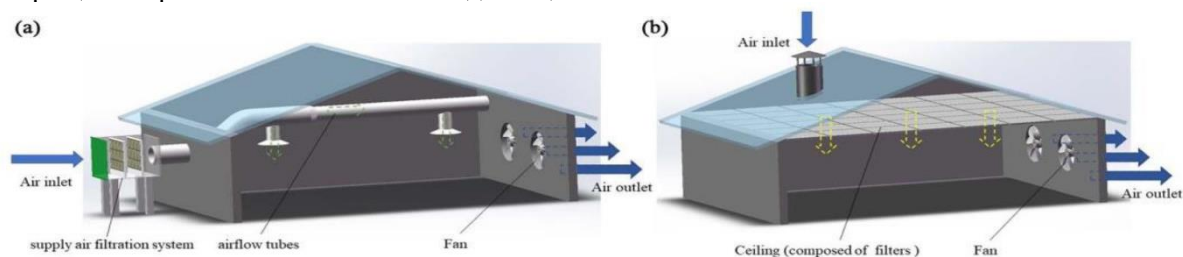


Рис. 2. Принципиальная схема систем фильтрации и вентиляции приточного воздуха.
(а): Система вентиляции приточного воздуха; (б): Потолочная система вентиляции воздуха

Контроль влажности и температуры: рекомендуется внедрить системы контроля влажности и температуры на складах удобрений. Такие системы обеспечат постоянный мониторинг и поддержание оптимальных условий хранения, предотвращая образование агломератов, деградацию удобрений и снижение их эффективности.

Обучение персонала: рекомендуется проводить обучение персонала, ответственного за хранение удобрений, с учетом передового опыта западных стран. Обучение должно включать ознакомление с передовыми технологиями упаковки и контроля, принципами работы с системами вентиляции, а также методами контроля влажности и температуры. Это позволит персоналу эффективно осуществлять контроль и поддерживать оптимальные условия хранения.

Стоит также отметить, что соблюдение оптимальных условий хранения твердых гранулированных минеральных удобрений имеет важное значение для обеспечения их качества и эффективности в Республике Беларусь. Вот несколько примеров, демонстрирующих важность соблюдения этих условий:

1. Сохранение целостности гранул: твердые гранулированные удобрения имеют специальную структуру, в которой питательные вещества равномерно распределены по гранулам. Соблюдение оптимальных условий хранения, таких как низкая влажность и стабильная температура, позволяет предотвратить размягчение и деформацию гранул. Если условия хранения не соблюдаются, гранулы могут стать хрупкими, распадаться или образовывать агломераты, что затруднит их использование и применение на поле.

2. Сохранение питательных веществ: гранулированные удобрения содержат определенные концентрации питательных веществ, таких как азот, фосфор и калий. Соблюдение оптимальных условий хранения позволяет сохранить эти питательные вещества в стабильной форме и предотвратить их потери или деградацию. Высокая влажность может способствовать вымыванию питательных веществ из гранул, а высокая температура может вызвать их разложение. Поэтому контроль влажности и тем-

пературы на протяжении всего процесса хранения является важным фактором для сохранения высокой питательной ценности удобрений.

Предотвращение образования плесени и конденсации: Высокая влажность и неправильные условия вентиляции могут способствовать образованию плесени и конденсации на гранулах удобрений. Плесень может быть источником микроорганизмов, которые могут разрушать гранулы и деградировать питательные вещества. Конденсация, в свою очередь, может вызывать слипание гранул и образование агломератов. Правильная вентиляция и контроль влажности помогут предотвратить эти проблемы и сохранить качество гранулированных удобрений.

Повышение эффективности применения: Гранулированные удобрения имеют удобную форму для дозирования и применения на поле [5]. Однако, если гранулы не хранятся в соответствии с оптимальными условиями, их качество и равномерность распределения питательных веществ могут быть нарушены. Это может привести к неравномерному применению удобрений на поле, что снизит их эффективность и потенциально повлияет на урожайность и качество получаемой продукции.

Заключение

Путем решения данных проблем и внедрения предложенных путей решения на основе приведенного анализа, Республика Беларусь сможет значительно повысить качество и эффективность хранения твердых минеральных удобрений. Это, в свою очередь, приведет к улучшению условий сельскохозяйственного производства и сокращению потерь удобрений как дорогостоящего ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – №4. – С. 27–31.

2. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестн. Белорус. Гос. с-х. акад. – 2019. – №1. – С. 158–161.

3. Технично-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л. Я. Степук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2012. – №3. – С. 110–116.

4. Астахов, В. С., К вопросу учёта физико-механических свойств твёрдых минеральных удобрений при разработке перспективных машин для их внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и инновации – 2022», Горки, 25–27 мая 2022 г., С. 91–94.

5. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении производственным процессом и повышение их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестник БГСХА – Горки: 2022 – №2 – С. 192–194.