

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46>

Анализ взаимосвязи показателей безопасности кормов и условий хранения растениеводческого сырья

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Алла Владимировна Новикова
E-mail: navbaa@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Новикова А.В.
Анализ взаимосвязи показателей безопасности кормов с условиями хранения растениеводческого сырья. *Аграрный вестник Северного Кавказа*. 2025;15(4):34-46.

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46> EDN ODPINU

ПОСТУПИЛА: 26.09.2025

ДОРАБОТАНА: 02.12.2025

ПРИНЯТА: 04.12.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

COPYRIGHT: © 2025 Новикова А.В.



А.В. Новикова

Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»),
г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Интенсификация сельского хозяйства опережает материально-технические возможности зернового комплекса России, что сказывается на качестве хранения растениеводческой продукции. Наращающая проблема загрязнения зерна микотоксинами находит прямое отражение в росте числа проб кормов для животных, не соответствующих нормативам безопасности. При этом отсутствует анализ всех факторов, способствующих ухудшению показателей безопасности растениеводческого сырья как основного компонента в кормопроизводстве, а также готового продукта для животных.

ЦЕЛЬ. Определить наиболее токсичный корм для животных, поступивший в обращение на территорию России за 2023–2024 гг., и осуществить поиск основных факторов, влияющих на показатели безопасности как сырья, так и готового корма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В качестве объекта исследования выступали пробы кормов растительного происхождения, анализ которых выполнялся в испытательных лабораториях Федерального центра охраны здоровья животных (ФГБУ ВНИИЗЖ). Исследования проводились по следующим показателям: содержание микотоксинов и определение общей токсичности.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Установлено, что основную долю в структуре токсичных кормов занимают комбикорма для сельскохозяйственных животных, чей удельный вес среди положительных проб составил 52 % в 2023 году и возрос до 69 % в 2024 году. На долю зерна и продуктов его переработки пришлось 18 и 7 %, кормов для непродуктивных животных – 18 и 12 % за соответствующие периоды. Выявлен основной источник токсичности – зерно кукурузы. Ключевым производственным этапом, ассоциированным с ухудшением качества и безопасности как сырья, так и готовой продукции, определен этап хранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Проведенное исследование демонстрирует необходимость усиления контроля на этапе хранения сельскохозяйственной продукции. Разработанные рекомендации применимы для интеграции в программы производственного контроля и системы менеджмента качества на аграрных предприятиях, что будет способствовать повышению безопасности готовой продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасность кормов, микотоксины в зерне, хранение зерна, токсичные комбикорма, сельскохозяйственные животные, производственный контроль, общая токсичность, растениеводческая продукция

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46>

Analysis of the relationship between feed safety indicators and storage conditions of crop raw materials

CORRESPONDENCE:**Alla V. Novikova**

E-mail: navbaa@mail.ru

FOR CITATION:

Novikova A.V.

Analysis of the relationship between feed safety indicators and storage conditions of crop raw materials.

Agrarian Bulletin of the North

Caucasus. 2025;15(4):34-46.

<https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-4-34-46> EDN ODPINU**RECEIVED:** 26.09.2025**REVISED:** 02.12.2025**ACCEPTED:** 04.12.2025**DECLARATION OF COMPETING INTEREST:**

none declared.

COPYRIGHT: © 2025 Novikova A.V.**Alla V. Novikova**

Federal Center for Animal Health (FSBI ARRIAH), Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. The intensification of agriculture is outpacing the material and technical capabilities of Russian grain sector, which affects the quality of storage for plant-based products. The growing problem of grain contamination with mycotoxins is directly reflected in the increasing number of animal feed samples failing to meet safety standards. However, there is a lack of comprehensive analysis of all factors contributing to the deterioration of safety indicators for plant raw materials as the main component in feed production, as well as for the finished animal feed product.

AIM. To identify the most toxic type of animal feed introduced into circulation in Russia during 2023–2024 and to investigate the main factors affecting the safety indicators of both raw materials and finished feed.

MATERIALS AND METHODS. The work studied samples of plant-origin feeds, analyzed in the testing laboratories of the Federal Center for Animal Health (FSBI ARRIAH). Investigations were conducted on the following parameters: mycotoxin content and determination of general toxicity.

RESULTS. It was established that compound feeds for farm animals constitute the main share in the structure of toxic feeds. The proportion among positive samples was 52% in 2023 and increased to 69% in 2024. Grain and grain processing products accounted for 18 and 7%, while feeds for non-productive animals accounted for 18 and 12% for the respective periods. The primary source of toxicity was identified as corn grain. The key production stage associated with the deterioration of quality and safety for both raw materials and finished products was determined to be the storage stage.

CONCLUSION. The conducted research demonstrates the necessity of strengthening control at the stage of agricultural product storage. The developed recommendations are applicable for integration into production control programs and quality management systems at agricultural enterprises, which will contribute to enhancing the safety of finished products.

KEYWORDS: feed safety, mycotoxins in grain, grain storage, toxic compound feeds, farm animals, production control, general toxicity, plant-based products

ВВЕДЕНИЕ

Животноводство в отрасли АПК России имеет важное стратегическое значение, обеспечивая стабильность производства продуктов питания животного происхождения. В связи с этим государственному контролю качества и безопасности подлежат не только готовая животноводческая, но и растениеводческая продукция, в том числе корма и основные компоненты кормовых продуктов, предназначенные сельскохозяйственным животным [1; 2]. В связи с этим ежегодно проводится мониторинг безопасности пищевых продуктов и кормов на территории России, куда попадают импортируемые товары, а также продукция, произведенная на территории страны.

Большинство кормов, предназначенных для сельскохозяйственных животных, производят из растениеводческой продукции: зерно злаковых, бобовых, продукты переработки масличных культур, а также грубые корма (сено и солома), кормовые корнеклубнеплоды и другие существующие кормовые культуры, возделываемые в промышленных масштабах, поэтому контролю качества собранного урожая уделяется особое внимание [3]. Потребительские свойства зерна оцениваются в период уборки урожая в месте выращивания с географическим указанием в рамках Государственного мониторинга зерна, который проводит Россельхознадзор, с последующим декларированием произведенной товарной продукции, что гарантирует ее безопасность как сырья для дальнейшей переработки на пищевые и кормовые цели. Более того, ведется научно-практическая работа по выявлению необходимости научного сопровождения процедур идентификации опасных веществ в сельскохозяйственной продукции, с дальнейшей разработкой новых методик для работы в испытательных лабораториях [4; 5].

Несмотря на применяемые меры, загрязнение кормов остается серьезной проблемой для сельскохозяйственных животных как в интенсивном, так и в мелкомасштабном животноводстве и птицеводстве, поскольку основным источником микотоксинов являются корма [6]. Данный факт обусловлен физиологическими свойствами злаковых культур, которые очень чувствительны к вредоносному воздействию грибковой микрофлоры. В частно-

сти, полевые грибы способны заразить зерно еще в поле, поскольку условия окружающей среды для их развития благоприятны. Дополнительно, условия хранения могут способствовать дальнейшей контаминации зерна грибами, так называемыми грибами хранения, которые заражают зерно вскоре после сбора урожая и в течение периода хранения. [7; 8]. Все это приводит к накоплению микотоксинов как в зерне, так и в готовом кормовом продукте, поскольку определена их исключительная стабильность при переработке и хранении, что является главной опасностью [9]. С этой проблемой сталкиваются ученые и представители отрасли АПК по всему миру, ведя активный поиск эффективных путей снижения негативного воздействия токсинообразующих грибов на человека и животных [10].

Учеными отмечается, что существует серьезная проблема комбикормовых предприятий и животноводческих хозяйств – это поступление основного сырья (зерно), пораженного грибами и продуктами их жизнедеятельности (микотоксинами)¹ [11]. В связи с этим специалисты животноводческих комплексов столкнулись с интоксикацией животных. Микотоксины – это широко распространенная группа болезней, присущая всем живым организмам. Механизм патогенности токсинов изучается учеными на молекулярном уровне для создания теоретической основы смягчения физиологического ущерба, вызванного токсинами, и содействия разработке эффективных методов нутритивного вмешательства против этих токсинов [12; 13]. Эти токсины вызывают серьезное загрязнение пищевых продуктов, кормов и даже препаратов традиционной китайской медицины, угрожая глобальной продовольственной безопасности и нанося значительный экономический ущерб, что в совокупности представляет угрозу здоровью человека и животных [14–16].

Лабораторный контроль качества и безопасности кормов является обязательным этапом производства. Перспективным направлением представляется внедрение искусственного интеллекта в инструменты раннего оповещения о безопасности пищевых продуктов и выявления возникающих рисков [17]. Наиболее важными считаются показателями показатели безопасности, к которым относится и «общая токсичность» – показатель, характеризующий содержание токсичных веществ, способных вызывать интоксикацию организма

¹ В. А. Тутельян, Л. В. Кравченко. Микотоксины. Москва : Издательство «Медицина», 1985. 320 с.

с клиническими проявлениями: отравления, снижение продуктивности, обострение хронических заболеваний и гибель животных. Общая токсичность в кормах для всех видов животных и птицы в РФ не допускается в соответствии с ГОСТ Р 51899-2002 (п. 3.3.5) и ГОСТ 31674-2012; токсичные корма не подлежат скармливанию. Наличие токсичности кормов часто сопряжено с продуцированием микотоксинов в сырье.

Международное научное сообщество активно разрабатывает различные подходы к защите сельскохозяйственных животных от токсического воздействия кормов. В частности, в России разработаны рецептуры кормовых добавок лечебно-профилактического действия для сельскохозяйственных животных, тогда как венгерские ученые исследуют применение энтеросорбентов в рационе сельскохозяйственной птицы для снижения токсического воздействия корма [18; 19]. Мировые тенденции повышения устойчивости продовольственных систем к рискам идут по пути интеграции цифровых технологий за счет применения искусственного интеллекта в инструментах раннего оповещения о безопасности пищевых продуктов и выявления возникающих рисков [20].

Вместе с тем отсутствует системный анализ взаимосвязи между условиями хранения растениеводческого сырья и показателями безопасности готовых кормов, что не позволяет эффективно управлять соответствующими рисками. Выявление основных причин ухудшения показателей безопасности готовой продукции позволит идентифицировать операции в растениеводстве, негативно влияющие как на сырье, так и на готовую продукцию. Полученные данные позволяют работать над снижением рисков порчи продукции за счет корректировки условий хранения, что положительно скажется на обеспечении населения страны безопасными продуктами. Что касается здоровья животных, то идентификация групп потребителей, находящихся в зоне риска потребления токсичного корма, открывает возможности для разработки профилактических средств детоксикации организма сельскохозяйственных животных.

Проблему загрязнения кормов микотоксинами необходимо решать на этапе хранения сырья, а также путем выявления факторов, влияющих на качество и безопасность готовых кормов, посредством анализа рисков и определения критических контроль-

ных точек в применяемых агротехнологиях. Проведенный анализ литературных источников выявил недостаточную изученность взаимосвязи между условиями хранения сырья и показателями безопасности готовых кормов в российской практике. Данное исследование направлено на восполнение этого пробела.

Целью работы является определение наиболее токсичного вида корма для животных, поступавшего в обращение на территорию России в 2023-2024 гг., и выявление ключевых факторов, влияющих на показатели безопасности как сырья, так и готовой кормовой продукции, для предотвращения или снижения риска выпуска недоброкачественного корма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Все исследования проводились в испытательных лабораториях федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ВНИИЗЖ) на территории Российской Федерации в 2023-2024 гг. Поступающие в лаборатории пробы были зашифрованы в соответствии с системой менеджмента качества организации, исследователи знали только матрицу материала и при необходимости состав (премиксы). Для определения общей токсичности проб использовалась суточная культура парамеций, находящаяся в фазе экспоненциального (активного) роста, а также проводилось биотестирование на мышах.

Анализ на микотоксины проводили при использовании стандартных образцов: Афлатоксин B1 (ГСО 7936-2001), Афлатоксин B2 (ГСО 7364-1997), Афлатоксин G1 (СОП 0008-97), G2 (AFg021), T-2 токсин (ГСО 7942-2001), Охратоксин (OC043B), Патулин (PAT012B), Фумонизин B1 (FB024), B2 (FB2-014), B3(SSFB3003), Зеараленон (33131907), Дезоксинилваленол (DON014). Параметры: производитель Witega (Германия); концентрация раствора 100 мкг/см³; чистота 99,9%; срок хранения 1 год. Используемые реагенты: Ацетонитрил (C2H3N, AR), Хлороформ (CHCl₃, AR), Метанол (AR), n-гексан (C₆H₁₄, AR), Деионизованная вода.

Представленные сведения по практической организации хранения зерна и готовой кормовой продук-

ции взяты из литературных источников и личного производственного опыта работы в отрасли агропромышленного комплекса. Иллюстрации, представленные в публикации – из архива автора.

Методы

При исследовании наличия микотоксинов использовался хромато-масс-спектрометрический метод (ВЭЖХ МС/ МС). Исследования проводили согласно ГОСТ 34140-2017 «Продукты пищевые, корма, производственное сырье». Метод определения микотоксинов с помощью высокоеффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» и ГОСТ 31674-2012 «КОРМА, КОМБИКОРМА, КОМБИКОРМОВОЕ СЫРЬЕ. Методы определения общей токсичности».

Лабораторное оборудование:

- термостат суховоздушный с диапазоном измерения температур от 15 до 55 °C и погрешностью регулирования температуры ±0,5 °C;
- шейкер для пробирок MultiReax;
- блок микроаквариумов луночных с размерами 15x8,5x1,3 см, изготовленный из оргстекла;
- микроскоп бинокулярный стереоскопический марки МБС;
- хромато-масс-спектрометр жидкостный LCMS-8060 (Shimadzu U.S.A. Manufacturing Inc., США);
- жидкостной хроматограф Agilent 1200;
- весы неавтоматического действия Secura 225D-1ORU (Sartorius, Германия);
- центрифуга напольная большого объема Thermo Scientific SL40R (Thermo Scientific, США).

Процедура исследования

Лабораторные исследования проводились в соответствии с областью аккредитации. Анализы выполнялись в двух параллелях: пробоподготовка образцов заключалась в экстрагировании пробы; для хроматографического анализа отфильтрованную аликвоту закалывали в хроматографе для дальнейшего детектирования. Оценка общей токсичности проводилась с использованием тест-организмов – инфузорий, реакция которых на контакт с исследуемым кормом служит индикатором

токсичности продукции. При положительном результате дальнейшие исследования проводились на мышах. Далее были собраны данные о результатах лабораторных исследований по показателям безопасности в регионах деятельности лабораторий ВНИИЗЖ, а также проанализированы результаты и все положительные пробы растительного сырья и кормов. После выявления матрицы токсичных кормов для поиска опасных факторов производства был проведен анализ имеющихся ресурсов у аграриев по обеспечению сохранности урожая.

Анализ данных

Статистическая обработка результатов включала расчет среднего содержания микотоксинов как по всему массиву проб, так и среди положительных проб. Аналогичный расчет выполнялся для показателя «общая токсичность» в разрезе лет исследований. Концентрации токсинов ниже предела обнаружения метода учитывались как нулевые.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализировались стационарные условия хранения растениеводческой продукции категории «фуражное зерно». Ресурсы элеваторного фонда России зачастую не обеспечивают в должном объеме оперативную приемку и подработку зерна в период активной уборочной кампании, что провоцирует длительное хранение зернового вороха на открытых площадках². Такое хранение приводит к ухудшению качественных показателей и повышает количественные потери зерна. Полученные данные согласуются с выводами других исследователей, отмечающих, что нарушение режимов хранения является ключевым фактором, способствующим развитию микробиологической порчи зерна [21; 22]. Также отмечаются случаи, когда сельскохозяйственный производитель закладывает на длительное хранение зерно с повышенной массовой долей воды от 1 до 3 % от базиса в стационарные зернохранилища (в основном это склады напольного хранения). В некоторых случаях такая технология используется для доведения хрупкого зернового сырья категории «семена» до базисной влажности [23].

² Правительство Российской Федерации: официальный сайт. Москва. Обновляется в течение суток. Текст: электронный. URL: <http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfdMcfATNBKGff1cXEQ14yAx.pdf> (дата обращения: 09.07.2025).

Причинами подобной практики могут служить как упущененный контроль влажности заготовительно-го зерна, так и вынужденная мера для сохранения товарной продукции. Указанная ситуация инициирует процессы самосогревания, что закономерно ведет к ухудшению показателей качества и безопасности, поскольку появление свободной влаги в зерне резко увеличивает риск порчи продукции (плесневение, прогоркание или прокисание).

На рисунке 1 представлено образование, по форме напоминающее сталагмит. Это спрессованное зерно, которое появляется в зерновой массе товарной продукции. Такое явление достаточно часто встречается на практике в результате нарушения технологии хранения зерна, которое происходит на фоне самосогревания и образовавшегося конденсата при напольном хранении сыпучих масс. Зерно, сформированное в сталагмит, является источником тепла (очаг), которое распространяется по зерновой массе, что приводит к количественно-качественным потерям и ухудшению показателей безопасности. Одним из опасных показателей безопасности являются микотоксины. Наличие микотоксинов

в зерне может свидетельствовать о нарушении технологии доработки и хранения, что провоцирует контаминацию патогенных грибов.

Как видно из рисунка 2, большинство положительных проб были зарегистрированы в зерне кукурузы на кормовые цели. Основным выявленным микотоксином был Т-2 токсин (кукуруза, пшеница и ячмень), составив от 2 до 66 % выявлений, где максимальное количество положительных проб наблюдалось в зерне кукурузы с категорией на кормовые цели. Значительно ниже были результаты по микотоксину Охратоксин А (пшеница) – от 2 до 11 %. Афлатоксин В1 был зарегистрирован в зернах гречихи на пищевые цели – 12 %. Выявленная высокая доля контаминации кукурузы Т-2 токсином, вероятно, связана с ее физиологическими особенностями и повышенной уязвимостью к поражению грибами рода *Fusarium* в период вегетации и хранения. Стоит отметить, что регистрировался низкий процент выявления микотоксинов в зерне люпина, овса, нута, ржи и продуктов их переработки, а также в шроте рапсовом и в семенах конопли, результаты которых в гистограмму не включены.



Рисунок 1

Образование сталагмита (1) в зерновой массе кукурузы при хранении в складе напольного типа хлебоприемного пункта, Новосибирская область, 2023 г. (фото автора)

Figure 1

Formation of a stalagmite (1) in the corn grain mass during storage in a floor-type warehouse, Novosibirsk oblast, 2023 (photo by the author)

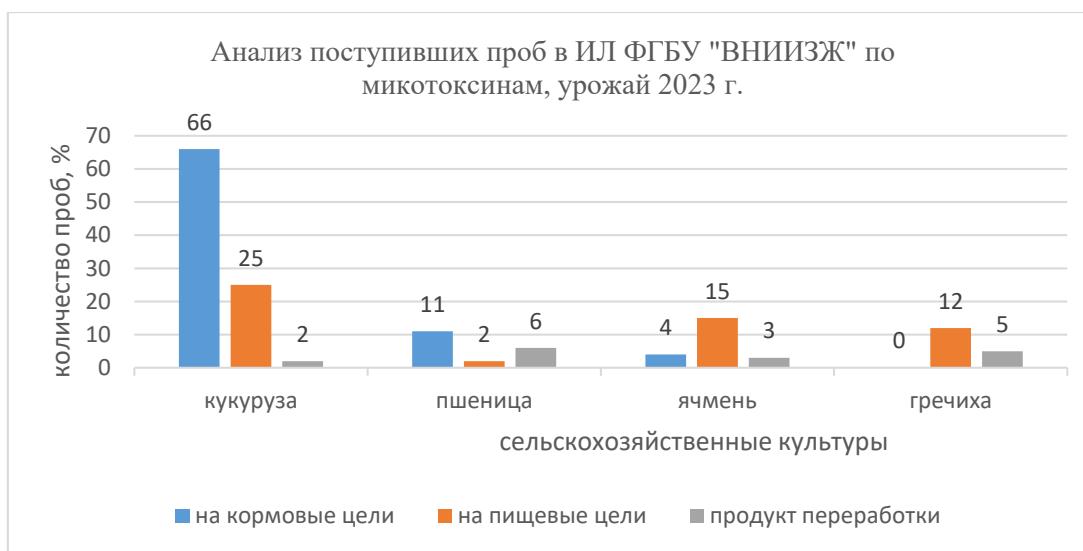


Рисунок 2

Наличие положительных проб³ по микотоксинам в основном растительном сырье по отношению к общему количеству поступивших проб на исследования за 2023 г., %

Figure 2

The presence of positive samples for mycotoxins in the main plant raw materials in relation to the total number of samples received for research in 2023, %

Загрязнение кукурузы микотоксинами имеет важное значение в рационе питания животных, поскольку его зерно используют в рационах всех продуктивных животных. Установлено, что кукуруза наиболее часто накапливает в себе грибы *Fusarium* и *Aspergillus*, которые включают виды, обладающие микотоксин-продуцирующим потенциалом [24].

Стоит отметить, что существует практика герметичного хранения зерна сельскохозяйственных культур в полимерных рукавах, где в большей степени хранят кукурузу, причем в основном в сыром состоянии с внесением консервантов. Однако из-за неравномерного попадания компонентов в массу зерна возможно ухудшение его показателей качества и безопасности и колебания температурных режимов в период хранения [19].

Готовая продукция

Формируется Государственный реестр кормов, кормовых добавок, премиксов, консервантов, используемых при силосовании растительного

сырья, который ежемесячно актуализируется. В актуальном реестре (на 30.06.2025) зарегистрировано 3948 позиций кормов, разрешенных к использованию на территории Российской Федерации, сюда же входит и импортированная продукция⁴.

Корма для сельскохозяйственных животных

Ассортимент кормов для сельскохозяйственных животных многогранен. Производство ведется в большинстве случаев по техническим условиям (ТУ) производителя, что хорошо для конечного потребителя, поскольку для контроля качества выпускаемой продукции юридическое лицо (производитель) обязано ежеквартально проводить внешние лабораторные испытания производимой продукции по всем указанным в ТУ показателям качества и безопасности. Каждый корм, как правило, имеет свое назначение, например, «для повышения продуктивности и нормализации микрофлоры пищеварительного тракта продуктивных молочных коров».

³ Положительные пробы – это термин, который используют в лабораторной деятельности при оценке максимально допустимого уровня (МДУ) количества вредных веществ в анализируемых пробах.

⁴ Федеральная государственная информационная система в области ветеринарии: официальный сайт. Москва. Обновляется в течение суток. Текст: электронный. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/spisok-zaregistrirovannyh-kormovyh-dobavok-dlja-zhivotnyh/> (дата обращения: 09.07.2025).



Рисунок 3

Хранение комбикорма в железном контейнере на сельскохозяйственном рынке в Воронежской области, 2025 г. (фото автора)

Figure 3

Storing animal feed in an iron container at a farmer's market in the Voronezh Oblast, 2025 (photo by the author)

Хранение

Хранение готового продукта является ответственным этапом производства, поскольку неправильное ведение данного процесса может привести к порче всей товарной продукции. Хранение готовых кормов для сельскохозяйственных животных имеет свои особенности – размещение комбикормов в неприспособленных для этого помещениях и складах на сельскохозяйственных рынках и базах. Пример такого хранения приведен на рисунке 3.

Размещение комбикормов на рынках является сезонным мероприятием, но выпадает это на период года весна – лето, когда температура окружающей среды доходит до 40 °С. Естественно, что такая температура сохраняется и в местах хранения комбикормов, приведенных на рисунке 3. Железные ангары и контейнеры считаются неприспособленными складами для хранения готовой комбикормовой продукции, так как в них нет возможности

обеспечить необходимый микроклимат условий хранения готовых кормов – температура воздуха не более 25 °С, относительная влажность воздуха не более 80 %.⁵ Следовательно, можно предположить, что такое хранение готовой продукции может оказаться негативно и на его показателях безопасности. Наши наблюдения подтверждают, что несоблюдение регламентированных условий хранения готовой продукции является значимым риском, способным нивелировать все усилия по обеспечению безопасности на предыдущих этапах производства.

Анализ результатов лабораторных исследований

В 2024 году в испытательных лабораториях ВНИИЗЖ было исследовано 109 384 пробы на токсичность кормов, что в 12 раз больше, чем годом ранее (2023 г.). Наблюдалось существенное увеличение выявленных положительных проб⁶ (таблица 1).

⁵ Правила и условия хранения комбикормов нормируются ГОСТ 23462–2019 «Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

⁶ Положительные пробы – это термин, который используют в лабораторной деятельности при оценке максимально допустимого уровня (МДУ) количества вредных веществ в пробах.

Таблица 1

Результаты обнаружения положительных проб испытательными лабораториями ВНИИЗЖ, 2023–2024 гг.

Table 1

Results of detection of positive samples by testing laboratories at ARRIAH, 2023–2024

Год исследований	Количество исследованных проб	Количество положительных проб
2023	8764	70
2024	109 384	128

Следует отметить, что производители кормов имеют возможность самостоятельно выбирать испытательные центры для анализа своей продукции. Однако значительный объем исследований, проведенных именно в лабораториях ВНИИЗЖ, свидетельствует о признании их компетентности производителями. Это подтверждается не только количественными показателями, но и качеством проводимых испытаний, а также успешным участием в межлабораторных сличительных испытаниях. Полученные данные позволяют сделать вывод о высокой репрезентативности выборки и достоверности выявленных тенденций, что создает надежную основу для дальнейшего анализа факторов, влияющих на безопасность кормов.

Результаты 2023 г.

На рисунке 4 представлена диаграмма положительных проб по показателю «общая токсичность» по перечню кормов, зарегистрированных с превышением установленных норм, где комбикорма для сельскохозяйственных животных имеют самый высокий процент выявления. Стоит отметить, что и корм для домашних животных также встречается токсичный.

Анализ структуры положительных проб показал, что комбикорма являются наиболее токсичным кормом из всех анализируемых за текущий период, а именно 52 пробы от общего количества положительных находок, из которых 40 проб составляют комбикорма, и 12 проб – кормовые добавки (кормовые смеси). Среди растительных кормов положительные результаты преимущественно регистрировались при исследовании продукции растениеводства:

- цельного зерна (пшеницы, кукурузы, гороха);
- продуктов переработки злаковых и масличных культур (соевый шрот, мучка, кормовые дрожжи);
- объемистых кормов.

Перечень положительных проб в 2023 г.

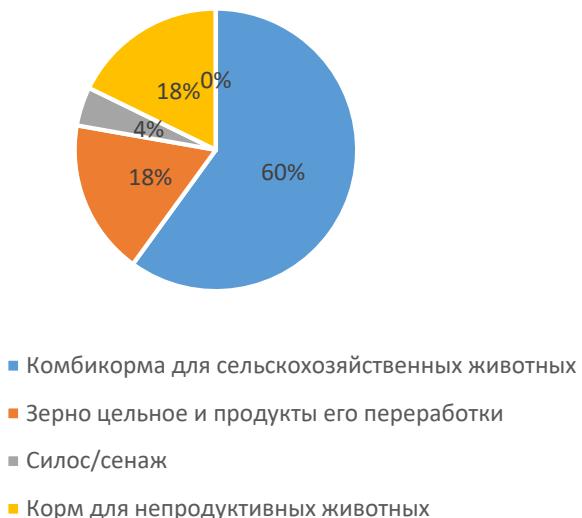


Рисунок 4

Распределение анализируемых положительных проб по назначению и происхождению, результаты 2023 г.

Figure 4

Distribution of analyzed positive samples by purpose and origin, 2023

Результаты 2024 г.

На рисунке 5 представлена диаграмма положительных проб по показателю «общая токсичность», выявленных испытательными лабораториями ФГБУ ВНИИЗЖ в 2024 г. Комбикорма для сельскохозяйственных животных сохраняют первенство в токсичности, а по отношению к результатам за 2023 г. имеют нарастающую динамику. Перечень токсичных кормов за данный период не изменился.

Согласно данным рисунка 5, токсичность выявлена в растительных кормах:

- цельном зерне ячменя и зернового шрота;
- продуктах переработки зерна (мучка кормовая дробленая, зерновые отруби и плющеная кукуруза);
- побочных продуктах переработки зерна, в том числе кормовых дрожжей из зерновой барды.

За анализируемый год были выявлены токсичные корма, предназначенные для непродуктивных животных. Сюда вошли и мультивитаминный комплекс для щенков и собак с кальцием, фосфором и витамином D, влажный корм рыбного происхождения, а также гранулированный сухой корм. Примечательно, что три импортированные пробы дали положительный результат по показателю «общая токсичность».

Полученные результаты исследований кормов

Комбикорм является наиболее часто регистрируемым как токсичный по отношению к другим кормам, проверяемым на показатель «общая токсичность».

В связи с этим считаем, что особое внимание следует уделить комбикормам для сельскохозяйственных животных, так как их качество напрямую влияет на безопасность продукции продовольственного рынка страны. Соответствующая выборка комбикормов по назначению представлена в таблице 2.

Данные таблицы 2 демонстрируют тенденцию к увеличению доли токсичных проб в кормах для продуктивных животных. Наиболее уязвимыми к токсинам в кормах оказались сельскохозяйственная птица, свиньи и крупный рогатый скот. Полученное распределение отражает высокую интенсивность метаболизма и восприимчивость этих видов животных к мактоксинам, что отмечается в работах других авторов [16]. Поскольку именно эти виды животных формируют основу продовольственного животноводства, высока вероятность миграции токсинов и образующих их веществ в продукты питания, что создает серьезную угрозу для жизни и здоровья людей. В таблице также указаны основные регионы – производители комбикормов с наибольшей частотой выявления положительных проб. Кроме того, единичные случаи загрязнения были зафиксированы у производителей из Калужской, Псковской, Кемеровской, Волгоградской областей, а также из Южно-Сахалинска и Республики Адыгея. Выявленная география позволяет предположить, что проблема токсичности кормов не имеет четкой географической привязки и связана в первую очередь с нарушением технологических регламентов на конкретных производственных площадках, а не с климатическими особенностями территорий и антропогенных факторов.

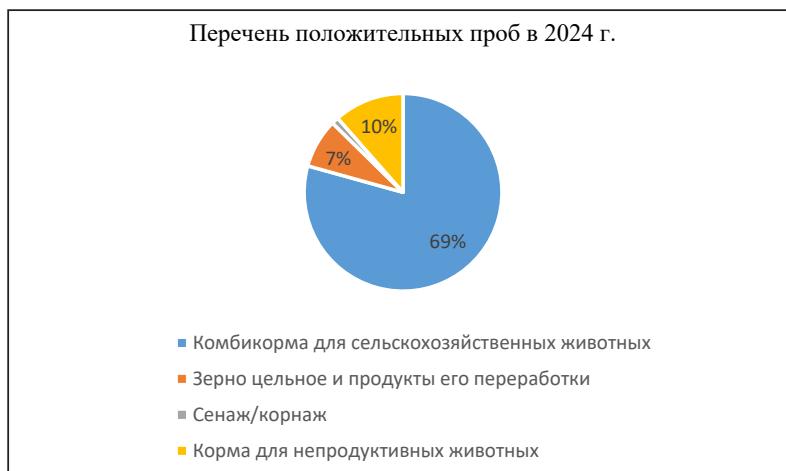


Рисунок 5

Распределение анализируемых положительных проб по назначению и происхождению, результаты 2024 г.

Figure 5

Distribution of analyzed positive samples by purpose and origin, 2024

Таблица 2

Положительные пробы комбикормов по показателю «общая токсичность», 2023–2024 гг.

Table 2

Positive samples of compound feed for the indicator "general toxicity", 2023–2024

Предназначение	Количество проб, 2023 г.	Количество проб, 2024 г.	География производителей
Для сельскохозяйственной птицы	12	43	Преобладают производители из Челябинской, Ленинградской, Тамбовской, Амурской и Тюменской обл., Республики Башкортостан и Татарстан
Для свиней	9	29	Преобладают производители из Саратовской, Челябинской, Ленинградской и Тамбовской обл.
Для крупного рогатого скота (КРС)	18	15	Преобладают производители из Республики Татарстан и Мордовии, Оренбургской и Ленинградской обл.
Для лошадей	1	1	Ленинградская обл.
Для рыб	1	2	Саратовская обл.
Для кроликов и пушных зверей	5	3	Калининградская обл.
Для овец	1	1	Свердловская обл.
Кормовые смеси и добавки для с.-х. животных	14	1	Преобладают производители из Московской, Ленинградской обл., Краснодарского края. Присутствует импортированная продукция
Итого	61	95	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное на базе испытательных лабораторий ВНИИЗЖ исследование выявило, что комбикорма для сельскохозяйственных животных являются наиболее проблемной категорией с точки зрения токсичности, демонстрируя значительный рост доли положительных проб с 52 % в 2023 г. до 69 % в 2024 г. Ключевым источником контаминации установлено фуражное зерно кукурузы, в котором максимально регистрировался T-2 токсин. Анализ подтвердил, что этап хранения является критическим фактором, обуславливающим ухудшение безопасности как сырья, так и готовой продукции, чemu способствуют широко распространенные в практике дефекты хранения. Основным ограничением исследования можно считать репрезентативность данных, ос-

нованных на пробах, поступивших в испытательные лаборатории ВНИИЗЖ, хотя их значительный объем и признанная компетентность позволяют считать выявленные тенденции обоснованными. Практическая значимость результатов заключается в обосновании необходимости усиления контроля на этапе хранения, в частности, путем интеграции мониторинга условий хранения сырья и расширения перечня показателей безопасности во входном контроле в программы производственного контроля предприятий. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка и валидация конкретных технологических решений и регламентов для критических точек хранения, а также изучение эффективности профилактических средств детоксикации для разных видов сельскохозяйственных животных в условиях реального производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Pexas G., Doherty B., Kyriazakis I. The future of protein sources in livestock feeds: implications for sustainability and food safety. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2023;13:7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1188467>
2. Седова И.Б., Захарова Л.П., Чалый З.А. и др. Анализ загрязнения продовольственного зерна урожая 2020 года различными микотоксинами в Российской Федерации. *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. 2023;(2):77-85. <https://doi.org/10.14427/jipai.2023.2.77>

- Sedova I.B., Zakharova L.P., Chalyy Z.A. et al. Mycotoxin screening in food grain produced in the Russian Federation in 2020. *Immunopathology, Allergology, Infectology*. 2023;2:77-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.14427/jipai.2023.2.77>
3. Tomas M.K., Šangut I.J. New insights into mycotoxin contamination, detection, and mitigation in food and feed systems. *Toxins*. 2025;17(10):515. <https://doi.org/10.3390/toxins17100515>
4. Аксенов И.В., Седова И.Б., Чалый З.А. и др. Альтернариатоксины как фактор риска для здоровья населения. *Анализ риска здоровью*. 2023;(4):146-157. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.4.14>
- Aksenen I.V., Sedova I.B., Chalyy Z.A. et al. Alternaria toxins as a risk factor for population health. *Health Risk Analysis*. 2023;4:146-157. (In Russ.). <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.4.14.eng>
5. Новикова А.В. Свекловичный жом как возможный источник ингибирующих веществ пищевой цепочки человека. *Вестник КрасГАУ*. 2023;3:174-180. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-3-174-180>
- Novikova A.V. Beet pulp as a possible source of inhibitory substances of the human food chain. *Bulleten KrasSAU*. 2023;3:174-180. (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-3-174-180>
6. Kononenko G.P., Zotova E.V., Burkin A.A. Advances in mycotoxicological research of forage grain crops. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2021;56(5):958-67. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.5.958eng>
7. Bonerba E., Manfredi A., Dimuccio M.M. et al. Ochratoxin A in poultry supply chain: Overview of feed occurrence, carry-over, and pathognomonic lesions in target organs to promote food safety. *Toxins*. 2024;16:487. <https://doi.org/10.3390/toxins16110487>
8. Новикова А.В., Подлипская К.В., Виноградова Е.А. и др. Оценка микробиологических показателей зерна кукурузы при полевом способе хранения. *Комбикорма*. 2025;9:67-70. <https://doi.org/10.69539/2413-287X-2025-09-4-249>
- Novikova A.V., Podlipskaya K.V., Vinogradova E.A. et al. Evaluation of microbiological parameters of corn grain during field storage. *Compound feed*. 2025;9:67-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.69539/2413-287X-2025-09-4-249>
9. Wang R., Li M., Jin R. et al. Interactions among the composition changes in fungal communities and the main mycotoxins in simulated stored wheat grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023;104(1):373-82. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12928>
10. Viegas C., Nurme J., Piecková E. et al. Sterigmatocystin in foodstuffs and feed: Aspects to consider. *Mycology*. 2020;11:91-104. <https://doi.org/10.1080/21501203.2018.1492980>
11. Прудников В.С., Герман С.П. Влияние микотоксинов на организм высокопродуктивных коров и телят. *Наше сельское хозяйство*. 2019;14(214):60-65. EDN WTGYZI
- Prudnikov V.S., German S.P. The influence of mycotoxins on the organism of highly productive cows and calves. *Our Agriculture*. 2019;14(214):60-65. (In Russ.). EDN WTGYZI
12. Chenyu Ya., Mengyu Ye., Cong W. Mycotoxin contamination: Occurrence, biotransformation, pathogenic mechanisms, and strategies for nutritional intervention. *Molecules*. 2025;30(19):3860. <https://doi.org/10.3390/molecules30193860>
13. PittJ., Hocking A. *Fungi and food spoilage*. Springer Cham. 2022;645. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85640-3>
14. Pacin A., González H., Etcheverry M. et al. Fungi associated with food and feed commodities from Ecuador. *Mycopathologia*. 2003;156:87-92. <https://doi.org/10.1023/A:1022941304447>
15. Kövesi B., Kulcsár S., Ancsin Z. et al. Short-term effects of dietary selenomethionine supplementation on hepatic and renal transcriptomic alterations induced by ochratoxin in broiler chickens. *Toxins*. 2025;17:460. <https://doi.org/10.3390/toxins17090460>
16. Mu W., Kleter G.A., Bouzembrak Y. et al. Making food systems more resilient to food safety risks by including artificial intelligence, big data, and internet of things into food safety early warning and emerging risk identification tools. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024;23:e13296. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13296>

17. Капитонова Е.А., Власенко Е.В. Токсичность кормовой добавки при использовании тестобъекта Tetrahymena Pyriformis. *Международный вестник ветеринарии.* 2023;2:115-120. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.2.115>
Kapitonova E.A., Vlasenko E.V. Toxicity of feed additive when using the test object Tetrahymena Pyriformis. *International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2023;2:115-120. (In Russ.). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.2.115>
18. Кузнецов И.Е., Закурдаева Е.И., Бражников К.А. и др. Оценка современного состояния отечественного рынка комбикормов в условиях новой экономической реальности. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2022;84(2):394-399. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-394-399>
Kuznetsov I.E., Zakurdaeva E.I., Brazhnikov K.A. et al. Assessment of the current state of the domestic mixed fodder market under the new economic reality. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* 2022;84(2):394-399. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-394-399>
19. Новикова А.В. Способы длительного хранения зерна кукурузы в полиэтиленовых конструкциях. *Аграрный научный журнал.* 2025;3:129-135. <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i3pp129-135>
Novikova A.V. Field storage of corn grain in polyethylene structures. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal.* 2025;(3):129-135. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i3pp129-135>
20. Platonov S., Eregina I., Artamonov A. et al. Detection of trace contaminants in cattle feed in northwest Russia. *BIO Web of Conferences.* 2024;139:11008. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/202413911008>
21. Гурьева К.Б., Тарасова И.А., Тарасова Е.А. Значение влажностного режима при хранении хлебопродуктов для обеспечения их сохранности. *Товаровед продовольственных товаров.* 2022;8:543-551. <https://doi.org/10.33920/igt-01-2208-07>
Guryeva K.B., Tarasova I.A., Tarasova E.A. The importance of humidity conditions during storage of bakery products to ensure their safety. *Food Commodity Expert.* 2022;8:543-551. (In Russ.). <https://doi.org/10.33920/igt-01-2208-07>
22. Новикова А.В. Технические способы доработки зерна гороха в производственных условиях сельскохозяйственного производителя. *Аграрный научный журнал.* 2025;1:112-119. <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i1pp112-119>
Novikova A.V. Technical methods of post-harvesting pea grain in the production conditions of an agricultural producer. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal.* 2025;(1):112-119. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i1pp112-119>
23. Chen A., Mao X., Sun Q. et al. Alternaria Mycotoxins: An overview of toxicity, metabolism, and analysis in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2021;69(28):7817-7830. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03007>

Сведения об авторе

Новикова Алла Владимировна –
кандидат сельскохозяйственных наук, младший
научный сотрудник химико-токсикологического
отдела, ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ», Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-5992-8565>
SPIN-код: 7879-1590
navbaa@mail.ru

About the author

Alla V. Novikova –
Cand. Sci. (Agric.), Assistant Researcher, Chemical and
Toxicological Department, ICNMVL FGBI ARRIAH, Federal
Center for Animal Health Protection, Moscow, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-5992-8565>
navbaa@mail.ru