

Information about the authors

Guldauren Aitkaleikyzy Azhibayeva* – 2nd year master's student of the specialty «Technology of Processing Industries», Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan; e-mail: guldaurenazibaeva@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2759-9847>.

Laura Asilbekovna Mamayeva – candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Technology and safety of food products», Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan; e-mail: laura.mamayeva@kaznaru.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5152-8364>.

Zhanna Assirzhanova – Candidate of Technical Sciences, Department of Food Technologies; Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: aszb@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5699-7044>.

Редакцияға енуі 31.03.2025
Өңдеуден кейін түсуі 15.04.2025
Жариялауға қабылданды 17.04.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2\(18\)-28](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2(18)-28)



МРНТИ: 68.39.15

Ф.Х. Смольникова*, С.К. Касымов, А.М. Байкадамова, Е.С. Абдуллина, А.О. Майжанова
Шәкірім университет,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЕ МИКОТОКСИНОВ В КОМБИКОРМАХ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Аннотация: В Казахстане реализуются государственные инициативы, направленные на сокращение зависимости от импорта и развитие отечественного производства комбикормов. В современных реалиях крайне важно использовать эффективные методы консервации кормов, гарантирующие минимальные потери полезных веществ, а также оптимальную рентабельность и организацию труда.

Оценка микробиологической безопасности и токсичности кормовых добавок во время хранения – обязательная процедура, поскольку заражение спорообразующими бактериями и плесенью приводит к существенной деградации питательной ценности и качества продукции. В рамках данного исследования были проведены анализы комбикорма для птицы через один, четыре и шесть месяцев после начала хранения.

Рост численности микроорганизмов в кормах при длительном хранении объясняется наличием у них спор. В подходящих условиях эти споры прорастают, образуя вегетативные клетки, которые затем активно размножаются и функционируют.

Кроме того, существует риск попадания в продукт из окружающей среды – воздуха, пыли и влаги – спор, образуемых различными микроорганизмами. Применённые в проекте методы исследования соответствуют общепринятым стандартам. В работе использовались как опытные, так и экспериментальные образцы. Экспериментальные образцы после упаковки в различные типы тары подвергались обработке на ускорителе электронов ИЛУ-10. В качестве упаковочных материалов применялись бумажный мешок, мешкотара и вакуумно-полиэтиленовая упаковка. Контроль содержания микотоксинов осуществлялся в течение всего периода хранения – 1, 3 и 6 месяцев. Полученные данные свидетельствуют о том, что через шесть месяцев хранения в комбикорме, упакованном в бумажные мешки и не подвергавшемся обработке на ИЛУ-10, были обнаружены микотоксины, а также зафиксировано снижение других показателей качества. Исследования показали, что максимальная микробиологическая защита достигается при хранении в герметичной полипропиленовой таре, обеспечивающей сохранность корма в течение шести месяцев.

Ключевые слова: микотоксины, лучевая обработка, комбикорма, плесень, безопасность.

Введение

В окружающей среде широко распространены опасные соединения, включая диоксины, микотоксины, тяжелые металлы, пестициды, ветеринарные средства и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), что, в свою очередь, неизбежно приводит к их наличию в составе кормов для животных. Эффективное управление этими

рисками требует глубокого понимания механизмов всасывания, метаболических процессов, распределения в организме и токсикологических свойств данных веществ. Особое внимание следует уделить разработке и реализации мер по минимизации воздействия, особенно в отношении метаболизма и токсичности.

Решение проблемы загрязнителей, способных проникать в мясо, молоко и другие животноводческие товары, представляет собой значительную и затратную задачу, которая требует пристального изучения и анализа в рамках данного исследования.

Использование кормов для домашней птицы может повлиять на здоровье человека по пищевой цепи из-за наличия бактерий.

Зараженные продукты птицеводства в значительной степени способствуют возникновению бактериальных заболеваний пищевого происхождения [1, 2], воздействие которых на организм человека из которых в значительной степени связаны с высокой заболеваемостью и смертностью во всем мире [3].

Несмотря на то, что различные источники кормов представляют разный уровень риска микробиологического заражения, как правило, заражение происходит по всей цепочке производства кормов, и практически невозможно производить стерильные корма. [4].

В связи с этим необходимо контролировать показатели качества комбикормов с целью обеспечения продовольственной безопасности и здоровья домашней птицы.

Существует множество свидетельств того, что патогенные микроорганизмы, содержащиеся в кормах, передаются человеку через животных и продукты животного происхождения [5,6].

Важным аспектом контроля качества является наличие и уровень микотоксинов. Для их сокращения активно применяются обработки: этапы очистки зерна, которые традиционно направлены на избавление от сторонних примесей – стеблей, бумаги, древесных остатков и прочих загрязнений, однако эти же методы эффективно снижают концентрацию микотоксинов.

Особенно значимым является устранение пораженных плесенью зерен, мелкой фракции и пыли [7].

В ходе механической обработки происходит трансформация микотоксинов в непригодные для пищевого использования продукты (отруби, кормовая мука, полироли), которые затем используются как животный корм. Это подтверждается научными исследованиями [8, 9].

Удаление зараженных зерен способно уменьшить общий уровень микотоксинов более чем на 80% [10, 11], что является ключевым фактором в обеспечении безопасности продукции.

Ключевыми параметрами для эффективного снижения уровня микотоксинов в продуктах питания и кормах при термической обработке являются: вид микотоксина, присутствующий в образце, первоначальная концентрация токсина, температура воздействия, длительность воздействия высоких температур, способность тепла проникать вглубь продукта, значение pH среды, уровень влажности. Каждый из этих факторов существенно влияет на процесс разложения микотоксинов [12].

Такие методы, как обжарка или экструзия при температурах выше 150°C, способствуют уменьшению загрязненных партий, однако не обеспечивают полного обезвреживания [13-15].

Химические методы дезактивации кормов и комбикормов, хоть и эффективны в борьбе с микотоксинами, имеют свои ограничения. Важнейшими из них являются требования к безопасности обрабатываемых продуктов от химических реагентов и сохранение их пищевой ценности без ухудшения [16].

На рынке представлены разнообразные химические агенты для очистки кормов от микотоксинов: щелочные растворы: аммиак (NH_4OH), гидроксиды натрия (NaOH) и кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$); кислотная группа: уксусную кислоту, фосфорную H_3PO_4 , муравьиную CH_2O_2 ; пропионовую $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$; сорбиновую $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ и гипохлорит натрия (NaClO); восстановители в виде бисульфита натрия NaHSO_3 и сахаров D-глюкозы, D-фруктозы; Окислительные средства: озон O_3 и перекись водорода H_2O_2 [12,16].

Кроме этого, применяются биологические кормовые добавки, такие как минеральная глина или клеточные стенки дрожжей, которые адсорбируют (поглощают) и обезвреживают микотоксины в желудочно-кишечном тракте животных [17].

Специализированные биопрепараты, включая штаммы *Eubacterium* sp. BBSH 797, были разработаны для детоксикации трихотеценов в кормах [18, 19].

Исследования продемонстрировали, что возможна трансформация токсинов Т-2 и НТ-2: некоторые микроорганизмы способны деацетилировать и деэпоксидировать Т-2, также возможно преобразование охратоксина А: плесневые грибы, дрожжи и растения могут превращать его в менее токсичные формы [20, 21]. Эти подходы направлены на повышение безопасности кормов для животных.

Среди основных опасных микотоксинов, часто встречающихся в комбикормах – афлатоксины – это метаболиты, производимые грибами рода *Aspergillus*.

Эти токсины широко распространены и вызывают серьезные риски для здоровья животных и человека.

Т-2 токсин, относящийся к группе трихотеценов, который выделяется грибами рода *Fusarium*, включая *Fusarium sporotrichioides*, и образуется в условиях невысоких температур (8-14° Цельсия) и повышенной влажности на зерновых.

В рамках технического регламента Таможенного союза, Т-2 токсин в зерне, предназначенном, как для пищевых, так и для кормовых целей, строго контролируется – его концентрация не должна превышать 0,1 мг/кг.

Зеараленон (F-2 токсин) – это микотоксин, продуцируемый грибами *Fusarium*, в основном видами *F. Graminearum* и *F. culmorum*. Он обладает гормоноподобным действием, нарушая репродуктивные функции животных, а также демонстрирует анаболические свойства.

Европейские стандарты и национальные нормы России, а также стран СНГ устанавливают строгие ограничения на содержание зеараленона. Для необработанных зерновых – не более 100 ppb, для муки – 75 ppb, для детского питания – 20 ppb. В России, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, для продуктов прикорма на основе зерна допустимо не более 5 ppb.

Охратоксин А (ОТА) – наиболее распространенный и токсичный микотоксин, присутствующий в пищевых продуктах и кормах. Его наличие представляет значительную угрозу для здоровья как животных, так и людей, поскольку может передаваться по пищевой цепи. ОТА негативно влияет на состояние здоровья животных, изменяя биохимические, гематологические и гистопатологические показатели, а также их иммунные функции и микробиоту кишечника. Европейское законодательство устанавливает рекомендуемые значения ОТА (EU 2016/1319) в продуктах, предназначенных для кормления животных, рекомендуемое значение ppm = 0,1, при влажности комбикорм для птицы 12%.

Обзор литературных данных показал, что комбикорма, для снижения содержания в них микотоксинов, в процессе хранения обрабатываются различными методами. В нашем исследовании было предусмотрено обработка комбикормов на ускорителе электронов ИЛУ - 10 с параметрами 3.5-5 МэВ и мощностью в пучке до 50 кВт.

В состав ускорителя входят: ускоряющая система с выпускным устройством, вакуумной системой и ВЧ генератором; импульсный источник питания; стойка управления.

Система ИЛУ-10, обладает способностью ускорять электроны до энергии 5 МэВ, что обеспечивает их проникновение на глубину до 2,5 см в среду с плотностью воды, вызывая ионизацию.

Этот процесс приводит к разрушению клеточных структур и гибели микроорганизмов за счет повреждений. При повышении дозы облучения наблюдается пропорциональное усиление антимикробного воздействия. Использование ионизирующего излучения в дозах свыше 10 кГр становится ключевым методом стерилизации для биологических препаратов, медицинских инструментов, одноразовых материалов, включая шприцы, эндопротезы и перевязочные материалы. В случае заражения продукции микроорганизмами, единственным эффективным способом восстановления стерильности является холодная пастеризация, которая не только устраняет загрязнение, но и существенно продлевает сроки хранения. Упаковка играет критическую роль в радиационной стерилизации, так как предотвращает контаминацию облученного продукта внешней средой, что могло бы свести на нет достигнутый антимикробный эффект.

Целью данного исследования являлось изучения наличия токсинов в комбикормах для домашней птицы, прошедших обработку на ускорителе электронов ИЛУ-10 в процессе хранения в различных упаковочных материалах.

Условия и методы исследования

Для исследования токсинов в комбикормах были использованы различные методы исследования:

Для определения микотоксинов использовался ГОСТ 31653-2012 [22]. Содержание афлатоксина изучалось по ГОСТ 32251-2013 [23], микотоксины Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А изучались по ГОСТ 28001-88 [24].

Содержание влаги определяли по ГОСТ 13496.3-92 [25], золы по ГОСТ 26226-95.

Все исследования проводились в 3-ех кратной повторности.

Обработка опытных данных, расчеты и моделирование процессов были проведены с использованием пакета прикладных программ STATISTICA, Envies и Microsoft Excel. Условия корректности применения методов статистического моделирования были проверены статистическими критериями.

Результаты научных исследований

Одной из задач исследования являлось исследование микотоксинов в процессе хранения комбикорма в течении 6 месяцев. В состав комбикорма входили следующие компоненты: пшеница пророщенная, отруби пшеничные, скорлупа яичная, зерно кукурузы, жом морковный, мука хвойная, мука мясокостная, мука рыбная, жмых подсолнечный, жир.

В качестве экспериментального образца использовался комбикорм для домашней птицы, который прошёл обработку на аппарате ускорителе электронов ИЛУ-10 и контрольный образец, который не был обработан на ускорителе электронов.

Исследование экспериментального образца осуществлялось в следующей последовательности: приёмка сырья, очистка сырья от органических и минеральных примесей, подготовка компонентов для комбикорма, дозирование компонентов, расфасовка комбикорма в различные виды тары (мешкотара, бумажный мешок, мешок из полипропилена под вакуумом), облучение комбикорма на ускорителе электронов ИЛУ-10, исследование комбикорма на содержание микотоксинов в процессе хранения.

Облучение комбикорма после расфасовки в тару осуществляли на ускорителе электронов ИЛУ-10 при дозе облучения 10 кГр.

Исследование контрольного образца осуществлялось в следующей последовательности: приёмка сырья, очистка сырья от органических и минеральных примесей, подготовка компонентов для комбикорма, дозирование компонентов, расфасовка комбикорма в различные виды тары (мешкотара, бумажный мешок, мешок из полипропилена под вакуумом), исследование комбикорма на содержание микотоксинов в процессе хранения.

Образцы комбикорма были обозначены, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения контрольных и опытных образцов

Наименование образца	Вид упаковки	Номер образца
Контрольный образец	мешкотара	Опыт 1
	бумажный мешок	Опыт 2
	мешок из полипропилена под вакуумом	Опыт 3
Экспериментальный образец	мешкотара	Опыт 4
	бумажный мешок	Опыт 5
	мешок из полипропилена под вакуумом	Опыт 6

Исследование содержание микотоксинов было проведено в течении 6 месяцев хранения комбикормов при заданных условиях.

Для хранения комбикормов были установлены специальные режимы хранения: температура хранения 10 °С, влажность комбикорма 10 %, относительная влажность воздуха 80 %.

Результаты исследования после 1 месяца хранения представлены в таблице 2.

Содержание микотоксинов после 1 месяца хранения показывает, что микотоксины не были обнаружены в экспериментальном и контрольном образцах.

Таблица 2 – Содержание микотоксинов в комбикорме после 1 месяца хранения

Вид токсина	Контрольный образец			Экспериментальный образец		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Афлатоксин	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Микотоксин Т-2	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Зеараленон (Ф-2)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Охратоксин А	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

В таблице 3 представлено содержание микотоксинов после 3 месяцев хранения.

Таблица 3 – Содержание микотоксинов в комбикорме после 3 месяцев хранения

Вид токсина	Контрольный образец			Экспериментальный образец		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Афлатоксин	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Микотоксин Т-2	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Зеараленон (Ф-2)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Охратоксин А	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Полученные исследования показывают, что содержание микотоксинов после 4 месяцев хранения не было обнаружено в экспериментальном и контрольном образцах.

В таблице 4 представлено содержание микотоксинов после 6 месяцев хранения.

Таблица 4 – Содержание микотоксинов в комбикорме после 6 месяцев хранения

Вид токсина	Контрольный образец			Экспериментальный образец		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Афлатоксин	Не обнаружено	Обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Микотоксин Т-2	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Зеараленон (Ф-2)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Охратоксин А	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Полученные исследования показывают, что содержание афлатоксина было обнаружено в Опыте 2 (комбикорм, упакованный в бумажный мешок), это говорит о том, что заражение комбикорма произошло из-за плесневых грибов рода *Aspergillus*. Аспергиллы широко распространены в природе, их можно обнаружить в воздухе, почве, на растениях, коже человека и животных. Это свидетельствовало о том, что споры нитевидного гриба *Aspergillus*, присутствовали в окружающей среде при хранении комбикорма и попали в тару.

Обсуждение научных результатов

В образце комбикорма – Опыт 2 был определён количественный состав микотоксина. Данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание микотоксина в комбикорме Опыт 2

Вид токсина	Норма	Нормативный документ	Экспериментальный результат
Афлатоксин	0,02 мг/кг	ДСТУ ISO 14718-2006	0,023 мг/кг

Результаты анализа показывают, что содержание афлатоксина (0,023 мг/кг) в комбикорме превышало, нормируемое значение (0,02 мг/кг), что говорит о низкой хранимостпособности комбикорма для домашней птицы в бумажном мешке.

Экспериментальные и контрольные образцы комбикорма были оценены на органолептические показатели после 6 месяцев хранения. Результаты описательного анализа органолептической оценки комбикорма представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Органолептические показатели комбикорма (6 месяцев хранения)

Вид токсина	Контрольный образец			Экспериментальный образец		
	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Цвет	Серо-коричневый однородный	Серо-коричневый с прожилками голубого	Серо-коричневый однородный	Серо-коричневый однородный	Серо-коричневый однородный	Серо-коричневый однородный
Запах	Слегка кислый силосный	Кисловатый силосный	Силосный без слегка кисловатый	Силосный без посторонних привкусов	Силосный без посторонних привкусов	Силосный без посторонних привкусов
Внешний вид	Масса неоднородная рассыпающаяся	Масса неоднородная, с распределившейся плесенью и уплотнившимися конгломератами	Масса неоднородная рассыпающаяся	Масса неоднородная с комочками	Масса неоднородная с комочками	Масса неоднородная с комочками

Органолептическая оценка показала, что образцы комбикорма, не обработанные на ускорителе электронов, имели неудовлетворительные показатели, по сравнению с образцами, обработанных на ускорителе электронов ИЛУ-10, хранение в бумажной таре привело к ухудшению свойств продукта.

На рисунке 1 А приведено фото комбикорма опытного образца – Опыт 2 (хранение в бумажном мешке) после 6 месяцев хранения, на рисунке 1 Б – фото комбикорма экспериментального образца Опыт 5 (хранение в бумажном мешке) после 6 месяцев хранения.



Рисунок 1 – Образцы комбикорма после 6 месяцев хранения (в бумажном мешке)
 А) без обработки на ускорителе электронов ИЛУ-10;
 Б) обработанный на ускорителе электронов ИЛУ-10.

В исследуемых контрольных и опытных образцах были исследованы качественные показатели – влажность, зольность, КМАФНМ, содержание плесени данные представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели влажности и зольности комбикорма

Показатель	Норма по ГОСТ 18221-2018*	Опытный образец			Экспериментальный образец		
		Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Зольность не менее, %	5	4,9±0,02	4,1±0,03	4,7±0,01	5,0±0,01	5,0±0,01	5,0±0,01
Влажность, не более, %	13,5	14±0,01	17±0,01	14±0,02	13,3±0,01	13,5±0,02	13,1±0,01
КМАФНМ, КОЕ/г	5x10 ³	2x10 ³	3,5x10 ⁵	1x10 ³	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Плесень, КОЕ/г	50	20±0,01	100±0,01	10±0,01	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

*ГОСТ 18221-2018 – Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной пищи [27].

Анализ показателей влажности и зольности комбикорма показывает, что содержание золы резко снизилось в Опыте 2, что говорит о процессах распада в комбикорме и потери минеральных веществ. Также в комбикорме Опыт 2 повысилось содержание влаги, что также ухудшило его органолептические свойства, привело к процессу самосогревания, набору влажности и разрастанию спор плесени, и как следствие образование токсина в комбикорме.

В Опыте 2 (хранение в бумажном мешке без обработки на ИЛУ-10) выросло содержание КМАФНМ и составило 3,5x10⁵, что превысило нормируемое значение ГОСТ 18221-2018-5x10³ КОЕ/г, также возросло содержание плесени и составило 100 КОЕ/г.

В Опытах 1, 3 снизилось содержание золы и составило соответственно: 4,9 %, 4,7 %, но незначительно по сравнению с нормой по ГОСТ 18221-2018 – 5 %. Содержание влаги незначительно повысилось и составило для Опыта 1,3 – 14 %, что превышало нормируемое значение по ГОСТ 18221-2018 – 13,5 %.

В экспериментальных образцах Опыт 4, Опыт 5, Опыт 6 показатели зольности, влажности находились в пределах нормы, не были обнаружены КМАФНМ и плесени.

Заключение

Хранение комбикормов в различных видах упаковки (мешкотара, бумажный мешок, мешок из полипропилена под вакуумом) показало, что ухудшение качества наблюдается при хранении в бумажном мешке в течении 6 месяцев, это приводит к развитию плесени в образце продукта.

Хранение в бумажной таре комбикорма в течении 6 месяцев вызвало ухудшение продукта по сравнению с аналогичным экспериментальным образцом, который был упакован в бумажный мешок и обработан на ускорителе электронов ИЛУ-10. Результаты показали, что сохранение влажности, зольности и микробиологических показателей комбикорма было наилучшим при использовании вакуумированного полипропиленового мешка и составило 13,1 %.

Обобщая полученные данные можно сделать вывод, что обработка на ускорителе электронов ИЛУ-10 позволяет увеличить сроки хранения комбикорма до 6 месяцев хранения, сохранить качественные характеристики комбикорма.

Список литературы

1. Rouger A. Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species, and dynamics / A. Rouger, O. Tresse, M. Zagorec // *Microorganisms*. – 2017. – Vol. 5, № 3. – article 50.
2. World Health Organization estimates of the relative contributions of food to the burden of disease due to selected foodborne hazards: A structured expert elicitation / T. Hald et al // *PLoS ONE*. – 2016. – Vol. 11, № 1 – e0145839, 2-s2.0-84958568683.
3. World Health Organization, Antimicrobial resistance: global report on surveillance, 2014. <http://www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en/>.
4. Microbial Food Safety Risk to Humans Associated with Poultry Feed: The Role of Irradiation / Tahiru Mahami et al // *International journal of food science*. – 2019. – V. 2019, № 1. – P. 6915736.
5. Feedstuffs as a vehicle of cattle exposure to *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* / M.A. Davis et al // *Vet Microbiol*. – 2003. – Vol. 95. – P. 199-210.
6. Hinton M.H. Infections and intoxications associated with animal feed and forage, which may present a hazard to human health / M.H. Hinton // *Vet J*. – 2000. – № 159. – P. 124-138.
7. Bullerman, L.B. Stability of mycotoxins during food processing / L.B. Bullerman, A. Bianchini // *Int. J. Food Microbiol*. – 2007. – Vol. 119. – P. 140-146.
8. Effect of Wheat Milling Process on the Distribution of *Alternaria* Toxins / E. Janić Hajnal et al // *Toxins*. – 2019. – № 11. – P.139.
9. Vanara F. Fumonisin Distribution in Maize Dry-Milling Products and By-Products: Impact of Two Industrial Degermination Systems / F. Vanara, V. Scarpino, M. Blandino // *Toxins*. – 2018. – № 10. – P. 357.
10. Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination / P. Karlovsky et al // *Mycotoxin Res*. – 2016. – № 32. – P. 179-205.
11. Pearson T.C. Reduction of Aflatoxin and Fumonisin Contamination in Yellow Corn by High-Speed Dual-Wavelength Sorting / T.C. Pearson, D.T. Wicklow, M.C. Pasikatan // *Cereal Chem. J*. – 2004. – № 81. – P. 490-498.
12. Kabak B. The fate of mycotoxins during thermal food processing / B. Kabak // *J. Sci. Food Agric*. – 2009. – № 89. – P. 549-554.
13. Decontamination and detoxification strategies for the *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation / W.A. Awad et al // *Food Addit. Contam. Part A*. – 2010. – № 27. – P. 510-520.
14. Jalili M. A Review on Aflatoxins Reduction in Food Iran / M. Jalili // *J. Health Saf. Environ*. – 2016. – № 3. – P. 445-459.
15. Simple technologies for removal of mycotoxins in feed / S. Vidosavljević et al // *In Proceedings of the Feed Technology; University of Novi Sad, Institute of Food Technology: Novi Sad, Serbia*. – 2018. – Vol. 18. – P. 81-88.

16. Decontamination and detoxification strategies for the *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation / W.A. Awad et al // *Food Addit. Contam. Part A.* – 2010. – № 27. – P. 510-520.
17. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: Mode of action, efficacy and feed/food safety / C. Boudergue et al // *EFSA Support. Publ.* – 2009. – № 6. – 22E.
18. Binder E.M. Managing the risk of mycotoxins in modern feed production / E.M. Binder // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2007. – № 133. – P. 149-166.
19. Microbiologicals for deactivating mycotoxins / G. Schatzmayr et al // *Mol. Nutr. Food Res.* – 2006. – № 50. – P. 543-551.
20. Zain M.E. Impact of mycotoxins on humans and animals / M.E. Zain // *J. Saudi Chem. Soc.* – 2011. – № 15. – P. 129-144.
21. Abrunhosa L. Biodegradation of Ochratoxin A for Food and Feed Decontamination / L. Abrunhosa, R. Paterson, A. Venâncio // *Toxins.* – 2010. – № 2. – P. 1078-1099.
22. ГОСТ 31653-2012. Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2020 – 11 с.
23. ГОСТ 32251-2013 (ISO 17375:2006). Корма, комбикорма. Метод определения содержания афлатоксина В1. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2020 – 15 с.
24. ГОСТ 28001-88. Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А. – Введ. 01.07.1990. – М.: Стандартинформ, 1999. – 69-78 с.
25. ГОСТ 13496.3-92. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги. – Введ. 01.01.1993. – М.: Стандартинформ, 2011. – 35-38 с.
26. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – Введ. 01.01.1997. – М.: Стандартинформ, 2003. – 5 с.
27. ГОСТ 18221-2018. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной пищи. – Введ. 01.07.2019. – М.: Стандартинформ, 2018 – 15 с.

References

1. Rouger A. Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species, and dynamics / A. Rouger, O. Tresse, M. Zagorec // *Microorganisms.* – 2017. – Vol. 5, № 3. – article 50. (In English).
2. World Health Organization estimates of the relative contributions of food to the burden of disease due to selected foodborne hazards: A structured expert elicitation / T. Hald et al // *PLoS ONE.* – 2016. – Vol. 11, № 1 – e0145839, 2-s2.0-84958568683. (In English).
3. World Health Organization, Antimicrobial resistance: global report on surveillance, 2014. <http://www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en/>. (In English).
4. Microbial Food Safety Risk to Humans Associated with Poultry Feed: The Role of Irradiation / Tahiru Mahami et al // *International journal of food science.* – 2019. – V. 2019, № 1. – P. 6915736. (In English).
5. Feedstuffs as a vehicle of cattle exposure to *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* / M.A. Davis et al // *Vet Microbiol.* – 2003. – Vol. 95. – P. 199-210. (In English).
6. Hinton M.H. Infections and intoxications associated with animal feed and forage, which may present a hazard to human health / M.H. Hinton // *Vet J.* – 2000. – № 159. – P. 124-138. (In English).
7. Bullerman, L.B. Stability of mycotoxins during food processing / L.B. Bullerman, A. Bianchini // *Int. J. Food Microbiol.* – 2007. – Vol. 119. – P. 140-146. (In English).
8. Effect of Wheat Milling Process on the Distribution of *Alternaria* Toxins / E. Janić Hajnal et al // *Toxins.* – 2019. – № 11. – P. 139. (In English).
9. Vanara F. Fumonisin Distribution in Maize Dry-Milling Products and By-Products: Impact of Two Industrial Degermination Systems / F. Vanara, V. Scarpino, M. Blandino // *Toxins.* – 2018. – № 10. – P. 357. (In English).
10. Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination / R. Karlovsky et al // *Mycotoxin Res.* – 2016. – № 32. – P. 179-205. (In English).
11. Pearson T.C. Reduction of Aflatoxin and Fumonisin Contamination in Yellow Corn by High-Speed Dual-Wavelength Sorting / T.C. Pearson, D.T. Wicklow, M.C. Pasikatan // *Cereal Chem. J.* – 2004. – № 81. – P. 490-498. (In English).
12. Kabak B. The fate of mycotoxins during thermal food processing / B. Kabak // *J. Sci. Food Agric.* – 2009. – № 89. – P. 549-554. (In English).

13. Decontamination and detoxification strategies for the Fusarium mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation / W.A. Awad et al // Food Addit. Contam. Part A. – 2010. – № 27. – R. 510-520. (In English).
14. Jalili M. A Review on Aflatoxins Reduction in Food Iran / M. Jalili // J. Health Saf. Environ. – 2016. – № 3. – R. 445-459. (In English).
15. Simple technologies for removal of mycotoxins in feed / S. Vidosavljević et al // In Proceedings of the Feed Technology; University of Novi Sad, Institute of Food Technology: Novi Sad, Serbia. – 2018. – Vol. 18. – R. 81-88. (In English).
16. Decontamination and detoxification strategies for the Fusarium mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation / W.A. Awad et al // Food Addit. Contam. Part A. – 2010. – № 27. – R. 510-520. (In English).
17. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: Mode of action, efficacy and feed/food safety / C. Boudergue et al // EFSA Support. Publ. – 2009. – № 6. – 22E. (In English).
18. Binder E.M. Managing the risk of mycotoxins in modern feed production / E.M. Binder // Anim. Feed Sci. Technol. – 2007. – № 133. – R. 149-166. (In English).
19. Microbiologicals for deactivating mycotoxins / G. Schatzmayr et al // Mol. Nutr. Food Res. – 2006. – № 50. – R. 543-551. (In English).
20. Zain M.E. Impact of mycotoxins on humans and animals / M.E. Zain // J. Saudi Chem. Soc. – 2011. – № 15. – R. 129-144. (In English).
21. Abrunhosa L. Biodegradation of Ochratoxin A for Food and Feed Decontamination / L. Abrunhosa, R. Paterson, A. Venâncio // Toxins. – 2010. – № 2. – R. 1078-1099. (In English).
22. GOST 31653-2012. Korma. Metod immunofermentnogo opredeleniya mikotoksinov. – Vved. 01.07.2013. – M.: Standartinform, 2020 – 11 s. (In Russian).
23. GOST 32251-2013 (ISO 17375:2006). Korma, kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya aflatoksinov V1. – Vved. 01.07.2015. – M.: Standartinform, 2020 – 15 s. (In Russian).
24. GOST 28001-88. Zerno furazhnoe, produkty ego pererabotki, kombikorma. Metody opredeleniya mikotoksinov: T-2 toksina, zearalenona (F-2) i okhratoksinov A. – Vved. 01.07.1990. – M.: Standartinform, 1999. – 69-78 s. (In Russian).
25. GOST 13496.3-92. Kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya vlagi. – Vved. 01.01.1993. – M.: Standartinform, 2011. – 35-38 s. (In Russian).
26. GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya syroi zoly. – Vved. 01.01.1997. – M.: Standartinform, 2003. – 5 s. (In Russian).
27. GOST 18221-2018. Kombikorma polnoratsionnye dlya sel'skokhozyaistvennoi pishchi. – Vved. 01.07.2019. – M.: Standartinform, 2018 – 15 s. (In Russian).

Информация о финансировании

Данное исследование было профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR21882447) «Разработка системы обеспечения безопасности пищевых продуктов в условиях длительного хранения на основе электрофизических и радиационных методов обработки».

Ф.Х. Смольникова*, С.К. Қасымов, А.М. Байқадамова, Е.С. Абдуллина, А.О. Майжанова

Шәкәрім университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

КОМБИКОРМДАРДЫ САҚТАУ БАРЫСЫНДА МИКОТОКСИНДЕРДІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Қазақстанда импортқа тәуелділікті азайту және отандық құрама жем өндірісін дамытуға бағытталған мемлекеттік бастамалар жүзеге асырылуда. Қазіргі жағдайда жемнің қоректік заттарын барынша сақтап, оның тиімділігін арттыру үшін тиімді консервілеу әдістерін қолдану өте маңызды. Сақтау кезінде жемдік қоспалардың микробиологиялық қауіпсіздігін және уыттылығын бағалау міндетті рәсім болып табылады, себебі спора түзуші бактериялар мен зәң саңырауқұлақтарының жұғуы өнімнің қоректік құндылығы мен сапасының айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Осы зерттеу аясында құсқа арналған құрама жемнің үлгілері сақтаудың бір, төрт және алты айынан кейін талданды. Жемді ұзақ сақтау барысында микроорганизмдер санының артуы олардың спораларының болуымен түсіндіріледі. Қолайлы жағдайларда бұл споралар өсіп, вегетативті жасушалар түзеді, олар белсенді түрде көбейіп, қызметін жалғастырады. Сонымен қатар, қоршаған

ортадан – ауа, шаң және ылғал арқылы әртүрлі микроорганизмдер түзетін споралардың жемге түсу қаупі бар.

Зерттеу барысында қолданылған әдістер жалпы қабылданған стандарттарға сәйкес жүргізілді. Жұмыста тәжірибелік және эксперименттік үлгілер пайдаланылды. Эксперименттік үлгілер әртүрлі қаптама түрлеріне салынып, ИЛУ-10 электронды үдеткішінде өңделді. Қаптама материалы ретінде қағаз қап, мөшек және вакуумдық полиэтилен қаптама қолданылды. Микотоксиндердің құрамын бақылау сақтау кезеңінің барлық сатыларында – 1, 4 және 6 ай ішінде жүргізілді.

Алынған деректерге сәйкес, қағаз қаптарға салынып, ИЛУ-10 құрылғысында өңдеуден өтпеген құрама жемдерде алты айдан кейін микотоксиндер анықталды, сондай-ақ сапа көрсеткіштерінің төмендеуі байқалды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ең жоғары микробиологиялық қорғаныс құрама жемді ауа өткізбейтін полипропилен қаптамада сақтау арқылы қамтамасыз етіледі, бұл алты ай бойы жем сапасын сақтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: микотоксиндер, радиациялық өңдеу, құрама жем, зең, қауіпсіздік.

F.H. Smolnikova*, S.K. Kasymov, A.M. Baykadamova, E.S. Abdullina, A.O. Maizhanova

Shakarim University,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20A

*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

INVESTIGATION OF MYCOTOXIN CONTENT IN COMPOUND FEEDS DURING STORAGE

Kazakhstan is implementing government initiatives aimed at reducing dependence on imports and developing domestic feed production. In modern realities, it is extremely important to use effective methods of feed conservation that guarantee minimal loss of nutrients, as well as optimal profitability and labor organization. Assessment of microbiological safety and toxicity of feed additives during storage is a mandatory procedure, since infection with spore – forming bacteria and mold leads to significant degradation of nutritional value and product quality. As part of this study, poultry feed was analyzed one, four, and six months after the start of storage. The increase in the number of microorganisms in feed during long-term storage is explained by the presence of spores in them. Under suitable conditions, these spores germinate, forming vegetative cells, which then actively multiply and function. In addition, there is a risk of spores formed by various microorganisms entering the product from the environment – air, dust and moisture. The research methods used in the project comply with generally accepted standards. Both experimental and experimental samples were used in the work. After packing the experimental samples in various types of containers, they were processed using an IL-10 electron accelerator. Paper bags, bag bags and vacuum-polyethylene packaging were used as packaging materials. Mycotoxin content was monitored during the entire storage period – 1, 4 and 6 months. The data obtained indicate that after six months of storage, mycotoxins were detected in feed packed in paper bags and not treated with IL-10, as well as a decrease in other quality indicators. Studies have shown that maximum microbiological protection is achieved when stored in an airtight polypropylene container, which ensures the safety of feed for six months.

Key words: mycotoxins, radiation treatment, animal feed, mold, safety.

Сведения об авторах

Фарида Харисовна Смольникова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Пищевые технологии»; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Самат Кайратович Касымов – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Пищевые технологии»; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: samat-kasymov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7384-6996>.

Асемгуль Мадениетовна Байкадамова – PhD кафедры «Пищевые технологии»; Шәкәрім университеті, Республика Казахстан; e-mail: asemgul93@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0062-6997>.

Эльмира Сайлаубаевна Абдуллина – магистр ветеринарных наук, научный сотрудник «Агротехнопарк»; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: elmira.abdullyna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8558-329X>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – специалист «Центра организации научных исследований»; Шәкәрім университеті, Республика Казахстан; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Авторлар туралы мәліметтер

Фарида Харисқызы Смольникова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Самат Кайратұлы Касымов – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: samat-kasymov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7384-6996>.

Асемгуль Мадениетовна Байкадамова – «Тамақ технологиялары» кафедрасының PhD докторы; Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: ase-mgul93@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0062-6997>.

Эльмира Сайлаубайқызы Абдуллина – ветеринария ғылымдарының магистрі, «Агротехнопарк» ғылыми қызметкері; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: elmira.abdullyna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8558-329X>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – техника ғылымдарының магистрі, «Ғылыми зерттеулерді ұйымдастыру орталығының» маманы; Шәкәрім университеті, Қазақстан; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Information about the authors

Farida Smolnikova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Food Technology», Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Samat Kasymov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology; Shakarim University, Kazakhstan; e-mail: samat-kasymov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7384-6996>.

Assemgul Baikadamova – PhD of the Department of Food Technologies; Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: ase-mgul93@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0062-6997>.

Elmira Abdullina – Master of Veterinary Sciences, research scientist at Agrotechnopark; Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: elmira.abdullyna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8558-329X>.

Aigul Maizhanova – master of technical sciences, Specialist of the Center for Scientific Re-search Organization; Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Поступила в редакцию 03.04.2025
Принята к публикации 11.04.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2\(18\)-29](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-2(18)-29)

MPHTI: 65.63.01



А.Ж. Шиналиева*, А.Т. Бердембетова, А.У. Шингисов, И.А. Махатова, Э.Т. Кансеитова
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
160000, Республика Казахстан г. Шымкент, пр. Тауке-хана, 5
*e-mail: ainur_09_09@mail.ru

МОЛОЧНЫЕ СНЕКИ: ИННОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация: *Растущий потребительский спрос на функциональные продукты питания стимулирует разработку молочных снеков с улучшенными биологическими и питательными свойствами. Снеки представляют собой динамично развивающийся сегмент пищевой индустрии, адаптирующийся к меняющимся предпочтениям потребителей. В последние годы молочные продукты стали неотъемлемой частью рынка закусок, особенно среди детей и взрослых, придерживающихся здорового образа жизни. В данном обзоре рассматриваются современные достижения в производстве молочных снеков, включая новые форматы, такие как хрустящий сыр, функциональные молочные напитки и замороженные десерты. Принимая во внимание популярность снеков и стремление потребителей к полноценному, полезному питанию, изменения в структуре ассортимента снековой продукции должны быть направлены на создание снеков высокой пищевой и биологической ценности. Перед нами стоит задача – создать инновационный продукт с известными органолептическими, но измененными биологическими свойствами. На сегодняшний день производят снеки на основе фруктового или кукурузного сырья (чипсы), отвечающие требованиям здорового питания вместе с тем, такой продукции из молочного сырья, на рынке не представлено. В условиях стремительного роста мирового рынка снеков, который, по прогнозам, достигнет 152,2 млрд долларов США к 2030 году, разработка инновационных молочных закусок представляет собой перспективное направление, отвечающее современным требованиям потребителей. Были проведены исследования в виде потребительского опроса в 2023-2024 годах в 22 городах Казахстана. Опрос показал, что наблюдается тенденция роста потребительского*