

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ПОЛЕВОМ СПОСОБЕ ХРАНЕНИЯ

Резюме. Проведены наблюдения за полевым хранением зерна кукурузы в силосах на их сохранность и герметичность. Зерно анализировали на санитарно-микологические показатели с целью выявления токсичного и, соответственно, рисков попадания его в кормовой рацион, что может привести к возникновению заболеваний у животных. Обнаружено нарушение герметичности конструкций силосов, что явилось причиной развития в зерновой массе бактерий *Enterococcus* spp. и *Escherichia coli*, а также микроскопических грибов родов *Aspergillus*, *Mucor* и *Penicillium*.

Ключевые слова: зерно, полевое хранение, силоса, бактериологические и микологические исследования, токсичность, *Enterococcus* spp., *Escherichia coli*.

EVALUATION OF MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF CORN GRAIN DURING FIELD STORAGE

Abstract. Observations were made of field storage of corn grain in silo bins for the possibility of maintaining their tightness. The grain was analyzed for sanitary and mycological indicators in order to identify toxic and, accordingly, the risks of its inclusion in the feed ration, which can lead to the occurrence of diseases in animals. A violation of the tightness of the silo bin structures was detected, which caused the development of *Enterococcus* spp. and *Escherichia coli* bacteria in the grain mass, as well as microscopic fungi of the genera *Aspergillus*, *Mucor* and *Penicillium*.

Key words: grain, field storage, silage runs, bacteriological and mycological studies, toxicity, *Enterococcus* spp., *Escherichia coli*.

ВВЕДЕНИЕ

В структуре питания продуктивных животных растениеводческая продукция занимает важное место, поскольку злаковые и бобовые культуры являются главными источниками растительного белка и углеводов в рационе. Уникальность зерна как кормового продукта заключается в биохимических свойствах, которые позволяют сельхозпроизводителям хранить его длительное время практически без потери питательности.

В настоящее время на территории России широко применяют технологию хранения зерна в установках нестационарного типа — в силосах (полимерные рукава) [5, 7, 12]. В них закладывают в основном сухое зерно, предназначенное для кормовых целей: пшеницу, ячмень и кукурузу [5, 10, 12]. Не продолжительное время в силосах некоторые производители хранят зерно с повышенной влажностью, как обработанное консервантами, так и необработанное ими, основываясь на научных принципах хранения по Никитинскому [8]. Известны результаты количественно-качественной сохранности зерна в силосах в Центральном (Рязанская, Воронежская и Тамбовская области) и Сибирском федеральных округах (Новосибирская область и Алтайский край).

УДК 631.3 664.7

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-4-249

АЛЛА ВЛАДИМИРОВНА НОВИКОВА¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник химикотоксикологического отдела

ORCID ID: 0000-0001-5992-8565

E-mail: navbaa@mail.ru

КСЕНИЯ ВЛАДИМИРОВНА ПОДЛИПСКАЯ¹

ветеринарный врач отдела бактериологии, пищевой микробиологии и питательных сред

E-mail: fgutmvf@fsvps.gov.ru

ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА ВИНОВАТОВА¹,

ветеринарный врач 1 категории отдела бактериологии, пищевой микробиологии и питательных сред

E-mail: fgutmvf@fsvps.gov.ru

КОЖЕВНИКОВА МАРИЯ ВАЛЕРЬЕВНА¹,

младший научный сотрудник отдела бактериологии

ORCID ID: 0000 0001 8750 9173

E-mail: kozhevnikova1992bak@mail.ru

ВАСИЛИЙ ИВАНОВИЧ БЕЛОУСОВ¹,

доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела координации НИР

ORCID ID: 0000 0003 3542 0614

E-mail: vibelousov51@mail.ru

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

111622, Российская Федерация, г. Москва, Оранжерейная улица дом 23, строение 2

Поступила в редакцию: 23.07.2025

Одобрена после рецензирования: 29.07.2025

Принята в публикацию: 06.08.2025

UDC 631.3 664.7

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2025-09-4-249

ALLA VLADIMIROVNA NOVIKOVA¹

Candidate of Agricultural Sciences, Junior research assistant of the Chemical and Toxicological Department

ORCID 0000 0001 5992 8565

E-mail: navbaa@mail.ru

KSENIA VLADIMIROVNA PODLIPSKAYA¹

Veterinary Doctor of the Department of Bacteriology, Food Microbiology and Culture Medium

E-mail: xenia.podlipskaya@gmail.com

ELENA ANATOLEVNA VINOGRADOVA¹

Veterinary Doctor of the Department of Veterinary Doctor of 1st category of the Department of Bacteriology, Food Microbiology and Culture Medium

E-mail: chego-chego@mail.ru

MARIYA VALER'EVNA KOZHEVNIKOVA¹

Veterinary Doctor of the Department of Junior Researcher at the Department of Bacteriology

ORCID ID: 0000 0001 8750 9173

E-mail: kozhevnikova1992bak@mail.ru

¹Federal State Budgetary Institution

«Federal Center for Animal Health Protection» (FSBI «ARRIAH»)

111622, Russian Federation, Moscow, Orangerynaya Street, 23, building 2

Received by editor office: 07.23.2025

Approved in revised: 07.29.2025

Accepted for publication: 08.06.2025



Однако бактериологические исследования растениеводческой продукции после хранения в полевых условиях не проводились [6].

Учитывая ранее установленные проблемы хранения зерна в конструкции силобегов [6, 7], а также доступ кислорода и влаги в межзерновое пространство, можно предположить возможный рост микроскопических грибов и, следовательно, концентрации микотоксинов [9]. Согласно литературным источникам в зерне наиболее часто выявляются грибы и продуцируемые ими микотоксины следующих родов и видов: *Aspergillus* — афлатоксины, охратоксины, патулин; *Penicillium* — охратоксины, патулин; *Trichoderma* — Т-2 токсин, ДОН [1, 2, 4].

В настоящее время микробиологический контроль безопасности кормов — приоритетная задача, отмеченная как Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), так и Всемирной организацией здравоохранения животных (МЭБ), по предотвращению загрязнения через корма пищевых продуктов животного происхождения различными патогенными микроорганизмами, природными токсинами, ксенобиотиками техногенного происхождения и лекарственными средствами для животных [2, 11]. Перечень показателей биобезопасности кормов и кормовых добавок в Российской Федерации включает общую бактериальную обсемененность, энтеропатогенные типы кишечной палочки, бактерии рода *Proteus*, токсинообразующие анаэробы, ботулинический токсин, сальмонеллы, пастереллы [2, 10]. В связи с этим вопрос качественной сохранности кормового зерна имеет важное значение для обеспечения здоровья и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, а также безопасности пищевых продуктов животного происхождения. Поскольку в России кукуруза производится в основном на кормовые цели, исследование микробиологических изменений в процессе хранения в силобегах является актуальной задачей.

Цель работы — оценить влияние полевого хранения зерна кукурузы в силобегах на его качество.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований: конструкция силобегов в период всего хранения; пробы зерна кукурузы от двух партий урожая 2023 и 2024 гг.

Мониторинговые исследования безопасности зерна кукурузы как кормового продукта проводились в течение 2023 и 2024 гг. Экспериментальная часть научных исследований заключалась в лабораторных испытаниях образцов и в наблюдениях за хранением в полевых условиях (в силобегах) на производственной площадке сельскохозяйственного производителя в Моршанском районе Тамбовской области. Контролировали условия хранения каждой партии зерна еженедельно, в течение 16 недель, с оценкой целостности конструкции силобега для выявления возможных повреждений. Лабораторный контроль качества

и безопасности зерна выполнялся согласно следующим нормативным документам: «Правила бактериологического исследования кормов» (утв. ГВУ МСХ СССР 10 июня 1975 г.); «Методика бактериологического исследования кормов на энтерококки» (утв. 21.03.1986), ГОСТ 13496.6-2017 «Комбикорма. Метод выделения микроскопических грибов» (распространяется на кормовое сырье), «Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов» (утв. Минсельхозом СССР 25 февраля 1985 г.). Для бактериологических исследований ежемесячно отбирали пробы зерна. Отбор точечных проб выполняли путем введения зернового пробоотборника в полиэтиленовую конструкцию силобега [3].

Навеску кукурузы помещали на питательную среду Сабуро с целью оценки уровня их наружной и внутренней колонизации микроорганизмами грибной природы. Анализ видового состава микробиоты на чашках Петри проводили на седьмой день инкубации. Видовую принадлежность образующихся на питательной среде колоний микромицетов определяли по морфолого-культуральным показателям и форме органов споруляции (конидиеносцев, конидий, асков, спор и др.) с помощью микроскопирования и сопоставления с Микологическим гербарием. Вычисляли долю каждого выделенного микроорганизма относительно числа зерновок, размещенных на питательной среде; подсчитывали доли проанализированных образцов зерна с колонизацией тем или иным микроорганизмом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время наблюдений, которые проводились с декабря 2023 г. (время закладки зерна на хранение) по март 2024 г. (первый анализ), были зафиксированы места разгерметизации силобегов в результате вредоносной жизнедеятельности грызунов, предположительно мышевидных, в то время как при закладке зерна повреждений конструкции не было выявлено (рис. 1).



Рис. 1. Полевое хранение зерна кукурузы в силобегах, ноябрь 2024 г.

Второй анализ полевых наблюдений осуществлялся с сентября 2024 г. (время закладки зерна на хранение) по декабрь 2024 г. Зерно в течение трех месяцев находилось фактически в условиях анабиоза. В декабре 2024 г. при

визуальном осмотре в 12-ти силобегах из 15-ти были обнаружены повреждения. Они представляли собой небольшие отверстия с неровными краями в местах закрытия полиэтиленовой конструкции при упаковке на хранение (рис. 2). Первые из них появились при температуре ниже 0°C. Не исключается вероятность проникновения грызунов в саму конструкцию силобега и использования его в качестве места дислокации (ведения жизнедеятельности). Отверстия впоследствии были заделаны с применением специального средства.

При бактериологических исследованиях во всех пробах обнаруживались бактерии рода *Enterococcus* spp. и непатогенные *Escherichia coli*. Такая микрофлора предположительно была занесена представителями экосистемы ввиду отсутствия надлежащих условий хранения зерна, а также развилась в результате жизнедеятельности грызунов внутри конструкций. Микологическими исследованиями установлено, что грибковая контаминация появилась на седьмую неделю хранения зерна (урожай 2023 г.) в силобегах и оставалась неизменной до завершения периода хранения. Рост на питательной среде Сабуро грибов рода *Mucor* spp. сопровождался образованием мицелия грязно-белого цвета с черными точками, а рост *Penicillium* spp. — образованием колонии мицелия сине-зеленого цвета.

На рисунке 3 наблюдается обсемененность зерна грибами родов *Mucor* spp. и *Penicillium* spp. На А-1 показана чашка Петри с посевом, где грибы *Penicillium* spp. преобладают непосредственно на зернах кукурузы, рост *Mucor* spp. распространяется по всей площади питательного агара. Дифференциация грибов рода *Penicillium* spp. представлена на А-2.

На рисунке 4 изображены микроскопические грибы рода *Aspergillus* (Б-2) видов *niger* и *clavatus*. Характеристика мицелия: вид *clavatus* — образование серо-зеленого пигмента с голубоватым оттенком, колонии с волнистыми краями (Б-1); вид *niger* — цвет колоний черный. Общая обсемененность зерна кукурузы урожая 2024 г. соста-



Рис. 2. Места повреждений
в конструкции силобега, 2024 г.

вила $8 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Необходимо отметить, что грибковая обсемененность *Aspergillus* spp. в нем не нормируется.

В процессе хранения кукурузы урожая 2024 г. в силобегах прослеживалась динамика роста грибов родов *Mucor* spp., *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp. до $1,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г в период с пятой недели по двенадцатую. С понижением температуры окружающей среды ниже 0°C рост грибов прекратился, оставаясь на границе $8 \cdot 10^4$ КОЕ/г. И хотя норма грибковой обсемененности для зерна не установлена, многие производители комбикормов, осуществляющие свою деятельность по техническим условиям, придерживаются уровня не выше $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Кукуруза — это одна из основных зерновых культур в рационе продуктивных животных, которая входит в состав комбикормов, поэтому микробиологическое и микологическое исследование является неотъемлемым этапом ее санитарной оценки в процессе длительного хранения, поскольку оно сопряжено с рисками ухудшения качества и безопасности. Сравнивая результаты хранения зерна двух урожаев, можно сделать выводы, что грибковая обсемененность образцов 2023 г. не превышала норму, а в образцах 2024 г. ее значения вышли за границу и составили $8 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Литература/Literature

1. Седова, И. Б. Анализ загрязнения продовольственного зерна урожая 2020 года различными микотоксинами в Российской Федерации / И. Б. Седова, Л. П. Захарова, З. А. Чалый, В. А. Тутьян // Иммунопатология, аллергология, инфектология. — 2023. — № 2. — С. 77–85. — DOI 10.14427/jipai.2023.2.77. EDN SPVFFK.
2. Белоусов, В. И. Лабораторный контроль кормов, комбикормов и компонентов для их производства в Российской Федерации / В. И. Белоусов // Матер. юбил. науч. практич. конференции, посвященной 90-летию комбикормовой промышленности 17–20 сентября 2018 года. — Воронеж, 2018. — С. 34–43.
3. Патент на полезную модель № 203908 U1 Российская Федерация, МПК G01N 1/20. Ручной пробоотборник сыпучих материалов: № 2020131172: заявл. 22.09.2020; опубл. 27.04.2021 / Н. А. Лылин, А. В. Новикова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева». EDN ZAXWHB.
4. Максимов, Т. П. Мониторинг распространенности микотоксинов в кормовом сырье РФ в 2023 году / Т. П. Максимов, А. А. Кудряшов // Свиноводство. — 2024 — № 3. — С. 20–22. — DOI 10.37925/0039-713X-2024-3-20-22.
5. Новикова, А. В. Загрязнение растениеводческой продукции на этапе хранения / А. В. Новикова, Е. Г. Шубина // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии: сборник научных трудов. — 2024. — Т. 122. — С. 55–61. — DOI 10.31016/vet.san.2024-122-9.
6. Новикова, А. В. Исследования зерна кукурузы на токсичность после хранения в силобегах / А. В. Новикова // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию учреждения образования «Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины», Витебск, 04–06 ноября 2024 года. — Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2024. — С. 278–283. — EDN EMQWCD.

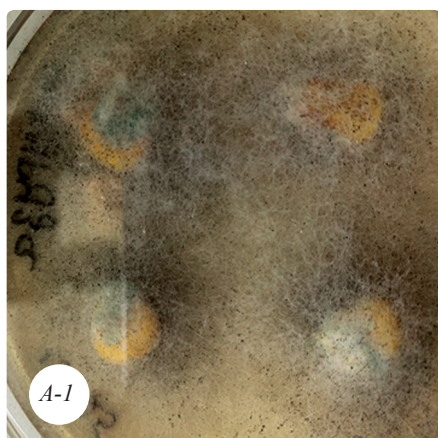


Рис. 3. Рост грибов родов *Penicillium* spp. и *Mucor* spp. на питательной среде и микроскопия мицелия — зерно кукурузы урожая 2023 г.

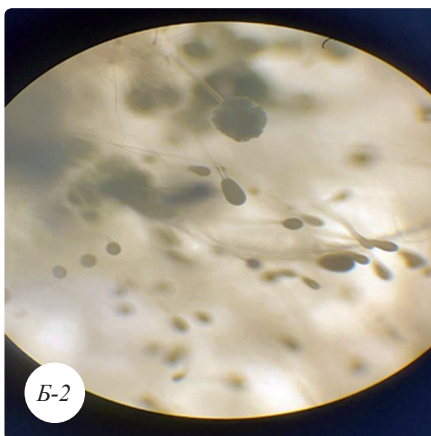
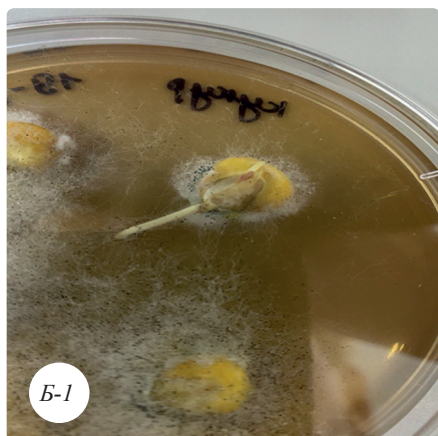


Рис. 4. Рост грибов рода *Aspergillus* spp. на питательной среде и микроскопия мицелия — зерно кукурузы урожая 2024 г.

ВЫВОДЫ

В результате мониторинговых исследований условий полевого хранения зерна кукурузы в полиэтиленовых конструкциях установлено, что влияние внешней среды сказывается на состоянии силосбегов — приводит к нарушению их герметичности. Характер повреждений локальный и несущественный, однако требует оперативного восстановления.

Анализ санитарно-микологических показателей на протяжении всего периода хранения выявил менее активный рост грибов в период понижения температуры окружающей среды до 0°C и ниже. Выше нормы ($8 \cdot 10^4$ КОЕ/г) они были только в партии кукурузы урожая 2024 г. Грибы родов *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. и *Mucor* spp. способны продуцировать микотоксины, наличие которых контролируется на территории Таможенного союза. Пределы допустимых концентраций приведены в ТР ТС 015 «О безопасности зерна». Таким образом, хранение сухого зерна кукурузы при пониженных температурах уменьшает вероятность стремительного роста и размножения микроскопических грибов.

В дальнейшем планируется провести сравнительные исследования в производственных условиях на животных при откорме, где будут использоваться корма, содержащие микроорганизмы и грибы, и корма, соответствующие ветеринарно-санитарным требованиям.



www.arriah.ru

ФГБУ «ВНИИЗЖ» является испытательным и научным учреждением России. Ученые института занимаются разработкой ветеринарных препаратов нового поколения, диагностикумов и методик.

Также проводят научное сопровождение в части организации полевого хранения зерна в силосбехах, направленное на снижение количественно-качественных потерь.

7. Новикова, А. В. Полевое хранение зерна кукурузы в полиэтиленовых конструкциях / А. В. Новикова // Аграрный научный журнал. — 2025. — № 3. — С. 129–135. — DOI 10.28983/asj.y2025i3pp129-135.
8. Оноприенко, Н. А. Приготовление сенажа, кукурузного силоса и консервирование плющеного зерна кукурузы: Рекомендации производству / Н. А. Оноприенко, Н. А. Мандрыкина, В. В. Оноприенко. — Краснодар: Государственное научное учреждение Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН. — 2012. — 36 с. — EDN QBMXNH.
9. Антропова, А. Б. Микотоксины в зерне после длительного хранения / А. Б. Антропова, В. Л. Мокеева, Е. Н. Биланенко [и др.] // Успехи медицинской микологии. — 2019. — Т. 20. — С. 615–619. — EDN MTJGZS.
10. Кремлева, А. А. Оценка распространенности патогенных микроорганизмов в кормах на территории Российской Федерации / А. А. Кремлева, Ю. А. Скоморина, В. И. Белоусов // Научно-инновационное развитие АПК. Цифровая транс-

формация, искусственный интеллект и интеллектуализация производства: сборник статей Всероссийской национальной научно-практической конференции, Екатеринбург, 25–26 ноября 2021 года. — Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. — С. 64–68. — EDN TTGTGI.

11. Кремлева, А. Изучение биологических свойств микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae*, выделенных из кормов / А. Кремлева, В. Белоусов, Г. Нурлыгаянова, С. Базарбаев // Комбикорма. — 2022. — № 2. — С. 73–78. — DOI 10.25741/2413-287X-2022-02-4-167.
12. Титенок, Л. Н. Хранение зерна пшеницы и кормов в полиэтиленовых контейнерах: [практическое руководство] / Л. Н. Титенок, М. И. Ткаченко, В. В. Кулинцев; под ред. Л. Н. Титенка; Гос. научное учреждение «Ставропольский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва» Российской акад. сельскохозяйственных наук. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Ставрополь: Сервисшкола, 2009. — 66 с.: ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-93078-652-1. ■