СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Статья поступила в редакцию: 07.06.2026

Статья принята к публикации: 16.06.2026

Статья опубликована: 28.06.2026

УДК 664.7:576.8

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОФЛОРЫ ЗЁРЕН ПШЕНИЦЫ В ПЕРИОД ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ

Равшанов Сувонқул Сапарович
д-р техн. наук,
Ташкентский химико-технологический институт
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: suvanbex@mail.ru

Джахангирова Гулноза Зинатуллаевна
д-р филос. по техн. наукам,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: djakhangirova77dgz@gmail.com

Мустафаев Ойбек Ширинбоевич
PhD,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: oybek.mustafayev1990@gmail.com

Хомидова Соадат
доц.
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF THE MICROFLORA CHANGES IN STORED WHEAT GRAINS DURING THE POST-HARVEST PERIOD

Ravshanov Suvonqul
Doctor of Technical Sciences
Tashkent Institute of Chemical Technology
Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОФЛОРЫ ЗЁРЕН ПШЕНИЦЫ В ПЕРИОД ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Равшанов С.С. [и др.]. 2026. 6(147). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23027*

Djakhangirova Gulnoza
PhD in Technical Sciences,
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

Mustafayev Oybek
PhD
Tashkent Institute of Chemical Technology
Uzbekistan, Tashkent

Khomidova Soadat
Candidate of Sciences, Associate Professor,
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

Безопасность зернового сырья является одним из ключевых факторов продовольственной безопасности, особенно в условиях тёплого климата. Целью настоящего исследования являлось сравнительное изучение динамики микрофлоры зерна пшеницы урожая 2024 года в период послеуборочного дозревания при различных условиях хранения на предприятии АО «Don Xalq Rizqi» (Бухарская область, Узбекистан). Объектом исследования служили образцы зерна пшеницы массой 200 кг, хранившиеся в трёх вариантах: на открытой площадке предприятия, в открытом складе и в закрытом складе. Микробиологические и микологические анализы проводились в соответствии с требованиями Codex Alimentarius, СанПиН 0366–19 и действующих ГОСТ на базе лаборатории Бухарского медицинского института. Установлено, что условия хранения практически не влияли на количество плесневых грибов (открытая площадка — $(10,3\pm0,4)\times10^3$ КОЕ/г, открытый склад — $(10,1\pm0,3)\times10^3$ КОЕ/г, закрытый склад — $(9,8\pm0,3)\times10^3$ КОЕ/г; различия недостоверны, $P>0,05$), однако показатели дрожжевых грибов и КМАФАнМ достоверно различались. Наибольшая контаминация по КМАФАнМ (5×10^7 КОЕ/г) и дрожжевым грибам (12×10^5 КОЕ/г) выявлена в образцах, хранившихся на открытой площадке, что связано с воздействием производственной пыли. Из зерна были выделены Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Bacillus vallismortis, Enterobacter cloacae и Enterobacter spp. На среде Сабуро идентифицированы грибы Mucor, Aspergillus, Fusarium, Penicillium и Saccharomyces cerevisiae. Все выделенные микроорганизмы обладали типичными биологическими признаками, характерными для соответствующих родов и видов, и были идентифицированы согласно Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology. Идентификация грибов проводилась по морфологическим, культуральным и ферментативным признакам на средах Сабуро и Чапека. Полученные результаты подтверждают, что хранение зерна пшеницы на открытых площадках в условиях тёплого климата Узбекистана способствует повышению уровня микробной контаминации и создаёт риски снижения качества и безопасности зернового сырья. Результаты исследования имеют практическое значение для разработки научно обоснованных режимов хранения зерна на элеваторах и могут быть использованы при совершенствовании санитарно-гигиенических нормативов в зернохранилищах Узбекистана.

Abstract

Grain safety is one of the key factors of food security, particularly under warm climate conditions. The aim of this study was a comparative investigation of the microflora dynamics in wheat grain harvested in 2024 during the post-harvest ripening period under different storage conditions at the Don Xalq Rizqi enterprise (Bukhara region, Uzbekistan). A 200 kg batch of wheat grain was distributed across three storage variants: an open enterprise yard, an open warehouse, and a closed warehouse. Microbiological and mycological analyses were conducted in accordance with Codex Alimentarius, SanPiN 0366–19, and applicable GOST standards at the laboratory of Bukhara Medical Institute. It was established that storage conditions did not significantly affect mold counts ($(10.3\pm0.4)\times10^3$, $(10.1\pm0.3)\times10^3$, and $(9.8\pm0.3)\times10^3$ CFU/g for the open yard, open warehouse, and closed warehouse, respectively; $P>0.05$). However, yeast counts and total mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganism (TMAFAM) levels differed significantly. The highest contamination (TMAFAM: 5×10^7 CFU/g; yeasts: 12×10^5 CFU/g) was recorded in samples stored in the open yard, likely due to exposure to industrial dust. Spore-forming bacteria Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, Bacillus cereus, and Bacillus vallismortis, as well as non-spore-forming Enterobacter cloacae and Enterobacter spp. were isolated from the grain and identified according to Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. On Sabouraud and Czapek media, fungi of the genera Mucor, Aspergillus, Fusarium, and Penicillium, as well as Saccharomyces cerevisiae, were identified by morphological, cultural, and enzymatic characteristics. All isolated microorganisms displayed typical biological traits for their respective genera and species. The findings demonstrate that open-air storage of wheat grain in the warm climate of Uzbekistan significantly increases microbial contamination risks. The results are of practical importance for developing scientifically grounded wheat grain storage regimes at elevators and for improving sanitary standards in grain storage facilities in Uzbekistan.

Ключевые слова: микрофлора зерна пшеницы; дрожжевые и плесневые грибы; открытое и закрытое хранение; КМАФАнМ; контаминация зерна.

Keywords: wheat grain microflora; yeast and mold fungi; open and closed storage; TMAFAM; grain contamination.

Введение

Безопасность пищевых продуктов является важным показателем их качества, а её обеспечение регулируется международными механизмами FAO/WHO Codex Alimentarius и ISO. В Узбекистане особое значение имеет анализ и управление рисками, связанными с потреблением пищевых продуктов, включая зерновое сырьё [1]. Зерновые продукты составляют основу рациона населения и являются источником белков, углеводов, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов [2–4]. Однако при нарушении условий хранения зерно подвергается микробиологической контаминации, что снижает его качество и безопасность. На поверхность зерна микроорганизмы попадают во время уборки, транспортировки и хранения. В зерновой массе могут встречаться Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, спорообразующие бактерии, микрококки, плесневые и дрожжевые грибы [5, 9].

При повышении влажности и нарушении режима хранения усиливается развитие микроорганизмов, что вызывает самосогревание, неприятный запах, ослизнение зерна и развитие плесени. Потери зерна при хранении могут достигать 10–15 %, а при отсутствии научно обоснованных технологических режимов — до 30 % урожая [5, 7, 8]. Особенно опасны повреждённые зёрна, где количество спорообразующих микроорганизмов может достигать 1×10^6–1×10^7 КОЕ/г [17, 18]. Наиболее вредными считаются плесневые грибы родов Aspergillus и Penicillium [3]. Таким образом, развитие микроорганизмов при хранении отрицательно влияет на безопасность и технологические свойства зерна. Целью исследования являлось сравнительное изучение влияния условий послеуборочного хранения на микробиоту и микробиологическую безопасность зерна пшеницы.

Материалы и методы

Исследования проводились в лаборатории микробиологии, вирусологии и иммунологии Бухарского медицинского института и бактериологической лаборатории Бухарского областного центра санитарно-эпидемиологического благополучия. Анализы выполнялись согласно требованиям Codex Alimentarius, СанПиН 0366 – 19 и соответствующих ГОСТ [3–6]. Объектом исследования служили 200 кг зерна пшеницы урожая 2024 года, поступившего на предприятие АО «Don Xalq Rizqi» в августе 2024 года непосредственно после уборки урожая. До закладки на хранение была отобрана исходная проба (0-й день) для определения начального уровня микробной контаминации. Исходные микробиологические показатели зерна до начала хранения составили: КМАФАнМ — $1{,}2\times10^7$ КОЕ/г, дрожжевые грибы — $4{,}0\times10^5$ КОЕ/г, плесневые грибы — $8{,}5\times10^3$ КОЕ/г. Образцы хранились в открытых и закрытых условиях, а также на открытой площадке предприятия. Продолжительность хранения составила 90 дней; пробы отбирали трижды — на 0-й (исходное состояние), 30-й и 90-й день эксперимента. Пробы отбирали в стерильные контейнеры и направляли на микробиологические и микологические исследования.

Для анализа готовили первичные суспензии и десятикратные разведения: 10 г зерна помещали в 90 мл пептонно-солевого раствора, перемешивали, выдерживали 10 минут, затем интенсивно встряхивали в течение одной минуты. Микрофлору зерна пшеницы изучали традиционными микробиологическими и микологическими методами [5, 8]. Идентификацию микроорганизмов проводили по Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology [1997]. Для исследований использовали питательные среды «HiMedia» (Индия): мясо-пептонный агар, среды Сабуро и Чапека. В ходе работы соблюдались требования биологической безопасности. Статистическую обработку данных выполняли методами вариационной статистики с использованием Microsoft Excel 2019, «MATSTAT» и «SPSS 26.0».

Результаты и обсуждение

Анализ показал, что условия хранения практически не влияли на количество плесневых грибов: во всех образцах их уровень составлял 10×10^3 КОЕ/г. Достоверных различий между вариантами хранения не выявлено ($P>0{,}05$). Данные по дрожжевым грибам и КМАФАнМ различались в зависимости от условий хранения. В закрытом складе их количество составило 9×10^5 и $3{,}8\times10^7$ КОЕ/г, что ниже показателей образцов, хранившихся на открытой площадке предприятия (12×10^5 и 5×10^7 КОЕ/г) и в открытом складе (12×10^5 и 4×10^7 КОЕ/г).

Таблица 1. Микробиологические показатели образцов зерна пшеницы

Условия хранения образцов зерна пшеницы	КМАФАнМ, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г	Плесневые грибы, КОЕ/г
Открытая площадка предприятия	5×10^7	12×10^5	$(10.3\pm0.4)\times10^3$
Открытый склад	4×10^7	12×10^5	$(10.1\pm0.3)\times10^3$
Закрытый склад	$3{,}8\times10^7$	9×10^5	$(9.8\pm0.3)\times10^3$

Максимальная обсеменённость КМАФАнМ выявлена в зерне, хранившемся на открытой площадке предприятия, что может быть связано с воздействием пыли, образующейся при переработке зерна. Условия хранения практически не влияли на количество плесневых грибов, достоверных различий между вариантами не выявлено.

В ходе исследования установлено, что в анализируемых образцах зерна пшеницы встречались различные роды и виды микроорганизмов. Количество и видовой состав микроорганизмов зависели от условий хранения зерна пшеницы. Среди спорообразующих бактерий выявлены Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, Bacillus cereus и Bacillus vallismortis, а среди неспорообразующих — Enterobacter cloacae и Enterobacter spp. Все выделенные микроорганизмы обладали типичными биологическими признаками, характерными для соответствующих родов и видов.

В результате микологических исследований на среде Сабуро были выделены грибы родов Mucor, Aspergillus, Fusarium и Penicillium. Выделенные грибы идентифицировали по морфологическим, культуральным, ферментативным и другим биологическим признакам, характерным для соответствующих родов и видов. При посеве на среду Чапека были получены аналогичные колонии грибов с типичными морфологическими признаками. Дрожжевой гриб Saccharomyces cerevisiae, выращенный на среде Сабуро, также проявлял все типичные биологические признаки для данного вида.

Заключение

Условия хранения зерна пшеницы практически не влияли на количество плесневых грибов: средние значения составили $(10{,}3\pm0{,}4)\times10^3$, $(10{,}1\pm0{,}3)\times10^3$ и $(9{,}8\pm0{,}3)\times10^3$ КОЕ/г соответственно для открытой площадки, открытого и закрытого склада; достоверных различий не выявлено ($P>0{,}05$). Однако более высокий уровень контаминации дрожжевыми грибами и КМАФАнМ отмечался в образцах, хранившихся на открытой площадке предприятия и в открытом складе. Максимальная обсеменённость КМАФАнМ выявлена в зерне с открытой площадки, что связано с воздействием пыли при переработке зерна.

В исследованных образцах были обнаружены спорообразующие бактерии Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Bacillus vallismortis, а также неспорообразующие Enterobacter cloacae и Enterobacter spp. На средах Сабуро и Чапека выделены грибы родов Mucor, Aspergillus, Fusarium, Penicillium и Saccharomyces cerevisiae. Все микроорганизмы проявляли типичные признаки, характерные для своих родов и видов. В условиях тёплого климата хранение зерна пшеницы на открытых площадках и в открытых складах способствует повышению микробной контаминации в период послеуборочного дозревания. Полученные данные важны для разработки рациональных режимов хранения зерна на элеваторах.

Список литературы:

1. Nuraliev N.A. Fundamentals of assessing the effects of genetically modified products on the body and medical-biological safety. Monograph. Bukhara, Durdona Publishing House, 2024. 216 p.
2. Codex Alimentarius Commission Procedural Manual, 21st Edition. Rome, 2013. 237 p.
3. Acquisgrana M.D.R. et al. Impact of moisture and grinding on yield, physical, chemical, and thermal properties of whole-grain flour obtained from hydrothermally treated sorghum grains. Int.J. Food Sci. Technol., 2020, N 55, P.2901 – 2909.
4. Grudanov V.Ya., Pashkova E.S., Rasolko L.A. Fundamentals of rational nutrition: a study guide. Minsk, BGATU, 2016. 256 p.
5. Warechowska M. et al. Effect of tempering moisture of wheat on grinding energy, middlings, and flour size distribution, and gluten and dough mixing properties.J. Cereal Sci., 2016, N 69, P.306 – 312.
6. Aryngazin K.Sh., Iztaev A.I., Jaykurazov B.O. Scientific and practical foundations of technological design of grain elevators with CAD elements: monograph. Almaty, Evero, 2015. 176 p.
7. Artykliyev E., Bayramov A., Garadzhayev Sh. Changes in the chemical composition of grain during ripening. Innovative Science, 2023, No 12 – 2, P.77 – 79.
8. Ravshanov S., Pardayev Z., and Ergashev A. Effect of storage of wheat grains in open warehouses during post-harvest ripening on physico-chemical parameters. Chemistry and Chemical Engineering, 2024, Vol. 2023, No. 1, Article 11. DOI: 10.34920/cce2023111.