

Экология / Ecology

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/2658-6649-2026-18-2-1406](https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-2-1406)EDN: [KZDLGO](https://www.edn.ru/KZDLGO)

УДК 636.083(075.8)



Оценка способов нейтрализации запахов животноводческих комплексов

Н.А. Зырянова, С.А. Пашаян, О.А. Столбова,
К.А. Сидорова, А.Б. Саткеева, О.А. Драгич

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
Тюмень, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. Проблема загрязнения окружающей среды запахами многогранна и актуальна для большинства регионов Российской Федерации. Это связано с постоянным развитием крупных предприятий, прежде всего в агропромышленном комплексе. Устранение неприятных запахов в животноводческих помещениях, на сегодня является одной из актуальных проблем, с точки зрения качества воздуха в условиях интенсивного животноводства. Снижение дискомфорта, вызываемого неприятными запахами, имеет важное значение для устойчивого животноводства. В этом исследовании критически рассматриваются современные методы снижения неприятных запахов в животноводческих помещениях. Анализируются научные достижения последнего десятилетия и выявляются потребности в исследованиях.

Цель исследования. Оценка способов нейтрализации запахов животноводческих помещений.

Научная новизна. Впервые на территории юга Тюменской области проведен сравнительный анализ использования биологических добавок в подстилке животных для снижения запахов.

Материалы и методы. Исследование было проведено на кафедрах морфологии, физиологии и общей патологии, а также незаразных болезней сельскохозяйственных животных и в условиях учебно-опытного хозяйства университета, в 2024-2025 годах, при применении лабораторных (3 группы по 15 мышей) и производственных экспериментов (3 группы по 5 коров черно-пестрой голштинизированной породы). Применяемые препараты (28 дней) с подстилкой: 1-й группе мышей – Biofermo, продукт (наша разработка); 2-й группе мышей - Bioforce; 3-й группе (контрольной) мышей – только подстилка (опил). Условия содержания мышей по ГОСТ 33215-

2014 «Методические указания по уходу и содержанию лабораторных животных». Анализируемые показатели микроклимата: относительная влажность, температура воздуха, содержание углекислого газа и аммиака. Применяемые препараты: 1 группе коров – Biofermo, 2-я группе коров – Bioforce; 3-й группе (контрольной) коров – только подстилка. Определение уровня загрязнения атмосферного воздуха в животноводческом помещении проводилось в соответствии с общепринятыми методиками проведения работ на животноводческих объектах «Гигиена сельскохозяйственных животных и птиц» (2024). Экспериментальные животные были все здоровы.

Результаты. В последние годы было изучено множество стратегий предотвращения неприятных запахов и борьбы с ними. Можно добиться лишь частичного устранения неприятных запахов, уменьшить образование неприятного запаха, использовать методы сквозной очистки и улучшить рассеивание. Образование неприятного запаха можно уменьшить с помощью диетических манипуляций, добавок, низкоэмиссионного животноводства и систем удаления навоза. Результаты наших исследований показали, что при добавлении добавки Biofermo в подстилку первой группы лабораторных мышей температура воздуха в клетке была на 0,47% выше, чем в клетке контрольной группы, в клетке второй группы мышей, которым в подстилку добавляли Bioforce, на 1,8% выше, чем в контрольной группе мышей (21,2°C). Относительная влажность воздуха в клетке первой группы была в среднем на 6,6% ниже, в то время как в клетке второй группы она была на 3,8% ниже по сравнению с контрольной группой (50,1%). Аммиак не был обнаружен в воздухе первой и второй групп мышей, но в контрольной группе он был обнаружен на уровне 0,9 ppm. Углекислый газ в первой группе мышей был ниже на 0,099%, во второй группе ниже на 0,063%, к таковым данным контрольной группы. Полученные данные отражают эффективность применения добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей 1 экспериментальной группы

Производственные эксперименты в животноводческом комплексе образовательного учреждения показали, что средняя температура в первой группе была на 1,3% выше, чем во второй, что на 4,8% выше, чем в контрольной группе (22,7°C). Относительная влажность воздуха в указанных помещениях была в разных пределах, так, в первой группе на 6,0% ниже, во второй группе на 2,2% ниже, по сравнению с контрольной группой (65,7%). Концентрация углекислого газа в воздухе, соответственно, в первой группе на 10,2% ниже, во второй на 5,3% по сравнению с контролем (0,0781%). Количество аммиака в воздухе в местах нахождения подопытных животных в первой группе было на 66,6% ниже, чем в контрольной, и на 47,6% ниже во второй группе.

Заключение. Санитарно-гигиенические проблемы, связанные с содержанием животных, можно уменьшить, обработав подстилку препаратами, содержащи-

ми микроорганизмы, разлагающие отходы. Можно отметить, что при добавлении Biofermo в подстилку для животных в животноводческих помещениях уровень аммиака в воздухе снижается на 66,6%, а при добавлении Bioforce - на 47,6%. Этот результат еще раз доказывает эффективность этих добавок в снижении агрессивности окружающей среды, включая уровень загазованности и относительную влажность, в помещениях, где содержатся животные.

Ключевые слова: животноводческие помещения; загрязнение атмосферного воздуха; источники загрязнения; биологически активные добавки; контроль запахов; мероприятия

Для цитирования. Зырянова, Н. А., Пашаян, С. А., Столбова, О. А., Сидорова, К. А., Саткеева, А. Б., & Драгич, О. А. (2026). Оценка способов нейтрализации запахов животноводческих комплексов. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(2), 103–133. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-2-1406>

Methods of neutralization of atmospheric air odors by animal waste substances

N.A. Zyryanova, S.A. Pashayan, O.A. Stolbova,
K.A. Sidorova, A.B. Satkeeva, O.A. Dragich

*State Agrarian University of the Northern Trans-Urals,
Tyumen, Russian Federation*

Abstract

Background. The problem of environmental pollution by odors is multifaceted and relevant for most regions of the Russian Federation. This is due to the constant development of large enterprises, primarily in the agro-industrial complex. The elimination of unpleasant odors in livestock facilities is currently one of the most pressing problems in terms of air quality in conditions of intensive animal husbandry. Reducing the discomfort caused by unpleasant odors is essential for sustainable animal husbandry. This study critically examines modern methods of reducing unpleasant odors in livestock facilities. The scientific achievements of the last decade are analyzed and the research needs are identified.

Purpose. Evaluation of ways to neutralize odors in livestock premises.

Scientific novelty. For the first time in the south of the Tyumen region, a comparative analysis of the use of biological additives in animal litter to reduce odors has been conducted.

Materials and methods. The study was conducted at the Departments of Morphology, Physiology and General Pathology, as well as non-communicable diseases of farm animals and in the conditions of the university's experimental farm in 2024-2025, using

laboratory and industrial experiments. Laboratory experiments were conducted on 45 laboratory white mice of the same age and weight. The animals were monitored before the experiments. They were physiologically healthy and were in the same conditions of detention. Three groups of 15 mice were formed. The following were added to the litter (sawdust): group 1 of mice – Biofermo, a product that we developed for animals; group 2 of mice - Bioforce; group 3 (control) of mice - we did not add any products to the litter. The bedding for animals of all groups was changed every 7 days. The duration was 28 days. The conditions of keeping mice corresponded to GOST 33215-2014 “Guidelines for the care and maintenance of laboratory animals”. During the work in the cells, relative humidity, air temperature, carbon dioxide and ammonia levels were measured daily. The results were recorded. In the production conditions of the experimental farm, the work was carried out in the livestock building. Before starting the experiment, 15 cows were selected and divided into three groups of 5 cows each. The animals were kept in the same conditions and were physiologically healthy. The following was added to the litter (sawdust): group 1 of cows – Biofermo preparation, group 2 of cows – Bioforce preparation; group 3 of cows - the drug was not added to the litter. The measurements were carried out in three zones: lying; standing; working. The determination of the level of atmospheric air pollution at the livestock facility was carried out in accordance with the generally accepted methods of work at livestock facilities “Hygiene of farm animals and birds” (2024).

Results. In recent years, many strategies have been explored to prevent and control unpleasant odors. It is possible to achieve only partial elimination of unpleasant odors, reduce the formation of unpleasant odors, use end-to-end cleaning methods and improve dispersion. The formation of an unpleasant odor can be reduced through dietary manipulation, additives, low-emission animal husbandry and manure removal systems. The results of our research showed that when Biofermo was added to the litter of the first group of laboratory mice, the air temperature in the cage was 0.47% higher than in the control group, and in the cage of the second group of mice, which received Bioforce, 1.8% higher than in the control group (21.2°C). The relative humidity in the cage of the first group was on average 6.6% lower, while in the cage of the second group it was 3.8% lower compared to the control group (50.1%). Ammonia was not detected in the air of the first and second groups of mice, but in the control group it was detected at 0.9 ppm. Carbon dioxide in the first group of mice was lower by 0.099%, in the second group it was lower by 0.063%, compared to those in the control group. The data obtained reflect the effectiveness of using the Biofermo additive in the litter of laboratory mice of the 1st experimental group

Production experiments in the livestock complex of the educational institution showed that the average temperature in the first group was 1.3% higher than in the second, which is 4.8% higher than in the control group (22.7°C). The relative humidity in

these rooms was within different limits, so in the first group it was 6.0% lower, in the second group it was 2.2% lower, compared with the control group (65.7%). The concentration of carbon dioxide in the air, respectively, in the first group is 10.2% lower, in the second by 5.3% compared with the control (0.0781%). The amount of ammonia in the air at the locations of the experimental animals in the first group was 66.6% lower than in the control group, and 47.6% lower in the second group.

Conclusion. Sanitary and hygienic problems associated with animal husbandry can be reduced by treating the litter with preparations containing microorganisms that decompose waste. It can be noted that when Biofermo is added to animal litter in livestock buildings, the level of ammonia in the air decreases by 66.6%, and when Bioforce is added, it decreases by 47.6%. This result once again proves the effectiveness of these additives in reducing environmental aggressiveness, including the level of gas pollution and relative humidity, in rooms where animals are kept.

Keywords: livestock facilities; atmospheric air pollution; pollution sources; biologically active additives; odor control; measures

For citation. Zyryanova, N. A., Pashayan, S. A., Stolbova, O. A., Sidorova, K. A., Satkeeva, A. B., & Dragich, O. A. (2026). Methods of neutralization of atmospheric air odors by animal waste substances. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(2), 103–133. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-2-1406>

Введение

В научной статье рассматривается актуальная проблема негативного воздействия запахов от предприятий агропромышленного комплекса на окружающую среду, анализируются источники и последствия этого явления. Контроль запахового загрязнения воздуха является сложной задачей. Это связано с субъективностью восприятия запахов, сложностью химического состава, локальностью проблемы, многообразием источников загрязнения. Запахи могут меняться в зависимости от множества факторов, включая температуру, влажность, атмосферное давление и скорость ветра. Запиховое загрязнение способно нарушать нормальную жизнедеятельность людей, вызывать головную боль, бессонницу, тошноту, заболевания сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и печени. Разработка и внедрение эффективных систем контроля и защиты атмосферного воздуха от запахового загрязнения является актуальным на территории Российской Федерации. Подобные вопросы находятся в разработке до настоящего времени. Разработка четких нормативов позволит предприятиям соблюдать современные тренды экологической повестки (экоответственность бизнеса, безопасная и экономически выгодная утилизация отходов). Описаны регионы – лиде-

ры в области запахового загрязнения. Проанализирован заграничный опыт регулирования и нормирования запахового загрязнения, технологические и организационно - правовые решения по снижению и нормированию запахового загрязнения на население. По результатам исследования в статье предложены рекомендации для достижения максимальной экологичности и эффективности деятельности предприятий агропромышленного комплекса Российской Федерации. Авторский взгляд будет интересен специалистам в области экологии и сельского хозяйства. Данная проблема изучена мало и требует дальнейшего изучения.

Проблема запаховых загрязнений многогранна и актуальна для большей части регионов РФ. Это связано с полноценным развитием крупных предприятий, преимущественно агропромышленного комплекса, в частности занятых в сфере птицеводства и животноводства в целом. Запахи, возникающие в животноводческих помещениях, представляют собой одну из самых актуальных проблем качества воздуха в условиях интенсивного животноводства. Снижение случаев дискомфорта, связанных с воздействием запахов, является необходимым для устойчивого производства животноводческой продукции. В данном исследовании критически рассматриваются современные методы снижения запахов в животноводческих помещениях. Анализируются научные достижения за последнее десятилетие, а также определяются потребности в исследованиях. Сначала рассматривается и изучается сложная природа запахов от животных. Затем анализируются наиболее актуальные стратегии контроля запахов с точки зрения текущих знаний и будущих потребностей [1; 15].

Для возможности снижения запахов в животноводческих помещениях рассматриваются следующие мероприятия, включающие в себя стратегии с соблюдением диеты для животных, добавки к навозу, проектирование зданий, фильтрацию воздуха, покрытия для навоза, системы обработки навоза и защитные полосы от возможных порывов ветра и снежных заносов. Наконец, определяются будущие потребности в исследованиях и приоритеты при разработке и апробации снижения запахов. Несмотря на определенные достижения, существуют различного рода проблемы для ученых, производителей и регуляторов, в основном связанные с полевыми оценками запахов. Поэтому для эффективного контроля запахов от животноводческих помещений потребуется использование стандартизированных методов полевой оценки. Также анализ ошибок измерений и моделей может быть полезным для лучшего понимания ограничений текущих методов, и кроме того, для определения приоритетов в исследованиях. Об-

разование запаха является одной из наиболее важных проблем качества воздуха в закрытых животноводческих хозяйствах. Хотя регулярное воздействие запаха традиционно считалось только проблемой неудобства, однако в настоящий период времени установлено, что происходит ухудшение здоровья через прямое раздражение рецепторов или психопатологические механизмы. По этой причине в последние годы активизировалось проведение исследований по оценке и контролю запахов, выделяемых из животноводческих помещений. Кроме того, развивается тенденция к установлению более строгих правил для улучшения качества воздуха в прилегающих к животноводческим помещениям территориях [7; 16; 23].

Неприятные запахи представляют собой особую проблему сложной природы по сравнению с другими вопросами качества воздуха. Оценка запахов обусловлена субъективным характером неприятностей и внутренней изменчивостью процессов выделения и рассеивания запахов. Борьба с запахом от животноводческих ферм усиливается, поскольку возрастает число крупных животноводческих хозяйств, в особенности свиноводческих, где увеличена концентрация животных на небольших территориях. Многие крупные хозяйства хранят навоз в течение длительного времени в анаэробных условиях в открытых навозохранилищах или лагунах. Шлейф запаха, движущийся от таких хозяйств, обладает способностью оставаться примерно той же ширины, как его источник, и рассеиваться вверх.

Таким образом, сочетание крупных источников запаха и способностью его распространения по ветру увеличивает вероятность того, что запахи могут повлиять на жилые здания, помещения и другие объекты. Поверхностное внесение навоза может привести к очень широкому шлейфу запаха. Жидкий навоз имеет более высокую концентрацию пахучих соединений, сухой же навоз выделяет меньше запахов [3; 6].

Усиление запаха чаще всего происходит при высокой влажности, неподвижности воздуха, а также при наличии ветра, переносящего запахи в сторону населенных пунктов. При неподвижности воздуха, запахи способны стекать по склонам так же, как вода. Поверхностное внесение относительно свежего навоза или навозной жижи в почву, способно распространять сильный запах. На запахи, исходящие от откормочных площадок, навозохранилищ и маломерных лагун, могут поступать жалобы от людей, живущих поблизости от животноводческих ферм. По этой причине выбор места и контроль большой площади земли вокруг крупных животноводческих хозяйств для минимизации непосредственной близости соседей с подветренной стороны имеют первостепенное значение. Непри-

ятный запах в большей степени распространяется чаще от свиноводческих хозяйств и реже от птицеводческих.

На ранних стадиях планирования таких объектов, специалисты должны проверить соблюдение правил на предмет требуемых расстояний размещения для животноводческих предприятий различных размеров. В «Требованиях к генеральному плану и территории животноводческих предприятий» говорится, что санитарные разрывы от закрытых навозохранилищ до населенных пунктов следует принимать не менее половины расстояния от открытых навозохранилищ [2; 4].

Многие неприятные запахи, получаемые от деятельности промышленного животноводства, являются результатом летучих соединений, образующихся при разложении навоза, мочи и подстилки. В таких условиях, по данным ряда исследований, было выявлено более 200 (двухсот) соединений. Однако, есть существенные преграды по контролю данных запахов, в связи с широким спектром пахучих соединений.

Самыми встречаемыми элементами пахучих соединений от навоза и сточных вод, является сера (сероводород и меркаптаны), азот (аммиак и амины), фенолы, спирты и летучие органические кислоты. Контроль и соблюдение нормативных данных по содержанию аммиака не простая задача для птицеводов и молочных хозяйств, также и по содержанию концентрации сероводорода, например, для производителей свинины.

Результаты исследователей показывают, что перенос запахов также связан с частицами пыли или аэрозолями, поэтому оценка выбросов пыли или аэрозолей способствует контролю запахов [7; 17; 21].

Большинство из пахучих соединений являются результатом биологических реакций, происходящих в основном в анаэробной среде: аммиак (NH_3) (17,0306 г/моль) легче воздуха (29 г/моль), образуется в результате анаэробной и аэробной активности, вызывает раздражение глаз и носа, при высоких концентрациях может привести к удушью.

Сероводород (H_2S), имеет запах тухлых яиц, тяжелее воздуха (34,082 г/моль), низкий порог запаха, растворим в воде, оказывая токсическое влияние, вызывает головную боль, головокружение, тошноту, потерю сознания, даже смерть. Метан (CH_4) без запаха, легче воздуха (16,04 г/моль), продукт анаэробной деятельности, вызывает головную боль, удушье, взрывоопасно в 5-15-процентной смеси с воздухом.

Углекислый газ (CO_2), не имеет запаха, тяжелее воздуха (44,009 г/моль), вызывает сонливость, головную боль, может быть причиной удушья.

Летучие органические кислоты имеют высокий потенциал запаха в анаэробных условиях и низкий потенциал запаха в аэробных условиях.

Фенольные соединения имеют сильный запах, у крезоло порог запаха ниже, чем у сероводорода, он присутствует у сырого навоза, а его концентрации увеличиваются в анаэробных условиях [5; 10; 22].

Многие пахучие соединения (рис. 1), обычно встречающиеся в свежем навозе, становятся более концентрированными в процессе анаэробного разложения.

Повышенная концентрация пахучих соединений в складированном навозе подтверждает то, что более неприятные запахи связаны с хранящимся навозом, а не с навозом, который разбрасывается ежедневно [8; 9].

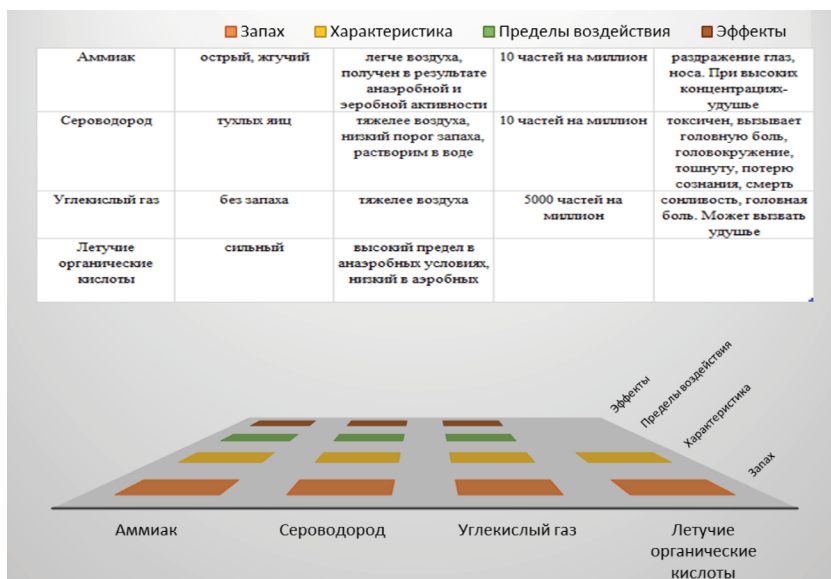


Рис. 1. Характеристика пахучих соединений
Fig. 1. Characteristics of aromatic compounds

Перемешивание жидкого навоза в хранилищах во время перекачивания рекомендуется для предотвращения накопления твердых веществ и повышения ценности питательных веществ, вносимых в землю. Однако перемешивание ям под зданиями, занятыми животными или людьми, может быть опасным из-за выделения газов, которые либо токсичны, либо способны вытеснять кислород в помещениях.

Наибольшую опасность представляют сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4). Сероводород является наибо-

лее токсичным из этих газов. Как и углекислый газ, он тяжелее воздуха и может вытеснять кислород в помещении. Метан взрывоопасен в смесях от 5 до 15 процентов. Чтобы предотвратить отравления газами, во время перемешивания ям в здании не должны находиться люди и животные [3; 15].

Из-за риска воздействия вредных газов, нужно избегать попадания в навозную яму. Углекислый газ и сероводород имеют тенденцию скапливаться над жидкостью в яме и могут ее заполнить.

Таким образом, измерение уровня запахов, разработка моделей их распространения и оценка стратегий их снижения были традиционно сложными задачами для фермеров и исследователей. До сих пор было проведено достаточно исследований в отношении измерений запахов и применения моделей распространения запахов и их распространения [3; 19].

Кроме того, было охарактеризовано и рекомендовано большое количество методов снижения запахов. Однако имеющиеся знания все еще ограничены для окончательного решения проблем устранения запахов в животноводческих помещениях.

Следовательно, исследования по оценке способов устранения запахов в животноводческих помещениях и окружающей среде являются актуальными.

Цель исследования – оценка способов нейтрализации запахов животноводческих помещений.

Научная новизна. Впервые на территории юга Тюменской области проведен сравнительный анализ использования биологических добавок в подстилке животных для снижения запахов.

Материалы и методы

Работа была выполнена на кафедрах морфологии, физиологии и общей патологии, незаразных болезней сельскохозяйственных животных и в условиях учебного опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» в 2024-2025 гг.

Исследования состояли из лабораторных и производственных опытов. Лабораторные эксперименты проводились на 45 лабораторных беспородных белых мышах одинакового возраста и веса. До начала работы животных наблюдали и проводили диагностический осмотр. После того как убедились, что мыши здоровы и находятся в одинаковом состоянии, их сгруппировали на три группы по 15 животных, и размещали в трех отдельных одинаковых клетках. Применили следующие добавки в подстилку (опил): 1 группа мышей – препарат, культивированный нами Biofermo, для животных; 2 группа мышей – препарат Bioforce; 3 группа мышей – в

подстилку препараты не добавляли, эта была контрольной группа. У всех групп животных подстилку меняли через 7 дней. Эксперименты повторяли 4-хкратно.

Продолжительность работы составляла 28 дней. Животных всех групп поили водой и кормили обычным кормом для лабораторных мышей. Условия содержания мышей соответствовали ГОСТ 33215-2014 «Методические указания по содержанию и уходу за лабораторными животными». В ходе проведенной работы в клетках ежедневно определяли относительную влажность, температуру воздуха, уровень углекислого газа и аммиака, полученные результаты записывали. Для определения температуры, относительной влажности, аммиака и углекислого газа в воздухе животноводческих помещений применяли газоанализаторы.

В производственных условиях учебного хозяйства работу проводили в животноводческом помещении, где до начала эксперимента были отобраны 15 коров, которые были разделены на три группы, по 5 коров в каждой.

Животные находились в одинаковых условиях содержания, были физиологически здоровы. Применили следующие добавки в подстилку (рис. 2):

1 группа коров – в подстилку (опил) добавляли культивированный нами препарат – Biofermo (рис. 2а);

2 группа коров – в подстилку (опил) добавляли препарат – Bioforce (рис. 2б);

3 группа коров – контрольная, в подстилку (опил) препараты не добавляли, (рис. 2в).



Рис. 2. Исследуемые добавки, применяемые в подстилку:
(а) - культивированная добавка Biofermo, (б) - Bioforce, (в) - опил

Fig. 2. Test additives used in bedding: (a) Biofermo cultured additive, (b) Bioforce, (c) sawdust

Замеры в животноводческом помещении проводили в трех зонах нахождения животных: лежания; стояния; рабочей.

Работы по определению уровня загрязнённости атмосферного воздуха в животноводческом помещении выполнили, согласно общепринятым методам работ в животноводческих помещениях «Гигиена сельскохозяйственных животных и птиц» (2024) [14].

Для определения концентрации газов в воздухе животноводческого помещения, где находились экспериментальные животные, использовали приборы (рис. 3): для определения аммиака-газоанализатор «Мегеон» 08085 (рис. 3а), углекислого газа – «Мегеон» 08082 (рис. 3б). Температуру и относительную влажность определяли с помощью прибора Термогигрометр «Мегеон» 20062 (рис. 3в).

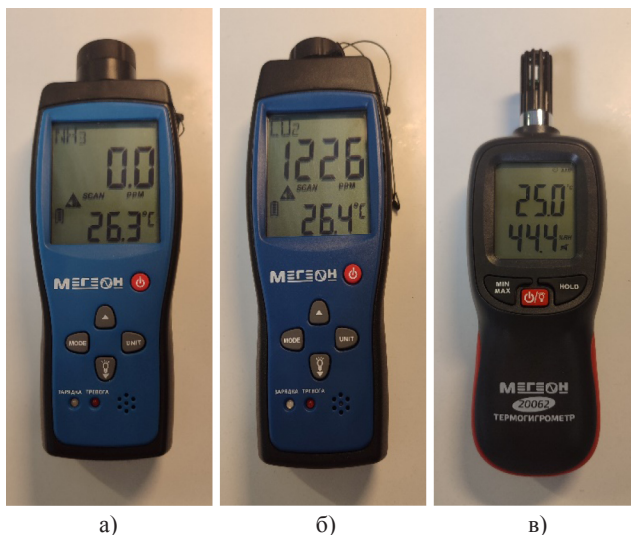


Рис. 3. Приборы для измерения показателей микроклимата: газоанализатор для определения аммиака (а), газоанализатор для определения углекислого газа (б), термогигрометр (в)

Fig. 3. Instruments for measuring microclimate parameters: gas analyzer for measuring ammonia (a), gas analyzer for measuring carbon dioxide (b), thermohygrometer (c)

Результаты исследования

В последние годы было рассмотрено и предложено множество стратегий предотвращения и контроля запахов, однако для каждой стратегии контроля запахов необходимо учитывать затраты и желаемый уровень смягчения, а также применимость к общему управлению фермой. Кроме того, следует признать, что можно добиться лишь частичного снижения запахов. Суще-

ствует три основных способа минимизации распространения запахов от животноводческих помещений: снижение образования запахов, использование эффективных методов очистки в конце трубы и улучшение рассеивания.

Образование запахов можно уменьшить с помощью диетической манипуляции, добавок, содержания скота с низким уровнем выбросов и систем управления навозом. Однако эффективность этих стратегий может различаться для разных видов животных. Методы очистки в конце трубы, такие как очистка воздуха и покрытия для навоза, оказались очень эффективными для снижения выделения запахов. Также можно способствовать рассеиванию запахов на территории фермы, чтобы снизить потенциальную опасность в чувствительных зонах.

Системы содержания и управления животными влияют на выделение запахов. Однако, в отличие от, в настоящее время четко определенных, систем содержания «с низким уровнем выбросов аммиака», трудно выделить системы содержания «с низким уровнем выбросов запахов». Причиной этого является большая изменчивость внутри систем содержания.

Как правило, системы содержания с низким уровнем выбросов аммиака также уменьшают образование запаха, но эта связь не всегда прямая, так в качестве примера в животноводческом помещении было продемонстрировано, что уменьшение поверхностного контакта между навозной жижей и воздухом эффективно для снижения не только выбросов аммиака, но и запаха до 50%. Эти системы включают частично решетчатые полы, треугольные желоба и частое удаление навозной жижи путем промывки. Общеизвестно, что пахучие соединения в основном образуются, когда отходы жизнедеятельности животных подвергаются анаэробным условиям [14].

Поэтому снижение содержания влаги в навозе эффективно способствует снижению образования запаха. Этого можно достичь, используя подстилочные материалы с надлежащими компонентами. В отличие от выбросов аммиака, специальных исследований, касающихся влияния подстилочного материала на образование запаха, недостаточно, и были получены противоречивые результаты для свиноводческих и скотоводческих ферм. Для кур-несушек эти системы, включающие частое удаление, сушку или смешивание с подстилкой, включали соответствующее снижение запаха по сравнению с обычным, долгосрочным хранением навоза. У бройлеров, к примеру, правильная регулировка поилок и охлаждающих туманообразователей эффективна для контроля влажности подстилки. Установление правильных потоков вентиляции также может способствовать устранению избытка воды и уменьшению образования запаха [11-13].

Третий способ – это добавки к навозу являются потенциально эффективными инструментами для сокращения выбросов в атмосферу от животноводческих помещений, в частности запахов и аммиака. Чтобы быть эффективными, эти добавки должны быть безопасными для окружающей среды, недорогими и простыми в применении. Эти свойства ценятся фермерами, но в некоторых случаях коммерческая конфиденциальность может включать отсутствие стандартных независимых испытаний. Нами был рассмотрен вопрос использования добавок к навозу в отношении аммиака и уменьшения запаха. Краткосрочный контроль запаха может быть достигнут с помощью маскирующих, дезинфицирующих и окисляющих агентов, поэтому для поддержания приемлемого уменьшения запаха требуется частое повторное использование добавок. Существует классификация добавок к навозу по пяти категориям: микробные, химические, дезинфицирующие, маскирующие и адсорбенты. Отходы животноводства представляют собой динамическую среду, в которой происходят аэробные и анаэробные микробные реакции. В результате этих реакций образуются ЛЖК (летучие жирные кислоты), большинство из которых являются неприятными пахучими веществами. Поэтому добавки к навозу, соответствующие первым трем вышеупомянутым категориям, направлены на ингибирование некоторых микробных процессов. Антимикробные растительные масла могут играть роль в ингибировании запахов. Однако не было зафиксировано существенного эффекта от использования добавки к навозу на основе экстракта Юкки Шидигера, и аналогичные результаты были получены при использовании других добавок. Также исследователями отмечено, что маскирующие агенты (эфирные масла) и адсорбенты (цеолиты) имеют ограниченный потенциал снижения запаха [20].

Но в настоящее время эти добавки имеют высокую цену, приобрести эти вещества и выполнять нейтрализацию запахов в животноводческих помещениях представляется очень затратной и порой не возможной работой. Поэтому нами была разработана добавка, которая в значительной степени дешевле чем предлагаемые препараты. Научно-исследовательские работы по определению нейтрализации веществ в воздухе животноводческих помещений выполнялись в два этапа. Первый этап проводили в лабораторных условиях на лабораторных животных. Содержание животных в помещениях на полу с использованием подстилки стало наиболее распространенной практикой в животноводстве как в мире, так и в России. Правильный выбор материала для подстилки важен, но не менее значим уход за ней в процессе содержания животных. По мере нахождения жи-

вотных в помещении увеличивается количество отходов и влажность подстилки, что способствует росту микроорганизмов и выделению вредных газов, в частности аммиака. Известно, что высокие концентрации аммиака и продолжительное воздействие на животных и обслуживающий персонал оказывают негативное влияние на здоровье, вызывая раздражение слизистых оболочек трахеи и глаз. В научной литературе утверждается, что санитарно-гигиенические проблемы, связанные с содержанием животных, можно снизить путем обработки подстилки препаратами, содержащими микроорганизмы, разрушающие отходы [9; 18]. Результаты внесения добавок в подстилку (рис. 4).

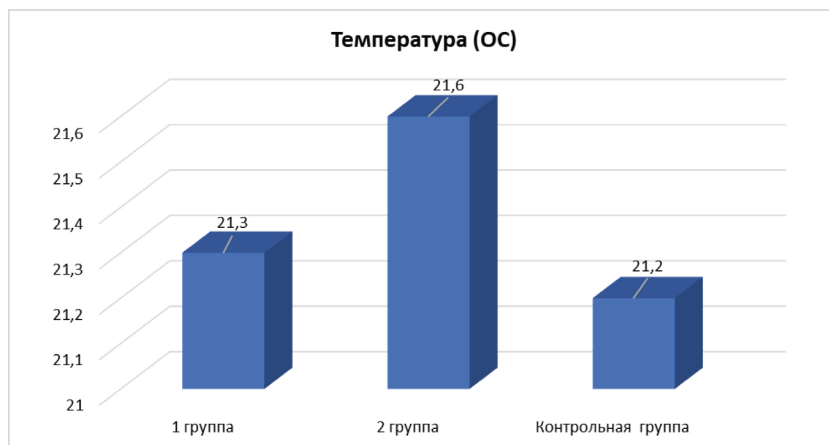


Рис. 4. Показатели температуры воздуха в клетках мышей, °C.

Fig. 4. Air temperature readings in the mouse cages, °C.

Полученные результаты показывают, что при внесении добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей первой группы температура воздуха в клетке этих животных составила 21,3°C, в клетке мышей второй группы, в подстилке которых добавили Bioforce, температура воздуха составила 21,6 °C, у контрольной группы мышей указанные показатели воздуха составили - 21,2 °C (рис. 4).

Относительная влажность в клетке первой группы в среднем была 43,5%, у второй – 46,3%, у третьей контрольной группе -50,1% (рис. 5).

Аммиак, в единицах измерения ppm, в воздухе клетках мышей первой и второй групп не обнаруживался, у контрольной группы уровень этого вещества составил - 0,9 ppm (рис. 6).



Рис. 5. Показатели относительной влажности воздуха в клетках мышей, %

Fig. 5. Relative humidity levels in mouse cages, %

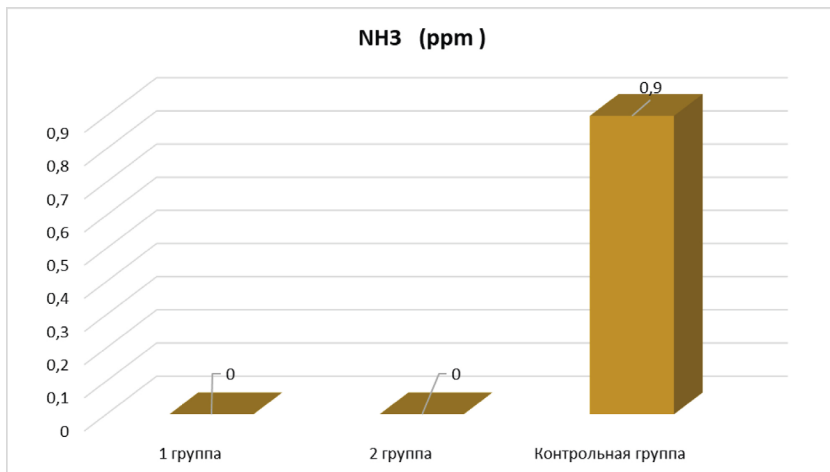


Рис. 6. Уровень аммиака в воздухе клеток, (ppm)

Fig. 6. Ammonia concentration in the air inside the cells (ppm)

Показатель углекислого газа в воздухе в первой группе мышей средним был 0,0861%, второй группы – 0,1219 %, контрольной - 0,1850% (рис. 7).

Проведя замеры параметров микроклимата у лабораторных мышей, можно отметить, в целом положительную динамику.

Отметим, что при внесении добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей первой группы температура воздуха в клетке этих животных составила 21,3 °С, к контролю выше на 0,47%, в клетке мышей второй группы, в подстилке которых добавили Bioforce, температура воздуха составила 21,6 °С к контролю выше на 1,8%, у контрольной группы мышей указанные показатели воздуха составили - 21,2 °С.

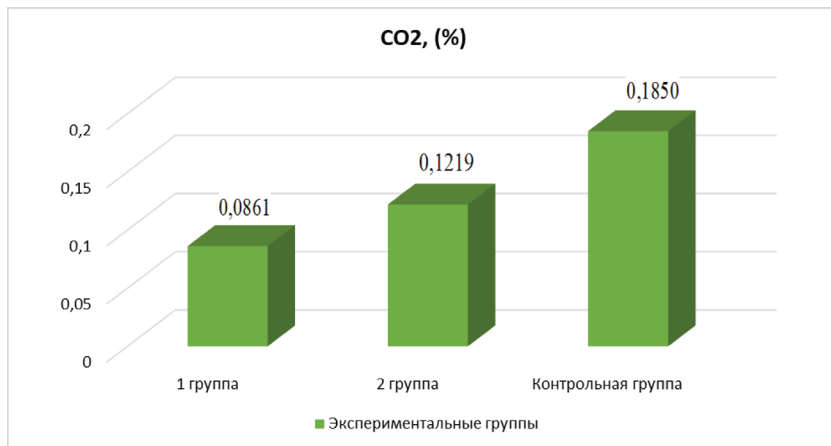


Рис. 7. Процент углекислого газа в воздухе клеток лабораторных мышей

Fig. 7. Percentage of carbon dioxide in the air inside the cages of laboratory mice

Также при исследовании относительной влажности, выявили следующее. Относительная влажность в клетке первой группы в среднем была 43,5% к контролю ниже на 6,6%, у второй –46,3% к контролю ниже на 3,8%, у третьей контрольной группе -50,1%.

Аммиак, в единицах измерения ppm, в воздухе клетках мышей первой и второй групп не обнаруживался, у контрольной группы уровень этого вещества составил - 0,9 ppm.

Показатель углекислого газа в воздухе в первой группе мышей среднем был 0,0861%, к контролю ниже на 0,099%, у второй группы –0,1219%, к контролю ниже на 0,063%, в контрольной - 0,1850%. Полученные данные отражают эффективность применения добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей 1 экспериментальной группы.

Результаты производственного опыта в производственных условиях, в частности в животноводческом помещении показали следующие результаты. Так во 2-й базе животноводческого помещения (28 дней), было вы-

явлено, что температура воздуха в помещении у 1-й группы, в среднем составила 23°C, у 2-й группы 23,8°C, у 3-й 22,7°C (рис. 8).

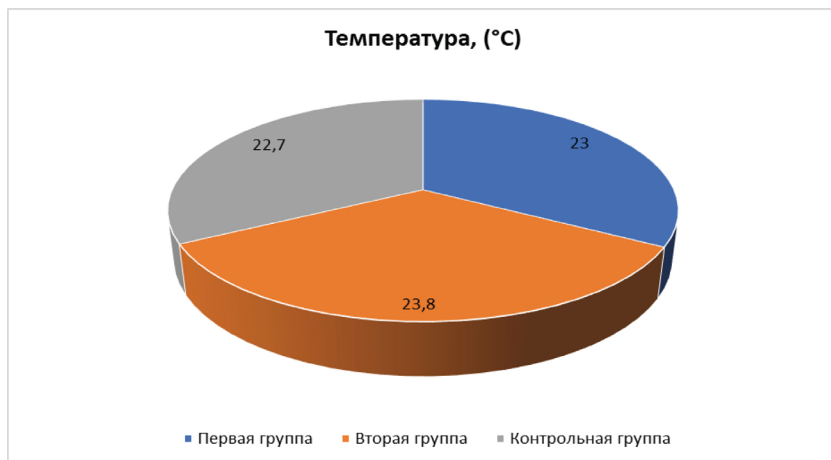


Рис. 8. Температура воздуха в помещении экспериментальных животных, °C
Fig. 8. Room air temperature for the experimental animals, °C

Относительная влажность в указанных площадках находилась в разных пределах, так, у первой группы в среднем составила 59,7%, у второй группы 63,5%, у третьей – контрольной группы 65,7% (рис. 9).

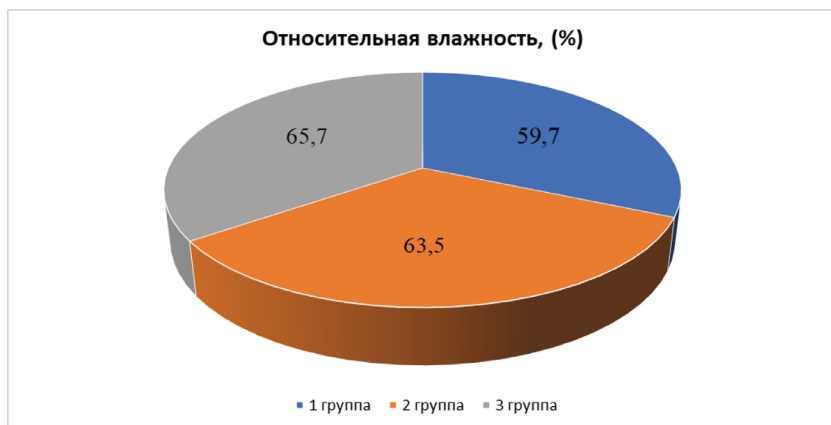


Рис. 9. Относительная влажность воздуха в зоне экспериментальных животных, %
Fig. 9. Relative humidity in the experimental animals' enclosure, %

Концентрация углекислого газа в воздухе соответственно составила: у 1-й группы 0,0701%, у 2-й – 0,0739 %, у контрольной – 0,0781%. К контролю, уровень углекислого газа у 1-й группы был ниже на 0,0080%, у 2-й – на 0,0042% (рис. 10).

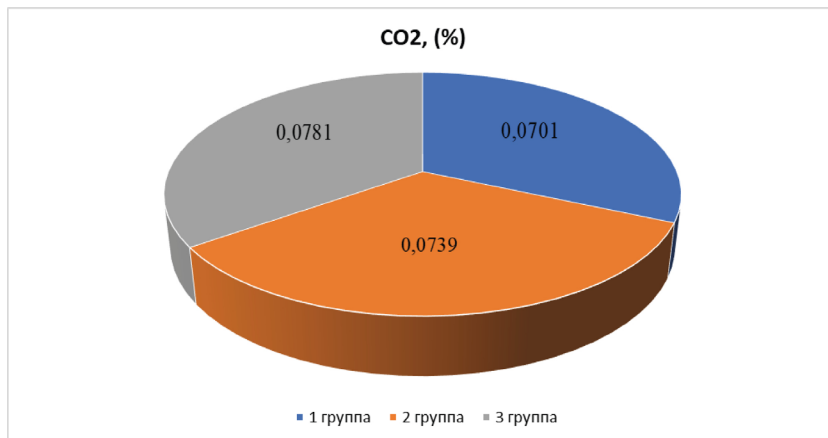


Рис. 10. Уровень углекислого газа в воздухе исследуемых животных (%).

Fig. 10. Carbon dioxide levels in the air of the study animals (%).

Уровень аммиака в зоне экспериментальных животных показан на рис. 11.

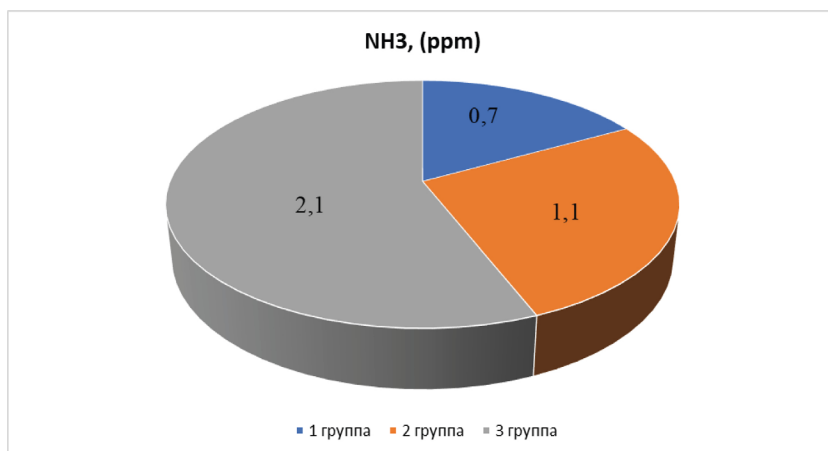


Рис. 11. Уровень аммиака в воздухе помещения экспериментальных животных, (ppm)

Fig. 11. Ammonia levels in the air of the experimental animals' enclosure (ppm)

Количество аммиака в воздухе в трех площадках, где находились экспериментальные животные было в следующих пределах, так, у первой группы 0,7 ppm, у второй 1,1 ppm, у контрольной 2,1 ppm.

Уровень аммиака в воздухе у первой группы был на 66,6% ниже, чем у контрольной, у второй – на 47,6% к контролю.

Таким образом можно отметить, что при добавлении препарата Biofermo в подстилку животных в животноводческих помещениях, в воздухе снижается уровень аммиака на 66,6%, а при применении добавки Bioforce на 47,6%.

Исследования в животноводческом помещении проведены в условиях базы №2 (рис. 12).



Рис. 12. Размещение экспериментальных животных (дойных коров) в условиях животноводческого предприятия

Fig. 12. Housing of experimental animals (dairy cows) at a livestock farm

Первая (опытная) группа (рис. 13а), вторая (опытная) группа (рис. 13б), третья (контрольная) (рис. 13в) группа животных были размещены в одном ряду типового коровника, в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями.

Система навозоудаления шнековая.

Уборка навоза проходила не реже одного раза в сутки.

Смена подстилки проводилась ежедневно. Для подстилки использовал опил из расчета 3-6 кг в сутки на одну дойную корову.

Уклон пола в стойле был в пределах 1,5%, согласно нормативов.

Стойла, в которых содержались экспериментальные животные, относились к типу коротких. Содержание привязное, в одном ряду по 50 голов. Размещение четырехрядное.

Моцион животным предоставлялся ежедневно в условиях кормо-выгульной площадки.



Рис. 13. Экспериментальные животные: первая группа (а), вторая группа (б), третья группа (в).

Fig. 13. Experimental animals: first group (a), second group (б), third group (в)

Обсуждение

В последние годы было изучено множество стратегий предотвращения неприятных запахов и борьбы с ними. Можно добиться лишь частично-го устранения неприятных запахов, уменьшить образование неприятного запаха, использовать методы сквозной очистки и улучшить рассеивание. Образование неприятного запаха можно уменьшить с помощью диетических манипуляций, добавок, низкоэмиссионного животноводства и систем удаления навоза.

Результаты наших исследований показали, что при добавлении добавки Biofermo в подстилку первой группы лабораторных мышей температура

воздуха в клетке была на 0,47% выше, чем в клетке второй группы мышей, которым в подстилку добавляли Bioforce, и на 1,8% выше, чем в контрольной группе мышей. мыши (21,2°C). Относительная влажность воздуха в клетке первой группы была в среднем на 6,6% ниже, в то время как в клетке второй группы она была на 3,8% ниже по сравнению с контрольной группой (50,1%). Аммиак не был обнаружен в воздухе первой и второй групп мышей, но в контрольной группе он был обнаружен на уровне 0,9 ppm. Показатель углекислого газа в воздухе в первой группе мышей в среднем был 0,0861%, к контролю ниже на 0,099%, второй группы – 0,1219%, к контролю ниже на 0,063%, в контрольной - 0,1850%. Полученные данные отражают эффективность применения добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей 1 экспериментальной группы.

Производственные эксперименты в животноводческом комплексе образовательного учреждения показали, что средняя температура в первой группе была на 1,3% выше, чем во второй, что на 4,8% выше, чем в контрольной группе (22,7°C). Относительная влажность воздуха в указанных помещениях была в разных пределах, так, в первой группе на 6,0% ниже, во второй группе на 2,2% ниже, по сравнению с контрольной группой (65,7%). Концентрация углекислого газа в воздухе, соответственно, в первой группе на 10,2% ниже, во второй на 5,3% по сравнению с контролем (0,0781%). Количество аммиака в воздухе в местах нахождения подопытных животных в первой группе было на 66,6% ниже, чем в контрольной, и на 47,6 % ниже во второй группе к контролю.

Санитарно-гигиенические проблемы, связанные с содержанием животных, можно уменьшить, обработав подстилку препаратами, содержащими микроорганизмы, разлагающие отходы.

Можно отметить, что при добавлении Biofermo в подстилку для животных в животноводческих помещениях уровень аммиака в воздухе снижается на 66,6%, а при добавлении Bioforce - на 47,6%.

Этот результат еще раз доказывает эффективность этих добавок в снижении агрессивности окружающей среды, включая уровень загазованности и относительную влажность, в помещениях, где содержатся животные.

Заключение

Санитарно-гигиенические проблемы, связанные с содержанием животных, можно снизить путем обработки подстилки препаратами, содержащими микроорганизмы, разрушающие отходы. Полученные результаты показали, что при смешивании добавки Biofermo в подстилку лаборатор-

ных мышей первой группы температура воздуха в клетке этих животных была на 0,47% выше, в клетке мышей второй группы, в подстилке которых добавили Bioforce, температура воздуха на 1,8%, к контрольной группе мышей (21,2 °C). Относительная влажность в клетке первой группы в среднем была ниже на 6,6%, у второй на 3,8% ниже, к контролю (50,1%). Аммиак в воздухе клетках мышей первой и второй групп не обнаруживался, в контрольной же группе уровень этого вещества составил - 0,9 ppm. Углекислый газ в первой группе мышей был ниже на 0,099%, во второй группе ниже на 0,063%, к таковым данным контрольной группы. Полученные данные отражают эффективность применения добавки Biofermo в подстилку лабораторных мышей 1 экспериментальной группы.

Производственные опыты в животноводческом помещении учебного хозяйства, показали, что температура воздуха в помещении, где находилась первая группа, в среднем была на 1,3% выше, где находилась вторая группа на 4,8% выше, чем в контрольной группе (22,7°C). Относительная влажность в указанных площадках находилась в разных пределах, так, у первой группы на 6,0% ниже, у второй группы 2,2% ниже, в сравнении с контрольной группой (65,7%). Концентрация углекислого газа в воздухе соответственно у первой группы на 10,2% ниже, у второй на 5,3% к контролю (0,0781%).

Количество аммиака в воздухе на площадках, где находились экспериментальные животные, у первой группы была на 66,6% ниже к контролю, у второй – на 47,6 %.

Таким образом можно отметить, что при добавлении препарата Biofermo в подстилку животных в животноводческих помещениях, в воздухе снижается уровень аммиака на 66,6%, а при применении добавки Bioforce на 47,6%. Полученный результат еще раз доказывает эффективность действия данных добавок по снижению агрессивных сред, в том числе загазованности, относительной влажности, в зоне размещения животных.

Заключение комитета по этике. Работа проводилась в лабораториях при кафедрах морфологии, физиологии и общей патологии, незаразных болезней сельскохозяйственных животных и в условиях учебного опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

Информация о конфликте интересов. У всех авторов статьи нет конфликта интересов.

Список литературы

1. Афанесян, М. К. (2011). Проблема регулирования трансграничных загрязнений в контексте современного состояния экономического развития мировых держав. *Terra Economicus*, 9(2-2), 213–216. EDN: <https://elibrary.ru/NXSQUJ>
2. Бочкарева, И. И., & Майманова, Е. А. (2019). Птицефабрика как источник загрязнения окружающей среды. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 4(2), 106–111. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2019-4-2-106-111>. EDN: <https://elibrary.ru/FGRMXJ>
3. Гладаренко, П. А., & Зырянова, Н. А. (2024). Гигиенические аспекты содержания овец. В *Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии: Сборник LVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (с. 28–34). Государственный аграрный университет Северного Зауралья. EDN: <https://elibrary.ru/CBDJXS>
4. Госс, А. С., & Зырянова, Н. А. (2023). Влияние повышенных концентраций содержания аммиака в воздухе животноводческих помещений на организм крупного рогатого скота. В *Достижения молодежной науки для Агропромышленного комплекса: сборник LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (с. 14–18). Государственный аграрный университет Северного Зауралья.
5. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. (2021). Росприроднадзор. URL: https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv_registry (дата обращения: 29.10.2024).
6. Забокрицкий, А. Н., & Бочарова, А. А. (2024). Запаховые загрязнения на территории Тюмени и Тюменского района. В *Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии* (с. 57–62). ГАУ Северного Зауралья. EDN: <https://elibrary.ru/QPJVSJ>
7. Зепалов, М. В., & Зепалов, С. М. (2011). Технология приготовления органоминерального удобрения на основе птичьего помета. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, (5), 84–90.
8. Зырянова, Н. А., & Селезенева, М. В. (2022). Влияние микотоксинов на физиологического состояние животных. В *Успехи молодежной науки агропромышленном комплексе: Сборник трудов LIX Студенческой научно-практической конференции* (с. 167–175). Государственный аграрный университет Северного Зауралья. EDN: <https://elibrary.ru/CNYVYA>
9. Кириллова, А. В., & Зырянова, Н. А. (2024). Взаимосвязь зоогигиенических условий содержания и заболеваемости конечностей у крупного рогатого скота. В *Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии: Сборник LVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (с. 69–73). Государственный аграрный университет Северного Зауралья.

10. Крупнейшие птицефабрики России. (2019). Птицефабрики.ру. URL: <https://pticefabriki.ru/articles/krupnejshie-pticefabriki-rossii> (дата обращения: 29.10.2024).
11. Поголовье Боровской птицефабрики возросло до 1,6 млн птиц. (2022). Тюменская область сегодня. URL: <https://tumentoday.ru/2022/08/22/pogolove-borovskoj-pticefabriki-vozroslo-do-16-mln-ptic/> (дата обращения: 29.10.2024).
12. Производство. (2020). Птицефабрика Боровская. URL: <http://www.borfab.ru> (дата обращения: 29.10.2024).
13. Реестр жалоб, плановых и внеплановых проверок, их результатов и выданных предписаний. (2024). URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/aggregate-feedback.html> (дата обращения: 29.10.2024).
14. Садовов, Н. А., Дуктов, А. П., Бахарев, А. А., и др. (2024). *Гигиена сельскохозяйственных животных и птицы: учебник*. Тюмень. 412 с. EDN: <https://elibrary.ru/XSFBIG>
15. Сырчина, Н. В., Пилип, Л. В., & Ашихмина, Т. Я. (2022). Контроль запахового загрязнения атмосферного воздуха (обзор). *Теоретическая и прикладная экология*, (2), 26–34. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-2-026-034>. EDN: <https://elibrary.ru/QXKQXR>
16. Трофимова, Н. А. (2018). Любовь и запахи: репрезентация ольфакторности в романтическом дискурсе. *Вестник Московского Государственного Лингвистического университета. Гуманитарные науки*, 403–416. EDN: <https://elibrary.ru/VWRBNC>
17. Устинова, У. П., & Зырянова, Н. А. (2025). Гигиенические аспекты содержания свиней. В *Аграрная наука в контексте времени: Сборник трудов LX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых* (с. 118–123). Государственный аграрный университет Северного Зауралья. EDN: <https://elibrary.ru/OTVBLQ>
18. Столбова, О. А., Зырянова, Н. А., Ряднов, А. А., и др. (2024). Физиологический статус крупного рогатого скота при пододерматитах. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*, (114), 322–328. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-114-322-328>. EDN: <https://elibrary.ru/HQNLDB>
19. Чепегин, И. В., & Андрияшина, Т. В. (2025). Выбросы пахучих веществ в атмосферу. Проблемы и решения. *Вестник технологического университета*, (10), 80–83. URL: <https://naukaru12.ru/ru/nauka/article/60722/view> (дата обращения: 03.09.2026).
20. Kostarev, S. N., Sidorova, K. A., Ravilov, R. Kh., & Kochetova, O. V. (2019). Development of an automated system for integrated environmental monitoring of a municipal waste landfill. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineer-*

- ing, 537, 62028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/6/062028>. EDN: <https://elibrary.ru/HRHXLL>
21. Kostarev, S. N., Sereda, T. G., Sidorova, K. A., & Kochetova, O. V. (2019). Disinfecting of the leachate of solid waste landfills with the application of hydrobiological cleaning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 315, 52008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052008>. EDN: <https://elibrary.ru/GRXIJJ>
 22. Shvets, N. I., Sidorova, K. A., Yurina, T. A., & Matveeva, A. A. (2022). Ecological monitoring of soils in urban and rural areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1045(1), 012144. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012144>. EDN: <https://elibrary.ru/PDAUPH>
 23. Guadalupe-Fernandez, V., De Sario, M., & Vecchi, S. (2024). Industrial odour pollution and human health: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health*. URL: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00774-3#citeas> (дата обращения: 20.10.2024).

References

1. Afanasyan, M. K. (2011). The problem of regulating transboundary pollution in the context of the current state of economic development of world powers. *Terra Economicus*, 9(2-2), 213–216. EDN: <https://elibrary.ru/NXSQUJ>
2. Bochkareva, I. I., & Maimanova, E. A. (2019). Poultry farm as a source of environmental pollution. *Interexpo Geo-Siberia*, 4(2), 106–111. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2019-4-2-106-111>. EDN: <https://elibrary.ru/FGRMXJ>
3. Gladarenko, P. A., & Zyryanova, N. A. (2024). Hygienic aspects of sheep husbandry. In *Strategic resources of the Tyumen agro-industrial complex: people, science, technology: Proceedings of the LVII international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists* (pp. 28–34). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. EDN: <https://elibrary.ru/CBDJXS>
4. Goss, A. S., & Zyryanova, N. A. (2023). The effect of elevated ammonia concentrations in the air of livestock premises on the body of cattle. In *Achievements of young science for the agro-industrial complex: Proceedings of the LVI scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists* (pp. 14–18). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals.
5. State register of objects having a negative impact on the environment. (2021). Rosprirodnadzor. URL: https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv_registry (accessed: 29.10.2024).
6. Zabokritsky, A. N., & Bocharova, A. A. (2024). Odor pollution in the territory of Tyumen and the Tyumen region. In *Strategic resources of the Tyumen agro-industrial complex: people, science, technology* (pp. 57–62). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. EDN: <https://elibrary.ru/QPJVSJ>

7. Zepalov, M. V., & Zepalov, S. M. (2011). Technology for preparing organomineral fertilizer based on poultry manure. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, (5), 84–90.
8. Zyryanova, N. A., & Selezeneva, M. V. (2022). The effect of mycotoxins on the physiological state of animals. In *Successes of young science in the agro-industrial complex: Proceedings of the LIX Student scientific and practical conference* (pp. 167–175). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. EDN: <https://elibrary.ru/CNYVYA>
9. Kirillova, A. V., & Zyryanova, N. A. (2024). The relationship between zoohygienic housing conditions and the incidence of limb diseases in cattle. In *Strategic resources of the Tyumen agro-industrial complex: people, science, technology: Proceedings of the LVII international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists* (pp. 69–73). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals.
10. Largest poultry farms in Russia. (2019). Pticefabriki.ru. URL: <https://pticefabriki.ru/articles/krupnejshie-pticefabriki-rossii> (accessed: 29.10.2024).
11. The livestock of the Borovskaya poultry farm increased to 1.6 million birds. (2022). Tyumen Region Today. URL: <https://tumentoday.ru/2022/08/22/pogolove-borovskoj-pticefabriki-vozslo-do-16-mln-ptic/> (accessed: 29.10.2024).
12. Production. (2020). Borovskaya Poultry Farm. URL: <http://www.borfab.ru> (accessed: 29.10.2024).
13. Register of complaints, planned and unscheduled inspections, their results and issued orders. (2024). URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/aggregate-feedback.html> (accessed: 29.10.2024).
14. Sdomov, N. A., Duktov, A. P., Bakharev, A. A., et al. (2024). *Hygiene of farm animals and poultry: textbook*. Tyumen. 412 pp. EDN: <https://elibrary.ru/XSFBIG>
15. Sychina, N. V., Pilip, L. V., & Ashikhmina, T. Ya. (2022). Control of odor pollution of atmospheric air (review). *Theoretical and Applied Ecology*, (2), 26–34. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-2-026-034>. EDN: <https://elibrary.ru/QXKOXR>
16. Trofimova, N. A. (2018). Love and smells: representation of olfaction in romantic discourse. *Bulletin of the Moscow State Linguistic University. Humanities*, 403–416. EDN: <https://elibrary.ru/VWRBNC>
17. Ustinova, U. P., & Zyryanova, N. A. (2025). Hygienic aspects of pig husbandry. In *Agrarian science in the context of time: Proceedings of the LX international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists* (pp. 118–123). State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. EDN: <https://elibrary.ru/OTVBLQ>
18. Stolbova, O. A., Zyryanova, N. A., Ryadnov, A. A., et al. (2024). Physiological status of cattle with pododermatitis. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*,

- (114), 322–328. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-114-322-328>. EDN: <https://elibrary.ru/HQNLDB>
19. Chepegin, I. V., & Andriyashina, T. V. (2025). Emissions of odorous substances into the atmosphere. Problems and solutions. *Bulletin of the Technological University*, (10), 80–83. URL: <https://naukaru12.ru/ru/nauka/article/60722/view> (accessed: 03.09.2026).
 20. Kostarev, S. N., Sidorova, K. A., Ravilov, R. Kh., & Kochetova, O. V. (2019). Development of an automated system for integrated environmental monitoring of a municipal waste landfill. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 537, 62028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/6/062028>. EDN: <https://elibrary.ru/HRHXLL>
 21. Kostarev, S. N., Sereda, T. G., Sidorova, K. A., & Kochetova, O. V. (2019). Disinfecting of the leachate of solid waste landfills with the application of hydrobiological cleaning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 315, 52008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052008>. EDN: <https://elibrary.ru/GRXIJJ>
 22. Shvets, N. I., Sidorova, K. A., Yurina, T. A., & Matveeva, A. A. (2022). Ecological monitoring of soils in urban and rural areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1045(1), 012144. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012144>. EDN: <https://elibrary.ru/PDAUPH>
 23. Guadalupe-Fernandez, V., De Sario, M., & Vecchi, S. (2024). Industrial odour pollution and human health: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health*. URL: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00774-3#citeas> (accessed: 20.10.2024).

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

Зырянова Н.А.: существенный вклад в разработку, практическое исследование в лабораторных и производственных условиях; сбор, анализ, интерпретация полученных данных.

Пашаян С.А.: существенный вклад в разработку, практическое исследование в лабораторных условиях, сбор, анализ, интерпретация полученных данных. С.А. Пашаян, помимо соавторства в статье, координирует переписку с редакцией журнала.

Столбова О.А.: написание статьи и ее редактирование с целью повышения ее научной значимости.

Сидорова К.А.: окончательное одобрение версии работы, которая будет опубликована.

Саткеева А.Б.: написание статьи и ее редактирование с целью повышения ее научной значимости.

Драгич О.А.: согласие нести ответственность и гарантировать, что все вопросы, связанные с точностью или единством всех частей работы проработаны и разрешены.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors made an equal contribution to the preparation of this article for publication.

Natalia A. Zyryanova: significant contribution to the development of the study, practical research in laboratory and industrial settings; collection, analysis, and interpretation of the data obtained.

Susanna A. Pashayan: significant contribution to the development of the study, practical research in the laboratory, and the collection, analysis, and interpretation of the data obtained. In addition to co-authoring this article, Susanna A. Pashayan coordinates correspondence with the journal's editorial board.

Olga A. Stolbova: writing and editing the article to enhance its scientific significance.

Klavdiya A. Sidorova: final approval of the version of the paper to be published.

Amina B. Satkeeva: writing and editing the article to enhance its scientific significance.

Olga A. Dragich: agreement to take responsibility and ensure that all issues related to the accuracy or consistency of all parts of the work are addressed and resolved.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Зырянова Наталья Александровна, к-т биол. наук, доцент кафедры незаразных болезней сельскохозяйственных животных

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация

Zyryanovana@gausz.ru

Пашаян Сусанна Арестовна, д-р биол. наук, профессор кафедры морфологии, физиологии и общей патологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация

Pashayansa@gausz.ru

Столбова Ольга Александровна, д-р вет. наук, доцент, заведующий кафедрой незаразных болезней сельскохозяйственных животных

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация

Stolbovaoa@gausz.ru

Сидорова Клавдия Александровна, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и общей патологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация
sidorova@gausz.ru

Саткеева Амина Бестаевна, д-р с-х. наук, профессор кафедры морфологии, физиологии и общей патологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация
Satkeevaab@gausz.ru

Драгич Ольга Александровна, д-р биол. наук, профессор морфологии, физиологии и общей патологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
ул. Институтская, 4, г. Тюмень, 625041, Российская Федерация
Dragichoa@gausz.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR(S)

Natalia A. Zyryanova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Non-Infectious Diseases of Farm Animals
State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
Zyryanovana@gausz.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6869-8877>

Susanna A. Pashayan, Doctor of Biological Sciences, Professor of Morphology, Physiology, and General Pathology
State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
Pashayansa@gausz.ru

Olga A. Stolbova, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Non-Contagious Diseases of Farm Animals

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
Stolbova@gausz.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4545-815X>
ResearcherID: AAC-4488-2022
Scopus Author ID: 57202165081

Klavdiya A. Sidorova, Dr. Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and General Pathology
State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
sidorova@gausz.ru

Amina B. Satkeeva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Morphology, Physiology, and General Pathology
State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
Satkeeva@gausz.ru

Olga A. Dragich, Doctor of Biological Sciences, Professor of Morphology, Physiology, and General Pathology
State Agrarian University of the Northern Trans-Urals
4, Institutskaya Str., Tyumen, 625041, Russian Federation
Dragich@gausz.ru

Поступила 16.07.2025

После рецензирования 05.12.2025

Принята 26.12.2025

Received 16.07.2025

Revised 05.12.2025

Accepted 26.12.2025