Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Мадеева Наталья Юрьевна
Должность: Проректор по учебной и воспитательной работе, молодежной политике ФГБОУ ВО "Ярославский ГАУ"
Дата подписания: 01.02.2024 11:01:58
Уникальный программный ключ:
fa349ae325a4504ba8fcb07187284ea1bf48e8

УДК
Материал поступил в редакцию 02.02.19.

Е. В. ШЕШУНОВА, *канд. техн. наук, доцент*
В. В. ШМИГЕЛЬ, *доктор техн. наук, профессор*
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», Российская Федерация, г. Ярославль

E. V. SESHUNOVA, *Ph.D. of Enginering Sciences, Associate Professor*
V. V. SCHMIEGEL, *Advanced Doctor in Enginering Sciences, Professor*
Yaroslavl state agricultural academy, Russian Federation, Yaroslavl

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

JUSTIFICATION OF THE NEED FOR THE APPLICATION OF AIR IONIZATIONIN ANIMAL HUSBANDRY FACILITIES

Аннотация. *Представлен анализ характеристик воздуха, отрицательно влияющих на здоровье и содержание животных и птиц на животноводческих комплексах и птицеводческих предприятиях. Показана необходимость ионизации воздуха в данных помещениях. Рассмотрено получение легких и тяжелых аэроионов в воздухе помещений. Даны примеры воздействия отрицательных аэроионов на птицу и животных. Показан механизм воздействия на них отрицательных аэроионов. Ионизация воздуха оказывает положительный эффект: уменьшает токсичность воздуха и очищает его от пыли и микробов. Взвешенные частицы загрязнений и пыли электризуются и оседают на потолок, стены, пол. Биологический эффект ионизирующего излучения зависит от суммарной дозы и времени воздействия излучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. В животноводческих помещениях, насыщенных водяными парами, микроорганизмами и пылью, воздух содержит меньшее количество легких отрицательных ионов по сравнению с воздухом хорошо вентилируемых помещений. Практическим путем установлено, что отрицательно заряженные легкие ионы воздуха в противовес положительно ионизированному воздуху оказывают более благоприятное влияние на организм животных и имеют лечебное и гигиеническое значение.*
Ключевые слова: *воздух, животноводческие помещения, вредные факторы, коровы, свиньи, птицы, ионизатор, получение легких и отрицательных аэроионов.*

Abstract. *An analysis of the characteristics of air that adversely affect the health and maintenance of animals and birds in livestock complexes and poultry farms is presented. The necessity of air ionization in these rooms is shown. The preparation of light and heavy air ions in indoor air is considered. Examples of the impact of negative ions on birds and animals are given. The mechanism of influence on them of negative aeroions is shown. Air ionization has a positive effect: it reduces air toxicity and cleans it of dust and microbes. Suspended particles of dirt and dust electrify and settle to the ceiling, walls, floor. The biological effect of ionizing radiation depends on the total dose and time of exposure to radiation, the size of the irradiated body surface and the individual characteristics of the organism. In livestock buildings saturated with water vapor, microorganisms and dust, the air contains a smaller amount of light negative ions compared to the air in well-ventilated rooms. In a practical way, it has been established that negatively charged light ions of air, as opposed to positively ionized air, have a more beneficial effect on the organism of animals and have therapeutic and hygienic significance.*
Keywords: *air, livestock buildings, harmful factors, cows, pigs, birds, ionizer, production of light and negative ions.*

Современные животноводческие предприятия являются источником постоянного загрязнения газообразными и пылевыми веществами, а также микроорганизмами, количество которых, несмотря на принимаемые меры защиты, возрастает почти пропорционально увеличению выпуска продукции.

В крупных животноводческих комплексах санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды, в основном, отвечает зоогигиеническим требованиям только по температурно-влажностному режиму и газовому составу. Однако количество пыли и микрофлоры остается на достаточно высоком уровне. В помещениях для коров, в зависимости от возраста, количество бактерий составляет от 4000 до 85000 на 1 м^3, в помещениях для свиней – от 23000 до 1146000 на 1 м^3 кубический. Количество микрофлоры, пыли и вредных газов в воздухе помещений в течение суток сильно колеблется в зависимости от системы подвода и отвода воздуха, способа уборки экскрементов, технологии кормления. Например, при кормлении птицы и скота сыпучими кормами с пола или при верхней раздаче концентрированных кормов количество пыли и микрофлоры увеличивается в 10–100 раз [1, 2].

В воздухе животноводческих комплексов идентифицировано около 27 газообразных химических соединений (относящихся к группе аминов, спиртов, амидов, сульфидов, дисульфидов, меркаптанов), кроме таких известных газов, как аммиак, углекислый газ, сероводород и метан [3, 4].

Основные запахи возникают в результате присутствия аммиака, сероводорода, скатолов, индолов и меркаптанов.

Помимо свойственного им неприятного запаха, они могут оказывать вредное влияние как на животных, так и на людей. Животноводческие комплексы являются источником значительного поступления в атмосферный воздух также микроорганизмов и пыли. Например, птицефабрика на 720 тыс. голов за 1 ч выбрасывает через вентиляцию около 174,8 млрд микробных тел, 2087 м^3 углекислого газа, 13,3 кг аммиака. Микроорганизмы, поступающие в воздух, создают угрозу возникновения аэрогенной инфекции у животных и людей [1, 2, 5, 6].

Для устранения этих факторов можно использовать ионизацию воздуха в данных помещениях. Многие ученые занимались вопросами ионизации воздуха в животноводческих помещениях. Большой вклад в изучение процессов ионизации внес А. Л. Чижевский – великий ученый, биофизик, положивший основу развития аэроионификации, его называют создателем прототипа современного ионизатора воздуха.

Труды А. Л. Чижевского имеют огромное практическое и научное значение. Именно он установил роль отрицательных ионов кислорода воздуха в процессе жизнедеятельности, также доказал пользу и предложил практическое применение своих исследований – использование ионизации воздуха в профилактических и лечебных целях. Он применил генераторы высокого напряжения на цыплятах и получил следующие результаты, что достаточно ионизированный воздух делает их организмы устойчивыми к различным заболеваниям [7].

Под **ионизацией** понимается наличие в воздухе заряженных частиц – *аэроионов* (положительно или отрицательно заряженных молекул) и *аэродисперсий* – более массивных заряженных частиц [8].

При ионизации внешние силы действуют на атом так, что происходит отщепление электрона, в результате чего образуется положительный ион. Электрон присоединяется к другой молекуле и образуется отрицательный ион. Следовательно, аэроионы подразделяются на *отрицательные и положительные*. Также их разделяют на *легкие* – отдельные атомы, молекулы или группы атомов количеством не более 15 атомов и тяжелые, которые образуются при соединении легких ионов с частичками пыли, тумана и т. д.

Легкие ионы оказывают благоприятное воздействие на человека, особенно при аллергиях, бронхиальной астме и др. Вдыхание чистого воздуха с числом легких ионов 60…70 тыс. в 1 см оказывает лечебный эффект, который выражается в нормализации артериального давления, увеличении числа эритроцитов, нормализации окислительно-восстановительных процессов, улучшении легочной вентиляции. В то же время более высокое содержание легких ионов (более 70 тыс.) отрицательно сказывается на здоровье.

Тяжелые ***ионы*** вызывают повышение

давления, усталость, головные боли, могут быть причиной различных патологических состояний.

Опасна ситуация, когда происходит ионизация загрязненного воздуха, так как ионизированные токсические вещества лучше задерживаются в дыхательных путях и хуже выводятся. Для гигиенической характеристики ионизации воздуха можно использовать следующие показатели: коэффициент униполярности, содержание и масса ионов различных знаков, коэффициент загрязнения.

Чистый атмосферный воздух обычно содержит 1000…3000 пар легких ионов в 1 см^3.

***Коэффициент** униполярности* равен отношению количества положительных ионов к количеству отрицательных ионов. В норме он составляет 1,2…1,3.

***Коэффициент** загрязнения* представляет собой отношение суммарного количества тяжелых аэроионов к легким аэроионам одного и того же знака. В норме он не превышает 50.

При загрязнении воздуха уменьшается число легких ионов и увеличивается количество тяжелых ионов. В воздухе городов содержание легких ионов снижается до 200…400. В то же время количество легких ионов в горах может достигать 400…500 тыс.

Искусственную ионизацию воздуха можно проводить с помощью специальных *ионизаторов* воздуха.

В животноводческих помещениях, насыщенных водяными парами, микроорганизмами и пылью, воздух содержит меньшее количество легких отрицательных ионов по сравнению с воздухом хорошо вентилируемых помещений. Установлено, что отрицательно заряженные легкие ионы воздуха в противовес положительно ионизированному воздуху оказывают более благоприятное влияние на организм животных и имеют лечебное и гигиеническое значение.

Искусственная аэроионизация воздуха в помещениях оказывает благоприятное влияние на сельскохозяйственных животных и птицу. В животноводческих помещениях применяются аэроионизаторы, основанные на использовании высокого напряжения постоянного тока, обусловливающего коронный разряд. Отрицательным полюсом служит рабочий орган установки, положительным – земля. Между этими полюсами создается электрическое поле, в котором происходит перезарядка и движение частиц. Наиболее эффективными в работе являются электрические ионизаторы, основанные на газовом разряде, с применением проволочных и многоигольчатых электродов. Для измерения концентрации аэроионов, которые образуются при ионизации воздуха, пользуются специальными приборами – счетчиками ионов.

В животноводстве чаще применяют искусственные ионизаторы, которые основаны на использовании коронного разряда. К рабочему органу, выполненному в виде круглой металлической люстры или вытянутой вдоль помещения проволоки, подводится отрицательный полюс от источника тока высокого напряжения. Положительным полюсом служат заземленные предметы – стены, пол, потолок. Между полюсами создается электрическое поле, в котором происходит перезарядка и движение молекул частиц воздуха. Высокое напряжение 60…80 кВ подается высоковольтными выпрямителями, которые выпускаются промышленностью для рентгеновских аппаратов. С пульта управления на выпрямитель подается напряжение сети 220 В. Для аэроионизации птиц в клетках инженер Н. И. Сазонов предложил размещать в каждой клетке булавку, к которой подается несколько меньшее напряжение – 3,3 кВ [9, 10].

В любом ионизаторе воздуха имеется выпрямитель электрического тока, который необходим для преобразования переменного тока, имеющегося в стандартной сети (розетке), в постоянный. Также имеется система управления (диодная или иная), которая задает и поддерживает необходимое напряжение и силу тока, подходящие к излучающему устройству. Излучающее устройство – это тонкие металлические иглы или проволочные электроды, с которых выбиваются свободные электроны в окружающее пространство. Такие иглы, как правило, видны внутри ионизатора и имеют вид гребенки. Помимо указанных обязательных компонентов собственно ионизатора, приборы дополнительно могут быть снабжены ультрафиолетовой лампой для обеззараживания воздуха. Кроме того, в современных

ионизаторах воздуха имеются вентиляторы или иные системы воздуходува, которые создают эффект «ионного ветра», выдувая отрицательные аэроионы в воздух и способствуя их равномерному распространению по всему объему помещения. Такие ионизаторы, у которых имеется воздуходув, гораздо лучше приборов без данной функции, так как последние создают неравномерную концентрацию аэроионов в помещении.

Рассмотрим примеры аэроионификации [7]:

– воздействие отрицательными аэроионами на молодняк кур – отмечено более быстрое наступление оперения и большая густота пера, интенсивное отложение жира, ранние половая зрелость и начало яйценоскости (воздействие длилось по 3 часа в течение суток;

– падеж подопытных цыплят оказался в 2,5 раза меньше контрольных. Воздействие на поросят показало, что наиболее слабые животные под влиянием отрицательных аэроионов дают весьма крупные приросты, а также увеличивается подвижность опытных животных по сравнению с контрольными, усиливается аппетит, повышается половая возбудимость хрячков и свинок, действуют аэроионы терапевтически на бронхопневманию. Максимальный настриг шерсти у овец дают не баранчики, от которых в контрольной группе получают максимальный настриг, а наиболее крупные по весу опытные экземпляры. Настриги шерсти у подопытных маток дают еще больший эффект по сравнению с баранчиками. Действие аэроионов на коров приводит к увеличению суточного удоя, живой вес на каждую голову в среднем увеличился на 20 кг за 47 дней воздействия аэроионизации. В день при трехчасовом сеансе воздействия прибавка в весе составила 365…387 г в день.

Исследования воздействия аэроионизации, проведенная А. Л. Чижевским с большой группой ученых биологов и врачей, на огромной базе фактического материала показала разный механизм воздействия на животных и людях [7]. Через поверхность тела аэроионизация оказывает лишь частичное действие. Гораздо легче себе представить, что этот процесс осуществляется через дыхательный аппарат. Электрические заряды, вносимые аэроионами в легкие, проявляют себя наиболее полно на пространстве в несколько десятков квадратных метров. Здесь они вступают в соприкосновение с восприимчивой к физико-химическим процессам тканью – с клетками респираторной стенки. Каждый удар аэроиона о поверхность альвеолы, отдача аэроионами заряда могут иметь для всего организма огромное значение и особенно для легочных окислительных процессов. При соприкосновении ионизированного воздуха со слизистой оболочкой дыхательных путей и легочной ткани возникает ряд явлений, изучение которых может иметь решающее значение в области распознавания механизма действия аэроионов на организм животных и человека, обслуживающего их. Эти явления называются адсорбция и диффузия и заключаются в восприятии газов поверхностью живой ткани. Конечно, речь идет о поверхностном слое живой ткани, так называемой протоплазматической оболочкой (клеточной мембраной). Здесь частицы притекающего ионизированного воздуха вступают в сложные взаимодействия с лежащими на поверхности живой ткани молекулами. В основе этого взаимодействия, как считают исследователи, лежат, прежде всего, силы электростатического притяжения. В зависимости от знака электрического заряда, который несут молекулы живой ткани, эти молекулы притягивают положительные или отрицательные аэроионы. В результате этого притяжения возникают такие явления, как электрофорез, электроосмос, заряд диафрагм. Молекулярные силы принимают самое деятельное участие в явлениях адсорбции. Таким образом, между организмом и внешней средой устанавливается определенное взаимодействие, выраженное в непрерывном течении электричества по поверхности кожи, в отдаче электричества внешней среде. Это внешний электрообмен. А электрообмен между организмом и воздушной средой под влиянием притекающего к легким ионизированного воздуха – на легочный и тканевый электрообмен [7].

Поток аэроионов, падая на поверхность кожи, может явиться достаточно сильным раздражителем, чтобы стимулировать усиленный рост оперения, волосяного или шерстного покрова. Массовые наблюдения над птицами и овцами, систематически подвергавшимися действию аэроионного

потока, подтверждают эту возможность. Отмечены случаи, когда поросята под влиянием определенных доз аэроионов обрастали исключительно густой и жесткой щетиной.

Изучение кожного покрова птицы исследователями [7] показало, что у птицы кожа богато снабжена нервами и у нее сильно развит нервный аппарат пера.

Известно, что эпидермис как человека, так и животных, – плохой проводник электричества. Его сопротивление равно от 1000 до 10 000 Ом, причем различные участки кожи, в зависимости от ее толщины, кровенаполнения сосудов и разного состава желез, различно проводят электрический ток. Однако эпидермис имеет множество выводных отверстий, волосяных сумок, потовых и сальных желез, через стенки которых может проходить электрический ток. Сама поверхность кожи может быть более или менее влажной, а поэтому неодинаково проводящей. Слизистая оболочка обладает лучшей проводимостью, чем эпидермис благодаря своей влажности. На коже имеются многочисленные нервные рецепторы – приемники различных внешних раздражителей. Поток аэроионов, бомбардируя кожную поверхность, должен возбудить на ней электрические токи, которые могут через поры попадать и в глубже лежащие слои кожного покрова и влиять на те или иные физиологические функции. Например, эти токи могут повысить кожный газообмен, имеющий известное значение в жизнедеятельности всего организма в целом, возбудить нервные окончания. Как известно, кожное дыхание у теплокровных животных достигает 0,005…0,01 всего газового обмена. Существует мнение, что кислород может всасываться влажной кожей и достигать капилляров и крови, хотя количество этого кислорода очень мало.

Вывод

Искусственная ионизация воздуха в животноводческих помещениях оказывает положительное влияние на животных и птицу. Рассмотренный механизм воздействия отрицательных аэроионов на кожный покров животных и на слизистую оболочку дыхательных путей показывает его достаточную сложность. Вопросам аэроионизации за последние 200 лет посвящены труды большого количества ученых, но и на сегодняшний день остается много белых пятен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Рудаков В. В. Александрова С. К.** Ионизация воздуха в животноводческих помещениях Л. : Агропромиздат, 1987. 64 с.
2. Охрана окружающей среды / под ред. С. В. Белова. М. : Высшая школа, 2007. 616 с.
3. **Рейнет Я. Ю.** Сравнительное исследование аэроионизаторов // Уч. зап. ТГУ. Вып. 631. Тарту, 1982. С. 53–62.
4. Bioclimatology, biometeoroly and aeroiontherapy. Milan, 1968.
5. **Хренов М. Н.** Ионизация воздуха и ее влияние на состояние и продуктивность коров. М. : ВОЛАСХН, 1965. 20 с.
6. **Прищеп Л. Г., Сторчевой В. Ф.** Озонирование и ионизация воздуха в клетках для птиц // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1995. № 8. С. 19–21.
7. **Чижевский А. Л.** Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине М. : Госпланиздат, 1959. 56 с.
8. **Минх А. А.** Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. М., 1963.
9. **Сторчевой В. Ф.** Ионизация и озонирование воздушной среды. М. : МГУП, 2003. 170 с.
10. **Волков Г. К.** Аэроионизация в животноводстве и ветеринарии. М. : Колос, 1969. 94 с.

REFERENCES

1. **Rudakov V. V. Aleksandrova S. K.** Ionizaciya vozduha v zhivotnovodcheskih pomeshcheniyah L. : Agropromizdat, 1987. 64 p.
2. Ohrana okruzhayushchej sredy / pod red. S. V. Belova. M. : Vysshaya shkola, 2007. 616 p.
3. **Rejnet Ya. Yu.** Sravnitel'noe issledovanie aehroionizatorov // Uch. zap. TGU. Vyp. 631. Tartu, 1982. pp. 53–62.
4. Bioclimatology, biometeoroly and aeroiontherapy. Milan, 1968.

5. **Hrenov M. N.** Ionizaciya vozduha i ee vliyanie na sostoyanie i produktivnost' korov. M. : VOLASKHN, 1965. 20 s.
6. Prishchep L. G., Storchevoj V. F. Ozonirovanie i ionizaciya vozduha v kletkah dlya ptic // Mekhanizaciya i ehlektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. 1995. № 8. pp. 19–21.
7. **Chizhevskij A. L.** Rukovodstvo po primeneniyu ionizirovannogo vozduha v promyshlennosti, sel'skom hozyajstve i v medicine M. : Gosplanizdat, 1959. 56 p.
8. **Minh A. A.** Ionizaciya vozduha i ee gigienicheskoe znachenie. M., 1963.
9. **Storchevoj V. F.** Ionizaciya i ozonirovanie vozdushnoj sredy. M. : MGUP, 2003. 170 p.
10. **Volkov G. K.** Aehroionizaciya v zhivotnovodstve i veterinarii. M. : Kolos, 1969. 94 p.

***Шешунова Елена Владимировна**, канд. техн. наук, доцент*
Тел. 8-920-137-42-33
E-mail: e.sheshunova@yarcx.ru

***Шмигель Владимир Викторович**, доктор техн. наук, профессор кафедры «Электрификация»*
Тел. 8-961-154-35-75
E-mail: v. shmigel@yarcx.ru