

Менеджмент аммиака — залог благополучия птицы

Анжелика КСЕНОФОНТОВА, кандидат биологических наук, доцент
Николай БУРЯКОВ, доктор биологических наук, профессор
Дмитрий КСЕНОФОНТОВ, доктор биологических наук, профессор
Анастасия ЗАЙКИНА, кандидат биологических наук, доцент
РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева

Для поддержания высокого уровня продуктивности бройлеров при их выращивании по интенсивной технологии необходимо обладать глубокими знаниями в области кормления и содержания поголовья. К сожалению, на предприятиях зоотехники не всегда учитывают, что между параметрами микроклимата в птичниках, составом рационов и другими важными показателями существует взаимозависимость. Даже небольшие погрешности в менеджменте оказывают отрицательное влияние на здоровье и продуктивность птицы. Одна из серьезных проблем, с которыми сталкиваются специалисты комплексов при содержании бройлеров напольным способом, — высокая концентрация аммиака в помещениях.

Эксперты утверждают, что рост численности населения планеты — основная причина увеличения потребности в продуктах питания, в том числе в белке животного происхождения. Общеизвестно, что основными его источниками служат мясо и яйцо. Данные глобального исследования свидетельствуют о том, что в мире мясо птицы занимает второе место по объему производства (Güz B.C., 2022). Вот почему одной из наиболее эффективных подотраслей животноводства, обеспечивающих продовольственную безопасность значительной части населения планеты, считается птицеводство.

На большинстве предприятий используют интенсивные технологии, благодаря чему производство мяса птицы с каждым годом растет. Например, в 2021 г. было выращено более чем 60 млрд бройлеров, что соответствует 137,8 млн т продукции птицеводства в убойном весе (Трухачев В.И., Юлдашбаев Ю.А., Свиначев И.Ю. и др., 2022; Gržinić G., Piotrowicz-Cieślak A., Klimkowicz-Pawlas A. et al., 2023). Прак-

тика показывает, что благополучие поголовья часто приносят в жертву экономике: внедрение интенсивных систем выращивания, основанных на важных производственных характеристиках, приводит к существенному снижению продуктивности бройлеров (Mottet A., Tempio G., 2017; Bessei W., 2018).

Благополучие сельскохозяйственной птицы имеет важное значение как с этической, так и с практической точки зрения. С одной стороны, установлено, что птицы, как и млекопитающие, обладают достаточной осознанностью (чувствительностью): ощущают боль и испытывают страдания из-за заболеваний или несоответствия условий содержания потребностям. Это отражено в Кембриджской декларации, подписанной в 2012 г. в Кембриджском университете (Великобритания) группой нейробиологов на конференции «Сознание человека и животных» (Walter V., 2022). С другой стороны, существует очевидная экономическая выгода при использовании систем управления, которые способствуют улучшению здоровья птицы и тем самым

приносят прямую прибыль за счет сокращения потерь вследствие выбраковки и падежа (Dawkins M.S., 2016).

Продуктивность животных обусловлена их полноценным кормлением, генетическим потенциалом, уровнем селекционно-племенной работы в стадах и условиями содержания. Селекционные программы и системы кормления птицы на промышленных комплексах характеризуются высокой эффективностью, однако благополучие поголовья оставляет желать лучшего (Moura D.J., Nääs I.A., Pereira D.F. et al., 2006). Оценка условий содержания продуктивных животных и контроль основных параметров микроклимата в будущем могут произвести революцию в подотрасли и установить баланс между благополучием поголовья и рентабельностью предприятия (Dawkins M.S., 2016).

Благополучие животных, в том числе птицы, определяется так называемыми пятью свободами Брамбелла (Brambell R., 1965). В бройлерном птицеводстве условие «свобода от боли, травм и болезней» практически не обеспечивается (Meseret S., 2016). Причина заключается в том, что высокая плотность посадки, увеличение концентрации аммиака в воздухе, тепловой стресс, а также ограниченный доступ к корму и воде вызывают стресс у птицы (Dawkins M.S. et al., 2004; Jones T.A. et al., 2005; Meluzzi A. et al., 2009).

Среда птичника представляет собой комплекс взаимодействующих физических и биологических компонентов, то есть является сложной динамической системой (Sainsbury D., 2000).

Один из главных факторов (экологический стресс), существенно снижающих благополучие бройлеров, замедляющих их рост и ухудшающих конверсию корма, — повышенная концентрация аммиака в помещениях (Wang Y.M., Meng Q.P., Guo Y.M. et al., 2010; Wang G., Liu Q., Zhou Y. et al., 2022).

Мы проанализировали актуальные научные публикации и систематизировали информацию об отрицательном влиянии аммиака на здоровье и продуктивность бройлеров, о механизмах развития патологических процессов в органах и тканях птицы, а также о причинах увеличения содержания аммиака в производственных помещениях и методах контроля этого показателя.

Перед нами стояли следующие цели:

- охарактеризовать механизмы развития патологических процессов в организме бройлеров при воздействии на них токсичных доз аммиака;
- определить факторы, приводящие к образованию избыточного количества аммиака в птичниках;
- оценить методы контроля уровня аммиака при выращивании бройлеров.

Аммиак — бесцветный токсичный газ с характерным резким запахом — один из наиболее распространенных загрязнителей. Газообразный аммиак образуется в результате разложения отходов жизнедеятельности животных, в том числе птицы, и в той или иной концентрации присутствует в большинстве животноводческих помещений. В высоких концентрациях аммиак вызывает раздражение глаз и дыхательных путей, поражает копыта млекопитающих, служит причиной развития контактного дерматита у птицы.

Практика показывает, что аммиак оказывает мощное нейротоксическое действие на домашнюю птицу, а именно:

- активирует апоптоз и окислительный стресс (Chen L., Cai T., Zhao C. et al., 2022);
- вызывает увеличение фабрициевой сумки (Wei F.X., Hu X.F., Xu B. et al., 2015);
- приводит к снижению титров специфических антител (Wang Y.M., Meng Q.P., Guo Y.M. et al., 2010);
- провоцирует увеличение уровня цитокинов IL6 и IL10 в плазме крови;
- усиливает экспрессию генов различных цитокинов в селезенке (Beker A., Vanhooser S.L., Swartzlander J.H.,

Teeter R.G., 2004; Wu Y.N., Yan F.F., Hu J.Y. et al., 2017).

В результате этого восприимчивость бройлеров к болезням существенно повышается.

Аммиак образуется в ходе метаболических процессов, протекающих в клетках организма, а также при дезаминировании аминокислот, распаде пуриновых, пиримидиновых оснований и биогенных аминов. Аммиак является прямым или косвенным предшественником большинства азотсодержащих соединений, включающихся в ткани животных, и, следовательно, служит субстратом для биосинтеза аминокислот, белков и нуклеиновых кислот (Dimski D.S., 1994). Вот почему важно, чтобы циркулирующий аммиак использовался в биохимических процессах, а его избыток метаболизировался и выводился из организма в виде нетоксичных соединений.

Конечный продукт азотистого обмена в организме млекопитающих — мочевины, образующаяся в серии последовательных реакций орнитинового цикла, а в организме птицы — мочевиная кислота, синтез которой происходит поэтапно и требует значительных затрат энергии (Murphy T., Cargill C., Rutley D., Stott P., 2012; Costa, 2017).

Белок — важный элемент питания. Его использование в организме зависит от количества, соотношения и усвояемости аминокислот, входящих в состав протеина. Данные исследований свидетельствуют о том, что, в отличие от углеводов или липидов, кормовые белки не имеют специального механизма, обеспечивающего их хранение в организме: в процессе ферментативного расщепления они распадаются на аминокислоты (Vilela M.d.O., Gates R.S., Souza C.D.F. et al., 2020).

Из организма птицы неиспользованный азот выводится через желудочно-кишечный тракт с помётом преимущественно в виде мочевой кислоты, аммиака и мочевины. Во влажной подстилке под действием аэробных микроорганизмов азотсодержащие вещества помёта разлагаются и превращаются в аммиак, который рассматривают как один из побочных продуктов птицеводства (Schefferle H.E., 1965).

Согласно зооигиеническим требованиям предельно допустимая концентрация аммиака в воздухе составляет 15 ppm (частей на миллион), однако

при нарушении технологий кормления и содержания птицы уровень этого вещества возрастает. Если человек чувствует запах аммиака, то его концентрация в помещении достаточно велика (25–30 ppm). В таких условиях здоровье птицы ухудшается, а ее продуктивность существенно снижается.

Даже в небольшой концентрации аммиак оказывает отрицательное влияние на живой организм, при этом измерить степень неблагоприятного воздействия этого токсичного газа весьма сложно. Установлено, что к концу периода выращивания бройлеров объем выбрасываемого в окружающую среду аммиака увеличивается (Kristensen H.H., Wathes C.M., 2000). В птичниках его уровень необходимо измерять несколько раз в день в разных точках помещения.

Известно, что аммиак легче воздуха и хорошо растворяется в воде. Гидрат аммиака в водной среде диссоциирует на катион аммония (NH₄⁺) и гидроксид-ион (OH⁻), благодаря чему водный раствор аммиака имеет щелочную среду. Такие соединения поражают дыхательную систему, глаза, кожу лап и груди бройлеров. Взаимодействуя со слизистыми оболочками, газообразный аммиак легко вступает в реакцию с водой, в результате чего образуются ионы аммония. Это — экзотермический процесс, вследствие которого повреждаются ткани. Установлено, что образующийся щелочной раствор вызывает некроз тканей из-за денатурации белков и омыления жиров, а извлечение воды из тканей инициирует воспалительную реакцию (Jarudi N.I. et al., 1973; Arwood R. et al., 1985; Amshel C.E. et al., 2000).

Газообразный аммиак в высоких концентрациях раздражает дыхательные пути, нарушает их структуру и функцию ресничек дыхательного эпителия (Smith J.H., Wathes C.M., Baldwin B.A., 1996). При воздействии токсичных ингаляционных веществ выстланная мукоцилиарным эпителием трахея играет роль защитного барьера, но, будучи верхней частью дыхательных путей, она становится наиболее восприимчивой к аммиаку. Данные исследований свидетельствуют о том, что у птицы, содержащейся в помещениях с низкой концентрацией этого газа (не более 10 ppm), обильно выделялась слизь и повреждались реснички

эпителия трахеи (Nagaraja K.V. et al., 1983; Al-Mashhadani E.H., Beck M.M., 1985).

Отмечено, что под действием атмосферного аммиака в трахее повышается уровень цитокинов IL-1 бета и IL-6, обладающих сильными противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами (Xiong Y. et al., 2016). Цитокины вызывают воспалительную реакцию, вследствие чего восприимчивость птицы к инфекционным агентам значительно возрастает (Caveny D.D., 1981).

Степень воздействия аммиака на слизистую оболочку трахеи сильно варьирует: он может вызывать паралич ресничек мерцательного эпителия, децелиацию (утрата ресничек) эпителиальных клеток и некроз самого эпителия слизистой оболочки. Из-за этого снижается эффективность мукоцилиарного клиренса, являющегося основным врожденным защитным механизмом легких. Кроме того, у бройлеров развивается мукоцилиарная недостаточность, а также нарушаются эпителиальный гомеостаз и механизмы очищения бронхов. Перечисленные патологии приводят к воспалению дыхательных путей птицы (Seedorf J., 2013; Bustamante-Marin et al., 2017).

Исследователи U.A. Gamm, B.K. Huang, E.K. Mis и соавторы (2017) установили: при воздействии экзогенных факторов функция важного защитного механизма, обеспечивающего эвакуацию вдыхаемых патогенов и загрязняющих веществ из легких, заметно ухудшается, а значит, возрастает риск развития рецидивирующих респираторных инфекций, увеличения заболеваемости и снижения сохранности птицы. Если концентрация аммиака в помещении составляет 15 ppm, pH трахеи повышается, в результате чего в ней изменяется видовой состав микрофлоры. Из-за того что некоторые виды патогенных бактерий доминируют над симбиотической микробиотой, болезнетворные микроорганизмы провоцируют воспаление, при этом провоспалительная реакция проявляется сильнее, чем противовоспалительный ответ (Zhou Y., Zhang M., Liu Q., Feng J., 2021).

Действие высоких концентраций аммиака (35 ppm) на организм бройлеров — причина воспаления легочной ткани вследствие активации инфламмосомы NLRP3 (многобелковый олигомерный комплекс), участвующей

в иммунном ответе при воздействии бактериальных, вирусных и других агентов (Liu Q.X., Zhou Y., Li X.M. et al., 2020). Таким образом, активируя воспалительные пути, аммиак может действовать как неинфекционный триггер в иницировании воспалительного процесса.

Доказано, что аммиак обладает кардиотоксичным свойством и также выступает неинфекционным триггером, иницирующим окислительный стресс и воспалительное поражение сердца бройлеров (Wang H., Zhang Y., Qi H. et al., 2020). К тому же при ингаляционном воздействии этого токсичного газа у птицы меняется качественный и количественный состав микробиоты кишечника. При воспалении в нем происходят структурные и функциональные нарушения (Zhou Y. et al., 2021).

При попадании на роговицу глаза газообразный аммиак растворяется в водной субстанции (процесс протекает с образованием гидроксида аммония). В результате такого воздействия у бройлеров развиваются патологии глаз разной степени тяжести, такие как кератит, конъюнктивит и помутнение роговицы с последующим ее изъязвлением. Воспаление век, возникающее при относительно невысоких концентрациях аммиака в помещении, увеличивает вероятность заражения птицы вторичными инфекциями, что также приводит к повреждению роговицы.

При содержании газа в птичниках в концентрации 25 и 50 ppm клинические признаки поражения глаз появляются на седьмой день (Olanrewaju H.A. et al., 2007; Miles et al., 2006). Под действием аммиака, концентрация которого превышает 50 ppm, у кур развивается кератоконъюнктивит. У заболевших особей веки закрыты, текут слезы, птица трет глаза крыльями. Часто наступает слепота (так называемая аммиачная слепота), а значит, бройлеры не могут найти корм и воду, что приводит к падежу поголовья.

Установлено, что аммиак не повреждает непосредственно эпителий роговицы, а разрушает базальную мембрану, на которой лежит эпителий. Это приводит к отслоению эпителиального слоя. Пораженные ткани выглядят как круглый серо-белый непрозрачный шероховатый участок в центре роговицы (Bullis K.L., Snoeyenbos G.H., van Roekel H., 1950).

Практика показывает, что аммиак служит причиной развития контактного дерматита (поражение кожи при длительном нахождении на влажной подстилке). В первую очередь страдают подушечки лап, скакательные суставы, а в тяжелых случаях — кожа в области груди. Общеизвестно, что у птицы первой линией защиты являются перья и кожа. Они играют важную роль в поддержании стабильной температуры тела, облегчают общую подвижность и обеспечивают успешное спаривание у некоторых видов. По физическому состоянию перьев и кожи бройлеров оценивают качество менеджмента на фабрике, а также уровень здоровья и благополучия всего поголовья (van Emous R.A., van Krimpen M.M. et al., 2019).

Контактный дерматит обычно выявляют при осмотре кур. При этом фиксируют патологии от поверхностных поражений кожи до глубоких язв разного размера в зависимости от стадии и тяжести течения болезни, определяют степень дискомфорта и болевого шока (de Jong I.C. et al., 2014). В странах Евросоюза «ожоги» подушечек лап, скакательных суставов и груди служат индикатором условий содержания птицы и ее благополучия (Haslam S.M. et al., 2007).

Кератиновый слой эпидермиса защищает расположенную ниже дерму. При длительном контакте кожи с влажной подстилкой аммиак раздражает дерму, что приводит к развитию патологии. Ее определяют как дегенеративный воспалительный процесс, вызывающий поражение сухожилий и остеомиелит плюсневых костей и фаланг (McCluggage D., 1997). Первые признаки пододерматита — ишемия и некроз мягких тканей, приводящие к высвобождению медиаторов воспаления. Ситуация усугубляется из-за тромбоза мелких сосудов.

На начальной стадии регистрируют воспаление, эритему, образование струпуев и появление мокнущих ран. Гиперкератоз возникает тогда, когда поражение кожи переходит в хроническую форму и уменьшается толщина эпителия с последующим изъязвлением тканей. В дерме, прилегающей к очагам поражения, увеличиваются популяции лимфоцитов, гранулоцитов и лимфатических фолликулов (Platt S., Buda S., Budras K.D., 2001). Такие по-

ражения подушечек лап имеют небактериальное происхождение, но служат входными воротами для патогенных микроорганизмов, которые с током крови попадают в органы и ткани, вызывая их воспаление (Hester P. Y., 1994; Shepherd E. M., Fairchild B. D., 2010).

Наиболее распространенные микроорганизмы, провоцирующие возникновение вторичных инфекций, относятся к представителям семейства *Staphylococcus* spp. При отсутствии лечения у птицы развиваются остеомиелит, тендинопатия (воспаление сухожилий) и артрит. На этой стадии прогноз неблагоприятный, поскольку возникают системные патологии, такие как эндокардит и полиартрит (Stoute S. T. et al., 2009).

Частью синдрома контактного дерматита является «ожог» скакательных суставов, гистологически выраженный как окруженные эпидермальной гиперплазией области эпидермального некроза с застоем капилляров, лейкоцитозом и диффузной гетерофильной инфильтрацией под ними. Эта патология проявляется в виде поражения кожи: на ней появляются участки черно-

го или коричневого цвета (Greene J. A. et al., 1985; Martland M. F., 1985; Haslam S. M. et al., 2007; Hepworth P. J. et al., 2011).

Исследователи R. A. van Emous и M. M. van Krimpen сообщают о том, что у бройлеров контактный дерматит в области кия («ожог» грудки) возникает вследствие его плохого оперения. Кожа подвергается прямому длительному контакту с влажной подстилкой. Патология имеет ту же этиологию, что и «ожог» подушечек лап: в ее основе лежит воздействие аммиака на кожные покровы птицы.

Перечисленные патологические процессы сопровождаются болевым синдромом, что, безусловно, оказывает влияние на поведение птицы. Чтобы уменьшить боль, пораженные пододерматитом бройлеры становятся менее активными и демонстрируют низкое разнообразие в моделях поведения (Hocking P. M., Wu K., 2013; Weber Wynneken C. W. et al., 2015). Данные опытов показали, что, в отличие от здоровой птицы, особи, у которых диагностировали контактный дерма-

тит, потребляли больше корма, содержащего обезболевующие препараты (Danbury T. C., 2000).

Отклонения в поведении и ухудшение здоровья — основные причины снижения потребления корма и замедления роста. Если бройлеры в течение длительного времени лежат на подстилке, время контакта с помётом увеличивается. Ситуация усугубляется тем, что у птицы развивается контактный дерматит, а в хозяйстве снижается сохранность поголовья (Martland M. F., 1985; Mayne R. K., 2005).

Обобщение научно обоснованных данных исследований зарубежных и российских ученых поможет производителям мяса птицы снизить концентрацию аммиака в помещениях для бройлеров и предупредить возникновение у них различных заболеваний (в первую очередь — пододерматита). Статья опубликована в рамках реализации специальной части проекта № 075-15-2023-220 программы поддержки и развития университета «Приоритет-2030».

ЖР**Московская область**

Окончание в следующем номере

XIX Международная конференция «Качество и безопасность комбикормов — гарантия эффективного развития животноводства» («Комбикорма-2025»)

22–23 апреля 2025 г.

Международная промышленная академия (МПА), Москва, 1-й Щипковский пер., д. 20

Организаторы

Международная промышленная академия • Союз комбикормщиков России • ВНИИ комбикормовой промышленности

Приглашаем руководителей и специалистов комбикормовых предприятий, птицефабрик, свиноводческих и животноводческих комплексов, холдингов и компаний, федеральных и региональных органов управления АПК, ведущих отечественных и зарубежных фирм — производителей оборудования, ветеринарных препаратов и компонентов для производства комбикормов, ученых научно-исследовательских институтов и профильных вузов, представителей отраслевых СМИ.

Основные вопросы для обсуждения

- Состояние и перспективы развития отечественной комбикормовой промышленности. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. Меры государственной поддержки производителей кормов для всех отраслей животноводства, включая птицеводство и рыбоводство.
- Стабильность кормовой базы и ее обеспеченность различными компонентами, в том числе альтернативными источниками белка и нетрадиционным сырьем.
- Инновации в технике и технологии производства высококачественных и безопасных комбикормов. Модернизация, реконструкция и строительство предприятий и цехов по производству комбикормов, обеспечивающих эффективное кормление животных.
- Новые разработки в производстве кормовых добавок и премиксов. Импортозамещение в производстве аминокислот, витаминов и ферментов.
- Современные методы и приборы контроля качества и безопасности сырья и кормов.
- Законодательная база отрасли и практика ее применения в условиях Евразийского экономического союза. О проекте Технического регламента «О безопасности кормов и кормовых добавок».

Формат проведения — офлайн (личное участие) и онлайн (видеотрансляция).**Контакты для справок и заявок**

ЩербакOVA Ольга Евгеньевна, тел./факс: +7 (495) 959-71-06, e-mail: scherbakovae@grainfood.ru

Международная промышленная академия: <http://www.grainfood.ru>