УДК 619:579.61/.63 doi: 10.15389/agrobiology.2018.6.1120rus

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

(обзор)

В.И. ФИСИНИН[1], В.И. ТРУХАЧЕВ[2], И.П. САЛЕЕВА[1], В.Ю. МОРОЗОВ[2], Е.В. ЖУРАВЧУК[1], Р.О. КОЛЕСНИКОВ[2], А.В. ИВАНОВ[1]

Современные животноводческие и птицеводческие комплексы становятся источниками загрязнения среды биоаэрозолями, пылью и вредными газами, которые ежедневно выбрасываются вентиляционной системой в атмосферу. Эти вещества разносятся ветром на расстояние более 3 км (М.В. Власов с соавт., 2010). Средняя концентрация пыли на птицефабриках может достигать 10 мг/м^3 (M. Saleh с соавт., 2014), причем медианные концентрации эндотоксинов в ней составляют до 257,6 нг/м^3 (K. Radon с соавт., 2002). В осажденной пыли обсемененность бактериями и грибами составляет соответственно 3,2×10^9 и 1,2×10^6 КОЕ/м^3 (J. Skora с соавт., 2016). Концентрация мезофильных бактерий в воздухе животноводческих помещений достигает 8,8×10^4 КОЕ/м^3 (E. Karwowska, 2005), птичников — 1,89×10^8 КОЕ/м^3 (K. Roque с соавт., 2016). При изучении видового состава микрофлоры в корпусах для молодняка крупного рогатого скота были выделены патогенные штаммы *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Candida* spp., *Aspergillus* spp. (В.Ю. Морозов и соавт., 2016). Биоаэрозоль в воздухе птичников может содержать представителей родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Pasteurella*, *Corynebacterium*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Leptospira*, *Brucella*, *Haemophilus*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Mycoplasma*, *Streptococcus*, *Staphyloccocus*, *Pantoea*, *Micrococcus*, *Sarcina* (E. Lonc с соавт., 2010). В воздухе птицефабрик выявлено свыше 30 видов микроорганизмов, в том числе 13 видов грибов с преобладанием родов *Aspergillus* и *Penicillium* (A. Lugauskas с соавт., 2004). Содержание аэробных грибов варьировало от 4,4×10^3 до 6,2×10^5 КОЕ/м^3 (V. Agranovski с соавт., 2007). Вдыхание такого биоаэрозоля приводит к возникновению воспалительных процессов в дыхательной системе, астмы, аллергических реакций (B. Bakutis с соавт., 2004; D. Pomorska с соавт., 2009; Л.А. Мельникова с соавт., 2009). Пылевые клещи — один из основных аллергенов в птицеводстве (E. Lonc с соавт., 2010). До 20 % фермеров и сельскохозяйственных рабочих сообщают о симптомах респираторных заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью (J. Hartung с соавт., 2007). Актуальной проблемой в птицеводстве остаются острые кишечные инфекции, самые распространенные из которых — колибактериоз и сальмонеллез. Высокая загруженность сельскохозяйственных комплексов, технологические нарушения приводят к поддержанию и распространению различных заболеваний, снижающих сохранность и продуктивность животных (О.Р. Ильясов с соавт., 2017). Существует вероятность массовых вспышек инфекционных заболеваний и поражения всего поголовья. Высока угроза распространения зоонозных болезней (А.Г. Возмилов с соавт., 2013), периодически регистрируются вспышки опасных для людей заболеваний — туберкулеза крупного рогатого скота, бешенства, лептоспироза, бруцеллеза, сибирской язвы. Таким образом, современное интенсивное животноводство и птицеводство представляют потенциальный риск для здоровья как животных и птицы, так и людей, работающих на фермах (птицефабриках), а загрязнение атмосферного воздуха снижает качество жизни населения близлежащих районов. В качестве обязательного элемента производственных технологий следует использовать методы обеззараживания и очистки, в частности аэрозольную и УФ-дезинфекцию, фильтрацию подаваемого и вытяжного воздуха.

Ключевые слова: животноводство, птицеводство, биоаэрозоль, патогенная микрофлора, микроорганизмы, грибки, вирусы, запыленность, инфекционные заболевания, загрязнение атмосферного воздуха, воздушная среда.

Современные технологии, используемые в животноводстве и птицеводстве, экономически эффективны и позволяют в короткие сроки решить проблему снабжения населения продуктами. В большинстве случаев это достигается благодаря высокой плотности размещения животных и птицы на ограниченных площадях. Как следствие, происходит интенсивное загрязнение атмосферного воздуха на производственных территориях и далеко за их пределами. Негативное изменение качества воздушной среды может отрицательно сказаться на здоровье населения, поэтому охрана атмосферного воздуха имеет первостепенное значение (1-4).

Проблема потенциальных рисков для здоровья людей и сельскохо-

зяйственных животных при промышленном ведении животноводства и птицеводства актуальна во всех странах с развитыми технологиями и широкомасштабным производством продуктов питания. Экспериментальные данные по органическим, биологическим, химическим и другим загрязнениям постоянно пополняются и систематизируются. В настоящем обзоре в сравнительном аспекте будут рассмотрены результаты исследований количественного и видового состава патогенных микроорганизмов, вирусов, а также вредных веществ в воздушной среде животноводческих и птицеводческих комплексов в России и других странах.

Бактерии находятся в воздухе в составе капельных (жидких) или пылевых (твердых) аэрозолей (5). В основном это сапрофитные виды, которые попадают в воздух из почвы. В естественных условиях в воздухе обнаруживается около 40 тыс. видов спор папоротников, мхов, грибов и около 1200 видов бактерий и актиномицетов. Воздушные потоки способны переносить такие микроорганизмы и споры на значительные расстояния (6).

Основной загрязнитель воздушного бассейна на территории ферм и птицефабрик — навоз (помет). В отсутствие специальных хранилищ накапливается огромное количество необработанного навоза (помета), причем в неблагополучных по хроническим инфекциям хозяйствам он контаминирован возбудителями заболеваний. В засушливую погоду и при сильном ветре инфицированные частички в виде пыли попадают в воздух (7). Все это осложняет эпизоотическую и эпидемическую обстановку и создает предпосылки для загрязнения окружающей среды биологическими отходами (8).

Воздух, содержащий микроорганизмы, органические вещества и пыль, ежедневно выбрасывается из животноводческих и птицеводческих помещений через вентиляционную систему. При его попадании из одного производственного объекта в другой создается угроза возникновения заболеваний, вызываемых ассоциацией микроорганизмов (9, 10). Показано, что со свиноводческих комплексов с поголовьем от 10 до 40 тыс. в течение 1 ч через вытяжную систему вентиляции в атмосферу попадает от 4,6 до 83,4 млрд микроорганизмов и от 0,2 до 6,1 кг пыли; на птицефабрике с поголовьем 720 тыс. — соответственно до 174,8 млрд и 41,4 кг (11). Вещества, попадающие в атмосферу из животноводческих помещений, в безветренную погоду могут ощущаться на расстоянии 1-1,5 км от них, а по направлению ветра — на 2-3 км и более (12). Даже те возбудители заболеваний, которые выживают в атмосферном воздухе в течение только нескольких минут, за это время распространяются на большие расстояния (например, стафилококки — до 500 м) (13).

Основной источник микроорганизмов в воздухе животноводческих помещений — содержащееся там поголовье. Доказано, что в 1 м^3 такого воздуха содержится 2 млн, а иногда и более микробных клеток (в том числе патогенных) (6). Значительное повышение бактериальной обсемененности воздуха, поверхностей оборудования, кормов и воды происходит при нарушениях в технологических и кормовых программах (14).

Самую высокую запыленность воздуха отмечают в промышленном птицеводстве: при выращивании молодняка и содержании взрослой птицы, особенно во время линьки, образуется перьевая, пуховая, эпителиальная пыль. Кроме того, в воздух попадают микроорганизмы, выделяемые птицей из верхних дыхательных путей, а также с испражнениями после их высыхания. Россыпные комбикорма становятся основным источником пыли растительного происхождения (9, 15). В комбикормовой пыли часто содержатся антибактериальные вещества и антибиотики, в том числе широкого спектра действия. Их постоянное присутствие в воздухе может

привести к возникновению антибиотикоустойчивых штаммов микроорганизмов (16, 17). Состав пыли на птицефабриках — 3-6 % клетчатки, до 70 % сырого протеина, 7-10 % веществ, экстрагируемых эфиром, а также частицы перьев, пуха, помета, грибы, микробы (18). Такая пыль служит для микробов и носителем, и питательной средой. Пылью называют находящиеся в воздухе твердые частицы размером до 100 мкм. Частицы диаметром более 100 мкм оседают на поверхности быстро, с меньшим диаметром — очень медленно, и скорость их переноса полностью зависит от силы воздушного потока. Пыль с размерами частиц до 10 мкм находится в воздухе в виде взвеси (6).

Высокое содержание в пыли неорганических и органических веществ, компонентов биологического происхождения, а также патогенных микроорганизмов потенциально опасно для работников птицефабрик и животноводческих комплексов и приводит к развитию заболеваний дыхательной системы, в том числе в осложненной форме (5, 16, 19, 20). До 20 % фермеров и сельскохозяйственных рабочих сообщают о связанных с профессиональной деятельностью симптомах респираторных заболеваний. Распространенность обструктивных легочных расстройств повышается с увеличением длительности воздействия загрязненного воздуха (13, 21).

На 13 птицефабриках с количеством птицы от 8000 до 42000 гол. общая концентрация пыли в воздухе составляла в среднем 1,44 мг/м^3 (с высоким процентом взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм). В осажденной пыли обсемененность бактериями и грибами составила соответственно $3{,}2\times10^9$ КОЕ/м^3 и $1{,}2\times10^6$ КОЕ/м^3 (22). По данным K. Radon с соавт. (2), концентрация пыли на птицефабриках составляла 7,01 мг/м^3. M. Saleh с соавт. (23) отмечают, что самая высокая концентрация ингаляционной пыли (до 10 мг/м^3) наблюдалась при выращивании цыплят-бройлеров в конце 4-й нед откорма.

Пыль в животноводческих и птицеводческих помещениях содержит значительное количество бактериальных эндотоксинов, которые высвобождаются при лизисе бактериальной клетки (24). В сообщении K. Roque с соавт. (25), самое высокое содержание эндотоксинов было в пыли на птицефабриках (588,8±138,1 ЕЭ/м^3), самое низкое — в помещениях с крупным рогатым скотом (57,0±32,1 ЕЭ/м^3). В исследованиях R. Schierl с соавт. (26) концентрация эндотоксина в воздушной и осажденной пыли варьировала и составила 16,9 ЕЭ/м^3 для молочного скота, 557,9 ЕЭ/м^3 — для мясного скота, 668,7 ЕЭ/м^3 — для свиней, 463,2 ЕЭ/м^3 — для курнесушек, 1902 ЕЭ/м^3 — для индеек. При частом вдыхании эндотоксинов у человека возникают острые воспалительные процессы в дыхательных путях, обструктивные заболевания легких и астма, распространенные среди работников птицеводческой отрасли (25, 26). Попадая в организм птицы, эндотоксины ослабляют ее иммунную систему, что в итоге снижает продуктивные показатели, а существенное усиление иммунного ответа может привести к септическому шоку (27).

Повышению концентрации взвешенной пыли, содержащей микроорганизмы, способствует механическое смешивание воздуха при создании одинаковых температурных условий на всей площади животноводческого помещения, а также активные движения животных или птицы (28-30). Согласно принятым в России рекомендациям технологического проектирования птицеводческих предприятий, концентрация пыли в воздухе птичника не должна превышать для взрослой птицы 5 мг/м^3, для молодняка в возрасте от 1 по 4 нед — 1, от 5 по 9 нед — 2, от 10 до 14 нед — 3, от 15 до 22 нед — 4 мг/м^3. Допускается увеличение концен-

трации пыли на 2 мг/м^3 при сборе яиц и кормлении птицы (31). Когда запыленность превышает 5 мг/м^3, микроорганизмы, попадающие в респираторный тракт птицы, вызывают его воспаление (19). Предельно допустимая концентрация (ПДК) микроорганизмов в 1 м^3 воздуха составляет для взрослой птицы 250 тыс. КОЕ, для молодняка в возрасте с 1 по 4 нед — 30 тыс., с 5 по 9 нед — 50 тыс., с 10 по 14 нед — 100 тыс., с 15 по 22 нед — 150 тыс. КОЕ (31). В воздухе животноводческих помещений бактериальная обсемененность не должна превышать 500-1000 КОЕ/м^3 (6).

По данным E. Karwowska (32), численность микроорганизмов в животноводческих помещениях колеблется от $1{,}7\times10^3$ до $8{,}8\times10^4$ КОЕ/м^3 для мезофильных бактерий, от $3{,}5\times10^1$ до $8{,}3\times10^2$ — для гемолитических бактерий, от $1{,}5\times10^3$ до $4{,}6\times10^4$ — для стафилококков, от $5{,}0\times10^0$ до $2{,}0\times10^2$ — для бактерий кишечной группы и от $1{,}7\times10^2$ до $2{,}4\times10^4$ — для грибов рода *Aspergillus* (*A. niger*, *A. nidulans*, *A. ochraceus*), *Penicillium notatum*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. и *Alternaria* sp. K. Roque с соавт. (25) идентифицировали в воздухе животноводческих и птицеводческих помещений шесть видов грамотрицательных бактерий, 31 вид — грамположительных и 11 видов грибов, при этом из грамположительных бактерии преобладали *Staphylococcus lentus*, *S. chromogenes*, *Bacillus cereus*, *B. licheniformis* и *E. faecalis*, среди грибов и грамотрицательных бактерий — соответственно *Candida albicans* и *Sphingomonas paucimobilis*. Все эти организмы — опасные патогены, особенно для животных и людей с ослабленным иммунитетом. При изучении микробной обсемененности воздуха и видового состава микрофлоры в телятнике были выделены патогенные штаммы *Staphylococcus aureus* (46,1 %), *Streptococcus faecalis* (23,1 %), *Escherichia coli* (15,3 %) и *Candida* spp. (15,3 %), в корпусе для доращивания молодняка — *Escherichia coli* (29,4 %), *Streptococcus faecalis* (23,5 %), *Candida* spp. (17,6 %), *Staphylococcus aureus* (17,6 %) и *Aspergillus* spp. (11,8 %) (33).

Сравнение микробного фона птицеводческих объектов в зависимости от сезона и расстояния от птичника показало, что в воздухе (снаружи и внутри) птичника наименьшее количество бактерий семейства *Enterobacteriaceae* отмечали в зимний и осенний периоды (в среднем около $5{,}0\times10^0$ КОЕ/м^3), причем весной численность этих бактерий оказалась наибольшей ($5{,}2\times10^3$ КОЕ/м^3). Стафилококки были самыми многочисленными микроорганизмами в течение всего года (около 81 %). Гетеротрофные бактерии и грибы составили соответственно 12 и 6 %. Концентрации бактерий в атмосферном воздухе определяли на расстоянии 10, 50 и 100 м от птичников. При удалении на 10 м количество бактерий снижалось в несколько раз по сравнению с таковым в птичниках и было минимальным на расстоянии 100 м (4).

В исследованиях динамики загрязнения воздуха на птицефабриках при выращивании цыплят-бройлеров с учетом их возраста и продуктивности показано (34-36), что в птичнике обсемененность аэробными микроорганизмами увеличивается с возрастом птицы. Наибольшими были показатели в воздухе помещений, где содержались 5-недельные цыплята, — $6{,}4\times10^6$ КОЕ/м^3. По данным K. Bródka с соавт. (37), суммарные концентрации аэробных мезофильных бактерий внутри птичников варьировали от $4{,}74\times10^4$ до $1{,}89\times10^8$ КОЕ/м^3. Для грамотрицательных бактерий диапазон включал значения от $4{,}33\times10^2$ до $4{,}29\times10^6$ КОЕ/м^3. Количество бактерий рода *Enterococcus* находилось в пределах $1{,}53\times10^4$-$1{,}09\times10^7$. Численность грамположительных бактерий составила $3{,}78\times10^4$-$6{,}65\times10^7$ КОЕ/м^3. Механическая вентиляция снижала микробную обсемененность (более чем

в 2 раза), поэтому самые низкие показатели для каждой из исследуемых групп микроорганизмов фиксировали при усилении воздухообмена в птичниках. Концентрация микроорганизмов в воздухе — важный показатель эпизоотического состояния птицефабрики, поскольку распространение патогенной микрофлоры воздушным путем — одно из самых быстрых, что создает опасность возникновения массовых заболеваний птицы. Биоаэрозоль в воздухе птичников может содержать представителей родов *Pseudomonas*, *Pasteurella*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Corynebacterium*, *Haemophilus*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Brucella*, *Leptospira*, *Mycoplasma*, *Staphyloccocus*, *Sarcina, Micrococcus*, *Pantoea* и др. (39). При превышении ПДК микроорганизмов в воздухе у цыплят снижается среднесуточный прирост живой массы, сохранность, а также отмечается достоверное снижение гуморальных факторов естественной резистентности (33, 39, 40).

При оценке влияния микробных аэрозолей на иммунную систему мясных уток с использованием контролируемой вентиляции G. Yu с соавт. (41) установили сильную корреляцию между концентрацией аэробных бактерий, грамотрицательных бактерий, грибов, эндотоксинов в воздухе и титрами антител к вирусу птичьего гриппа серотипа H5 (H5 AIV, avian influenza virus), концентрацией иммуноглобулина G, интерлейкина 2, трансформацией Т-лимфоцитов, количеством лизоцима и индексами тимуса, селезенки и бурсы (рассчитаны как процентное отношение массы органа к живой массе особи). То есть высокая концентрация микробного аэрозоля отрицательно влияла на иммунный статус уток. V. Agranovski с соавт. (42) также оценили качество воздуха в птичниках. В их исследовании концентрация бактерий составляла $1{,}12\times10^5$-$6{,}38\times10^6$ КОЕ/м^3. Приблизительно 85 % бактерий были грамположительными. Количество аэробных грибов варьировало от $4{,}4\times10^3$ до $6{,}2\times10^5$ КОЕ/м^3. Были обнаружены представители таксономических групп *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Mucor*, *Trichophyton*, *Alternaria*, *Ulocladium*, *Basidiospores*, *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Drechslera*, *Pithomyces*, *Crysosporium*, *Geomyces* и *Rhizomucor*.

Споры грибов имеют микрометровые размеры и тоже классифицируются как биоаэрозоль. Они всегда присутствуют в атмосферном воздухе, при этом их концентрация варьирует в зависимости от условий окружающей среды. Как и бактерии, грибы *Stachybotrys chartarum*, *Alternaria alternate*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Trichoderma* sp. и *Trichothecium* sp. обнаруживаются в почве, пыли, корме и подстилке, но в меньшей степени у самих птиц или животных (43). Условия птицеводческих и животноводческих помещений благоприятны для размножения грибов (34). Их максимальную численность здесь отмечали осенью, при этом 88 % видового состава приходилось на плесневые грибы (44).

У птиц, животных и людей жизнеспособные формы грибов, а также их метаболиты (микотоксины) могут вызывать ряд патологий — в основном органов дыхания (раздражение слизистой оболочки, инвазивные микозы легких, аллергический ринит, аллергический легочный альвеолит, астма) и кожи (дерматомикозы, онихомикозы) (45). A. Lugauskas и соавт. (46) обнаружили в воздухе птицефабрик 31 вид грибов, относящихся к 13 родам. Были выделены и идентифицированы 6 видов рода *Aspergillus*, среди них численно преобладали *A. oryzae* и *A. nidulans* (соответственно 15,1 и 9,7 %). Грибы рода *Penicillium* были представлены 12 видами с преобладанием *Penicillium expansum*, *P. olivinoviride*, *P. claviforme* и *P. viridicatum*. По данным K. Radon с соавт. (2), количество грибов в птичниках колебалось от

$2{,}0\times10^7$ до $1{,}1\times10^9$ КОЕ/м^3, содержание бактерий было также высоким — от $4{,}7\times10^9$ до $4{,}2\times10^{10}$ КОЕ/м^3. H. Shokri (45) установил, что наиболее распространенные виды грибов в воздухе птицеводческих помещений — представители *Candida* (30,2 %) и *Aspergillus* (26,9 %), снаружи птичников — *Alternaria* (37,6 %) и *Candida* (19,3 %).

В защите дыхательных путей человека от микроорганизмов участвует система клеточного иммунитета (13, 47). Микроорганизмы (*Bacillus*, *Aspergillus*, *Penicillium*) вызывают воспалительный процесс в назальном и бронхолегочном отделах за счет повышения миграции нейтрофилов, макрофагов и лимфоцитов. Грамотрицательные бактерии влияют на метаболическую активность фагоцитов, что приводит к снижению общего числа клеточных элементов, в основном за счет уменьшения количества нейтрофилов и макрофагов в лаважной жидкости респираторного тракта (48). Доказано (3, 49-51), что вдыхание неинфекционных микроорганизмов и их компонентов также может приводить к воспалению дыхательных путей, а действие антигенов и аллергенов, активируя иммунную систему, вызывает аллергическую реакцию.

Современные технологии промышленного содержания сельскохозяйственных животных и птицы предусматривают повышенную плотность посадки с максимальным использованием объема помещения. Производители увеличивают выход продукции с 1 м^2 и снижают удельные энергозатраты, снижая тем самым себестоимость конечного продукта (26). Однако в таких условиях воздух в помещении сильно загрязняется не только пылью, но и органическими соединениями — аммиаком, углекислым газом, сероводородом, токсическими продуктами гниения и брожения органических веществ (21, 52). Превышение ПДК вредных веществ в воздухе негативно влияет на птицу. Например, при концентрации аммиака в воздухе выше 50 мг/м^3 снижается потребление корма, развивается конъюнктивит и, как следствие, замедляется рост птицы, а увеличение содержания окиси углерода до 100 мг/м^3 чревато летальным исходом (19).

Биологическое загрязнение воздуха также связано с присутствием паразитов. В птицеводстве наиболее распространены пылевые клещи птиц *Dermanyssus galline*, *Ornithonyssus sylvarium*, *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Knemidocoptes mutans* и *Acarus siro*, которые часто вызывают аллергию и астму (38).

Зоонозные заболевания (сибирская язва, бруцеллез, ящур, туберкулез, листериоз, туляремия) передаются не только от животного к животному, но и от животного к человеку и наоборот (53). Многие болезни человека и животных имеют общее эволюционное происхождение. Например, туберкулез 15 тыс. лет назад поражал крупный рогатый скот, но со временем стал одним из тяжелейших заболеваний человека (54). По данным Информационно-аналитического центра Управления ветнадзора Россельхознадзора (ФГБУ ВНИИЗЖ), за первое полугодие 2017 года в России у животных неоднократно регистрировали вспышки заболеваний, опасных для человека: 4 новых очага туберкулеза крупного рогатого скота, более 155 очагов бруцеллеза, 404 неблагополучных пункта по бешенству, в которых пало 439 животных, 15 неблагополучных пунктов по лептоспирозу. В 2016 году выявлено 8 очагов сибирской язвы (55). Патогенная микрофлора, выделяемая во внешнюю среду больными животными и птицей, разносится воздушными потоками (56). При недостаточной и некачественной дезинфекции животноводческих помещений в профилактических перерывах происходит размножение и накопление патогенной микрофлоры в воздухе, что приводит к заражению вновь размещенного поголовья (46, 57,

58). Высокая плотность поголовья вызывает повышенную чувствительность животных и птицы к патогенным микроорганизмам, при этом значительно возрастает вероятность массовой вспышки инфекционного заболевания. Наиболее опасными инфекциями считаются чума крупного рогатого скота, классическая и африканская чума свиней, блютанг, грипп лошадей, сибирская язва, бешенство, бруцеллез, туберкулез, лейкоз крупного рогатого скота, болезнь Ауески, лептоспироз, ящур, грипп птиц, ньюкаслская болезнь, оспа овец и коз. Некоторые инфекции часто регистрируются на территории Российской Федерации. Так, в 2017 году произошли три вспышки ньюкаслской болезни, выявлен 31 пункт, неблагополучный по птичьему гриппу, и 188 очагов африканской чумы свиней, в 43 пунктах диагностирован нодулярный дерматит (55).

Актуальной проблемой в птицеводстве остаются острые кишечные инфекции. Они характеризуются полиэтиологичностью, вариабельностью антигенного состава возбудителей, длительной антигенной и токсической стимуляцией иммунокомпетентных клеток хозяина. На долю колибактериоза (эшерихиоза) приходится около 50-60 % всего падежа птиц (59-62). Колибактериоз в виде самостоятельного заболевания проявляется редко и чаще наблюдается в сочетании с респираторным микоплазмозом, инфекционным бронхитом, пуллорозом (тиф кур), инфекционным ларинготрахеитом (63-65). Еще одно опасное инфекционное заболевание — сальмонеллез птиц. В первую очередь он поражает желудочно-кишечный тракт, а при подостром и хроническом течении вызывает осложнения в виде пневмонии и артрита. Заболеваемость цыплят сальмонеллезом обычно составляет примерно 5 %, но именно этот микроорганизм становится причиной массовых вспышек пищевых отравлений человека (66, 67).

Таким образом, функционирование животноводческих и птицеводческих комплексов сопряжено с угрозой для окружающей среды, поскольку в атмосферу ежедневно выбрасываются вредные газы, пыль и биоаэрозоли с высоким содержанием патогенных бактерий, вирусов, спор грибов, эндотоксинов. В большинстве случаев концентрации этих загрязнителей выше предельно допустимых, что представляет потенциальный риск для здоровья животных, птицы, сотрудников ферм (птицефабрик), а также населения близлежащих районов. Высокая плотность размещения животных создает условия для вспышек массовых инфекций, в том числе зоонозов, с быстрым распространением на все поголовье. Следовательно, к обязательным условиям функционирования предприятий животноводства и птицеводства относятся такие мероприятия, как аэрозольная и УФ-дезинфекция, фильтрация подаваемого и вытяжного воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильясов О.Р., Неверова О.П., Зуева Г.В., Шаравьев П.В. Санитарно-гигиеническая проблема загрязнения окружающей среды отходами животноводческих и птицеводческих комплексов. *Вестник ЮурГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии*, 2017, 5(3): 59-65.
2. Radon K., Danuser B., Iversen M., Monso E., Weber C., Hartung J., Donham K., Palmgren U., Nowak D. Air contaminants in different European farming environments. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 2002, 9(1): 41-48.
3. Bakutis B., Monstviliene E., Januskeviciene G. Analyses of airborne contamination with bacteria, endotoxins and dust in livestock barns and poultry houses. *Acta Vet. Brno*, 2004, 73: 283-289 (doi: 10.2754/avb200473020283).
4. Plewa K., Lonc E. Analysis of airborne contamination with bacteria and moulds in poultry farming: a case study. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2011, 20(3): 725-731.
5. Schulze A., van Strien R., Ehrenstein V., Schierl R., Küchenhoff H., Radon K. Ambient endotoxin level in an area with intensive livestock production. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2006, 13(1): 87-91.

6. Госманов Р.Г., Волков А.Х., Галиуллин А.К., Ибрагимова А.И. *Санитарная микробиология*. СПб, 2017.
7. Kostadinova G., Petrokov G., Denev S., Miteva Ch., Stefanova R., Penev T. Microbial pollution of manure, litter, air and soil in a poultry farm. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2014, 20(1): 56-65.
8. Millner P. Bioaerosols associated with animal production operations. *Bioresource Technol.*, 2009, 100(22): 5379-5385 (doi: 10.1016/j.biortech.2009.03.026).
9. Крайнов Я.В., Федерякина Д.В., Паршин П.А. Санитарно-микробиологический мониторинг воздуха птичника. *Сб. тр. межд. конф. «Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции»*. Воронеж, 2015: 44-46.
10. Вильданов Р.Х. Микрофлора воздуха домиков на открытой площадке в зависимости от количества в них телят. *Ветеринарный врач*, 2003, 4: 30-32.
11. Бригадиров Ю.Н. Контаминация воздушного бассейна свиноводческих помещений бактериями и грибами на различных этапах технологического цикла и методы профилактики. В сб.: *Экологические аспекты эпизоотологии и патологии животных*. Воронеж, 1999: 147-149.
12. Власов М.В., Возмилов А.Г. Очистка вытяжного воздуха в промышленном птицеводстве. *Вестник ЧГАА*, 2010, 56: 29-31.
13. Hartung J., Schulz J. Risks caused by bio-aerosols in poultry houses. *Poultry in the 21st century — Avian influenza and beyond*. Bangkok, FAO, 2007. Режим доступа: http://www.fao.org/ag/AGAinfo/home/events/bangkok2007/docs/part2/2_10.pdf. Без даты.
14. Дмитриев А.Ф., Морозов В.Ю. *Исследование микробной обсемененности воздуха животноводческих помещений: методические рекомендации*. Ставрополь, 2005.
15. Jerez S.B., Cheng Y., Bray J. Exposure of workers to dust and bioaerosol on a poultry farm. *J. Appl. Poultry Res.*, 2014, 23: 7-14 (doi: 10.3382/japr.2012-00710).
16. Мельникова Л.А., Шедикова О.Е., Янецкая С.А. Влияние неблагоприятных биологических производственных факторов на здоровье работников птицефабрик. *Здоровье и окружающая среда*, 2009, 14: 384-387.
17. Забровская А.В., Кафтырева Л.А., Егорова С.А., Селиванова Л.В., Малышева Л.Ю., Антипова Н.А., Борисенкова А.Н., Новикова О.Б. Устойчивость к антимикробным препаратам сальмонелл, выделенных от животных и из продуктов в Ленинградской области в 2004-2010 гг. *Международный вестник ветиринарии*, 2011, 3: 15-18.
18. Степкин Ю.И., Ищенко Л.М., Каменева О.В. Факторы риска сельского хозяйства, гигиенические основы профилактики. *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*, 2014, 57: 57-61.
19. Кочиш И. Системы вентиляции для птицеводческих ферм. *Птицефабрика*, 2007, 6: 26-28.
20. Trawińska B., Polonis A., Tymczyna L., Popiołek-Pyrz M., Bombik T., Saba L. Bacteriological and parasitological pollution of the environment and birth health state around the reproductive layer farm. *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska*, 2006, 24: 371-376.
21. Viegas S., Faísca V.M., Dias H., Clérigo A., Carolino E., Viegas C. Occupational exposure to poultry dust and effects on the respiratory system in workers. *J. Toxicol. Env. Heal. A*, 2013, 76(4-5): 230-239 (doi: 10.1080/15287394.2013.757199).
22. Skyra J., Matusiak K., Wojewydzki P., Nowak A., Sulyok M., Ligocka A., Okrasa M., Hermann J., Gutarowska B. Evaluation of microbiological and chemical contaminants in poultry farms. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2016, 13(2): 192 (doi: 10.3390/ijerph13020192).
23. Saleh M., Seedorf J., Hartung J. *Inhalable and respirable dust, bacteria and endotoxins in the air of poultry houses*. Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.566.8137&rep=rep1&type=pdf. Дата обращения 14.12.2018.
24. Lawniczek-Walczyk A., Górny R.L., Golofit-Szymczak M., Niesler A., Wlazlo A. Occupational exposure to airborne microorganisms, endotoxins and β-glucans in poultry houses at different stages of the production cycle. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2013, 20(2): 259-268.
25. Roque K., Lim G.D., Jo J.H., Shin K.M., Song E.S., Gautam R., Kim C.Y., Lee K., Shin S., Yoo H.S., Heo Y., Kim H.A. Epizootiological characteristics of viable bacteria and fungi in indoor air from porcine, chicken, or bovine husbandry confinement buildings. *J. Vet. Sci.*, 2016, 17(4): 531-538 (doi: 10.4142/jvs.2016.17.4.531).
26. Schierl R., Heise A., Egger U., Schneider F., Eichelser R., Neser S., Nowak D. Endotoxin concentration in modern animal houses in southern Bavaria. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2007, 14(1): 129-136.
27. Roque K., Shin K.M., Jo J.H., Kim H.A., Heo Y. Relationship between chicken cellular immunity and endotoxin levels in dust from chicken housing environments. *J. Vet. Sci.,* 2015, 16(2): 173-177 (doi: 10.4142/jvs.2015.16.2.173).
28. Архипченко Н.А. Микробиологическая характеристика контаминантной микрофлоры помещений птичника при обработке изделиями ГААС. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*, 2009, 11: 69-70.
29. Паршин П.А., Крайнов Я.В., Шафоростова Е.А. Динамика микробной контаминации воздуха птичника для молодняка перепелов. *Мат. III Межд. науч.-практ. конф. «Произ-*

водство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности». Воронеж, 2015: 103-106.
30. Баев В., Бочаров М. Ионизация воздуха в птичниках с клеточным содержанием птицы. *Птицеводство*, 2008, 1: 36-37.
31. *Методические рекомендации по техническому проектированию птицеводческих предприятий РД-АПК 1.10.05.04-13* /Под ред. Н.А. Буцко. М., 2013.
32. Karwowska E. Microbiological air contamination in farming environment. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2005, 14(4): 445-449.
33. Морозов В.Ю., Сытник Д.А., Агарков А.В. Источники контаминации воздуха закрытых помещений и видовой состав микрофлоры. *Вестник АПК Ставрополья*, 2016, 1(21): 73-76.
34. Vučemilo M., Matković K., Vinković B., Jakšić S., Granić K., Mas N. The effect of animal age on air pollutant concentration in a broiler house. *Czech J. Anim. Sci.*, 2007, 52(6): 170-174.
35. Vučemilo M., Vinković B., Matković K. Influence of broilers age on airborne pollutants content in poultry house. *Krmiva*, 2006, 48(1): 3-6.
36. Northcutt J.K., Jones D.R., Musgrove M.T. Airborne microorganisms during the commercial production and processing of Japanese quail. *International Journal of Poultry Science*, 2004, 3(4): 242-247 (doi: 10.3923/ijps.2004.242.247).
37. Bródka K., Kozajda A., Buczyńska A., Szadkowska-Stańczyk I. The variability of bakterial aerosol in poultry houses depending on selected factors. *Int. J. Occup. Med. Env.*, 2012, 25(3): 281-293 (doi: 10.2478/S13382-012-0032-8).
38. Lonc E., Plewa K. Microbiological air contamination in poultry houses. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2010, 19(1): 15-19.
39. Готовский Д.Г. Влияние искусственных санирующих аэрозолей на микрофлору птичников и резистентность цыплят. *Зоотехническая наука Беларуси*, 2004, 39: 354-357.
40. Борисенкова А. Моноклавит-1 в системе контроля бактериальных болезней. *Птицеводство*, 2013, 10: 43-45.
41. Yu G., Wang Y., Wang Sh., Duan C., Wei L., Gao J., Chai T., Cai Y. Effects of microbial aerosol in poultry house on meat ducks' immune function. *Front. Microbiol.*, 2016, 7: 1245 (doi: 10.3389/fmicb.2016.01245).
42. Agranovski V., Reponen T., Ristovski Z.D. Survey of bioaerosol emissions from Australian poultry buildings. *European Aerosol Conference*. Salzburg, 2007. Режим доступа: http://www.gaef.de/EAC2007/EAC2007abstracts../T04Abstractpdf/T04A003.pdf. Без даты.
43. Kasprzyk I. Aeromycology — main research fields of interest during the last 25 years. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2008, 15(1): 1-7.
44. Sowiak M., Bródka K., Kozajda A., Buczyńska A., Szadkowska-Stańczyk I. Fungal aerosol in the process of poultry breeding — quantitative and qualitative analysis. *Med. Pr.*, 2012, 63(1): 1-10.
45. Shokri H. Investigation on mycoflora of poultry breeding houses' air and studying the efficacy of spraying and fumigation on inactivating the airspora. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 2016, 10(1): 19-26 (doi: 10.22059/IJVM.2016.57046).
46. Lugauskas A., Krikstaponis A., Sveistyte L. Airborne fungi in industrial environments-potential agents of respiratory diseases. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2004, 11(1): 19-25.
47. Баянов Э.И., Артамонова В.Г. Иммунологический статус работников птицефабрик. *Медицинский академический журнал*, 2004, 2(2): 115-125.
48. Шеина Н.И. Значение оценки клеточной защиты респираторного тракта при гигиеническом нормировании биотехнологических штаммов. *Токсикологический вестник*, 2009, 5: 19-22.
49. Crook B., Easterbrook A., Stagg S. Exposure to dust and bioaerosols in poultry farming. Summary of observations and data. *Health and Safety Executive*, 2008. Режим доступа: http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr655.pdf. Без даты.
50. Pomorska D., Larsson L., Skyrska C., Sitkowska J., Dutkiewicz J. Levels of bacterial endotoxins in the samples of settled dust collected in animal houses. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 2009, 53(1): 37-41.
51. Nevalainen A. *Bio-aerosols as exposure agents in indoor environments in relation to asthma and allergy*. Finland, 2007. Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.561.4142&rep=rep1&type=pdf. Без даты.
52. Возмилов А.Г., Звездакова О.В. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в технологических процессах АПК. *Вестник ЧГАА*, 2013, 66: 14-24.
53. Tomley F.M., Shirley M.W. Livestock infectious diseases and zoonoses. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009, 364: 2637-2642 (doi: 10.1098/rstb.2009.0133).
54. Kowalski W.J., Bahnfleth W.P., Carey D.D. Engineering control of airborne disease transmission in animal laboratories. *Contemp. Top. Lab. Anim.*, 2002, 41(3): 9-17.
55. *Эпизоотическая ситуация в РФ. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), 2007-2017*. Режим доступа: http://www.fsvps.ru/fsvps/iac/rf/reports.html. Дата обращения: 18.01.2018.
56. Chinivasagam H.N., Tran T., Maddock L., Gale A., Blackall P.J. Mechanically ventilated

broiler sheds :a possible source of aerosolized *Salmonella*, *Campylobacter*, and *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microb.*, 2009, 75(23): 7417-7425 (doi: 10.1128/AEM.01380-09).
57. Matković K., Vucemilo M., Vinkovi B., Seol B., Pavici Z., Tofant A., Matković S. Effect of microclimate on bacterial count and airborne emission from dairy barns on the environment. *Ann. Agr. Env. Med.*, 2006, 13(2): 349-354.
58. Jacobson L.D., Bicudo J.R., Schmidt D.R., Wood-Gay S., Gates R.S., Hoff S.J. *Air emissions from animal production.* ISAH 2003, Mexico. Режим доступа: https://pdfs.semanticscholar.org/2353/c7d276ab589c0238ac9ea7f6c861d0ec4abb.pdf. Без даты.
59. Котылев О. Кардинальное решение проблемы респираторных и желудочно-кишечных заболеваний животных. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*, 2011, 8: 49-50.
60. Скляров О.Д. Этиологическая структура эшерихиоза телят в Рязанской области. *Ветеринария Кубани*, 2011, 6: 11-17.
61. Мезенцев С.В., Телегин Н.Г. Профилактика инфекционных болезней птиц. *БИО*, 2004, 10: 5-8.
62. Винокуров В.Ю., Малышева Л.А. Колибактериоз птиц и его диагностика. *Вестник ветеринарии*, 2006, 39(4): 51-53.
63. Omer M.M., Abusalab S.M., Gumaa M.M., Mulla S.A., Omer E.A., Jeddah I.E., Al-Hassan A.M., Hussein M.A., Ahmed A.M. Outbreak of colibacillosis among broiler and layer flocks in intensive and semi intensive poultry farms in Kassala State, Eastern Sudan. *Asian Journal of Poultry Science,* 2010, 4(4): 173-181 (doi: 10.3923/ajpsaj.2010.173.181).
64. Kabir S.M.L. Avian colibacillosis and salmonellosis: a closer look at epidemiology, pathogenesis, diagnosis, control and public health concerns. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2010, 7(1): 89-114 (doi: 10.3390/ijerph7010089).
65. Рождественская Т.Н. Колибактериоз птиц: факторы патогенности возбудителя и профилактика болезни. *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*, 2008, 1: 40-42.
66. Vandeplas S., Dubois Dauphin R., Beckers Y., Thonart P., Théwis A. Salmonella in chicken: current and developing strategies to reduce contamination at farm level. *J. Food Prot.*, 2010, 73(4): 774-85.
67. Soliman S.E., Reddy P.G., Sobeih A.A.M., Busby H., Rowe E.S. Epidemiological surveillance on environmental contaminants in poultry farms. *International Journal of Poultry Science*, 2009, 8(2): 151-155 (doi: 1010.3923/ijps.2009.151.155).

[1]ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН,
141311 Россия, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10,
e-mail: saleeva@vnitip.ru ✉, vnitip@vnitip.ru, evgeniy_20.02@mail.ru, ivanovalexander1965@gmail.ru
[2]ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет,
355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12,
e-mail: inf@stqau.ru, supermoroz@mail.ru, roman-koles@bk.ru

Поступила в редакцию 6 июля 2018 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [*Agricultural Biology*], 2018, V. 53, № 6, pp. 1120-1130

MICROBIOLOGICAL RISKS RELATED TO THE INDUSTRIAL POULTRY AND ANIMAL PRODUCTION (review)

V.I. Fisinin[1], V.I. Trukhachev[2], I.P. Saleeva[1], V.Yu. Morozov[2], E.V. Zhuravchuk[1], R.O. Kolesnikov[2], A.V. Ivanov[1]

[1]Federal Scientific Center All-Russian Research and Technological Poultry Institute RAS, 10, ul. Ptitsegradskaya, Sergiev Posad, Moscow Province, 141311 Russia, e-mail saleeva@vnitip.ru (✉ corresponding author), vnitip@vnitip.ru, evgeniy_20.02@mail.ru, ivanovalexander1965@gmail.ru
[2]Stavropol State Agrarian University, 12, per. Zootechnicheskii, Stavropol, 355017 Russia, e-mail inf@stqau.ru, supermoroz@mail.ru, roman-koles@bk.ru
ORCID:
Fisinin V.I. orcid.org/0000-0003-0081-6336
Saleeva I.P. orcid.org/0000-0002-7446-1593
Zhuravchuk E.V. orcid.org/0000-0002-2951-0659
Ivanov A.V. orcid.org/0000-0001-5021-2552
Trukhachev V.I. orcid.org/0000-0003-4676-5407
Morozov V.Yu. orcid.org/0000-0002-3688-1546
Kolesnikov R.O. orcid.org/0000-0002-2182-2383
The authors declare no conflict of interests
Received July 6, 2018
doi: 10.15389/agrobiology.2018.6.1120eng

Abstract

The intensive poultry and animal farming generate substantial amounts of bioaerosols, dust,

and harmful gases entering the environment daily, which pollutes the adjacent area with the radius ca. 3 km (M.V. Vlasov et al., 2010). Average dust load in the air of a poultry house can reach 10 mg/m^3 (M. Saleh et al., 2014), with median concentration of endotoxins reaching 257.6 ng/m^3 (K. Radon et al., 2002). Microbial load in the deposited dust can reach 3.2×10^9 CFU/m^3, fungal load is 1.2×10^6 CFU/m^3 (J. Skora et al., 2016). Concentrations of mesophilic bacteria in the air can reach 8.8×10^4 CFU/m^3 in an animal house (E. Karwowska, 2005) and 1.89×10^8 CFU/m^3 in a poultry house (K. Roque et al., 2016). Microbial population in the air within the premises for cattle growing can include pathogenic strains *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Candida* spp., *Aspergillus* spp. (V.Yu. Morozov et al., 2016). A bioaerosol in a poultry house can contain different species from genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Pasteurella*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Brucella*, *Leptospira*, *Haemophilus*, *Mycoplasma*, *Yersinia*, *Staphyloccocus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Pantoea*, *Sarcina* (E. Lonc et al., 2010). In the air of poultry houses over 30 microbial species were identified including 13 fungal species dominated by *Aspergillus* and *Penicillium* species (A. Lugauskas et al., 2004). Concentrations of aerobic fungi were found to vary from 4.4×10^3 to 6.2×10^5 CFU/m^3 (V. Agranovski et al., 2007). Inhalation of large amounts of this bioaerosol by farm personnel can promote respiratory inflammations, asthma, various allergic responces (B. Bakutis et al., 2004; D. Pomorska et al., 2009; L.A. Melnikova et al., 2009). Dust mites are among the most active allergen in poultry production (E. Lonc et al., 2010). Over 20 % of farm personnel were reported to complain about the work-related symptoms of respiratory diseases (J. Hartung et al., 2007). The acute enteric infections (colibacteriosis, salmonellosis) is another important problem for the poultry production. High flock densities in the intensive production systems and especially different technological disruptions can lead to the emergence and transmission of diseases affecting livability and productivity of animals (O.R. Ilyasov et al., 2017). In these conditions a constant risk of the outbreaks of infectious diseases which can affect the whole flock is inevitable; the risk of the transmission of zoonotic diseases to humans is therefore high (A.G. Vozmilov et al., 2013). Occasionally the outbreaks of the diseases hazardous for human occur: bovine tuberculosis, rabies, leptospirosis, brucellosis, anthrax. Therefore, modern methods of poultry and animal production are of potential risk for the health status in animals and poultry and in the farm personnel while contamination of the adjacent air space can compromise the welfare of the habitants. Disinfection and decontamination methods, such as aerosol and UV disinfection, filtration of supply and exhaust air should be used to minimize these risks.

Keywords: animal production, poultry production, bioaerosol, pathogenic microflora, microorganisms, fungi, viruses, dust load, infectious diseases, air pollution, air medium.

Научные собрания

WORLD PORK EXPO

(June 5-7, 2019, Iowa State Fairgrounds, Des Moines, Iowa, USA)

Information: http://www.worldpork.org

11th INTERNATIONAL VIROLOGY SUMMIT

(July 1-2, 2019, Valencia, Spain)

Target audience:

- microbiologists,
- virologists,
- epidemiologists
- research scholars vaccinologists,
- immunologists
- health-care professionals
- researchers and scientist
- training institutes
- universities and colleges students
- associations and societies
- pharmaceutical and healthcare companies
- business entrepreneurs
- medical colleges
- viral diseases researchers

The conference tracks are set to cover various perceptions of researches involved with Viral Diseases and their control measures. This would help to accommodate every possible researchers working on Viruses to help build a vivid picture about this. We will have speakers, poster sessions and workshops designed to represent the talks from experts and students.

Information: https://virology.conferenceseries.com/europe/recommended-global-conferences.php#usa