

УДК 619 : 636.5
EDN FETSQB
DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-74



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКЦИНАЦИИ ПТИЦЫ: СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНИТЕТА

Присакарь Елена Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехники¹

Борисова Ярослава Андреевна, студент¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова, г. Кемерово, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные стратегии вакцинопрофилактики в промышленном птицеводстве. Анализируются различные типы вакцин – от традиционных живых аттенуированных и инактивированных до современных вакцин на основе инновационных векторных платформ. Представлены методы введения препаратов, включая аэрозольную иммунизацию и технологию *in ovo*. Рассмотрены роль материнских антител в формировании постvakцинального иммунитета и значение серологического мониторинга для оценки эффективности программ вакцинации. Проанализированы современные подходы к иммунизации против высокопатогенного гриппа птиц с применением маркерных вакцин и стратегии DIVA. Показано, что успешная вакцинопрофилактика возможна только при комплексном подходе, учитывающем биобезопасность производства, правильный выбор препаратов и оптимальные схемы их применения. Биобезопасность остается фундаментальным условием эффективности любых программ иммунизации.

Ключевые слова: вакцинация птицы, иммунитет, векторные вакцины, метод *in ovo*, грипп птиц, серологический мониторинг, биобезопасность.

MODERN POULTRY VACCINATION TECHNOLOGIES: STRATEGIES FOR INCREASING IMMUNITY

Prisakar Elena A., candidate of agricultural sciences sciences, Associate Professor, Department of Animal Science, Kemerovo

Borisova Yaroslava A., 4rd year student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov», Kemerovo.

Abstract. The article examines modern strategies of vaccination prophylaxis in industrial poultry farming. Various types of vaccines are analyzed – from traditional live attenuated and inactivated to innovative vector platforms. Methods of vaccine administration are presented, including aerosol immunization and in ovo technology. The role of maternal antibodies in post-vaccination immunity formation and the importance of serological monitoring for evaluating vaccination program effectiveness are considered. Modern approaches to immunization against highly pathogenic avian influenza using marker vaccines and DIVA strategy are analyzed. It is shown that successful vaccination prophylaxis is only possible with a comprehensive approach that takes into account biosecurity of production, proper selection of vaccines and optimal schemes of their application. Biosecurity remains a fundamental condition for the effectiveness of any immunization programs.

Keywords: poultry vaccination, immunity, vector vaccines, in ovo method, avian influenza, serological monitoring, biosecurity.

Введение

Промышленное птицеводство сегодня – это комплексы на 1,5 млн голов и более, где одновременно работают цеха с родительскими стадами, цеха выращивания, убойные линии и инкубаторы [1]. Такая концентрация поголовья создает серьезные риски для распространения инфекций.

Масштабы отрасли впечатляют: мировое потребление мяса птицы превысило 130 млн тонн в 2020 г., а вспышки вирусных инфекций по-прежнему остаются главной причиной экономических потерь [20]. Проблема не только в прямом падеже, так как болезни снижают продуктивность, ухудшают конверсию корма и качество продукции [19; 20]. В России ситуация

осложняется регистрацией более 20 вирусных и 15 бактериальных заболеваний птицы [1].

Вакцинация рассматривается как ключевой элемент стратегии здоровья, однако даже самые продуманные программы не компенсируют низкий уровень биобезопасности [2]. Успех зависит от понимания механизмов иммунного ответа, правильного выбора препаратов и методов их применения.

Цель работы – проанализировать современные технологии вакцинации птицы и выявить наиболее эффективные стратегии повышения иммунитета в промышленных условиях.

Материалы и методы

Проведен анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов за 2016-2024 гг. Рассмотрены работы, в которых предлагаются типы вакцин, современные методы их применения, особенности иммунного ответа у птицы. Изучен международный опыт вакцинации против высокопатогенного гриппа птиц.

Результаты

Современные типы вакцин

Биотехнологии последних десятилетий заметно расширили выбор вакцинных препаратов. Живые аттенуированные вакцины до сих пор занимают солидную долю рынка. Их главное преимущество – быстрый иммунный ответ и возможность применения для больших групп птицы [2; 20]. Получают такие вакцины через серийные пассажи вирусов в специальных культурах, снижая вирулентность без потери иммуногенности [20]. Применять их можно посредством воды, спрея или методом *in ovo*, что формирует и клеточный, и гуморальный иммунитеты [2; 20]. Но есть и риски. Вирус может вернуть себе патогенные свойства или рекомбинировать с циркулирующими штаммами [21]. При неграмотном применении респираторные вакцины повреждают реснички дыхательных путей, ослабляя естественную защиту [2].

Инактивированные вакцины представляют собой альтернативный подход к иммунизации. Их производство основано на культивировании вирусов в эмбрионах кур или клеточных культурах с последующей инактивацией ультрафиолетовым или гамма-излучением, формалином или β-пропиолактоном [20]. Современные инактивированные препараты содержат

дисперсную фазу с инактивированными вирусами и масляный адьювант, причем широкое распространение получил адьювант Montanide ISA 70 VG, одобренный для применения в странах Евросоюза. Этот адьювант характеризуется способностью образовывать стабильную эмульсию с низкой вязкостью, отсутствием выраженных местных реакций и нетоксичностью.

Принципиально новым направлением стало развитие векторных рекомбинантных вакцин, в которых гены защитных белков патогенных вирусов встроены в векторные вирусы [9; 12; 20]. В качестве векторов используются вирусы оспы птиц, герпеса индейки и болезни Ньюкасла [9; 20]. Рекомбинантные вакцины на основе герпесвируса индейки и вируса оспы птиц характеризуются стабильностью, отсутствием реверсии к вирулентности и редкой горизонтальной передачей [20]. Важными преимуществами векторных препаратов являются отсутствие постvakцинальных реакций, продолжительный иммунитет и, как правило, отсутствие необходимости ревакцинации [13].

Компания *Ceva* (Франция) является крупнейшим производителем векторных вакцин, среди продукции которой можно выделить препараты «ВЕКТОРУМУН HVT-NDV», «FP-LT», «FP-MG» [13]. Созданы мультивалентные векторные вакцины, такие как *Vaxxitek* и *Innovax*, обеспечивающие защиту одновременно от инфекционной бурсальной и болезни Ньюкасла. Применение технологии *CRISPR-Cas9* открывает новые возможности для разработки мультиплексных вакцин на основе герпесвируса индейки [20].

Субъединичные вакцины, содержащие мембранные белки, флагеллины или белки fimбрий, характеризуются высокой стабильностью и совместимостью со стратегией DIVA [20, 22]. Однако их применение ограничено низким выходом при производстве, сложностью очистки, высокой стоимостью и низкой иммуногенностью.

Перспективным направлением представляется разработка вакцин на основе вирусоподобных частиц. Эти структуры, состоящие из вирусных структурных белков, морфологически похожи на вирусы, но не содержат генетического материала, что делает их безопаснее традиционных вакцин. Доказана их эффективность против инфекционного бронхита кур и гриппа птиц. Вирусоподобные частицы способны активировать дендритные клетки, что усиливает иммунный ответ [20].

ДНК- и мРНК-вакцины представляют наиболее современное направление в вакцинологии. ДНК-вакцины кодируют специфические

антигены и способны индуцировать как клеточный, так и гуморальный иммунитет. Вакцины на основе мРНК, кодирующие белки HA2 и M2e вируса гриппа H9N2, продемонстрировали способность обеспечивать широкую защиту. Применение нуклеиновых вакцин в птицеводстве пока ограничено из-за сложности интеграции ДНК, необходимости подбора адьювантов и высоких требований к температурному режиму хранения мРНК-препараторов [20].

Методы введения вакцин

Выбор метода вакцинации во многом определяет эффективность иммунизации. Индивидуальные методы, включая ручную вакцинацию и использование автovакцинаторов, обеспечивают максимальную точность дозирования [1; 19]. Автovакцинаторы производства компании *Henke-Sass, Wolf GmbH* (Германия) позволяют обрабатывать до 2500 цыплят в час с использованием доз от 0,1 до 0,25 мл и иглы размером 0,9×25 мм [1]. Индивидуальное введение применяется для подкожной, внутримышечной иммунизации и нанесения ее на слизистые оболочки [1; 19].

Аэрозольная вакцинация получила широкое распространение благодаря возможности массовой обработки птицы без изменения условий содержания и стресса для поголовья [1; 5]. Различают мелкокапельный метод с размером капель 100–115 микрометров (мкм) и крупнокапельный с каплями более 150 мкм. Мелкокапельный спрей применяется для вакцинации от болезни Ньюкасла и ларинготрахеита, тогда как крупнокапельный метод предпочтителен для суточных цыплят [1]. Аэрозольная иммунизация обеспечивает формирование как общего, так и местного иммунитета, причем защита развивается через 5–7 суток после получения вакцины [5].

Эффективность аэрозольной вакцинации зависит от множества факторов: качества воды, температурного режима, планировки помещения, типа оборудования, размера капель и опыта персонала. Для обработки суточных цыплят используются специальные спрей-кабинеты, рассчитанные на 50–150 голов [1]. Современное оборудование, такое как *Volpi Originale*, позволяет работать с форсунками разного диаметра – 115, 153 и 240 мкм. Высокопроизводительные установки типа *Animal Track 850* способны обрабатывать до 50 тыс. голов в час, оснащены штангами длиной 3 м, баком емкостью 50 л и могут работать непрерывно более трех часов [1].

Выпаивание вакцин через питьевую воду остается наиболее распространенным методом, несмотря на трудоемкость процедуры [1; 2].

Данная технология предполагает ограничение доступа к воде на 2–4 часа перед вакцинацией с последующим выпаиванием препарата в течение двух часов [1]. Существенным недостатком данного метода является то, что препарат попадает на слизистые дыхательных путей лишь в одной трети случаев, а полноценный иммунитет формируется только через две недели [5]. Применение медикаторов типа «Миксторон» и смесителей «ВИК-Астерион» позволяет обеспечить точное дозирование, автоматическую промывку линий и гарантированное получение дозы каждым цыпленком [2].

Технология *in ovo* представляет собой инновационный подход, разработанный в США в 1990-х гг., к вакцинации от болезни Марека. Метод предполагает введение препарата в яйцо с эмбрионом на 18-й день инкубации [7]. В настоящее время технология широко применяется в США, Бразилии, Испании и Японии [15]. Оптимальным сроком для внутриамниотической инъекции считается период 17–19 дней развития эмбриона при переводе на вывод [7]. Преимущества метода *in ovo* включают возможность массовой иммунизации, снижение нагрузки на персонал, оптимизацию затрат и минимизацию стресса для птицы [7; 16]. Критически важным является формирование раннего иммунитета – за 2-3 дня до вылупления цыплят. Методом *in ovo* наиболее часто проводят вакцинацию от болезни Гамборо, причем препарат вводят на 18-й день в аллантоисный мешок. Также применяются векторные вакцины от болезни Ньюкасла, болезни Марека и ларинготрахеита [7]. Современное оборудование для вакцинации *in ovo* включает специализированные инъекторы с датчиками живых эмбрионов, двойные иглы и системы автоматической санации [15]. Программа «С.Н.И.С.К.», разработанная компанией *Ceva*, внедрена более чем в 40 странах мира и обеспечивает контроль качества на всех этапах производства яйца – от инкубации до получения цыплят.

Особенности иммунной системы птиц и роль материнских антител

Иммунная система птиц имеет ряд принципиальных отличий от таковой у млекопитающих. Основу иммунитета составляет взаимодействие макрофагов с Т- и В-лимфоцитами. Т-лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет и регуляцию синтеза антител, представляя центральное звено иммунной системы. Их активность контролируется тимозином, тимопоэтином и тимусным гуморальным фактором. В-лимфоциты отвечают за гуморальный иммунный ответ с продукцией иммуноглобулинов классов IgG, IgA и IgM.

Характерной особенностью птиц является отсутствие четко организованной сети лимфатических сосудов и узлов [8].

Материнские антитела играют двойственную роль в формировании постvakцинального иммунитета. С одной стороны, они передаются через желток от взрослых птиц и обеспечивают защиту цыплят в первые дни жизни [2; 6]. Высокий уровень материнских антител гарантирует защиту от инфекций в течение 7–10 дней [2]. С другой стороны, материнские антитела способны подавлять развитие полноценного иммунного ответа после вакцинации [6]. Данная интерференция особенно выражена при использовании векторных вакцин [21].

Правильная вакцинация родительского стада позволяет сформировать оптимальный профиль материнских антител у потомства. Успешная иммунизация цыплят от болезни Гамборо возможна только после снижения титра материнских антител до уровня, при котором циркулирующие антитела не нейтрализуют вакцинный вирус [2]. Развитие иммунной системы эмбриона начинается с 12-го дня инкубации и достигает пика перед вылуплением. С 18-го дня и до возраста 2–4 недель В-лимфоциты мигрируют из бурс Фабрициуса, при этом собственный иммунитет развивается еще до полного исчезновения материнских антител [6].

Уязвимость дыхательной системы птиц создает дополнительные риски при респираторных инфекциях. Воздухоносные мешки проникают в грудно-брюшную полость, а отсутствие диафрагмы снижает эффективность защитных механизмов, таких как чихание и кашель. Реснички дыхательных путей обеспечивают механическое удаление частиц и микроорганизмов, однако их функция легко нарушается под воздействием аммиака, переохлаждения, пыли или неправильного применения живых респираторных вакцин [2].

Схемы вакцинации бройлеров

Разработка эффективных схем вакцинации бройлеров требует учета множества факторов, включая эпизоотическую обстановку, сроки выращивания и экономическую целесообразность. Современный бройлер достигает убойной массы за 5–6 недель, что существенно ограничивает возможности реализации масштабных программ иммунизации. Перегруженные схемы вакцинации представляют угрозу для здоровья поголовья, поэтому необходима минимизация количества прививок до разумного уровня [2].

Базовая программа вакцинации включает иммунизацию к четырем основным заболеваниям. Вакцинацию от болезни Марека проводят однократно в суточном возрасте в инкубатории, применяя подкожный или внутримышечный путь введения. Хотя болезнь Марека не проявляется клинически у бройлеров из-за длительного инкубационного периода (45–60 дней), она вызывает иммunoсупрессию, что оправдывает проведение вакцинации [2].

Иммунизация к болезни Ньюкасла требует двукратного введения препарата. Праймирование осуществляется в суточном возрасте аэрозольным методом (спрей), ревакцинацию проводят в возрасте 14–20 дней. Более частое введение вакцины не улучшает защиту, так как короткие интервалы между дозами приводят к нейтрализации второй дозы материнскими антителами. В эндемичных регионах дополнительно применяют инактивированную вакцину в суточном возрасте [2].

Вакцинация от инфекционного бронхита кур осложняется огромной изменчивостью коронавируса. Применяется стратегия протектотипа, при этом существуют варианты вакцин с перекрестной защитой. Использование препаратов, содержащих несколько протектотипов, позволяет обеспечить защиту от большинства циркулирующих штаммов. Схема включает два этапа: иммунизацию в инкубатории аэрозольным методом (спрей) и повторное введение в птичнике на 9–14-й день жизни.

Вакцинация от инфекционной бурсальной болезни (Гамборо) требует точного расчета времени введения на основании уровня материнских антител, а для формирования продолжительного иммунитета необходимо применение живых вакцин. Успех иммунизации зависит от правильного выбора момента, когда материнские антитела уже снизились, но еще обеспечивают базовую защиту [2]. Препарат вводят методом выпаивания.

Критически важным фактором эффективности вакцинации является соблюдение интервалов между введением респираторных вакцин. Применение нескольких препаратов через короткие промежутки времени приводит к взаимодействию штаммов, развитию побочных реакций и снижению эффективности иммунизации. Допустимы только зарегистрированные комбинации вакцин, проверенные на совместимость.

Эффективность программы вакцинации зависит от правильности введения препарата, точной диагностики патогенного агента, выбора соответствующего вакцинного штамма и равномерного покрытия поголовья.

Неравномерная иммунизация приводит к тому, что часть птицы остается без защиты, при этом вакцинированные особи могут выделять вирус. Размер капель при спрей-вакцинации должен строго соответствовать инструкции для каждого конкретного препарата [2].

Программа вакцинации представляет собой лишь один компонент комплексной стратегии поддержания здоровья поголовья. Даже самая совершенная схема иммунизации не компенсирует низкого уровня биобезопасности и неоптимальных условий содержания. График вакцинации должен учитывать текущую эпизоотическую ситуацию и риски заболеваний в конкретном хозяйстве.

Вакцинация от высокопатогенного гриппа птиц

Грипп птиц представляет особую угрозу для мирового птицеводства, что обуславливает повышенное внимание к разработке эффективных вакцин и стратегий их применения. Различают три основных подхода к вакцинации: рутинную – в неблагополучных регионах, эмерджентную – при возникновении вспышки и превентивную – при высоком риске заноса возбудителя [3].

Существующие коммерческие вакцины от гриппа птиц не способны предотвратить инфицирование и не обеспечивают стерильный иммунитет. Эффективность иммунизации зависит от антигенных характеристик вакцинного штамма, технологии изготовления, используемого адьюванта, количества антигена, способа введения, возраста и вида птицы, кратности вакцинации и длительности постvakцинального иммунитета [3]. Критическим фактором является антигенное соответствие между гемагглютинином вакцинного и полевого вирусов.

Инактивированные цельновирионные вакцины демонстрируют высокую эффективность в зонах риска и обеспечивают быструю выработку антител. Однако они не позволяют дифференцировать вакцинные и полевые антитела, что вызывает опасения у ветеринарных регуляторов. Живые векторные вакцины на основе рекомбинантного вируса оспы птиц и вируса болезни Ньюкасла представляют альтернативный подход [3; 9]. Современные препараты созданы на основе штаммов *LaSota* и *Clone 30* [9].

Векторная вакцина на основе вируса оспы птиц одобрена для применения у кур, может вводиться методом *in ovo*, или суточным цыплятам с ревакцинацией через 10–21 день. Данный тип вакцин обеспечивает более высокий уровень биобезопасности и позволяет проводить мониторинг полевых штаммов. Рекомбинантная вакцина *Vectormune AI* на основе

герпесвируса индейки экспрессирует ген гемагглютинина высокопатогенного вируса H5N1 клады 2.2 [9].

Франция стала первым членом Евросоюза, объявившим тендер на закупку 80 млн доз вакцин против гриппа птиц в 2023 г. [9]. Компании *Ceva Santé Animale* (Франция) и *Boehringer Ingelheim* (Германия) разрабатывают вакцины специально для уток. Одобрена вакцинация всех племенных птиц, индеек, уток на свободном выгуле и кур-несушек [9]. При вакцинации уток обязательно применение DIVA-тестирования, причем все расходы несет государство [9].

Венгрия проводит полевые испытания рекомбинантной вакцины *CEVA Response AI H5* на гусях. Нидерланды в 2023 г. запустили исследования двух рекомбинантных вакцин, одной ДНК-вакцины и препарата на основе низкопатогенного вируса гриппа. По оценкам компании *Ceva*, мировой рынок вакцин от гриппа птиц составляет от 800 млн до 1 млрд доз ежегодно, не считая Китая [9].

Одновременная циркуляция вирусов подтипов H5 и H9 создает необходимость иммунизации к обоим возбудителям в сжатые сроки [9]. Маркерные вакцины приобретают особое значение для дифференциации инфицированных и вакцинированных животных. Естественной маркерной вакциной является препарат на основе подтипа H5N2, где нейраминидаза N2 служит естественным маркером для отличия иммунитета к H5N2 от H5N1 [15].

Вакцина на основе H5N2 демонстрирует 100%-ную иммуногенность при контролльном заражении вирусом H5N1 [14]. При правильной вакцинации, обеспечивающей ровный и высокий иммунитет, достигается полная защита от гриппа птиц. Низкое качество вакцинации приводит к разнородному иммунному ответу, при котором у части поголовья формируется низкий уровень защиты, что позволяет вирусу циркулировать.

Для России вакцинация от гриппа птиц является обязательной, при этом она должна рассматриваться как одно из звеньев комплексной профилактики. Без общих ветеринарно-санитарных мероприятий и программы биозащиты справиться с проблемой гриппа невозможно [14].

Серологический мониторинг и оценка эффективности вакцинации

Серологический мониторинг играет ключевую роль в оценке эффективности программ вакцинации. Иммуноферментный анализ занимает ведущее место среди методов мониторинга инфекционных болезней птиц. Тест-системы *ELISA* компании *BioChek* (Нидерланды) характеризуются высокой

чувствительностью, специфичностью и возможностью автоматизации [16]. Основным критерием оценки служит напряженность иммунитета, при этом высокие показатели гарантируют отсутствие заболеваемости и падежа [17].

Серологические исследования необходимы при переходе на другую вакцину или схему вакцинации, а также при выявлении низких титров антител или их отсутствии вследствие сбоя иммунной системы. Забор проб осуществляется методом случайной выборки, при этом не следует делать различий между больной и здоровой, крупной и мелкой птицей. Пробы необходимо отбирать из разных участков птичника для получения объективных результатов [17].

Сроки проведения серологических исследований определяются временем формирования иммунитета. Забор проб не следует проводить ранее 2–3 недель после последней вакцинации. Наиболее оптимальным сроком считается период 2–3 месяца после последней иммунизации [17]. Оценка результатов включает сравнение полученных средних титров с ожидаемыми постvakцинальными показателями; анализ среднего титра антител, коэффициента вариации и индекса вакцинации [16].

Для племенного стада бройлеров разработана комплексная программа серологических исследований. В возрасте 1–10 дней определяют уровень материнских антител к вирусу болезни Ньюкасла и реовирусу, а также прогнозируют оптимальную дату вакцинации от инфекционной бурсальной болезни. В 8–10 недель проводят контроль эффективности вакцинации от болезни Гамборо, болезни Ньюкасла и инфекционного бронхита, при низких титрах осуществляют повторную иммунизацию.

В возрасте 16–18 недель контролируют эффективность живых вакцин перед применением инактивированных препаратов. Через 45 дней после применения инактивированных вакцин оценивают их эффективность, при необходимости проводят исследования на артрит-теносиновит, сальмонеллез, микоплазмоз, орнитобактериоз, реовирусную инфекцию и грипп птиц [16].

Роль биобезопасности и комплексный подход

Биобезопасность производства представляет собой фундамент, без которого даже самая эффективная программа вакцинации не может обеспечить здоровье поголовья. Принцип «всё пусто – всё занято» предполагает проведение ветеринарно-санитарных мероприятий по полной очистке, дезинфекции и санации согласно утвержденным регламентам.

Несоблюдение данного принципа приводит к серьезным экономическим потерям и вспышкам заболеваний [1].

При выгульном содержании птицы может заразиться опасными инфекциями от диких животных. Для небольших хозяйств полный запрет выгула является неоправданной мерой, оптимальным решением служит грамотная вакцинация. При свободном выгуле иммунизация должна стать обязательным условием [18]. В малых хозяйствах распространен «дедовский» подход с полным отказом от прививок, что создает неоправданные риски [19].

Куры, содержащиеся на выгуле, имеют плотный контакт с дикой птицей. Дикие голуби часто переносят вирус болезни Ньюкасла, а дикие водоплавающие птицы являются резервуаром вируса гриппа. Совместное содержание кур и уток в одном хозяйстве многократно увеличивает эпизоотические риски [19].

Подготовка к вакцинации требует тщательного планирования. Необходимо разработать схему иммунизации, закупить вакцины и материалы, внимательно изучить инструкции к препаратам, включая дозировки, противопоказания и побочные эффекты. Критически важно проверить срок годности и обеспечить правильное хранение вакцин, поскольку нарушение температурного режима делает препараты неэффективными [18].

Больную, истощенную и ослабленную птицу с признаками инфекций обычно не вакцинируют, так как иммунизация в таких условиях малоэффективна [18; 19]. Не рекомендуется проведение вакцинации при неблагоприятных погодных условиях (температура ниже минус 10 градусов или выше плюс 30 градусов) и в период активной линьки. Запрещается одновременное применение вакцины с другими иммунобиологическими препаратами, необходимо соблюдать интервал не менее 14 суток после очередной иммунизации [19].

Для каждого хозяйства желательно разработать собственный график вакцинации с учетом направления деятельности, количества и возраста птицы, эпизоотических рисков. Графики иммунизации бройлеров и несушек различаются в связи с особенностями продуктивной активности и сроками предубойного содержания.

Заключение

Анализ современных подходов к вакцинации птицы демонстрирует значительный прогресс в данной области за последние десятилетия. Развитие биотехнологий привело к созданию принципиально новых типов вакцин – от векторных рекомбинантных препаратов до вакцин на основе нуклеиновых кислот. Каждый тип вакцин имеет свои преимущества и ограничения, что требует взвешенного подхода при выборе препаратов для конкретных условий производства.

Успешная вакцинопрофилактика требует не только правильного выбора вакцин, но и оптимального метода их введения. Современные технологии, такие как вакцинация *in ovo*, позволяют обеспечить массовую иммунизацию при минимальном стрессе для птицы и формировании раннего иммунитета. Аэрозольная вакцинация и выпаивание остаются актуальными для группового применения препаратов в промышленных условиях.

Особую роль в формировании поствакцинального иммунитета играют материнские антитела, влияние которых необходимо учитывать при разработке схем вакцинации. Серологический мониторинг позволяет объективно оценить эффективность программ иммунизации и своевременно корректировать их при необходимости.

Вакцинация против высокопатогенного гриппа птиц приобретает все большее значение в связи с распространением инфекции во многих странах мира. Разработка маркерных вакцин и внедрение стратегии DIVA открывают новые возможности для контроля данного заболевания. Принципиально важным является понимание того, что вакцинация представляет собой лишь один из компонентов комплексной стратегии поддержания здоровья птицы. Без соблюдения требований биобезопасности, обеспечения оптимальных условий содержания и кормления даже самые современные программы иммунизации не дадут желаемого результата. Только комплексный подход, сочетающий инновационные вакцинные препараты, правильные методы их применения, серологический мониторинг и высокий уровень биобезопасности, может обеспечить надежную защиту поголовья от инфекционных заболеваний в условиях современного промышленного птицеводства.

Список литературы

1. Белоглазов, П.Г., Мельник, Н.С. Современные методы вакцинации сельскохозяйственной птицы // Аграрная наука. 2023. № 11. URL: <https://vicgroup.ru/publications/sovremennoye-metody-vaktsinatsii-selskokhozyaystvennoy-ptitsy/> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Вакцинация бройлеров на птицефабрике: схемы проведения прививок // SAGRADA : Официальный сайт. URL: <https://sagrada.biz/press-centr/stati/vaktsinatsiya-broylerov/> (дата обращения: 10.10.2025). Режим доступа: свободный.
3. Вакцины против гриппа птиц в птицеводстве / Костина Л. В. [и др.] // Вопросы вирусологии. 2017. Т. 62, № 2. С. 53–60.
4. Джавадов Э. Д., Дмитриева М. Е. Особенности вакцинопрофилактики в промышленном птицеводстве // Портал промышленного птицеводства : Научно-практическое интернет-издание. URL: <https://pticainfo.ru/article/osobennosti-vaktsinoprofilaktiki-v-promyshlennom-ptitsevodstve/> (дата обращения: 10.10.2025).
5. Иванов, И. Ускоренная вакцинация: новые технологии профилактики болезней у птиц // ООО «МегаМикс» : официальный сайт. URL: <https://www.megamix.ru/useful-materials/uskorennaya-vakcinaciya:-novye-tehnologii-profilaktiki-bolezney-u-ptic> (дата обращения: 10.10.2025).
6. Ходорович, В. Вакцинация и стимуляция биопрепаратами методом in ovo // Животноводство России. 2021. № 4. URL: <https://zr.ru/zr-2021-04-005> (дата обращения: 10.10.2025).
7. Ходорович, В. Вакцинация против болезни Гамборо методом in ovo // Животноводство России. 2021. № 3. URL: <https://zr.ru/zr-2021-03-002> (дата обращения: 10.10.2025).
8. Функциональная активность иммунной системы птицы // Сфера-медиа : мультимедийная платформа. URL: <https://sfera.fm/articles/korma/funktionalnaya-aktivnost-immunnoi-sistemy-ptitsy> (дата обращения: 10.10.2025).
9. Лавренова, В. Вакцинация против высокопатогенного гриппа птиц // Ценовик : сельскохозяйственное обозрение. 06.10.2023. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/veterinariya/vaktsinatsiya-protiv-vysokopatogenogo-grippa-ptits/> (дата обращения: 10.10.2025).

10. Мультивалентные рекомбинантные вирусы птичьего герпеса и вакцины для иммунизации птиц : патент RU2658439C2 Российская Федерация. № 2014143830 ; заявл. 29.03.2013 ; опублик. 21.06.2018, Бюл. № 18. 2018. 38 с.
11. Рекомбинантный непатогенный MDV-вектор, обеспечивающий полиспецифический иммунитет : патент RU2014120408A Российская Федерация. №2014120408/10 ; заявл. 19.10.2012 ; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. 2015. 3 с.
12. Седова, Е.С., Шмаров, М.М. Новые антирабические рекомбинантные вакцины // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2016. Т. 16, № 4. С. 219–228.
13. Птицеводство // ООО "Сева Санте Анималь" : официальный сайт. URL: <https://www.ceva-russia.ru/Produkciya-kompanii/Pticevodstvo> (дата обращения: 10.10.2025).
14. Джавадов, Э. Грипп птиц. Плюсы и минусы вакцинации // Сфера-медиа : мультимедийная платформа .URL: <https://sfera.fm/interviews/korma/gripp-ptits-plyusy-i-minusy-vaktsinatsii> (дата обращения: 10.10.2025). Дата публ. 06.07.2023.
15. Лавренова, В. Вакцинация в инкубатории // Ценовик : сайт. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/vaktsinatsiya-v-inkubatorii/> (дата обращения: 10.10.2025).
16. Дорофеева, С. Г., Седов, С.А. Серологический мониторинг в птицеводстве, интерпретация результатов иммуноферментного Анализа тест-системы ELISA компании БиоЧек // Группа компаний ВИК : официальный сайт. URL: <https://vicgroup.ru/publications/serologicheskiy-monitoring-v-pticevodstve-interpretatsiya-rezulatov-immunofermentnogo-analiza-test/> (дата обращения: 10.10.2025).
17. Оценка эффективности иммунизации в птицеводстве // Лаборатория Кволити Био : официальный сайт. URL: <https://quality-bio.ru/services/issledovaniya-dlya-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh/issledovanie-ptic/ifa/> (дата обращения: 10.10.2025).
18. Вакцинация и выгул птиц: как предотвратить эпидемии в хозяйстве // Своё Фермерство : сайт. URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/svobodnyj-vygul-ptic-povod-provodit-vakcinaciju> (дата обращения: 10.10.2025).
19. Вакцинация кур: особенности прививок в птицеводстве // AVZ : официальный сайт. URL: <https://avzvet.ru/advice/skh-zhivotnye-bolezni-i-vozbuditeli/vakcinaciya-kur/> (дата обращения: 10.10.2025).

20. Ravikumar, R, Chan, J, Prabakaran, M. Vaccines against Major Poultry Viral Diseases: Strategies to Improve the Breadth and Protective Efficacy // *Viruses*. 2022. Vol. 14, Iss. 6. P. 1195. DOI 10.3390/v14061195.
21. Advances in Poultry Vaccines: Leveraging Biotechnology for Improving Vaccine Development, Stability, and Delivery / K. Abdelaziz [et al.] // *Vaccines*. 2024. Vol. 12, Iss. 2. P. 134. DOI 10.3390/vaccines12020134.
22. Progress in the application of *Salmonella* vaccines in poultry: A mini review / J. Pan [et al.] // *Veterinary immunology and immunopathology*. 2024. Vol. 278. P. 110855. DOI 10.1016/j.vetimm.2024.110855.