ЭПИЗООТОЛОГИЯ И ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

CC BY

Научная статья

УДК 639.09
https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24

Эффективность различных способов вакцинации птицы в условиях промышленного птицеводства

Г.А. Зеленкова[1], Д.А. Устьянцев[1], А.А. Пахомова[2], А.П. Зеленков[1] ✉

[1]Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[2] Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация

✉ zelenkovalex@rambler.ru

Аннотация

Введение. В связи с повышением концентрации птицепоголовья на ограниченной территории при промышленном ведении отрасли птицеводства актуальным является сохранение эпизоотического благополучия, которое достигается вакцинопрофилактикой. Также важным аспектом производства является снижение затрат на производство продукции, в том числе и путем внедрения экономически эффективных способов вакцинации. В настоящее время на птицефабриках используется ручной способ метода спрей-вакцинации, имеющий недостаток, характеризующийся получением неодинаковых доз вакцинного препарата разными птицами. Однако в современных условиях для повышения производительности труда и повышения эффективности стараются внедрять автоматизацию процесса вакцинации птицы. Спрей-рамки в условиях промышленного птицеводства ранее в сравнительном аспекте не изучались и не оценивались. В связи с этим целью данного исследования явилось сравнение двух способов спрей-вакцинации кур по биологической эффективности и экономической рентабельности в условиях действующей птицефабрики.

Материалы и методы. *Объектом исследования* являлся молодняк кур кросса Браун Ник (n=46 голов). Вакцинацию молодняка осуществляли в 42-дневном возрасте. В ходе исследований была использована живая сухая вакцина против болезни Ньюкасла, а также живая сухая вакцина против инфекционного бронхита кур. Для контроля качества вакцинации в сыворотке крови птиц в 56-, 70- и 95-дневном возрасте определяли количество антител методом ИФА на оборудовании фирмы Tican. Были исследованы 2 группы птиц. В 1-группе применялся ручной способ с использованием аппарата «Дезвак» (марка «ДЕЗВАК» КИТ-2, производитель СЕВА САНТЕ АНИМАЛЬ), во 2-группе автоматизированный с использованием спрей-рамки (марка «Simbio Iteris», производитель СИМБИО).

Результат исследования. В результате исследований во 2 группе были получены более высокие показатели напряженности иммунитета, которые характеризовались в среднем: 56 дней — титр антител больше на 29 %, (p≤0,05); 70 дней — титр антител больше на 18 % (p≤0,005); 95 дней — титр антител больше на 15 %, (p≤0,05) по сравнению с 1-ой группой. Экономическая эффективность рассчитывалась по показателям затрат трудовых ресурсов и трудоёмкости обработки: при использовании спрей-рамки затраты оказались в 2,3 раза ниже (1131,4 чел.-руб.), чем аппаратом «Дезвак» (2 590,4 чел.-руб.). Кроме того, в 5 раз уменьшилась трудоёмкость обработки на 1 голову. В 1 группе она составила 0,0015 чел.-ч/гол, во 2 группе — 0,0003 чел.-ч/гол.

Обсуждение и заключение. По результатам исследования было установлено, что спрей-метод вакцинации с применением спрей-рамки (автоматизированный способ) является более эффективным как по биологическим, так и по экономическим показателям, по сравнению с ручным методом. В связи с этим ветеринарным специалистам можно рекомендовать при проведении вакцинопрофилактики на птицеводческих предприятиях при помощи спрей-метода применять спрей-рамки.

Ключевые слова: молодняк птицы, способ вакцинации, метод вакцинации, спрей-рамка, биологический контроль качества, ИФА, титр, затраты трудовых ресурсов, трудоёмкость

Для цитирования. Зеленкова Г.А, Устьянцев Д.А., Пахомова А.А., Зеленков А.П. Эффективность различных способов вакцинации птицы в условиях промышленного птицеводства. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):17–24. https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24

© Зеленкова Г.А, Устьянцев Д.А., Пахомова А.А., Зеленков А.П., 2023

Original article

Efficiency of Various Poultry Vaccination Methods in Industrial Poultry Farming

Galina A. Zelenkova[1], Danil A. Ustyantsev[1], Antonina A. Pakhomova[2], Alexey P. Zelenkov[1]

[1]Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

[2] South Russian State Polytechnic University (NPI) Named after M.I. Platov, Novocherkassk, Russian Federation

zelenkovalex@rambler.ru

Abstract

Introduction. Due to the growth of poultry stocking density in the allotted area in conditions of the industrial poultry farming, the issue of ensuring the epizootic welfare through vaccine-prophylaxis proves to be relevant. Another important aspect of poultry farming is reducing production costs, which could be achieved, among other things, through implementation of the cost-efficient methods of vaccination. A manual mode of spray vaccination method, which is currently used at the poultry farms, has a disadvantage because the dose of vaccine received by different birds may be unequal. However, under modern conditions, in order to increase the labour productivity and efficiency, the efforts are made to get the poultry vaccination process automated. The vaccination frame spray machines used in the industrial poultry farming have not been studied or evaluated before in a comparative aspect. Thus, the purpose of this research is to compare two methods of spray vaccination in chickens at the operating poultry farm with regard to the biological efficiency and economic profitability.

Materials and Methods. The objects of the study were the young Brown Nick crossbreed chickens (n=46 heads). Vaccination was carried out in the young poultry at the age of 42-days. During the research, the dried live Newcastle disease and avian infectious bronchitis vaccines were used. To control the quality of vaccination, the amount of antibodies was estimated in the blood serum of poultry aged 56, 70 and 95 days old by ELISA method with TICAN equipment. Two groups of poultry were studied. In group 1 the "DESVAK" hand sprayer was used ("DESVAK" KIT– 2 model, produced by Ceva Santé Animale), in group 2 the automated frame spray machine was used ("SIMBIO ITERIS" model, produced by SIMBIO).

Results. As a result of studies, in group 2 the higher intensity of immunity was obtained, showing on average the following figures: 56 days – antibody titre was 29 % higher (p≤0.05); 70 days – antibody titre was 18 % higher (p≤0.005); 95 days – antibody titre was 15 % higher (p≤0.05) compared to group 1. Economic efficiency was calculated based on the indicators of labour costs and labour intensity of the vaccination process: when using a frame spray machine, the costs turned out to be 2.3 times lower (1,131.4 person-rubbles) than with the DESVAK sprayer (2,590.4 person-rubbles). Additionally, the labour intensity of the vaccination process per head decreased by 5 times. In group 1 it was 0.0015 person-hour/head, in group 2 – 0.0003 person-hour/head.

Discussion and Conclusion. Based on the results of the study, it was found that the spray vaccination method by means of the frame spray machine (the automated mode) is more efficient according to both biological and economic indicators compared to the manual mode. Taking into account all of the above, the frame spray machines could be recommended to the veterinary specialists for carrying out vaccine prophylaxis at the poultry farms by the spray method.

Keywords: young poultry, vaccination mode, vaccination method, frame spray machine, biological quality control, ELISA, titre, labour costs, labour intensity

For citation. Zelenkova GA, Ustyantsev DA, Pakhomova AA, Zelenkov AP. Efficiency of Various Poultry Vaccination Methods in Industrial Poultry Farming. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):17–24. https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24

Введение. Птицеводство в Российской Федерации и во всем мире занимает лидирующее положение среди всех отраслей животноводства. В промышленном птицеводстве на ограниченной площади содержится огромное количество (1–2 миллиона голов) птиц различных возрастных групп, что ставит перед ветеринарными специалистами задачи поиска и внедрения биологически и экономически эффективных способов проведения ветеринарно-санитарных мероприятий для обеспечения устойчивого эпизоотического благополучия [1–4].

В данный момент на птицеводческих предприятиях, согласно плану профилактических, противоэпизоотических мероприятий, применяют до десяти различных методов вакцинации птицы: внутримышечный, интраназальный, мелкодисперсный (аэрозольный) и крупнодисперсным распылением (спрей), накожный, подкожный, пункция в перепонку крыла, пероральный, интраокулярный, клоачный [5–20].

Так наиболее часто применяемый метод вакцинации — спрей-метод. При всех его преимуществах существуют определенные недостатки, которые состоят в получении разными птицами неодинаковой дозы вакцинного препарата, а также в наличии риска, что некоторые из них останутся непривитыми. Это приводит к различному титру антител в организме, и, как следствие, слабому иммунному ответу [9, 12, 14–16]. Поэтому большое значение имеет насколько правильно проводится вакцинация и каким способом.

На рис. 1 представлен алгоритм работы аппаратуры и изменение состояния раствора вакцины при взаимодействии с окружающей средой и организмом птицы.

Рис. 1. Распределение капель вакцинного препарата в воздух при спрей-методе [21]

Применяемое оборудование и механизмы для вакцинации спрей-методом разбивают раствор вакцины на капли. Они проходят через форсунку, образуя спрей, который и попадает в организм птицы.

Минимизация размеров капель вакцины позволяет им глубже проникать в дистальные отделы респираторного тракта, в то время как крупные капли спрея (диаметр — свыше 100 микрон) оседают в основном на теле птицы и в верхних дыхательных путях.

Новизна приведенных исследований заключалось в том, что ранее в промышленном производстве на птицефабриках Российской Федерации в сравнительном аспекте не исследовался способ вакцинации с применением спрей-рамки.

Целью данной работы явилось сравнение двух способов спрей-вакцинации кур по биологической эффективности и экономической рентабельности в условиях действующей птицефабрики.

Материалы и методы. Исследования проводились на производственной базе ООО «Аксайская птицефабрика» в период лето-осень 2022 года.

Объектом исследования являлся молодняк кур кросса Браун Ник (*n*=46 голов) 42-, 56-, 70- и 95-дневного возраста. Мероприятия по вакцинации молодняка осуществляли в 42-дневном возрасте птицы согласно разработанной и утвержденной программе.

Эпизоотическая обстановка в хозяйстве во время проведения собственного исследования была благополучной.

В ходе исследований была использована живая сухая вакцина против болезни Ньюкасла «Нобилис» ND Clone 30 (не менее 6,0 log10 ЭЛД50) серии SA052AB14, а также содержащая живую сухую вакцину против инфекционного бронхита «Нобилис» IB Ma 5 (серотип «Массачусетс», не менее 3,0 log10 ЭИД50) серии: A404DY01 (производитель «Intervet International B.V.», Нидерланды).

Контроль качества вакцинации. Качество проведенных вакцинных мероприятий определяется формированием иммунитета, который связан с выработкой антител к возбудителю заболевания и их количеством.

Для оценки иммунологической эффективности вакцинации проводили количественное определение антител в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА). Содержание антител в сыворотке крови выражали в титрах антител (у.е.). В исследовании применялись тест-системы для диагностики инфекционных болезней птиц методом ИФА (ИФА-наборы) на оборудовании фирмы Tican.

Рис. 2. Птичник с клеточным оборудованием на 78 тыс. голов

Были исследованы следующие группы птиц:

1-ая группа — спрей-вакцинация с помощью аппарата «Дезвак» (ручной способ);

2-ая группа — спрей-вакцинация с помощью спрей-рамки (автоматизированный способ).

Первая группа содержалась в корпусе 23, вторая — в 24. В каждой группе выращивалось по 78 тысяч голов. Площадь помещения каждого корпуса составляла 1767 м^2 и объемом 5529 м^3. Оборудование корпуса состояло из пяти батарей с четырёхъярусными клетками (рис. 2), в которых содержалась птица.

Приспособления для проведения спрей-вакцинации: аппарат «Дезвак» и спрей-рамки.

Аппарат «Дезвак» представляет собой ранцевый распылитель с распылительной насадкой на штанговом удлинителе (рис. 3)

На рис. 4 представлена спрей-рамка марки «Simbio Iteris», используемая в работе. Устройство рамки позволяет прикрепить её на клеточные батареи и с помощью роликового механизма передвигать вдоль неё на уровне содержания птицы в клетках (приблизительно на 20–30 см выше её головы, чтобы она оказалась в облаке спрея).

Статистическая обработка. Для биометрической обработки результатов была использована программа MS Excel с возможностью определения достоверности по критерию Стьюдента-Фишера.

Достоверными данными считаются значения при $p \leq 0{,}05$.

Результаты исследования

В таблице 1 представлены результаты исследования влияния вакцинации, осуществленной различными способами.

Содержание антител в сыворотке крови на 53 день после вакцинации резко увеличивается как в 1, так и во 2-ой группе, что свидетельствует о формировании иммунитета против инфекционных болезней (Ньюкаслская болезнь и инфекционный бронхит кур).

Рис. 3. Аппарат «Дезвак» марки «ДЕЗВАК» КИТ-2

Рис. 4. Спрей-рамки марки «Simbio Iteris» в закрепленном состоянии на клеточной батарее

Таблица 1

Динамика нарастания (изменения) титров антител в сыворотке крови кур в разные сроки после вакцинации в 1 и 2 группах (у.е., n=23)

Показатель	Возраст птицы		
	56 дней	70 дней	95 дней
	титр	титр	титр
1 группа — ручной способ			
Среднее значение, $M \pm m$	1 007 ±139,4*	2 683 ±545,1**	11 847 ±843,8*
2 группа — автоматизированный способ			
Среднее значение, $M \pm m$	ц	3 174 ±671,3**	13 567 ±933,7*

Примечание: * – $p \leq 0{,}05$; ** – $p \leq 0{,}005$

В результате проведенных исследований были получены более высокие показатели титра во 2 группе, которые характеризовались в среднем по корпусу:

– 56 дней – титр антител больше на 29 % или на 289, при $p \leq 0{,}05$;

– 70 дней – титр антител больше на 18 % или на 491, при $p \leq 0{,}005$;

– 95 дней – титр антител больше на 15 % или на 1720, при $p \leq 0{,}05$.

Полученные данные характеризуют более эффективное формирование напряженности иммунитета у птицы 2 группы при вакцинации против инфекционных болезней (Ньюкаслская болезнь и инфекционный бронхит кур) с помощью спрей-рамки.

https://www.vetpat.ru

Таблица 2

Затраты на оплату труда работников, участвовавших в ветеринарных мероприятиях

Категория работников	Количество человек	Денежная ставка, руб./час	Продолжительность работы, час	Затраты на оплату труда, руб.
1 группа — ручной способ				
Ветеринарный специалист	4	400,0	8	12 800,0
Санитарный работник	8	285,7	8	18 284,8
ИТОГО	12	–	8	31 084,8
Затраты трудовых ресурсов 2 590,4 чел.-руб.				
Трудоемкость обработок 1 головы птицы — 0,0015 чел.-ч/гол				
2 группа — автоматизированный способ				
Ветеринарный специалист	4	400,0	3	4 800,0
Санитарный работник	1	285,7	3	857,1
ИТОГО	5	–	3	5 657,1
Затраты трудовых ресурсов 1 131,4 чел.-руб.				
Трудоемкость обработок 1 головы птицы — 0,0003 чел.-ч/гол				

Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий

Экономическая эффективность нового способа спрей-вакцинации определяется затратами на приобретение материально-технических средств для проведения вакцинации, расходных материалов и трудовых ресурсов. Стоимость спрей рамки составляет 250,0 тыс. руб. (цены 2023 года).

По результатам нашего исследования для обработки корпуса достаточно одной спрей-рамки.

При расчете экономической эффективности нового способа вакцинации при помощи спрей-рамки авторы использовали показатели: количество птицы в корпусе (78 тысяч голов).

Количество ветеринарных специалистов и санитарных работников, участвовавших в вакцинных мероприятиях:

1 группа — 4 ветеринарных специалиста и 8 санитарных работников;

2 группа — 4 ветеринарных специалиста и 1 санитарный работник.

Время, затраченное на проведение вакцинных мероприятий:

1 группа — 8 часов;

2 группа — 3 часа.

Расчет затрат на обеспечение ветеринарных обработок (вакцинации) молодняка птицы трудовыми ресурсами представлен в таблице 2.

Определяя эффективность проводимых мероприятий по вакцинации птицы различными способами, установлено, что затраты трудовых ресурсов при использовании спрей-рамки были ниже в 2,3 раза и составили 1 131,4 чел.-руб., чем аппаратом «Дезвак» — 2 590,4 чел.-руб. Преимущество 2-го способа составляет 1 459 чел.-руб.

Трудоемкость обработок 1 головы птицы во 2 группе в 5 раз ниже (0,0003 чел.-ч/гол), чем в 1 группе (0,0015 чел.-ч/гол).

Таким образом преимущество способа вакцинации с применением спрей-рамки заключается в повышении производительности труда работников птицефабрики и снижению на 43 % затрат на оплату трудовых ресурсов. Отмечается количественное снижение контактов человека с птицей, что способствует снижению возможности переноса различных заболеваний, в частности, гриппа птиц.

На основании полученных данных определили, что мероприятия по вакцинации при помощи спрей-рамки экономически эффективнее.

Обсуждение и заключение. Сравнительный анализ двух способов (спрей-метода при использовании аппарата «Дезвак» — ручной способ) и спрей-рамки (автоматизированный способ) показал, что более равномерное и целенаправленное распределение спрея вакцины среди поголовья вакцинированной птицы происходит при использовании спрей-рамки.

Проводя вакцинацию установили, что показатели птицы 2 группы (спрей-рамки) по напряжённости иммунитета (титр антител) были выше на 14 день на 29 %, или на 289 ($p \leq 0,05$), на 28 день — на 18 %, или на 491 ($p \leq 0,005$) и на 53 день после вакцинации — на 15 %, или на 1720 ($p \leq 0,05$).

Затраты трудовых ресурсов на мероприятия по вакцинации птицы с использованием спрей-рамок были ниже в 2,3 раза, чем аппаратом «Дезвак». Кроме того, в 5 раз уменьшилась трудоемкость обработок на 1 голову птицы.

По результатам исследований было установлено, что спрей-метод вакцинации с применением спрей-рамки (автоматизированный способ) является более эффективным как по биологическим, так и по экономическим показателям. В соответствии с вышеизложенным, считаем, что ветеринарным специалистам можно рекомендовать при проведении вакцинопрофилактики на птицеводческих предприятиях при помощи спрей-метода применять спрей-рамки (автоматизированный способ), что будет повышать иммунный статус птицепоголовья и снижать затраты на производство продукции птицеводства.

Список литературы

1. Мухамедшина А.Р. Вакцинация и дезинфекция в промышленном птицеводстве. *Птицеводство*. 2020;(7–8):75–78.

2. Джавадов Э.Д., Дмитриева М.Е. Эффективная вакцинопрофилактика — залог эпизоотического благополучия промышленного птицеводческого предприятия. *РВЖ. Сельскохозяйственные животные*. 2012;(3):6–7.

3. Дубровин А.В., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Филиппова В.А., Пономарева Е.С., Калиткина К.А. и др. Иммунный статус промышленной птицы на предприятиях: обзор. *Птицеводство*. 2022;(5):49–54. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54

4. Бабин Г.Ю., Голубчикова О.А., Дорофеева С.Г. ИФА как инструмент расчета сроков вхождения с вакцинацией против инфекционной бурсальной болезни сельскохозяйственной птицы. *Птицеводство*. 2022;(12):59–68. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-12-59-68

5. Бакулин В. А. Этиология иммунодефицитов птиц. *Птицеводство.* 2021;(3):52–56. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-3-52-56

6. Анпилогов В. Биобезопасность на предприятии: основные риски и методы защиты. *Птицеводство.* 2021;(9):57–59.

7. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current Situation and Future Direction of Newcastle Disease Vaccines. *Veterinary Research.* 2022;53(1):99. https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w

8. Дубовой А.С., Самусева Г.Н., Бочкарев В.С. Изучение антигенных свойств экспериментального образца инактивированной вакцины против ньюкаслской болезни и инфекционного бронхита кур. *Птицеводство.* 2020;(12):49–52. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2020-69-12-49-52

9. Al-Rasheed M., Ball C., Ganapathy K. Route of infectious bronchitis virus vaccination determines the type and magnitude of immune responses in table egg laying hens. *Veterinary Research.* 2021;52(1):139. http://doi.org/10.1186/s13567-021-01008-7

10. Борн П.-М. и Комт С. *Вакцины и вакцинация в птицеводстве.* Москва: СЕВА Санте Анималь; 2002. 140 с.

11. Mayers J., Mansfield K.L., Brown I.H. The Role of Vaccination in Risk Mitigation and Control of Newcastle Disease in Poultry. *Vaccine.* 2017;35(44):5974–5980. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.008

12. Shrestha A., Sadeyen J.R., Iqbal M. Enhancing Protective Efficacy of Poultry Vaccines Through Targeted Delivery of Antigens to Antigen-Presenting Cells. *Vaccines*. 2018;6(4):75. https://doi.org/10.3390/vaccines6040075

13. Bortolami A., Mazzetto E., Kangethe R.T., Wijewardana V., Barbato M., Porfiri L., et al. Protective Efficacy of H9N2 Avian Influenza Vaccines Inactivated by Ionizing Radiation Methods Administered by the Parenteral or Mucosal Routes. *Frontiers in Veterinary Science.* 2022;9:916108. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916108

14. Leigh S.A., Evans J.D., Collier S.D., Branton S.L. The Impact of Vaccination Route on Mycoplasma Gallisepticum Vaccine Efficacy. *Poultry Science*. 2018;97(9):3072–3075. https://doi.org/10.3382/ps/pey188

15. Hassanzadeh M., Abdoshah M., Yousefi A.R., Masoudi S. Comparison of the Impact of Different Administration Routes on the Efficacy of a Thermoresistant Newcastle Disease Vaccine in Chickens. *Viral Immunology*. 2020;33(5):361–366. https://doi.org/10.1089/vim.2019.0125

16. Elnaggar A., Mahmoud H., Saber S. Quality control procedure for Coccidial vaccines versus different routes of immunization. *Veterinary World.* 2022;15(9):2342–2347. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2342-2347

17. Журавель Н.А. Сравнительная экономическая эффективность вакцинации цыплят-бройлеров. В: *Актуальные вопросы иммунологии в разных отраслях агропромышленного комплекса.* Омск: Издательство ИП Макшеевой Е.А.; 2020. С. 115–119.

18. Журавель Н.А., Мифтахутдинов А.В., Журавель В.В. Нормы труда на проведение мероприятий по вакцинации ремонтного молодняка птицы. В: *Актуальные вопросы диагностики, лечения и профилактики болезней животных и птиц.* Персиановский: Издательство ДГАУ; 2020. С. 79–84.

19. Никитин И.Н. *Организация ветеринарного дела*. СПб: Лань; 2012. 288 с.

20. Hautefeuille C., Azzouguen B., Mouchel S., Dauphin G., Peyre M. Evaluation of Vaccination Strategies to Control an Avian Influenza Outbreak in French Poultry Production Networks Using EVACS Tool. *Preventive Veterinary Medicine*. 2020;184:105129. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105129

21. *Вакцинация спрей-методом – MSD Animal Health*. URL:https://www.msd-animal-health-poultry.ru/vaccination/vaktsinatsiya-sprey-metodom/ (дата обращения: 20.06.2022).

References

1. Mukhamedshina AR. Vaccination and Disinfection in the Industrial Poultry Production. *Ptitsevodstvo.* 2020;(7–8):75–78. (In Russ.).

2. Dzhavadov EhD, Dmitrieva ME. Effective Vaccinal Prevention as Epizootic Pledge of Wellbeing Industrial Enterprise of Poultry Farming. *Russian veterinary journal (abbreviated RVJ). Sel'skokhozyaistvennye zhivotnye*. 2012;(3):6–7. (In Russ.).

3. Dubrovin AV, Iyldyrym EA, Il'ina LA, Filippova VA, Ponomareva ES, Kalitkina KA, et al. Factors Affecting the Immune Status in Poultry of Commercial Flocks: a Review. *Ptitsevodstvo*. 2022;(5):49–54. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54 (In Russ.).

4. Babin GYu, Golubchikova OA, Dorofeeva SG. ELISA As a Tool for Calculation of the Vaccination Timing Against Infectious Bursal Disease in Poultry. *Ptitsevodstvo*. 2022;(12):59–68 (In Russ.).

5. Bakulin VA. Factors Inducing Avian Immunodeficiencies: a Review. *Ptitsevodstvo*. 2021;(3):52–56. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-3-52-56 (In Russ.).

6. Anpilogov V. Biobezopasnost' na Predpriyatii: Osnovnye Riski i Metody Zashchity. *Ptitsevodstvo*. 2021;(9):57–59. (In Russ.).

7. Hu Z, He X, Deng J, Hu J, Liu X. Current Situation and Future Direction of Newcastle Disease Vaccines. *Veterinary Research*. 2022;53(1):99. https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w

8. Dubovoi A.S., Samuseva G.N., Bochkarev V.S. The Study of the Antigenic Properties of an Experimental Sample of Inactivated Combined Vaccine Against Newcastle Disease and Avian Infectious Bronchitis. *Ptitsevodstvo*. 2020;(12):49–52. https://doi.org/10.33845/0033-3239-2020-69-12-49-52 (In Russ.).

9. Al-Rasheed M, Ball C, Ganapathy K. Route of Infectious Bronchitis Virus Vaccination Determines the Type and Magnitude of Immune Responses in Table Egg Laying Hens. *Veterinary Research*. 2021;52(1):139. http://doi.org/10.1186/s13567-021-01008-7

10. Born PM, Comt S. *Vaccines and Vaccination in Poultry Farming: Trans. From English.* Moscow: CEVA Sante Animale; 2002. 140 p. (In Russ.).

11. Mayers J, Mansfield KL, Brown IH. The Role of Vaccination in Risk Mitigation and Control of Newcastle Disease in Poultry. *Vaccine*. 2017;35(44):5974–5980. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.008

12. Shrestha A, Sadeyen JR, Iqbal M. Enhancing Protective Efficacy of Poultry Vaccines Through Targeted Delivery of Antigens to Antigen-Presenting Cells. *Vaccines*. 2018;6(4):75. https://doi.org/10.3390/vaccines6040075

13. Bortolami A, Mazzetto E, Kangethe RT, Wijewardana V, Barbato M, Porfiri L, et al. Protective Efficacy of H9N2 Avian Influenza Vaccines Inactivated by Ionizing Radiation Methods Administered by the Parenteral or Mucosal Routes. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:916108. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916108

14. Leigh SA, Evans JD, Collier SD, Branton SL. The Impact of Vaccination Route on Mycoplasma Gallisepticum Vaccine Efficacy. *Poultry Science*. 2018;97(9):3072–3075. https://doi.org/10.3382/ps/pey188

15. Hassanzadeh M, Abdoshah M, Yousefi AR, Masoudi S. Comparison of the Impact of Different Administration Routes on the Efficacy of a Thermoresistant Newcastle Disease Vaccine in Chickens. *Viral Immunology*. 2020;33(5):361–366. https://doi.org/10.1089/vim.2019.0125

16. Elnaggar A, Mahmoud H, Saber S. Quality Control Procedure for Coccidial Vaccines Versus Different Routes of Immunization. *Veterinary World*. 2022;15(9):2342–2347. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2342-2347

17. Zhuravel' NA. Comparative Cost-Effectiveness of Vaccinating Broiler Chickens. In: *Proceedings of the Science and Practical Conference "Aktual'nye Voprosy Immunologii v Raznykh Otraslyakh Agropromyshlennogo Kompleksa"*. Omsk: by Individual Enterpreneur Maksheevoi EA Publ.; 2020. P. 115–119. (In Russ.).

18. Zhuravel' NA, Miftakhutdinov AV, Zhuravel' VV. Labor Standards for Carrying Out Measures for Vaccination of Repair Young Birds. In: *Proceedings of the Science and Practical Conference "Aktual'nye Voprosy Diagnostiki, Lecheniya i Profilaktiki Boleznei Zhivotnykh i Ptits"*. Persianovskii: Don State Agrarian university Publ.; 2020. P. 79–84. (In Russ.).

19. Nikitin IN. *Organizatsiya Veterinarnogo Dela*. Saint Petersburg: Lan' Publ.; 2012. 288 p. (In Russ.).

20. Hautefeuille C, Azzouguen B, Mouchel S, Dauphin G, Peyre M. Evaluation of Vaccination Strategies to Control an Avian Influenza Outbreak in French Poultry Production Networks Using EVACS Tool. *Preventive Veterinary Medicine*. 2020;184:105129. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105129

21. Vaktsinatsiya Sprei-Metodom – *MSD Animal Health*. URL: https://www.msd-animal-health-poultry.ru/vaccination/vaktsinatsiya-sprey-metodom/ (accessed: 20.06.2022) (In Russ.).

Об авторах:

Зеленкова Галина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, zelenkovalex@rambler.ru

Устьянцев Данил Алексеевич, студент IV курса специальности «Ветеринария» факультета биоинженерии и ветеринарной медицины Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, ustjantsev.danil@yandex.ru

Пахомова Антонина Александровна, доктор экономических наук, профессор Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова (346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), ORCID, tivano@yandex.ru

Зеленков Алексей Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета, (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID, zelenkovalex@rambler.ru

Заявленный вклад соавторов:

Зеленкова Г.А. — научное руководство, формирование цели и задач исследований, дизайн исследования.

Зеленков А.П. — подготовка и проведение исследований, анализ результатов, формирование выводов, подготовка текста.

Устьянцев Д.А. — подготовка и проведение исследований.

Пахомова А.А. — расчет экономики исследования, оформление выводов по экономике исследований.

Поступила в редакцию 04.06.2023
Поступила после рецензирования 12.07.2023
Принята к публикации 15.07.2023

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:
Galina A. Zelenkova, Dr.Sci. (Agriculture), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ORCID, zelenkovalex@rambler.ru

Danil A. Ustyantsev, 4th year Student of the Veterinary Medicine Study Programme, Bioengineering and Veterinary Medicine Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ORCID, ustjantsev.danil@yandex.ru

Antonina A. Pakhomova, Dr.Sci. (Economics), Professor of the South Russian State Polytechnic University (NPI) Named after M.I. Platov (132, Prosveshcheniye St., Novocherkassk, 346428), ORCID, tivano@yandex.ru

Alexey P. Zelenkov, Dr.Sci.(Agriculture), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ORCID, zelenkovalex@rambler.ru

Claimed contributorship:
GA Zelenkova: scientific supervision, formulating the aim and objectives of the research, research design.
AP Zelenkov: research preparation and conducting, analysis of the results, drawing the conclusions, preparing the text.
DA Ustyantsev: research preparation and conducting.
AA Pakhomova: calculating the economic effect of the research, drawing the conclusions on the economics effect of the research.

Received 04.06.2023
Revised 12.07.2023
Accepted 15.07.2023

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.