

УДК:636:2.082.22.619

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-27-32

А.В. Мищенко^{1, 2}, ✉
 А.М. Гулюкин¹,
 А.С. Оганесян³,
 В.А. Мищенко^{1, 3},
 М.И. Гулюкин¹,
 С.В. Лопунов¹,
 И.М. Заболотная¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко, Москва, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, Лосино-Петровский, Московская обл., Россия

³ Федеральный центр охраны здоровья животных, Владимир, Россия

✉ studebaker@yandex.ru

Поступила в редакцию:
14.03.2023

Одобрена после рецензирования:
30.03.2023

Принята к публикации:
14.04.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-370-5-27-32

Alexey V. Mishchenko^{1, 2}, ✉
 Alexey M. Gulyukin¹,
 Andrey S. Oganessian³,
 Vladimir A. Mishchenko^{1, 3},
 Mikhail I. Gulyukin¹,
 Sergey V. Lopunov¹,
 Irina M. Zabolotnaya¹

¹ Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia

² All-Russian Research and Technological Institution of Biological Industry (VNITIBP), Losino-Petrovsky, Moscow region, Russia

³ Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia

✉ studebaker@yandex.ru

Received by the editorial office:
14.03.2023

Accepted in revised:
30.03.2023

Accepted for publication:
14.04.2023

Использование проб молока при эпизоотическом контроле болезней крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Приведен анализ возможности использования молока в качестве неинвазивного типа проб при эпизоотологическом контроле заболеваний крупного рогатого скота. В процессе патогенеза многие возбудители вызывают поражения молочной железы или выделяются вместе с молоком, что делает молоко идеальной пробой для лабораторной диагностики инфекционных болезней крупного рогатого скота, поскольку оно доступно в любом количестве и его пробы легко собрать.

Методы. Использованы общепринятые методы анализа документов.

Результаты. Показано, что пробы молока возможно использовать как на индивидуальном, так и на популяционном уровне для ранней идентификации инфицированных стад, проводить скрининг инфицированных стад и использовать для получения доказательств благополучия стад. Доступность коммерческих диагностических тест-систем для выявления антител в молоке к возбудителям лейкоза КРС, вирусной диареи КРС, *Brucella abortus*, *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis*, *Fasciola hepatica*, Ку-лихорадки (*Coxiella burnetii*) делает доступными программы контроля и искоренения болезней в дойных стадах и на уровне целых стран. Использование объединенных неинвазивных проб молока позволяет вести борьбу с медленно прогрессирующими и хроническими инфекциями дойного скота (лейкоз КРС, паратуберкулез КРС, бруцеллез) и в режиме реального времени исключать животных-носителей из производственной цепочки, что свидетельствует о целесообразности внедрения данного вида проб в ветеринарную практику в Российской Федерации..

Ключевые слова: вирус вирусной диареи крупного рогатого скота, вирус энзоотического лейкоза крупного рогатого скота, вирус инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота, *Brucella abortus*, крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот, молоко, иммуноферментный анализ, полимеразная цепная реакция, скрининг, мониторинг

Для цитирования: Мищенко А.В. и др. Использование проб молока при эпизоотическом контроле болезней крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2023; 370(5): 27–32, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-27-32>

© Мищенко А.В., Гулюкин А.М., Оганесян А.С., Мищенко В.А., Гулюкин М.И., Лопунов С.В., Заболотная И.М.

Use of milk samples in epizootic surveillance of cattle diseases

ABSTRACT

Relevance. The analysis of the possibility of using milk as a non-invasive type of samples in the epizootological control of diseases of cattle is given. During pathogenesis, many etiologic agents cause breast lesions or are excreted together with milk, which makes milk an ideal sample for laboratory diagnostics of infectious diseases of cattle, since it is available in any quantity and its samples are easy to collect.

Methods. Conventional methods of document analysis were used.

Results. It is shown that milk samples can be used both at the individual and at the population level for early identification of infected herds, screening of infected herds and use to obtain evidence of the well-being of herds. The availability of commercial diagnostic test systems for detecting antibodies in milk to the causative agents of leukemia of cattle, viral diarrhea of cattle, *Brucella abortus*, *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis*, *Fasciola hepatica*, Q fever (*Coxiella burnetii*) makes available programs for the control and eradication of diseases in dairy herds and at the level of countries. The use of combined non-invasive milk samples makes it possible to combat slowly progressive and chronic cattle infections of dairy cattle (bovine leucosis, paratuberculosis, brucellosis), and exclude carrier animals from the production chain in real time, which indicates the feasibility of introducing this type of samples into veterinary practice in the Russian Federation.

Key words: bovine viral diarrhea virus, bovine enzootic leukemia virus, infectious bovine rhinotracheitis virus, *Brucella abortus*, cattle, small ruminants, milk, enzyme-linked immunosorbent assay, polymerase chain reaction, screening, monitoring

For citation: Mishchenko A.V. et al. Use of milk samples in epizootic surveillance of cattle diseases. *Agrarian science*. 2023; 370(5): 27–32, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-370-5-27-32> (In Russian).

© Mishchenko A.V., Gulyukin A.M., Oganessian A.S., Mishchenko V.A., Gulyukin M.I., Lopunov S.V., Zabolotnaya I.M.

Введение/Introduction

Инфекционные заболевания крупного рогатого скота являются основной проблемой, которая существенно влияет на эффективность животноводства и препятствует международной торговле животными и продуктами животного происхождения, значительно ограничивает экспортный потенциал стран и регионов.

Быстрое и точное обнаружение заболеваний имеет решающее значение для контроля и искоренения болезней. Диагностика болезней крупного рогатого скота может осуществляться с помощью вирусологических, микробиологических, молекулярных и серологических тестов. Для лабораторного подтверждения диагноза и контроля поствакцинального иммунитета широко используются серологические методы. Основные виды проб — сыворотки крови.

Основные сложности при получении проб сыворотки крови — отбор большого количества проб крови, получение из них пригодной для исследования сыворотки с последующей ее транспортировкой, необходимости правильного обращения с пробами и их хранением [1]. Помимо квалифицированных специалистов, необходимо специальное оборудование — вакутейнеры для забора крови и центрифуги для отделения сыворотки (плазмы). Для оптимального хранения образцов перед исследованиями необходимы морозильные камеры, что увеличивает расходы на диагностические исследования.

Альтернативной биологической жидкостью, отбираемой у КРС, является молоко, которое легко получить без какого-либо специального оборудования [2]. Использование молока в качестве пробы позволяет тестировать на широкий спектр болезней индивидуальных животных и проводить тестирование на уровне субпопуляций [3, 4]. Сборные пробы молока позволяют с минимальными материальными затратами определять иммунный статус исследуемой популяции крупного рогатого скота и проводить скрининг стад по основным болезням дойного стада. Результаты исследований позволяют накопить большие оперативные данные для анализа и создать основу для внедрения системы управления риском, в том числе с использованием ГИС-технологии [5].

Цель данной работы — проанализировать возможности использования молока в качестве альтернативного неинвазивного типа проб при эпизоотологическом контроле вирусных заболеваний крупного рогатого скота.

Материал и методы исследования/ Materials and method

Проведен анализ нормативных правовых актов Российской Федерации, национального законодательства зарубежных стран и рекомендации Всемирной организации здравоохранения животных (МЭБ), а также научных публикаций по вопросам использования проб молока для диагностики болезней крупного рогатого скота и эпизоотического надзора (контроля) с середины XX века по текущий период.

Результаты и обсуждение/ Results and discussion

Несмотря на использование сыворотки крови как основного образца для диагностики инфекционных болезней крупного рогатого скота, до сих пор есть ряд ограничений с ее использованием, трудности с получением проб

и их транспортировкой. Вопрос поиска альтернативы сыворотке крови при диагностике в виде других биологических жидкостей организма, отбираемых неинвазивным методом, является актуальным.

Молоко может быть образцом, подходящим для тестирования на болезни животных, поскольку его, как правило, легко получить (часто без какого-либо специального оборудования), а у молочного скота оно часто доступно в течение всей лактации на протяжении 10 месяцев [6]. Исследование молока как образца биологической жидкости для диагностики инфекционных болезней началось с исследования проб молока на наличие *B. abortus* с помощью «кольцевой реакция с молоком» [7], при котором капля окрашенного антигена *B. abortus* добавляется к образцу молока. При наличии антител к *B. abortus* образуется комплекс «антитело — антиген», который прикреплается к глобулам молочного жира и поднимается на поверхность молока в виде окрашенного кольца. Приказ от 08.09.2020 № 533 МСХ РФ¹ по профилактическим и диагностическим мероприятиям по борьбе с бруцеллезом в РФ предполагает использование проб молока от дойного стада при проведении кольцевой реакции с молоком (КР) при ветеринарно-санитарной экспертизе молока на рынках, а также при проведении диагностических мероприятий в подозреваемых в заражении стадах. К сожалению, при использовании данного теста имеются значительные ограничения из-за ложноположительных результатов [8], поэтому в соответствии с данными правилами борьбы с бруцеллезом в РФ любой сомнительный или положительный результат КР является подозрением на заражение и должен быть подтвержден серологическими методами (РА, РСК, РДСК, РНГА, РИД с ОПС-антигеном, ИФА с ОПС-антигеном). Сопоставимые результаты можно получить с помощью метода флуоресценции, и этот более простой тест можно использовать в полевых условиях [9]. В целом же использование проб молока в дополнительном скрининге молочных стад с применением более чувствительных и специфичных методов лабораторной диагностики бруцеллеза (ИФА, МФА, ПЦР), позволяющих быстро получать результат не в ущерб действующим правилам профилактики и карантинной политики РФ, — вопрос актуальный для регионов, поддерживающих статус благополучия. Такой скрининг во многом бы прояснил действительное «благополучие стад животных» на фоне выявляемых случаев среди людей.

Используя молоко в качестве образца, можно тестировать широкий спектр болезней у отдельных животных и объединенных образцов из стад. В молоке крупного рогатого скота выявляли антитела к следующим патогенам: *Brucella abortus* [9], вирусу вирусной диареи крупного рогатого скота [2, 10], вирусу лейкоза крупного рогатого скота [11, 12], вирусу герпеса крупного рогатого скота одного генотипа [12, 13], *Neospora caninum* [14], *Fasciola hepatica* [15], *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* [16], *Ostertagia ostertagi* [17, 18].

У овец пробы молока можно использовать для диагностики: *Coxiella burnetii* [19], *Brucella melintensis* [20] и *Mycoplasma agalactiae* [21]. У коз пробы молока использовали для проверки животных на артрит и энцефалит [22]. Использование проб молока при ряде болезней предпочтительнее проб сыворотки крови, так как повышается чувствительность метода. Например, при Ку-лихорадке у мелких жвачных животных выделение микроорганизма

¹ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Приказ от 8 сентября 2020 г. № 533 «Об утверждении ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бруцеллеза (включая инфекционный эпидидимит баранов)».

носит периодический характер, поэтому методом ПЦР не всегда выявляется персистенция возбудителя, в отличие от серологических методов с использованием проб молока [19]. ПЦР-тестирование проб молока на наличие генома *B. melintensis* более чувствительно, чем серологические реакции с сывороткой крови [20]. При *N. caninum* пробы молока дают более точные результаты, чем пробы сыворотки крови [14]. Так, ИФА при исследовании проб молока на паратуберкулез был на 28% чувствительнее, чем при исследовании проб сыворотки крови [16], при этом чувствительность метода увеличивалась с возрастом исследуемого животного [23].

В отношении ряда заболеваний, таких как Ку-лихорадка, ИРТ, лейкоз, вирусная диарея, МЭБ рекомендует использовать как сборные пробы молока для определения межстадной превалентности заболевания, так и индивидуальные пробы для выявления инфицированных животных [11, 24, 25].

Молоко используется для эпизоотического контроля таких возбудителей болезней крупного рогатого скота, как вирус лейкоза крупного рогатого скота [26], вирус вирусной диареи крупного рогатого скота [27, 28], вирус Шмалленберга [29], *Coxiella burnetii* [10], респираторно-синцитиальный вирус крупного рогатого скота [30], *Neospora caninum* [31].

Можно тестировать пробы молока от каждого животного и сборные пробы молока от стада дойных коров [11]. Молоко из резервуаров представляет собой естественный пул биологических образцов группы животных, который при определенной аналитической чувствительности теста позволит провести скрининг большого количества животных в эпидемицие на наличие или отсутствие заболевания. Сборная проба молока позволяет получить информацию о наличии антител к патогенам и осуществлять индикацию и идентификацию патогенов. Тестирование объединенных образцов молока удобно в качестве скринингового теста при определении превалентности возбудителя или установлении зоосанитарного статуса в отношении заболевания в отдельной популяции, так как объединенная проба предполагает быстрое исследование [32]. Использование объединенной пробы молока экономически целесообразно, так как исследование намного дешевле, чем тестирование каждого животного по отдельности [12].

При тестировании сборных проб молока необходимо учитывать два важных момента: во-первых, при тестировании на наличие патогена объединение имеет смысл только в том случае, если оно делает диагностирование более рентабельным или требует меньше времени, чем индивидуальное, во-вторых, необходимо учитывать превалентность интересующего возбудителя, фактор разбавления, аналитическую возможность используемых методов диагностики для обнаружения антитела или антигена при коэффициенте разбавления, определяемом степенью объединения.

Одной из проблем объединенных проб является сложность интерпретации влияния отдельных животных с высокими титрами антител на результаты и их интерпретацию на уровне стада (эпидемицие). Например, при тестировании на антитела к вирусу вирусной диареи КРС с помощью ИФА одно гипериммунное животное на пике титра антител в крови может привести к положительному результату в пуле до 128 голов, а животное-носитель

с пограничными титрами проявит себя положительным результатом только в пуле до 8 животных [32].

При тестировании отдельных образцов молока на наличие антител против *F. hepatica* чувствительность и специфичность ИФА были близки к 100%. Однако при тестировании объединенных образцов молока из молочных резервуаров (цистерн) чувствительность снижалась настолько, что идентифицировать возможным было только молочные стада, в которых превалентность *F. hepatica* составляла более 60% [15].

Исследование объединенной пробы молока из танков (цистерн) используется для подтверждения зоосанитарного статуса свободы в отношении вирусной диареи КРС в Новой Зеландии [27] и Швейцарии [3]. В Швейцарии на основе сборных проб молока методом ИФА проводится постоянный мониторинг в отношении вирусов блютанга и Шмалленберга [33].

В Новой Зеландии проведенный скрининг всех молочных стад путем тестирования пулов молока от групп из 20 дойных коров с использованием метода ИФА на наличие вируса лейкоза КРС в 2011 году не выявил заболевания [26, 34].

Объединенные пробы молока используются для быстрого и экономически эффективного подхода при рутинном контроле за такими заболеваниями, как бруцеллез [35] и мастит, вызванный *Mycoplasma spp.* [36]. Показана возможность проведения исследования сборных проб молока в рамках программы контроля ящера, в том числе и выявления животных-вирусоносителей [37].

На данный момент в продаже имеются коммерческие диагностические тест-системы для выявления антител в молоке к вирусу лейкоза КРС [38], вирусной диареи КРС, *Brucella abortus*, *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis*, *Fasciola hepatica*, Ку-лихорадке (*Coxiella burnetii*), что расширяет возможности использования неинвазивных методов отбора проб и мониторинга в популяции молочного скота.

Лейкоз КРС распространен повсеместно (США, Канада, Бразилия, Япония, Европа) с высокими показателями серопревалентности в стадах (от 20 до 86%), что обусловлено легкой передачей вируса, отсутствием средств ранней диагностики, вакцинации и лечения, циклами оборота поголовья скота в стадах. В отдельных странах Европы лейкоз был ликвидирован путем применения политики «стемпинг-аут» к инфицированным стадам, и молочная отрасль стран Евросоюза использует тестирование проб молока для контроля благополучия поголовья. Широкое распространение лейкоза КРС, по официальным данным Центра ветеринарии, регистрируется и в РФ, где более половины субъектов неблагополучны. В РФ Ветеринарные правила по борьбе с лейкозом КРС² предполагают выбраковку больных и инфицированных животных, поголовный серологический скрининг скота раз или два в год в зависимости от вида поголовья и направления деятельности хозяйства, а также усиленный серологический надзор с ежеквартальным серологическим тестированием инфицированных стад до ликвидации лейкоза в хозяйствах.

Диагностика в РФ предполагает использование РИД, ПЦР, ИФА и гематологическое исследование. На основании правил субъекты РФ разрабатывают и проводят региональные программы по борьбе с лейкозом, и эффективная реализация программ по опыту регионов

² Приказ Минсельхоза России от 24.03.2021 № 156 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов лейкоза крупного рогатого скота».

зависит от качества работы с населением, вовлеченности хозяйств, скорости ликвидации и замены поголовья. Иными словами, для борьбы с лейкозом КРС главный фактор — время, от которого зависит скорость выявления и выбраковки инфицированных стад. Однако возможность тестирования неинвазивных проб молока при осуществлении профилактических и диагностических мероприятий правилами не предполагается, поэтому не используется это и региональными программами. Проведение интенсивного серологического скрининга всех коров во всех хозяйствах неблагополучного района затратно и не приветствуется населением (держателями скота) из-за процедуры отбора крови, но позволяет выявлять скрытых носителей и отслеживать границы благополучия. Применение же при этом дополнительного тестирования проб цельного молока (как с применением ИФА, так и ПЦР) во многом поддержало бы программы оздоровления, переводя их на уровень «раннего выявления» инфекции в молочных кластерах.

Согласно Методическим рекомендациям³ и Ветеринарным правилам по борьбе и ликвидации паратуберкулеза в РФ⁴ плановые исследования восприимчивых животных на паратуберкулез теперь предполагают не только клинические, но и плановые аллергические и серологические исследования. Учитывая то, что сроки карантина остаются длительными (три года), оздоровление регионов (а не отдельных стад) будет являться основной целью борьбы. Выявление позитивной пробы молока от животного являлось бы предпосылкой для подозрения не в ущерб основным положениям методических указаний и проекта правил. Дополнительное скрининговое исследование дойного поголовья в регионах было бы основой для ускорения реализации программ искоренения и уточнения границ благополучия.

Результаты дополнительных скрининговых исследований, переведенные на уровни «раннего выявления» и обеспечивающие постоянный мониторинг, позволяют накопить не только ретроспективные, но и оперативные данные, обеспечить основу системы управления и использовать современные информационные системы, в том числе и ГИС-технологии.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа проведена в рамках выполнения государственных заданий № FGUG-2022-0007 и FGUG-2022-0009.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чугаева Н.А., Мищенко А.В., Кондаков С.Э., Белецкий С.О., Гордеев В.В., Дроздова Е.И. Перспективы использования технологии ДБС (сухие пятна крови) в ветеринарии. *Аграрный вестник Приморья*. 2022; 25(1): 84–90. <https://elibrary.ru/epltmq>
2. Думова В.В. и др. Противовирусные антитела в молозиве и молоке коров. *Российский ветеринарный журнал*. 2008; 49: 40–42.
3. Presi P., Struchen R., Knight-Jones Th., Scholl S., Heim D. Bovine viral diarrhoea (BVD) eradication in Switzerland—Experiences of the first two years. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 99(2–4): 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.01.012>
4. Reichel M.P., Tham K.M., Barnes S., Kittelberger R. Evaluation of alternative methods for the detection of bovine leukaemia virus in cattle. *New Zealand Veterinary Journal*. 1998; 46(4): 140–146. <https://doi.org/10.1080/00480169.1998.36078>

³ Профилактические, диагностические, ограничительные и иные мероприятия, установление и отмена карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов паратуберкулеза: инструктивно-метод. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020; 28. ISBN 978-5-7367-1545-9

⁴ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Приказ от 8 сентября 2020 года № 534 «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов туберкулеза (с изм. на 2 ноября 2022 года)».

Выводы / Conclusion

Использование проб молока в качестве неинвазивного биологического материала при ряде инфекционных заболеваний КРС предпочтительнее, чем использование проб сыворотки крови. Это позволяет с минимальными материальными затратами определить зоосанитарный статус не только индивидуального животного, но и всей исследуемой популяции.

Исследование проб молока вместо сыворотки крови позволит сэкономить значительные денежные средства в результате снижения затрат на отбор, обработку и транспортировку проб, а также уменьшит потери в производстве молока. Это исключает стрессовые ситуации у животных при манипуляциях во время отбора проб крови. Использование объединенных проб позволяет значительно снизить затраты на исследование всей популяции. Это намного дешевле, чем исследование каждого животного по отдельности. Использование объединенных проб (из цистерн) позволяет вести борьбу с медленными инфекциями рогатого скота (лейкозом КРС, артритом-энцефалитом коз) в дойных стадах и в режиме реального времени исключать животных-носителей из производственной цепочки.

Использование данного биоматериала для тестирования в мире позволило многим странам, таким как Бельгия, Голландия, Франция, ФРГ, Норвегия, Швеция, достичь эпизоотического благополучия по ряду вирусных болезней крупного рогатого скота. Несмотря на то что на сегодня ветеринарное законодательство РФ рассматривает возможности использования молока только при борьбе с бруцеллезом, положительный опыт стран и отдельных регионов РФ свидетельствует о целесообразности внедрения данного вида проб в ветеринарную практику при проведении дополнительного скрининга в Российской Федерации, для поддержки программ оздоровления регионов и перехода программ по бруцеллезу, паратуберкулезу и лейкозу КРС на уровни «раннего выявления» и оперативного управления.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING:

The work was carried out as part of the implementation of state assignments No. FGUG-2022-0007 and FGUG-2022-0009.

REFERENCES

1. Chugaeva N.A., Mishchenko A.V., Kondakov S.E., Beletsky S.O., Gordeev V.V., Drozdova E.I. Prospects for the use of DBS (Dry Blood Stains) technology in veterinary medicine. *Agrarniy vestnik Primor'ya*. 2022; 25(1): 84–90. <https://elibrary.ru/epltmq>
2. Dumova V.V. et al. Antiviral antibodies in colostrum and milk of cows. *Russian Veterinary Journal*. 2008; 49: 40–42 (In Russian).
3. Presi P., Struchen R., Knight-Jones Th., Scholl S., Heim D. Bovine viral diarrhoea (BVD) eradication in Switzerland—Experiences of the first two years. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 99(2–4): 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.01.012>
4. Reichel M.P., Tham K.M., Barnes S., Kittelberger R. Evaluation of alternative methods for the detection of bovine leukaemia virus in cattle. *New Zealand Veterinary Journal*. 1998; 46(4): 140–146. <https://doi.org/10.1080/00480169.1998.36078>

5. Gulyukin A.M., Belimenko V.V., Shabaykin A.A., Droshnev A.E., Laishevstev A.I. Epizootological geo-information systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 421(4): 042013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/4/042013>
6. Мищенко В.А. и др. Использование колостральных антител при иммуномониторинге вирусных инфекций крупного рогатого скота. *Актуальные проблемы инфекционной патологии животных*. Владимир: ВНИИЗЖ. 2003; 77–82.
7. Fleischhauer G. The ring test in Brucella and Salmonella infections. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 1955; 80(11): 390, 391.
8. Kittelberger R., Reichel M.P., Joyce M.A., Staak C. Serological crossreactivity between Brucella abortus and Yersinia enterocolitica 0:9. III. Specificity of the in vitro antigen-specific gamma interferon test for bovine brucellosis diagnosis in experimentally Yersinia enterocolitica 0:9-infected cattle. *Veterinary Microbiology*. 1997; 57(4): 361–371. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(97\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(97)00110-7)
9. Nielsen K., Gall D. Fluorescence polarization assay for the diagnosis of brucellosis: A review. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*. 2001; 22(3): 183–201. <https://doi.org/10.1081/IAS-100104705>
10. Kim S.G., Kim E.H., Lafferty C.J., Dubovi E. *Coxiella burnetii* in Bulk Tank Milk Samples, United States. *Emerging Infectious Diseases*. 2005; 11(4): 619–621. <https://doi.org/10.3201/eid1104.041036>
11. Enzootic bovine leukosis (version adopted in May 2018). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1113–1124.
12. Reber A., Reist M., Schwermer H. Cost-effectiveness of bulk-tank milk testing for surveys to demonstrate freedom from infectious bovine rhinotracheitis and bovine enzootic leukosis in Switzerland. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2012; 154(5): 189–197. <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000329>
13. Киселев М.Ю., Думова В.В., Мищенко А.В., Мищенко В.А., Нестеров А.А. Оптимизация способов определения противовирусных антител в молозиве и молоке коров. *Ветеринария и кормление*. 2011; (6): 23, 24. <https://elibrary.ru/rdonjx>
14. Schares G. et al. Adaptation of a commercial ELISA for the detection of antibodies against *Neospora caninum* in bovine milk. *Veterinary Parasitology*. 2004; 120(1–2): 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.11.016>
15. Reichel M.P., Vanhoff K., Baxter B. Performance characteristics of an enzyme-linked immunosorbent assay performed in milk for the detection of liver fluke (*Fasciola hepatica*) infection in cattle. *Veterinary Parasitology*. 2005; 129(1–2): 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.12.013>
16. Collins M.T., Wells S.J., Petrini K.R., Collins J.E., Schultz R.D., Whitlock R.H. Evaluation of Five Antibody Detection Tests for Diagnosis of Bovine Paratuberculosis. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 2005; 12(6): 685–692. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.6.685-692.2005>
17. Charlier J., Claerebout E., De Muelenaere E., Vercruyse J. Associations between dairy herd management factors and bulk tank milk antibody levels against *Ostertagia ostertagi*. *Veterinary Parasitology*. 2005; 133(1): 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.030>
18. Forbes A.B., Vercruyse J., Charlier J. A survey of the exposure to *Ostertagia ostertagi* in dairy cow herds in Europe through the measurement of antibodies in milk samples from the bulk tank. *Veterinary Parasitology*. 2008; 157(1–2): 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.06.023>
19. Klaasen M., Roest H.-J., van der Hoek W., Goossens B., Secka A., Stegeman A. *Coxiella burnetii* Seroprevalence in Small Ruminants in The Gambia. *PLoS ONE*. 2014; 9(1): e85424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085424>
20. Hamidi A. et al. Isolation and Identification of *Brucella melitensis* Biovar 3 from Vaccinated Small Ruminants: A Public Health Threat in Kosovo. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016; 63(6): e296–e299. <https://doi.org/10.1111/tbed.12336>
21. Poumarat F. et al. Comparative assessment of two commonly used commercial ELISA tests for the serological diagnosis of contagious agalactia of small ruminants caused by *Mycoplasma agalactiae*. *BMC Veterinary Research*. 2012; 8: 109. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-109>
22. Nagel-Alne G.E., Valle P.S., Krontveit R., Sølværd L.S. Caprine arthritis encephalitis and caseous lymphadenitis in goats: Use of bulk tank milk ELISAs for herd-level surveillance. *Veterinary Record*. 2015; 176(7): 173. <https://doi.org/10.1136/vr.102605>
23. Nielsen S.S., Toft N., Okura H. Dynamics of Specific anti-*Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* Antibody Response through Age. *PLoS ONE*. 2013; 8(4): e63009. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063009>
24. Bovine viral diarrhoea (version adopted in May 2015). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1075–1096.
25. Infectious bovine rhinotracheitis/infectious pustular vulvovaginitis (version adopted in May 2017). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1139–1175.
26. Донник И.М., Гулюкин М.И., Бусол В.А., Коваленко Л.В., Коваленко А.М. Лейкоз крупного рогатого скота — диагностика, оздоровление, антропоозонозный потенциал (история вопроса) (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2021; 56(2): 230–244. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.2.230rus>
27. Hill F.I., Reichel M.P., Tisdall D.J. Use of molecular and milk production information for the cost-effective diagnosis of bovine viral diarrhoea infection in New Zealand dairy cattle. *Veterinary Microbiology*. 2010; 142(1–2): 87–89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.09.047>
28. Renshaw R.W., Ray R., Dubovi E.J. Comparison of Virus Isolation and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction Assay for Detection of Bovine Viral Diarrhoea Virus in Bulk Milk Tank Samples. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2000; 12(2): 184–186. <https://doi.org/10.1177/104063870001200219>
29. Daly J.M., King B., Tarlinton R.A., Gough K.C., Maddison B.C., Blowey R. Comparison of Schmallenberg virus antibody levels detected in milk and serum from individual cows. *BMC Veterinary Research*. 2011; 11: 56. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0365-1>
30. Elvander M., Edwards S., Näslund K., Linde N. Evaluation and Application of an Indirect ELISA for the Detection of Antibodies to Bovine Respiratory Syncytial Virus in Milk, Bulk Milk, and Serum. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 1995; 7(2): 177–182. <https://doi.org/10.1177/104063879500700202>
5. Gulyukin A.M., Belimenko V.V., Shabaykin A.A., Droshnev A.E., Laishevstev A.I. Epizootological geo-information systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 421(4): 042013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/4/042013>
6. Mishchenko V.A. et al. The use of colostral antibodies in the immunomonitoring of viral infections in cattle. *Actual problems infectious pathology of animals*. Vladimir: All-Russian Scientific Research Institute for Animal Protection. 2003; 77–82 (In Russian).
7. Fleischhauer G. The ring test in Brucella and Salmonella infections. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. 1955; (80): 390, 391.
8. Kittelberger R., Reichel M.P., Joyce M.A., Staak C. Serological crossreactivity between Brucella abortus and Yersinia enterocolitica 0:9. III. Specificity of the in vitro antigen-specific gamma interferon test for bovine brucellosis diagnosis in experimentally Yersinia enterocolitica 0:9-infected cattle. *Veterinary Microbiology*. 1997; 57(4): 361–371. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(97\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(97)00110-7)
9. Nielsen K., Gall D. Fluorescence polarization assay for the diagnosis of brucellosis: A review. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry*. 2001; 22(3): 183–201. <https://doi.org/10.1081/IAS-100104705>
10. Kim S.G., Kim E.H., Lafferty C.J., Dubovi E. *Coxiella burnetii* in Bulk Tank Milk Samples, United States. *Emerging Infectious Diseases*. 2005; 11(4): 619–621. <https://doi.org/10.3201/eid1104.041036>
11. Enzootic bovine leukosis (version adopted in May 2018). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1113–1124.
12. Reber A., Reist M., Schwermer H. Cost-effectiveness of bulk-tank milk testing for surveys to demonstrate freedom from infectious bovine rhinotracheitis and bovine enzootic leukosis in Switzerland. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2012; 154(5): 189–197. <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000329>
13. Kiselev M.Yu., Dumova V.V., Mishchenko A.V., Mishchenko V.A., Nesterov A.A. Optimization of methods for determining antiviral antibodies in colostrum and milk of cows. *Veterinaria i kormlenie*. 2011; (6): 23, 24 (In Russian). <https://elibrary.ru/rdonjx>
14. Schares G. et al. Adaptation of a commercial ELISA for the detection of antibodies against *Neospora caninum* in bovine milk. *Veterinary Parasitology*. 2004; 120(1–2): 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.11.016>
15. Reichel M.P., Vanhoff K., Baxter B. Performance characteristics of an enzyme-linked immunosorbent assay performed in milk for the detection of liver fluke (*Fasciola hepatica*) infection in cattle. *Veterinary Parasitology*. 2005; 129(1–2): 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.12.013>
16. Collins M.T., Wells S.J., Petrini K.R., Collins J.E., Schultz R.D., Whitlock R.H. Evaluation of Five Antibody Detection Tests for Diagnosis of Bovine Paratuberculosis. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 2005; 12(6): 685–692. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.6.685-692.2005>
17. Charlier J., Claerebout E., De Muelenaere E., Vercruyse J. Associations between dairy herd management factors and bulk tank milk antibody levels against *Ostertagia ostertagi*. *Veterinary Parasitology*. 2005; 133(1): 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.030>
18. Forbes A.B., Vercruyse J., Charlier J. A survey of the exposure to *Ostertagia ostertagi* in dairy cow herds in Europe through the measurement of antibodies in milk samples from the bulk tank. *Veterinary Parasitology*. 2008; 157(1–2): 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.06.023>
19. Klaasen M., Roest H.-J., van der Hoek W., Goossens B., Secka A., Stegeman A. *Coxiella burnetii* Seroprevalence in Small Ruminants in The Gambia. *PLoS ONE*. 2014; 9(1): e85424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085424>
20. Hamidi A. et al. Isolation and Identification of *Brucella melitensis* Biovar 3 from Vaccinated Small Ruminants: A Public Health Threat in Kosovo. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2016; 63(6): e296–e299. <https://doi.org/10.1111/tbed.12336>
21. Poumarat F. et al. Comparative assessment of two commonly used commercial ELISA tests for the serological diagnosis of contagious agalactia of small ruminants caused by *Mycoplasma agalactiae*. *BMC Veterinary Research*. 2012; 8: 109. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-109>
22. Nagel-Alne G.E., Valle P.S., Krontveit R., Sølværd L.S. Caprine arthritis encephalitis and caseous lymphadenitis in goats: Use of bulk tank milk ELISAs for herd-level surveillance. *Veterinary Record*. 2015; 176(7): 173. <https://doi.org/10.1136/vr.102605>
23. Nielsen S.S., Toft N., Okura H. Dynamics of Specific anti-*Mycobacterium avium* Subsp. *paratuberculosis* Antibody Response through Age. *PLoS ONE*. 2013; 8(4): e63009. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063009>
24. Bovine viral diarrhoea (version adopted in May 2015). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1075–1096.
25. Infectious bovine rhinotracheitis/infectious pustular vulvovaginitis (version adopted in May 2017). OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 6th ed. Paris: *Office International des Epizooties*. 2018; 2: 1139–1175.
26. Донник И.М., Гулюкин М.И., Бусол В.А., Коваленко Л.В., Коваленко А.М. Bovine leukemia virus infection — diagnostics, eradication, and anthropozoonotic potential (background) (review). *Agricultural Biology*. 2021; 56(2): 230–244 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.2.230rus>
27. Hill F.I., Reichel M.P., Tisdall D.J. Use of molecular and milk production information for the cost-effective diagnosis of bovine viral diarrhoea infection in New Zealand dairy cattle. *Veterinary Microbiology*. 2010; 142(1–2): 87–89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.09.047>
28. Renshaw R.W., Ray R., Dubovi E.J. Comparison of Virus Isolation and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction Assay for Detection of Bovine Viral Diarrhoea Virus in Bulk Milk Tank Samples. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2000; 12(2): 184–186. <https://doi.org/10.1177/104063870001200219>
29. Daly J.M., King B., Tarlinton R.A., Gough K.C., Maddison B.C., Blowey R. Comparison of Schmallenberg virus antibody levels detected in milk and serum from individual cows. *BMC Veterinary Research*. 2011; 11: 56. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0365-1>
30. Elvander M., Edwards S., Näslund K., Linde N. Evaluation and Application of an Indirect ELISA for the Detection of Antibodies to Bovine Respiratory Syncytial Virus in Milk, Bulk Milk, and Serum. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 1995; 7(2): 177–182. <https://doi.org/10.1177/104063879500700202>

31. González-Warleta M., Castro-Hermida J.A., Carro-Corral C., Mezo M. Anti-*Neospora caninum* antibodies in milk in relation to production losses in dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 101(1–2): 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.019>
32. Lanyon S.R., Anderson M.L., Reichel M.P. Pooling serum to identify cohorts of nonmilking cattle likely to be infected with *Bovine viral diarrhoea virus* by testing for specific antibodies. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2014; 26(3): 346–353. <https://doi.org/10.1177/1040638714526596>
33. Balmer S. *et al.* Serosurveillance of Schmallenberg virus in Switzerland using bulk tank milk samples. *Preventive Veterinary Medicine*. 2014; 116(4): 370–379. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.026>
34. Voges H. Reports from industry surveillance and disease control programmes — New Zealand dairy enzootic bovine leukosis (EBL) control scheme. *Surveillance*. 2009; 36(2): 29.
35. DEFRA. *Explanatory Memorandum to the Brucellosis (England) Order 2015*. 2015. Available at: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/364/pdfs/uksiem_20150364_en.pdf
36. Francoz D., Bergeron L., Nadeau M., Beauchamp G. Prevalence of contagious mastitis pathogens in bulk tank milk in Québec. *Can Vet J*. 2012; 53(10): 1071–1078. PMID:23543925; PMCID:PMC3447309
37. Armson B., Gubbins S., Mioulet V., Qasim I.A., King D.P., Lyons N.A. Foot-and-Mouth Disease Surveillance Using Pooled Milk on a Large-Scale Dairy Farm in an Endemic Setting. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 7: 264. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00264>
38. Юдин В.И., Козлов В.Е., Безгин В.М., Гулюкин М.И., Иванова Л.А. Способ диагностики лейкоза крупного рогатого скота. Патент №2377962 Российская Федерация. Дата начала отсчета срока действия патента: 10.06.2008. Опубликовано: 10.01.2010
31. González-Warleta M., Castro-Hermida J.A., Carro-Corral C., Mezo M. Anti-*Neospora caninum* antibodies in milk in relation to production losses in dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 101(1–2): 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.04.019>
32. Lanyon S.R., Anderson M.L., Reichel M.P. Pooling serum to identify cohorts of nonmilking cattle likely to be infected with *Bovine viral diarrhoea virus* by testing for specific antibodies. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2014; 26(3): 346–353. <https://doi.org/10.1177/1040638714526596>
33. Balmer S. *et al.* Serosurveillance of Schmallenberg virus in Switzerland using bulk tank milk samples. *Preventive Veterinary Medicine*. 2014; 116(4): 370–379. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.026>
34. Voges H. Reports from industry surveillance and disease control programmes — New Zealand dairy enzootic bovine leukosis (EBL) control scheme. *Surveillance*. 2009; 36(2): 29.
35. DEFRA. *Explanatory Memorandum to the Brucellosis (England) Order 2015*. 2015. Available at: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/364/pdfs/uksiem_20150364_en.pdf
36. Francoz D., Bergeron L., Nadeau M., Beauchamp G. Prevalence of contagious mastitis pathogens in bulk tank milk in Québec. *Can Vet J*. 2012; 53(10): 1071–1078. PMID:23543925; PMCID:PMC3447309
37. Armson B., Gubbins S., Mioulet V., Qasim I.A., King D.P., Lyons N.A. Foot-and-Mouth Disease Surveillance Using Pooled Milk on a Large-Scale Dairy Farm in an Endemic Setting. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 7: 264. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00264>
38. Judin V.I., Kozlov V.E., Bezgin V.M., Guljukin M.I., Ivanova L.A. Method for diagnostics of cattle leukosis. Patent No. 2377962 Russian Federation. Starting date of the patent validity period: 10.06.2008. Published: 01.10.2010. (In Russian)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей Владимирович Мищенко,

доктор ветеринарных наук:

- Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия;
- Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, пос. Биокombината, 24, Московская обл., 141142, Россия studebaker@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9752-6337>

Алексей Михайлович Гулюкин,

доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0003-2160-4770>

Андрей Серожович Оганесян,

кандидат ветеринарных наук, заведующий сектором анализа риска, Федеральный центр охраны здоровья животных, мкр. Юрьевец, Владимир, 600901, Россия oganesyan@arriah.ru <https://orcid.org/0000-0002-0061-5799>

Владимир Александрович Мищенко,

доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия mishenko@arriah.ru <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>

Михаил Иванович Гулюкин,

доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0002-7489-6175>

Сергей Витальевич Лопунов,

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0003-3201-1065>

Ирина Михайловна Заболотная,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, д. 24, к. 1, Москва, 109428, Россия admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0002-7173-5501>

ABOUT THE AUTHORS

Aleksey Vladimirovich Mishchenko,

Doctor of Veterinary Sciences:

- All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia;
- All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, 24 village of Biocombinata, Moscow region, 141142, Russia studebaker@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9752-6337>

Aleksey Mikhailovich Gulyukin,

Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Federal Scientific Center All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0003-2160-4770>

Andrey Serozhovich Oganessian,

Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Risk Analysis Sector, Federal Center for Animal Health Protection, Yuriyevets, Vladimir, 600901, Russia oganesyan@arriah.ru <https://orcid.org/0000-0002-0061-5799>

Vladimir Alexandrovich Mishchenko,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Research Center «All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>

Mikhail Ivanovich Gulyukin,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0002-7489-6175>

Sergey Vitalievich Lopunov,

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0003-3201-1065>

Irina Mikhailovna Zabolotnaya,

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine of the Russian Academy of Sciences, 24 Ryazan Ave., 1 building, Moscow, 109428, Russia admin@viev.ru <https://orcid.org/0000-0002-7173-5501>