DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-13
УДК 619:001.893:616-02-2.7:591.16:636.2

Программы контроля инфекционных факторов, влияющих на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров

Шкуратова И.А. — член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, shkuratova@bk.ru
Шилова Е.Н. — доктор ветеринарных наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, adelaida.gurgenovna@mail.ru
Соколова О.В. — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, nauka_sokolova@mail.ru
Ряпосова М.В. — доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, riaposova76@mail.ru

Ключевые слова: инфекционные заболевания, крупный рогатый скот, репродукция, программы контроля

Резюме. В работе представлен многолетний анализ взаимосвязи инфицирования стад молочного направления возбудителями инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, хламидиоза и неоспороза с уровнем репродуктивных потерь и предложены программы их контроля. При циркуляции BVDV нарушения воспроизводительной функции коров определяются эмбриональными потерями в первые 30 – 45 дней беременности, которые в 4–5 раз превышают данный показатель в благополучных стадах. Потери беременности в стадах с серопревалентностью к BHV-1 на уровне 29,2% были в 1,4 раза выше, чем средние значения по сельскохозяйственным организациям. При сочетанном влиянии вирусных патогенов уровень репродуктивных потерь был выше в 1,5–1,8 раза по сравнению с моноинфекцией, что обусловлено иммуносупрессивным действием вирусов. Уровень распространения хламидиоза, вызванного *C. abortus* в среднем составил 27%. В стадах с серопревалентностью к хламидиозу до 50%, потери беременности основного репродуктивного стада составили 4,9–5,3%, количество мертворожденных телят – 3,73%. Серопревалентность к *N. caninum* в среднем, составила 36,6%. У всех серопозитивных животных отмечали аборт на сро-

Programs for controlling infectious factors affecting the reproductive function of highly productive dairy cows

Shkuratova I.A., Shilova E.N., Sokolova O.V., Ryaposova M.V.

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre

Key words: infectious diseases, cattle, reproduction, control programs

Abstract. This paper presents a long-term analysis of the relationship between infection of dairy herds BHV-1, BVDV, C.abortus, N. caninum and the level of reproductive losses. In addition, programs for their control are proposed. During BVDV circulation, impaired reproductive function of cows is determined by embryonic loss in the first 30–45 days of pregnancy, which is 4–5 times higher than this indicator in prosperous herds. Pregnancy losses in herds with seroprevalence to BHV-1 at the level of 29.2% were 1.4 times higher than the average values for farms. With the combined influence of viral pathogens, the level of reproductive losses was 1.5–1.8 times higher compared to monoinfection, which is due to the immunosuppressive effect of viruses. Prevalence of chlamydia induced C.abortus averaged 27%. In herds with seroprevalence for chlamydia up to 50%, pregnancy loss of the main reproductive herd was 4.9–5.3%, the number of stillborn calves was 3.73%. Seroprevalence for N. caninum averaged 36.6%. Abortions were observed in all seropositive animals for periods of 150–180 days. At the same time, the level of reproductive losses in herds ranged from 5.6 to 8.5%, which is 2.4–4 times higher than the average indicator for farms. Thus, in order to increase the reproductive potential and productivity of animals, infection control programs were proposed. Programs are aimed at the timely identification of infection carriers. In case of controlled infections (infectious rhinotracheitis and viral diarrhea), these programs included the use of modern vaccination prophylactics, and for uncontrolled ones, veterinary and sanitary measures and the use of antimicrobial agents.

ках 150–180 дней, при этом уровень репродуктивных потерь в стадах составил от 5,6 до 8,5%, что в 2,4–4 раза выше, чем средние показатели по сельскохозяйственным организациям.

Для повышения репродуктивного потенциала и продуктивности животных предложены программы ликвидации инфекций, влияющих на функцию воспроизводства. Программы нацелены на своевременное выявление носителей инфекции, при контролируемых инфекциях (инфекционный ринотрахеит и вирусная диарея) включали применение современных средств вакцинопрофилактики, при неконтролируемых – ветеринарно-санитарные меры и применение химиотерапевтических средств.

Высокая значимость инфекционных заболеваний, связанных с репродукцией маточного поголовья крупного рогатого скота, их существенным влиянием на количе-

Для цитирования / For citation

Программы контроля инфекционных факторов, влияющих на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров / Шкуратова И.А. [и др.] // Ветеринария и кормление. 2020. – № 2. – С. 54–57.

Programs for controlling infectious factors affecting the reproductive function of highly productive dairy cows / Shkuratova I.A. [et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2020. – № 2. – P.54–57.

ственные показатели воспроизводства стада, в том числе на уровень репродуктивных потерь, а также экономическую эффективность отрасли животноводства в целом. Результаты научных исследований наглядно демонстрируют необходимость разработки научно-обоснованных методологических подходов к контролю над распространением возбудителей инфекционных заболеваний, прямо или косвенно оказывающих влияние на воспроизводство крупного рогатого скота, перечень которых довольно широк [1,4,5,7,10]. Ряд инфекций (инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея крупного рогатого скота) являются управляемыми [6], но есть и такие, у которых механизмы действия возбудителя на репродуктивные функции крупного рогатого скота мало изучены и до сих пор не поддаются контролю (хламидиоз, неоспороз).

Нами проведено исследование показателей воспроизводства в стадах, где установлена персистенция одного или нескольких возбудителей, инфицирующих репродуктивные органы, для оценки их влияния на воспроизводство, и предложены программы ликвидации данных инфекций.

Материалы и методы исследований

Работа выполнена в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Государственного задания Минобрнауки России по направлению 160 "Молекулярно-биологические и нанобиотехнологические методы создания биопрепаратов нового поколения, технологии и способы их применения с целью борьбы с особо опасными инфекционными, паразитарными и незаразными болезнями животных". Исследования проводили в сельскохозяйственных организациях молочного направления Свердловской области. Для проведения серологических исследований брали кровь от крупного рогатого скота, из крови получали сыворотку. Для выявления антител проводили ИФА с использованием тест-систем "Neospora caninum Antibody Test Kit", "Bovine Rhinotracheitis Virus (BHV-1) gE Antibody Test Kit", "Chlamydia abortus Antibody Test Kit" (IDEXX Laboratories Inc., США).

Антигены возбудителя вирусной диареи определяли в цельной крови. Для выявления персистентно инфицированных телят кровь брали из вены после рождения теленка, до выпойки молозива. Проводили ИФА с использованием тест-системы "Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) Antigen Test Kit/Serum Plus" (IDEXX Laboratories Inc., США). Иммуноферментный анализ проводили с использованием ридера SUNRISE (Tecan, Австрия) и программного обеспечения xChek Assay Management System (IDEXX Laboratories Inc., США).

Результаты исследований

Проведен анализ инфекционных факторов, влияющих на репродуктивные функции крупного рогатого скота. Возбудитель вирусной диареи крупного рогатого скота (BVDV) является основным патогеном, оказывающим негативное влияние практически на все фазы репродукции. Инфицирование быков-производителей [3] может привести к снижению качества спермы и выделению вируса с эякулятом, инфицирование коров ведет к снижению оплодотворения, эмбриональным потерям, абортам и врожденным дефектам, а также появлению слабых иммунотолерантных телят. Проведенные нами в течение 2011–2018 гг. исследования показали, что в молочных стадах выявляются персистентно инфицированные телята, показывающие наличие антигена возбудителя вирусной диареи, при снижении контроля миграции вируса в неблагополучных стадах уровень его пренатальной передачи составляет до 40%, средний уровень инфицированности новорожденных телят в сельскохозяйственных организациях Уральского региона – 3,8%. Репродуктивные нарушения в неблагополучных по циркуляции BVDV стадах связаны, прежде всего, с эмбриональными потерями в первые 30 – 45 дней беременности, которые составляют 17,11 – 20,23%, хотя в благополучных

Уровень абортов у коров в стадах с циркуляцией вирусов BHV-1 и BVDV. %

Рис. 1 - Уровень абортов в молочных стадах с разной ситуацией по наличию вирусных инфекций
Fig.1 - The rate of abortion in dairy herds with different situations for the presence of viral infections

Уровень абортов у коров в стадах с циркуляцией Chl.abortus и N.caninum, %

Рис. 2 - Репродуктивные потери при неблагополучии молочного стада по хламидиозу и неоспорозу
Fig.2 - Pregnancy losses in C.abortus and N.caninum

Рис. 3 - Схема диагностических исследований в неблагополучных по хламидиозу стадах (Шилова Е.Н., Соколова О.В., Ряпосова М.В., 2020)
Fig.3 - Chlamydia Diagnosis Plan (Shilova E.N., Sokolova O.V., Ryaposova M.V., 2020)

по этой инфекции хозяйствах данный показатель не превышал 4,17–8,52%.

Особое место как фактор, влияющий на воспроизводство, занимает вирус инфекционного ринотрахеита (BHV-1). Установлена предрасположенность ткани яичников и, в особенности, желтого тела к инфицированию данным возбудителем. Воздействие вируса на яичник происходит на 4–9 день после течки, что также вызывает снижение продукции прогестерона [9]. Такие эффекты могут быть вызваны при реактивации собственного вируса при латентном протекании инфекции. Таким образом, репродуктивные потери при инфекционном ринотрахеите могут быть связаны не только с нарушением связи "мать-плацента-плод", но и снижением прогестеронового фона перед имплантацией эмбриона в матку.

В наших исследованиях, серопревалентность носительства полевого штамма BHV-1 в сельскохозяйственных организациях была на уровне 29,2%. На фермах, где отмечали носителей BHV-1, показатели воспроизводства были существенно ниже, чем, в среднем, по аналогичным благополучным фермам. Так, потери беременности у коров в стаде, где серопревалентность полевого штамма BHV-1 составила 25%, был в 2018–2019 гг. в 10,6 раз выше, чем в молочном стаде, где в течение 2009–2019 гг. была проведена эрадикация BHV-1 с полной заменой полевого штамма вируса вакцинным штаммом, и в 1,4 раза выше, чем средние значения данного показателя по сельскохозяйственным организациям (рис.1).

Ассоциация BVDV и BHV-1 сопровождается значительной иммуносупрессией, обусловленной действием обоих вирусов [11]. При сочетанной инфекции вирусной диареи и инфекционного ринотрахеита в стаде, их влияние на показатели воспроизводства еще более усиливается. Так, уровень потерь беременности в стадах, где отмечена циркуляция обоих вирусов, был в 1,8 раз выше, чем в предприятиях с моноинфекцией BHV-1 и в 2,4 раза выше, чем в среднем по сельскохозяйственным организациям (рис.1).

Еще одним инфекционным агентом, вызывающим репродуктивные потери, является *C.abortus*. Хламидийные инфекции довольно изучены у овец, но их эпидемиология практически не описана у крупного рогатого скота. Очевидное отсутствие связи между инфекцией и клиническим заболеванием привело к дискуссии о патогенной значимости этих организмов, однако данные возбудители эндемичны во многих стадах и ассоциированы с потерями беременности на разных сроках [8]. Уровень распространенности хламидиоза, вызванного *C.abortus*, в молочных стадах Уральского региона, в среднем, в 2018–2019 г. составил

27%. В стадах, где серопревалентность хламидиоза была до 50%, потери беременности основного стада составили 4,9–5,3%, количество мертворожденных телят – 3,73%, что выше средних значений по сельскохозяйственным организациям в 1,7 и 6,4 раза соответственно.

Сравнительно новым фактором, который необходимо учитывать при планировании воспроизводства стада, является *Neospora caninum*. Данный возбудитель, простейший паразит, инвазирует беременных коров и является причиной абортов. В наших исследованиях (2015–2019 гг.), антитела к *N. caninum* обнаружены у коров с репродуктивными потерями в 56,2 % от обследованных стад, серопревалентность в 2018–2019 гг., в среднем, составила 36,6%. В стадах, где отмечали наличие серопозитивных коров, серопревалентность у коров с потерями беременности была от 26,6 до 80%. У всех серопозитивных животных отмечали аборты на сроке 150–180 дней, уровень репродуктивных потерь в стадах составил от 5,6 до 8,5%, что в 2,4–4 раза выше, чем средние показатели по сельскохозяйственным организациям (рис.2).

В одном из исследованных стад отмечали комбинацию инфекционных факторов, влияющих на воспроизводство (*N.caninum*+*C.abortus*). Было установлено, что уровень репродуктивных потерь в виде абортов составил 18,5% (рис.2), сроки гестации (беременности) на дату аборта составили от 90 до 235 дней. Средний гестационный возраст плода составил $165,8 \pm 4,6$ дней. Серопревалентность к *N. caninum* по стаду составила 40,7% (у абортировавших коров 100%), *C.abortus* 18,5% (у абортировавших коров 29,4%), *C.abortus* выделена из абортплодов методом ПЦР у 33% животных.

Таким образом, инфекционные факторы вирусного, бактериального и паразитарного происхождения (BHV-1, BVDV, *C.abortus*, *N.caninum*) могут оказывать существенное влияние на показатели воспроизводства, что ведет к экономическим потерям в животноводстве. В наших исследованиях, неконтролируемые инфекции (хламидиоз, неоспороз) вызывают более серьезные репродуктивные потери, чем контролируемые (инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея).

Нами для повышения репродуктивного потенциала и продуктивности животных были предложены программы ликвидации инфекций, влияющих на воспроизводство. Программы профилактики и ликвидации были нацелены на своевременное выявление носителей инфекции, при контролируемых инфекциях (инфекционный ринотрахеит и вирусная диарея) включали применение современных средств вакцинопрофилактики, при неконтролируемых – преимущественно ветеринарно-санитарные меры и применение химиотерапевтических препаратов.

Сведения об институте

Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт ведет свою историю с 1930 года. В институте наряду с диагностическими исследованиями проводилась научно-исследовательская работа по изучению кокковых заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных, цереброспинального менингита лошадей, инфекционных болезней птиц, гельминтофауне домашних плотоядных. В Свердловской области эффективно внедрена комплексная программа по оздоровлению от бруцеллеза. В сотрудничестве с ВИЭВ впервые на Среднем Урале установлено новое заболевание свиней - гемофилезная плевропневмония. Изучено распространение острых респираторных вирусных инфекций крупного рогатого скота. Установлена роль вируса ИРТ в этиологии массовых гинекологических заболеваний высокопродуктивных коров. Большим достижением совместной работы ученых и практической ветеринарной службы является реализация "Уральской системы оздоровительных противолейкозных мероприятий", что позволило оздоровить Свердловскую область от вируса лейкоза крупного рогатого скота одной из первых в Российской Федерации. В настоящее время в институте проводятся исследования по разработке методов ранней диагностики, лечения и профилактики инфекционных и незаразных болезней животных, проблемам антибиотикорезистентности, патологии репродуктивной системы животных, контролю качества кормов. В институте работают 58 научных сотрудников, 1 академик, 1 член-корреспондент РАН, 16 докторов и 24 кандидата наук. Институт проводит подготовку кадров высшей квалификации через аспирантуру по 4 специальностям, действует учебный центр повышения квалификации, работает диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям: 03.02.14 - биологические ресурсы (биологические науки), 06.02.02 - ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология (ветеринарные науки).

Так, программа оздоровления стада при выявлении персистентных носителей вирусной диареи включает обязательное тестирование новорожденных телят до выпойки молозива на наличие антигена BVDV с удалением вирусно-носителей из стада, применение ультразвуковой диагностики на ранних сроках беременности для фиксации эмбриональных потерь, применение инактивированных моно- и поливакцин против вирусной диареи до первого осеменения телок и на протяжении всего срока хозяйственного использования животных. Четкое и планомерное соблюдение всех правил активной иммунизации животных независимо от вида применяемых инактивированных вакцин снижает риск развития вирусемии, предотвращает внутриутробное инфицирование, обеспечивает высокий уровень пассивного иммунитета у новорожденных телят. Внедрение такой программы позволило уменьшить потери беременности в 2–2,5 раза, повысить сохранность молодняка в 3 раза.

Программа эрадикации возбудителя инфекционного ринотрахеита из молочного стада включает дифференцированный подход к серодиагностике (DIVA-стратегия) [9], а также стратегию комбинированного применения живых маркированных и инактивированных вакцин против ИРТ [13]. Такой подход позволил вытеснить BHV-1 из популяции крупного рогатого скота в неблагополучном стаде, при этом серопревалентность снизилась до 1–3%, а уровень репродуктивных потерь – в 4–5 раз.

Программы оздоровления при циркуляции возбудителя хламидиоза нацелены на своевременное выявление носителей с использованием разных методов диагностики (рис.3) и их санацию, а также на строгом ветеринарно-санитарном контроле осеменения животных. Внедрение таких диагностических и терапевтических схем позволяет снизить репродуктивные потери в среднем в 4 раза.

Наиболее сложной и малоизученной неконтролируемой инфекцией является неоспороз крупного рогатого скота. До сих пор не разработаны эффективные химиотерапевтические средства, позволяющие снизить паразитарную нагрузку на организм промежуточного хозяина (беременной коровы), на стадии исследований находятся средства иммунопрофилактики [12,14]. Программы ликвидации при данной инвазии включают современную диагностику, меры по разрыву эпизоотической цепи и применение химиотерапевтических средств окончательному хозяину (собаке). Тем не менее, внедрение таких программ пока не позволяет добиться значимых показателей снижения репродуктивных потерь.

Таким образом, на большом фактическом материале показана роль инфекционных патогенов в возникновении нарушений репродуктивной функции крупного рогатого скота. Соблюдение основных принципов и подходов при проведении специфической иммунопрофилактики контролируемых инфекций в сельскохозяйственных организациях Свердловской области. (инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея), методологических схем диагностических, ветеринарно-санитарных и лечебно-профилактических мероприятий при неконтролируемых инфекциях (хламидиоз, неоспороз) крупного рогатого скота позволили снизить уровень репродуктивных потерь в 2–4 раза и повысить показатели сохранности молодняка в среднем в 3 раза.

Литература

1. Глотов А.Г., Глотова Т.И. // Роль вируса инфекционного ринотрахеита в патологии воспроизводства крупного рогатого скота. Ветеринария. - 2018. - № 3. - С. 3-9.
2. Глотов Г.Г., Глотова Т.И. // Влияние колострального иммунитета на эффективность вакцинации телят против вирусных инфекций. Ветеринария. - 2019. - №6. - С. 3-11.
3. Данилкина О.А., Шилова Е.Н., Ряпосова М.В. // Применение на быках-производителях инактивированной вакцины "Хипрабовис-4" против ОРВИ крупного рогатого скота. В сборнике: Труды ВИЭВ 2016. - С. 77-83.

4. Дегтярев В., Федотов С., Удалов Г. // Профилактика бесплодия, вызванного половыми инфекциями, у молочных коров. Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2017. - № 12. - С. 41-45.
5. Племяшов К.В., Крутикова А.А. // Хламидиоз крупного рогатого скота в племенных хозяйствах. Ветеринария. - 2018. - № 6. - С. 28-30.
6. Порываева А.П., Вялых И.В., Печура Е.В., Томских О.Г., Нурмиева В.Р. // Влияние специфической профилактики вирусной диареи крупного рогатого скота на сохранность молодняка. Ветеринарный врач. - 2018. - № 3. - С. 24-27.
7. Шабунин С.В., Шахов А.Г., Нежданов А.Г. // Бактериальные и вирусные инфекции в патологии воспроизводительной функции коров. Ветеринария. - 2012. - № 10. - С. 3-8.
8. Anstey SI, Quigley BL, Polkinghorne A, Jelocnik M. // Chlamydial infection and on-farm risk factors in dairy cattle herds in South East Queensland. Aust Vet J. - 2019. - DOI: 10.1111/avj.12879. [Epub ahead of print]
9. Chase CCL, Fulton RW, O'Toole D, Gillette B, Daly RF, Perry G, Clement T. // Bovine herpesvirus 1 modified live virus vaccines for cattle reproduction: Balancing protection with undesired effects. Vet Microbiol. - 2017. - DOI: 10.1016/j.vetmic.2017.03.016.
10. Fray MD, Paton DJ, Alenius S. // The effects of bovine viral diarrhoea virus on cattle reproduction in relation to disease control. Anim Reprod Sci. - 2000. - 60-61:615-27.
11. Jones C. // Bovine Herpesvirus 1 Counteracts Immune Responses and Immune-Surveillance to Enhance Pathogenesis and Virus Transmission. Front Immunol. - 2019. - DOI: 10.3389/fimmu.2019.01008.
12. Moore DP, Ode'n AC, Venturini MC, Campero CM. // Bovine neosporosis: general concepts, immunity and perspectives for vaccination. Rev Argent Microbiol. - 2005. - 37(4):217-28.
13. Sokolova O.V., Shilova E.N., Ryaposova M.V. // The use of marker vaccines against IBR to control reproduction of dairy herds. Reproduction in Domestic Animals. - 2019. - T. 54. - № S3. - P. 104.
14. Xu Jian, Hiramatsu Rikito, Suhaimi Hamizah. // Neospora caninum antigens displaying virus-like particles as a bivalent vaccine candidate against neosporosis. Vaccine. - 2019.

References

1. Glotov A.G., Glotova T.I. // Rol' virusa infektsionnogo rinotrakheita v patologii vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota. Veterinariya. - 2018. - № 3. - С. 3-9.
2. Glotov G.G., Glotova T.I. // Vliyaniye kolostral'nogo immuniteta na effektivnost' vaksinatсии telyat protiv virusnykh infektsiy. Veterinariya. - 2019. - №6. - С. 3-11.
3. Danilkina O.A., Shilova Ye.N., Ryaposova M.V. // Primeneniye na bykakh-proizvoditelyakh inaktivirovannoy vaksiny "Khiprabovis-4" protiv ORVI krupnogo rogatogo skota. V sbornike: Trudy VIEV 2016. - S. 77-83.
4. Degtyarev V., Fedotov S., Udalov G. // Profilaktika besplodiya, vyzvannogo polovymi infektsiyami, u molochnykh korov. Veterinariya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. - 2017. - № 12. - С. 41-45.
5. Plemyashov K.V., Krutikova A.A. // Khlamidioz krupnogo rogatogo skota v plemennykh khozyaystvakh. Veterinariya. - 2018. - № 6. - С. 28-30.
6. Poruyayeva A.P., Vyalykh I.V., Pechura Ye.V., Tomskikh O.G., Nurmiyeva V.R. // Vliyaniye spetsificheskoy profilaktiki virusnoy diarei krupnogo rogatogo skota na sokhrannost' molodnyaka. Veterinarnyy vrach. - 2018. - № 3. - С. 24-27.
7. Shabunin S.V., Shakhov A.G., Nezhdanov A.G. // Bakterial'nyye i virusnyye infektsii v patologii vosproizvoditel'noy funktsii korov. Veterinariya. - 2012. - № 10. - С. 3-8.
8. Anstey S.I., Kuigley B.L., Polkinghorn A., Dzheloknik M. // Khlamidiynaya infektsiya i faktory riska vnutrikhozyaystvennogo razvitiya v stade molochnogo skota v Yugo-Vostochnom Kvinslende. Aust Vet J. - 2019. - DOI: 10.1111 / avj.12879. [Epub vpered pechatii]
9. Chase CCL, Fulton RW, O'Toole D, Gillette B, Daly RF, Perry G, Clement T. // Modifitsirovannyye zhivyye virusnyye vaksiny protiv gerpesvirusa 1 dlya reproduksii krupnogo rogatogo skota: balans zashchity s nezheletel'nymi effektami. Vet Mikrobiol. - 2017. - DOI: 10.1016 / j.vetmic.2017.03.016.
10. Fray M.D., Paton D.Dzh., Alenius S. // Vliyaniye virusa virusnoy diarei krupnogo rogatogo skota na reproduksiyu krupnogo rogatogo skota v svyazi s kontrolem zabolevaniya. Anim Reprod Sci. - 2000 - 60-61: 615-27.
11. Dzhons S. // Gerpesvirus krupnogo rogatogo skota 1 protivodeystvuyet immunnym reaktsiyam i immunnomu nadzoru dlya usileniya patogenezha i peredachi virusa. Front Immunol. - 2019. - DOI: 10.3389 / fimmu.2019.01008.
12. Mur D.P., Odeon A.S., Venturini M.S., Kampero S.M. // Bychiy neosporoz: obshchiye ponyatiya, immunitet i perspektivy vaksinatсии. Prepodobnyy Serebryanyy Mikrobiol. - 2005. - 37 (4): 217-28.
13. Sokolova O.V., Shilova Ye.N., Ryaposova M.V. // Primeneniye markernykh vaksin protiv IBR dlya kontrolya razmnzheniya molochnykh stad. Razmnzheniye u domashnikh zhivotnykh. - 2019. - T. 54. - № S3. - С. 104.
14. Syuy TSzyan', Khiramatsu Rikito, Sukhaymi Khamiza. // Antigeny Neospora caninum, soderzhashchiye virusopodobnyye chastitsy v kachestve kandidata na dvukhvalentnyuyu vaksinu protiv neosporoz. Vaksiny. - 2019.