

Ю.В. Перфильева^{1,2} , А.С. Машжан^{1*} , А.В. Кулигин¹ ,
Ж.А. Бердыгулова¹ , Э.Р. Мальцева^{1,2,3} , Ю.А. Скиба^{1,2,3} 

¹Филиал ТОО «Национальный центр биотехнологии» в г. Алматы, Казахстан, г. Алматы

²РГП на ПХВ «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина»

КН МНВО РК, Казахстан, г. Алматы

³Научное сообщество «Тетис», Казахстан, г. Алматы

*e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВСПЫШЕК КОНТАГИОЗНОЙ ЭКТИМЫ ОВЕЦ И КОЗ В КАЗАХСТАНЕ

Контагиозная эктима (КЭ) – высококонтагиозное вирусное заболевание овец и коз, сопровождающееся образованием папулезно-пустулезных поражений эпителия кожи и слизистых оболочек. Возбудителем заболевания является оспоподобный эпителиотропный ДНК-содержащий вирус, относящийся к роду Parapoxvirus семейства Poxviridae. Овец поражает преимущественно вирус эктимы овец (Orf virus, ORFV). Этиологический агент КЭ, вирус ORFV, характеризуется зоонозным потенциалом, способностью вызывать повторную инфекцию у одного и того же животного, достаточно широким кругом хозяев и высокой устойчивостью в окружающей среде. Несмотря на глобальное распространение и потенциальные экономические потери, которые может вызывать КЭ, самоограничивающийся характер данного заболевания и меньшее экономическое воздействие по сравнению с другими вирусными заболеваниями овец и коз являются причинами того, что во многих странах, включая Казахстан, на настоящий момент отсутствует надлежащий надзор, достаточные эпидемиологические данные и, как следствие, эффективная стратегия борьбы с этим заболеванием. В данной статье проведен анализ напряженности эпизоотической ситуации по КЭ в Казахстане и оценка рисков возникновения вспышек инфекции на территории страны в среднесрочной перспективе.

Ключевые слова: контагиозная эктима овец и коз, анализ рисков, ORFV, эпидемиология, ИФА.

Y.V. Perfilyeva^{1,2}, A. Mashzhan^{1*}, A.V. Kuligin¹, Z.A. Berdygulova¹,
E.R. Maltseva^{1,2,3}, Y.A. Skiba^{1,2,3}

¹Almaty Branch of the National Center for Biotechnology, Kazakhstan, Almaty

²M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Kazakhstan, Almaty

³Tethys Scientific Society, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

Risk analysis of contagious ecthyma outbreaks in Kazakhstan

Contagious ecthyma (CE) is an infectious disease of sheep and goats characterized by papular-pustular lesions on the skin and mucous membranes. The causative agent of the disease is smallpox-like epitheliotropic DNA – containing a virus belonging to the genus Parapoxvirus of the Poxviridae family. Sheep are mainly affected by the ovine ecthyma virus (ORFV). The ORFV is characterized by zoonotic potential, the ability to cause re-infection in the same animal, a sufficiently wide range of hosts, high resistance in the environment, and high contagiousness. Despite its worldwide distribution and the potential economic losses that CE can cause, the self-limiting nature of the infection and its lower economic impact compared with other viral diseases of sheep and goats are the reasons for the lack of epidemiological data, adequate surveillance in many countries, including Kazakhstan, and, consequently, the lack of an effective strategy to control this disease. This article analyzes the CE epizootic situation in Kazakhstan and assesses the risk of possible outbreaks of the infection.

Key words: contagious ecthyma, risk analysis, ORFV, epidemiology, ELISA.

Ю.В. Перфильева^{1,2}, А. С. Машжан^{1*}, А.В. Кулигин¹, Ж.А. Бердыгулова¹,
Э.Р. Мальцева^{1,2,3}, Ю.А. Скиба^{1,2,3}

¹«Ұлттық биотехнология орталығы» РМК Алматы қаласындағы филиалы, Қазақстан, Алматы қ.

²«М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты» ШЖҚ РМК,
Қазақстан. Алматы қ.

³Ғылыми бірлестік «Тетис», Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: aj.akzhigit@gmail.com

Қазақстанда қой мен ешкілердің жұқпалы эктимасының таралу тәуекелін бағалау

Контагиоздыэктима(КЭ)–теріжәнешырыштықабаттардыңэпителийініңпапулезді-пустулярлы зақымдануымен жүретін қой мен ешкінің аса жұқпалы вирустық ауруы. Аурудың қоздырғышы – Poxviridae тұқымдасына жататын Parapoxvirus туыстасы, шешек тәрізді эпителиотропты ДНК-лы вирус болып табылады. Қойлар негізінен көбіне қой эктима вирусынан (Orf virus, ORFV) зардап шегеді. ORFV вирусы, өз кезегінде зооноздық потенциалымен, бір жануарда қайта инфекцияны тудыру қабілетімен, иелерінің жеткілікті кең ауқымымен және сонымен қатар қоршаған ортаға ерекше жоғары төзімділігімен сипатталады. Контагиозды эктиманың жер-жаһандық таралуы және ықтимал экономикалық шығындарын тудыруы мүмкіндігіне қарамастан, аурудың өзін-өзі шектейтін сипаты және қой мен ешкінің басқа вирустық ауруларымен салыстырғанда төмен экономикалық әсері, қазіргі уақытта көптеген елдерде, соның ішінде Қазақстанда осы ауру жәйлі жеткілікті эпидемиологиялық деректер аздығына, ауруды бақылаудың тиімді стратегиясының жоқтығына және дұрыс қадағалаудың болмауына әкеліп соғуда. Бұл мақалада Қазақстандағы КЭ бойынша эпизоотиялық жағдайдың қарқындылығы талданып және орта мерзімді перспективада инфекцияның өршу қаупі бағаланады.

Түйін сөздер: қой мен ешкінің контагиозды эктимасы, тәуекелді талдау, ORFV, эпидемиология, ИФА.

Введение

Контагиозная эктима (КЭ) (контагиозный пустулезный дерматит, контагиозный пустулезный стоматит, изъязвленный рот, паравацина, узелки доильщиц, красная вакцина, ложная вакцина) – вирусное заболевание овец и коз, характеризующееся образованием папулезно-пустулезных поражений эпителия кожи и слизистых оболочек. Случаи КЭ также отмечались у верблюдов и ряда представителей семейства оленых. Вирус может также передаваться человеку при прямом контакте с клинически инфицированными животными и их тушами, или через зараженные кормовые материалы, вызывая гнойничковые поражения на коже [1].

Возбудителем заболевания является оспоподобный эпителиотропный ДНК-содержащий вирус, относящийся к роду *Parapoxvirus* семейства *Poxviridae*. Овец поражает преимущественно вирус эктимы овец (Orf virus, ORFV). Родственными ему парапоксвирусами являются вирус бычьего папулярного стоматита (Bovine papular stomatitis virus, BPSV) и вирус паравакцинии (Pseudocowpoxvirus, PCPV). Только молекулярно-биологические методы позволяют дифференцировать различные виды парапоксвирусов друг от друга [2]. Геном ORFV представляет собой линейную двухцепочечную молекулу ДНК с

длиной генома 138 пара нуклеотидов. Гены *B2L* и *VIR* (virus interferon resistance gene) считаются консервативными для различных изолятов вируса ORFV, в связи с чем они чаще всего используются в качестве маркеров для обнаружения и диагностики КЭ. Похожий на другие парапоксвирусы, вирион имеет овальную структуру размером 200-300 x 140-170 нм с характерной сетчатой структурой [3]. Центральный регион кодирует базовые белки, необходимые для процессов репликации, сборки вириона и морфогенеза, в то время как терминальные регионы генома содержат гены, ассоциированные с патогенезом и вирулентностью. Среди них гены *VIR*, *GIF* (GM-CSF/IL-2 inhibition factor), *CBP* (chemokine binding protein), *VEGF* (vascular endothelial growth factor), *vIL-10* (viral interleukin-10) и др. Гены вирулентности помогают вирусу успешно инфицировать клетки хозяина и вызывать повторное заражение у переболевших животных [4].

Основным предрасполагающим к инфицированию ORFV фактором является прежде всего нарушение целостности эпителия, которое может произойти во время стрижки овец и коз, прикреплении ушных бирок, при поедании колочих растений (верблюжья колочка, шиповник, василек иберийский и т.д.), при контакте с грубыми подстилочными материалами. Другие предрасполагающие факторы включают стрес-

совые факторы, такие как транспортировка, подавленный иммунитет или первичные инфекции. У животных, инфицированных вирусом ORFV, поражения в основном ограничиваются эпителием слизистой оболочки полости рта, кожи губ и вокруг ноздрей, но также может поражаться вымя кормящих животных и язык или десна животных [1]. Клинически заболевание характеризуется самокупирующимся течением и прогрессией поражений через стадии эритемы, папулы, везикулы, пустулы и парши, как это наблюдается при других вирусах оспы. Заболевание обычно длится 3-4 недели, после чего очаги исчезают с отхождением струпуев без рубца. Несмотря на то, что заболеваемость очень высокая, смертность от КЭ, как правило, низкая или средняя, достигающая 10% среди взрослых животных. Высокая смертность (до 90%), как правило, регистрируется у молодых животных и обусловлена невозможностью кормления из-за язв в ротовой полости, что приводит к анорексии и гибели животных. Вторичные инфекции бактериальной или грибковой природы значительно повышают уровень смертности [4].

КЭ овец распространена по всему миру. По данным базы данных PubMed, за последние 10 лет отдельные случаи ORFV инфекции или вспышки КЭ среди сельскохозяйственных и диких животных были описаны в ряде стран Европы (Греции (2014), Англии (2012), Болгарии (2016), Швеции (2019), Италии (2012-2014)), Южной и Северной Америки (Бразилии (2012), Аргентине (2013, 2014-2015), Уругвае (2017), США (2012)), Африки (Нигерии (2014, 2016), Судане (2013, 2016), Замбии (2015), Габоне (2013), Египте (2013, 2014, 2020-2021), Эфиопии (2013, 2018)) и Азии (Малайзии (2014, 2017), Индии (2012, 2015, 2018, 2019, 2020), Китае (2012-2014, 2018), Турции (2012, 2013, 2016, 2017), Иране (2013, 2015), Ираке (2012, 2013, 2015), Бангладеше (2016), Пакистане (2014)) [1]. При этом заболеваемость животных в среднем колебалась от 6 до 100%, а общая смертность от 1 до 60%, что, по-видимому, определяется рядом факторов, включающим циркулирующий штамм, вид, породу и общее состояние животных [1, 5].

В Казахстане овцеводство является традиционной отраслью животноводства. Несмотря на то, что КЭ является самокупирующейся инфекцией и кожные поражения обычно исчезают спонтанно в течение нескольких недель, болезнь может иметь серьезные экономические последствия из-за производственных потерь,

вызванных снижением упитанности животных, отставанием ягнят в росте и развитии и их гибели. Несмотря на регистрацию отдельных очагов инфекции в различных регионах Казахстана, нет ясного понимания напряженности эпизоотической ситуации по КЭ в Казахстане, не установлены регионы с наибольшим риском возникновения вспышек инфекции. В связи с этим нами был проведен многофакторный анализ рисков заноса и распространения инфекции в стране и проанализирована текущая эпизоотическая ситуация.

Материалы и методы

Сбор образцов от животных

Размер выборки для проведения мониторингового исследования рассчитывали с использованием вкладки StatCal программы EpiInfo 7.2.5.0 (CDC).

Сбор крови и сыворотки проводился квалифицированными ветеринарами. На месте, где предполагалось произвести прокол, выстригали шерсть и кожу, дезинфицировали 5% раствором йода. Забор крови осуществляли из яремной вены животных в пробирки Venosafe для сбора цельной крови (содержащие K2 EDTA) и пробирки для сыворотки (содержащие активатор коагуляции), оснащенные безопасной иглой (Venoject Quick Fit Needle). Для получения сыворотки пробирки Venosafe с собранной в них кровью после образования сгустка центрифугировали при 1200 x g в течение 10 мин при 4°C.

Сбор образцов проводился в рамках выполнения государственной мониторинговой программы, финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан. Получено заключение этической комиссии РГП на ПХВ «Национальный центр биотехнологии» (протокол №4 от 3.12.2021).

Иммунофлуоресцентный анализ (ИФА)

Анализ сывороток животных на содержание антител IgG к ORFV проводили с помощью наборов “Sheep Orf virus disease antibody IgG (ORFV-IgG) ELISA Kit” (SUNLONGBIOTECH, Китай) согласно инструкции производителя. Перед проведением ИФА все образцы сывороток инактивировали стандартной термической обработкой, выдерживая 20 мин при 56°C.

Фотометрическую реакцию анализировали при 450 нм на планшетном ИФА анализаторе BioTek (BioTek Instruments, США). Интерпрета-

цию полученных результатов проводили следующим способом. Рассчитывали ОПкрит, равную сумме значения ОП отрицательного контрольного образца + 0,15. Результат считался отрицательным, если значение ОП в соответствующей ячейке было ниже ОПкрит. Результат расценивался как положительный, если значение ОП в ячейке было равно или превышало ОПкрит. Валидацию ИФА наборов проводили по значению ОП контрольных образцов согласно инструкции производителя.

Анализ рисков возникновения вспышек и распространения КЭ

Для прогнозирования в РК вспышек КЭ, а также распространения инфекции на территории, прежде свободной от вируса, был использован метод аналогии и моделирования, позволяющий провести одновременный анализ комбинации факторов, наиболее значимых при оценке риска возникновения вспышек/распространения КЭ. На первом этапе работы были определены критерии, влияющие на возникновения вспышек и распространение КЭ. По каждому из выбранных критериев был проведен анализ с учетом данных из открытых источников и официальных данных, включая ретроспективные данные о вспышках КЭ за период 2013-2022 гг. и данные о завозе скота в различные регионы РК в 2021 г., предоставленные Комитетом ветеринарного контроля и надзора Министерства сельского хозяйства РК (КВКН МСХ РК). Кроме того, при проведении эпизоотологического анализа использованы результаты, полученных в ходе кросс-секционного серологического обследования животных. По каждому критерию проводили присвоение условных баллов каждому из регионов страны. О степени риска возникновения новых вспышек в заданном регионе страны судили по общей сумме набранных баллов.

Результаты и обсуждение

Методология анализа рисков в отношении КЭ

Учитывая эпизоотологические особенности течения данной инфекции, были выделены семь основных критериев, наиболее важных при оценке рисков в отношении КЭ:

1) История вспышек КЭ в данном регионе. Показано, что ORFV может оставаться жизнеспособным в сухом струпе в течение многих месяцев, что является вероятной причиной пер-

систенции инфекции из года в год в одних и тех же животноводческих помещениях и на одних пастбищных землях, особенно на пастбищах, где произрастают чертополох, верблюжья колючка или другие растения, которые могут вызывать травмы губ/рта, что облегчает проникновение вируса. В струпях в условиях комнатной температуры ORFV сохраняет инфекционность от 8 месяцев до года и более, максимально до 15 лет [6]. Учитывая высокую устойчивость вируса, существует большая вероятность повторных вспышек инфекции на территории, где вспышки КЭ наблюдались ранее.

2) Плотность и общее поголовье восприимчивых к вирусу животных в данном регионе. Показано, что овцы заражаются ORFV чаще, чем козы, однако у коз, как правило, болезнь отличается более тяжелым течением [7]. В отличие от каприпоксвирусов, ORFV имеет также высокий потенциал для распространения в дикой природе, поражая сайгаков, джейранов, горных козлов и архаров. При этом ORFV, выделенный от этих животных при экспериментальном заражении, по своим вирулентным свойствам ничем не отличается от вируса, полученного от ягнят больных КЭ [8], что предполагает их роль в нестационарном благополучии по данной инфекции. В связи с этим, при анализе рисков распространения инфекции следует учитывать не только общее поголовье овец и коз на заданной территории, но и поголовье сайги, которая с высокой плотностью населяет значительную территорию Казахстана. Поскольку основной путь передачи инфекции – контактный, другим немаловажным фактором, влияющим на распространение КЭ, служит плотность восприимчивых животных на заданной территории.

3) Проведение вакцинации мелкого рогатого скота (МРС) против КЭ в регионе. Поскольку в настоящее время не существует специфической антимикробной терапии против ORFV, основной стратегией контроля распространения КЭ у овец и коз является вакцинопрофилактика. Живые аттенуированные вакцины, полученные из полевых штаммов ORFV, чаще всего используются для предотвращения инфекции ORFV у овец и коз. К сожалению, живые аттенуированные вакцины также представляют серьезный риск возврата к вирулентности, в связи с этим системная вакцинация всего стада рекомендуется только во время вспышек либо при регулярной регистрации инфекции в данном хозяйствующем субъекте. На территории Казахстана при-

меняются несколько вакцин от эктимы МРС, в том числе вакцина отечественной разработки из штамма «МТМ-НИСХИ».

4) Штамм ORFV, опосредующий степень симптоматических проявлений и уровень инфекционности. В настоящее время в GenBank опубликовано большое количество последовательностей изолятов ORFV с некоторыми доступными полноразмерными данными генома, при этом шесть из них ранее широко исследовались, такие как ORFV-NZ2, ORFV-NZ7, ORFV-SA00, ORFV-IA82, ORFV-D1701 и ORFV-B029, полученный из биопсии человека, и восемь новых штаммов ORFV, включая ORFV-NA1/1, ORFV-GO, ORFV-NP, ORFV-YX и ORFV-SJ1, NA17, Shanxi и Fujian-XP [9]. Показано, что штаммы различаются степенью вирулентностью. В частности, показана высокая вирулентность штаммов ORFV-GO и ORFV-YX и низкая вирулентность штаммов ORFV-NP и ORFV-SJ1, циркулирующих на территории Китая [10]. К сожалению, молекулярно-генетическая характеристика полевых штаммов ORFV, циркулирующих на территории Казахстана, ранее не проводилась.

5) Фактическое состояние эпизоотического процесса по КЭ в данном регионе, включая средний уровень серопревалентности антител в стадах. Возможная циркуляция возбудителя может быть оценена по уровню серопревалентности антител к ORFV среди коз и овец в заданном регионе, а также по выявлению ДНК полевых штаммов ORFV в крови или пораженных участках кожи животных. Показано, что кожные выделения вируса от ранее переболевших животных или субклинических носителей играют важную роль в распространении КЭ [11]. Таким образом, выявление ДНК у одного животного в стаде указывают на высокий риск возникновения вспышки. Общий уровень серопревалентности у невакцинированных животных к ORFV также отражает фактическую распространённость инфекции. Данный показатель совместно с уровнем серопревалентности у вакцинированных животных служит показателем уровня популяционного иммунитета.

6) Риск заноса инфекции из эндемичных по болезни регионов страны или государств. Учитывая возможность скрытого носительства вируса ORFV [12], а также тот факт, что животные, ввозимые из сопредельных регионов или других стран, чаще всего осматриваются лишь визуально на возможность инфицирования ORFV, существует вероятность завоза субклинических

носителей вируса. В связи с этим важным фактором возникновения вспышек инфекции в эндемичных районах является скот, ввозимый из неблагополучных по КЭ регионов или других государств.

Поскольку КЭ не является векторным заболеванием и вспышки данной инфекции могут возникать в различных климатических условиях, при расчете рисков возникновения вспышек КЭ географические и агроклиматические факторы не учитывали. По каждому из семи выбранных критериев был проведен анализ с учетом данных из открытых источников и результатов, полученных нами, и далее присвоение условных баллов каждому из регионов страны.

Анализ истории вспышек КЭ в Казахстане за период 2013-2022 гг.

Согласно официальным данным за 10-летний период (2013-2022 гг.) в Казахстане были зарегистрированы 2 очага инфекции на территории двух областей. В Мангистауской области вспышка произошла в 2014 г. в сельском округе Кызылозень, где заболело 421 животное. Последняя официально зарегистрированная вспышка инфекции ORFV произошла в 2021 г. в Нуринском районе Карагандинской области. В научной литературе имеется незначительная информация по КЭ в Казахстане. Так, регулярные спорадические случаи/вспышки регистрируются в Казыгуртском районе Туркестанской области, в частности неблагополучным считается Шанакский сельский округ, где заболеваемость животных в 2021 г., подтвержденная электронной микроскопией, составила в среднем 3,5% [13].

Таким образом, учитывая стационарный характер КЭ, наибольший риск возникновения повторных вспышек КЭ наблюдается в Мангистауской, Карагандинской и Туркестанской областях, которые были отнесены к неблагополучным регионам страны. Поскольку КЭ характеризуется в большинстве случаев доброкачественным течением, многие фермеры, особенно хозяева частных подворий, могут не обращаться к местным ветеринарным специалистам при наблюдении клинических признаков КЭ у МРС, что может приводить к недооценке заболеваемости официальной статистикой. В связи с этим, регионы страны, в которых вспышки не наблюдались в течение последних 10 лет, были отнесены к регионам с неизвестным статусом.

Критерий №1 «Вспышки КЭ».

При создании карты риска ставятся условные баллы по параметру:

- регионы с неизвестным статусом (случаи КЭ не регистрировали в области за последние 10 лет) – «1 балл»;

- неблагополучные регионы (случаи КЭ регистрировали в области за последние 10 лет) – «3 балла».

Плотность и общее поголовье восприимчивых к КЭ животных

Овцеводство является традиционной отраслью животноводства в Казахстане. Государственная программа субсидирования развития племенного животноводства, повышения продуктивности и качества продукции животноводства, утвержденная в 2019 г., и резкий рост спроса на баранину не только на внутреннем, но и внешнем рынке (в частности, резко вырос спрос на мясо баранины в Китае) повысили интерес предпринимателей к овцеводству. За последние годы в РК зарегистрирован устойчивый рост поголовья овец. Так, если в декабре 2019 г. общее поголовье овец составляло 19 092,0 тыс. голов, то в октябре 2022 г. – 22 768,3 тыс. голов, что составило прирост в 3 676,3 тыс. голов за 3 года [14]. Информация относительно общего поголовья МРС согласно данным отдела официальной статистики РК [14] представлена на рисунке 1.

Результаты расчетов плотности МРС в разрезе регионов представлены в таблице 1. Таким образом, согласно приведенным данным лидерами РК в этой отрасли животноводства являются, в первую очередь, Туркестанская, Жамбылская, Алматинская, Жетысуская и Западно-Казахстанская области (ЗКО), где наблюдается наибольшая численность и плотность восприимчивых к инфекции животных. Следовательно, именно эти регионы страны наиболее подвержены риску распространения инфекции.

Критерий №2 «Плотность овец и коз».

При создании карты риска ставятся условные баллы по параметру:

- до 5 голов / км² – «1 балл»;
- от 5 до 10 голов / км² – «2 балла»;
- от 10 до 20 голов / км² – «3 балла»;
- от 20 до 30 голов / км² – «4 балла»;
- более 30 голов / км² – «5 баллов».

Критерий №3 «Поголовье овец и коз».

При создании карты риска ставятся условные баллы по параметру:

- менее 500 тыс. голов – «1 балл»;
- от 500 до 1500 тыс. голов – «2 балла»;
- от 1500 до 3000 тыс. голов – «3 балла»;
- более 3000 тыс. голов – «4 балла».

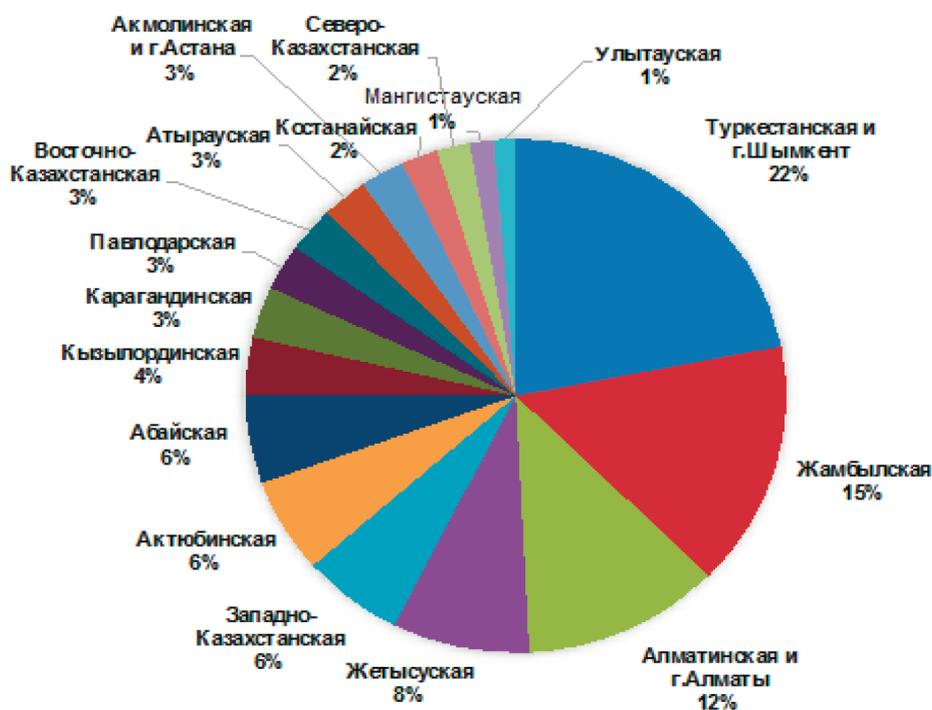


Рисунок 1 – Распределение поголовья МРС в РК в разрезе регионов (на 01.10.2022) [14]

Таблица 1 – Плотность поголовья МРС для отдельных областей Казахстана (на 01.10.2022) [14]

№ п/п	Область	МРС, тыс.голов, 01.10.2022	Площадь, км ² , 08.06.2022	Плотность МРС, голов/ км ²
1	Туркестанская и г.Шымкент	4988,3	117 442	42,5
2	Жамбылская	3515,3	144 264	24,4
3	Алматинская и г.Алматы	2698,5	105 945	25,5
4	Жетысуская	1879,1	118 648	15,8
5	Западно-Казахстанская	1378,8	151 339	9,1
6	Актюбинская	1357,8	300 629	4,5
7	Абайская	1261,0	185 500	6,8
8	Кызылординская	831,3	226 019	3,7
9	Карагандинская	738,4	239 045	3,1
10	Павлодарская	654,5	124 755	5,3
11	Восточно-Казахстанская	652,1	97 800	6,7
12	Атырауская	632,1	118 631	5,3
13	Акмолинская и г.Астана	606,8	147 016	4,1
14	Костанайская	498,0	196 001	2,5
15	Северо-Казахстанская	452,3	97 993	4,6
16	Мангистаская	323,0	165 642	1,9
17	Улытауская	301,1	188 936	1,6
	Общая	22768,3	2 724 902	

Показано, что сайгаки (*Saiga tatarica*) также восприимчивы к инфекции. В Казахстане обитает более 95% мировой популяции сайгаков, что по официальным данным составляет 1 318 000 голов (на июль 2022 г) [14]. Сайгаки с высокой плотностью населяют сухие степи и полупустыни Казахстана, их основные популяции – Уральская, Устюртская и Бетпақдалинская – сосредоточены в Западно-Казахстанской, Мангистауской, Улытауской и Карагандинской областях, что следует учитывать при оценке рисков в отношении КЭ.

Критерий №4 «Поголовье сайгаков».

При создании карты риска ставятся условные баллы по критерию:

- сайгаки не обитают на территории региона – «0 балл»;
- сайгаки населяют территорию региона – «1 балл».

Вакцинация животных от КЭ

Ежегодная государственная программа вакцинации МРС против КЭ проводится в Актюбинской, Жамбылской, Туркестанской и Алматинской областях. При общей численности МРС в Туркестанской и Жамбылской, Алматинской и Актюбинской областях в январе 2021 г. в 4 582

100, 3 042 900, 3 630 000 и 1 117 700 голов, соответственно, в неблагополучных хозяйствах согласно плану, было вакцинировано 761 550 (16,6%), 831 400 (27,3%), 1 070 700 (29,5%) и 23 600 (2,1%) голов, соответственно. В 2021 в связи со вспышкой КЭ в Карагандинской области была проведена вакцинация 1 310 голов в селе Нура. Тем не менее, следует учитывать, что вакцины от КЭ не дают прочного долговременного иммунитета у иммунизированных животных [4] и в неблагополучных хозяйствах рекомендуется ежегодная вакцинация стад, в связи с этим, в учет брали регионы страны, где проводится ежегодная вакцинация МРС от КЭ.

Критерий №5 «Вакцинация животных от КЭ».

При создании карты риска ставятся условные баллы по критерию:

- действует ежегодная программа вакцинации от КЭ – «0 баллов»;
- ежегодная программная вакцинация от КЭ не проводится – «1 балл».

Фактическое состояние эпизоотического процесса по КЭ в данном регионе, включая средний уровень серопревалентности антител в стадах

Широкомасштабного мониторинга по выявлению КЭ за последние 10 лет в Казахстане не проводилось. Отсутствуют какие-либо данные о серопревалентности антител к ORFV у клинически здоровых животных. С целью оценки текущей эпизоотической ситуации по КЭ в Казахстане нами было проведено кросс-селекционное серологическое исследование МРС в южном регионе Казахстана, где сосредоточено наибольшее по стране поголовье МРС. Размер выборки для проведения мониторингового исследования был рассчитан с использованием программы для эпидемиологических исследований EpiInfo 7.2.5. Ожидаемый уровень серопревалентности был принят равным 20% согласно данным анализа научной литературы [15]. При условии, что общий размер выборки составляет 22 768 300 голов МРС (согласно данным официальной статистики РК на 01.10.2022) и допустимой ошибке равной 5%, минимальное требуемое число животных для проведения исследования составило 246 голов.

Для исследования собраны образцы сыворотки крови от 364 невакцинированных домашних овец (*Ovis aries*). В Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях в 2022 г. для исследования было собрано 173, 180 и 11 образцов, соответственно. Всего было обследовано 11 районов: Байзакский (53 животных), Жамбылский (32 животных), Меркенский (77 животных), Т. Рыскуловский (44 животных), Шуйский (4 животных) в Жамбылской области и Байдибекский (19 животных), Казыгуртский (59 животных), Келесский (6 животных), Сайрамский (51 животное), Сарыагашский (38 животных) в Туркестанской области, Кербулакский район (11 животных) в Алматинской области. Средний возраст исследуемых животных составил $2,9 \pm 1,3$ лет (диапазон 1-9 лет). Антитела к ORFV были обнаружены у семи из обследованных животных (7/364, 1,9%). Все положительные образцы найдены у животных из Туркестанской области, что составило общую серопревалентность по области равную 4,0% (7/173). Сероположительные животные выявлены в Сарыагашском (четыре животных) и Казыгуртском (три животных) районах. Полученные данные свидетельствуют о достаточно низкой кумулятивной серопревалентности в южном регионе Казахстана. Тем не менее, при определении рисков возникновения вспышек инфекции следует учитывать возможную циркуляцию ORFV в отдельных районах Туркестанской области.

Критерий №6. «Фактический уровень распространенности болезни».

При создании карты риска выставляют следующие условные баллы по критерию:

- в регионе не выявляются особи МРС с клиническими признаками болезни, циркуляции вируса в клинически здоровых животных прямыми методами анализа не показана, средняя серопревалентность антител к ORFV у непривитых коз и овец – менее 10% – «0 баллов»;

- в регионе не выявляются особи МРС с клиническими признаками болезни, циркуляции вируса в клинически здоровых животных прямыми методами анализа не показана, актуальные данные по средней серопревалентности антител к ORFV у непривитых коз и овец отсутствуют – «1 балл».

- в регионе не выявляются особи МРС с клиническими признаками болезни, циркуляции вируса в клинически здоровых животных прямыми методами анализа не показана, средняя серопревалентность антител к ORFV у непривитых коз и овец – от 10 до 50% – «2 балла».

- в регионе не выявлены особи МРС с клиническими признаками болезни, но имеются стада, в которых прямыми методами анализа показана циркуляция вируса; И (ИЛИ) средняя серопревалентность антител к ORFV у непривитых коз и овец выше 50% – «4 балла».

- в регионе выявляются особи МРС с клиническими признаками болезни, в регионе имеются стада, в которых прямыми методами анализа показана циркуляция вируса – «5 баллов».

ПРИМЕЧАНИЕ 1: под прямыми методами анализа здесь подразумеваются электронная микроскопия, ЛИБО положительные результаты ПЦР.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: актуальными считаются фактические данные лабораторных исследований, полученные не позже 3 лет до составления прогноза.

Риск заноса инфекции из эндемичных по болезни регионов страны или государств

Имеется существенный риск заноса инфекции из-за сопредельных государств, имеющих наиболее протяженную сухопутную границу с Казахстаном. Вспышки КЭ в течение последних 10 лет детектировались на территории Российской Федерации и Китая. В 2015 г в патологическом материале от павшего МРС, собранном в Республике Тыва, обнаружен вирус КЭ [16]. Решением Федеральной службы по ветеринарному

и фитосанитарному надзору от 3 июня 2022 г в связи с регистрацией контагиозного пустулезного дерматита овец и коз изменен статус Челябинской области с региона с неопределенным статусом на неблагополучный регион [17]. Охарактеризован штамм ORFV, циркулирующий на территории Синьцзян-Уйгурского автономного района [18], граничащего с Казахстаном. Регистрация случаев на пограничных с Казахстаном территориях может также повышать риск заноса инфекции с дикими животными.

Программа государственного субсидирования импорта племенного маточного поголовья овец и баранов-производителей, утвержденная в 2019 г., значительно стимулировали приобретение зарубежных селекционных пород овец. Для проведения вероятностной оценки риска заноса КЭ на территорию РК был проведен анализ данных по импорту скота из зарубежных государств. Активный импорт МРС наблюдается в основном из РФ. В 2021 г. зарубежные породы МРС были завезены в Северо-Казахстанскую, Павлодарскую, и Актыбскую области в количестве 2000, 228 и 71 голов, соответственно.

Завоз скота из других областей РК также потенциально повышает риски интродукции ORFV из неблагополучных в благополучные по инфекции регионы страны. В связи с этим, нами были проанализированы данные по передвижению МРС из соседних областей. В 2021 г. наибольшее поголовье МРС из соседних регионов было завезено в Туркестанскую область, что составило 14 577 голов. Кроме того, активный импорт скота наблюдался в Жамбылской, Акты-

бинской, Акмолинской, Улытауской, Павлодарской, Западно-Казахстанской и Карагандинской областях, в которые было завезено, 3 634, 3 515, 3 206, 3 040, 2 476, 1 420 и 1 159 голов, соответственно. Наименьшее количество МРС было завезено в Восточно-Казахстанскую, Абайскую, Мангистаускую и Северо-Казахстанскую области, 229, 46, 199 и 20 голов, соответственно.

Критерий №7 «Риск заноса инфекции».

- регион не граничит с другими странами или неблагополучными по КЭ регионами страны; нет данных об импорте МРС из других государств или областей страны за последний год – «0 баллов»

- регион граничит со странами или регионами РК, неблагополучными по КЭ; нет данных об импорте МРС из других государств или областей страны за последний год – «1 балл»;

- регион граничит со странами или областями РК, неблагополучными по КЭ; есть данные об импорте МРС из других государств благополучных по КЭ, нет данных о ввозе МРС из других областей страны – «2 балла»;

- есть данные об импорте МРС за последний год из неблагополучных по КЭ стран или других областей РК – «3 балла»

Карта рисков возникновения новых вспышек КЭ на территории Казахстана

Условные баллы по каждому из основных критериев риска возникновения вспышек КЭ и распространения возбудителя инфекции на неэндемичные территории представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Баллы по оценке рисков возникновения вспышек и распространения КЭ для отдельных областей Казахстана

Область	Критерий							Сумма
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Акмолинская и г. Астана	1	1	2	0	1	1	3	9
Абайская	1	2	2	0	1	1	3	10
Актыбская	1	1	2	0	0	1	3	8
Алматинская и г. Алматы	1	4	3	0	0	0	1	9
Атырауская	1	2	2	0	1	1	1	8
Восточно-Казахстанская	1	2	2	0	1	1	3	10
Западно-Казахстанская	1	2	2	1	1	1	3	11
Жамбылская	1	4	4	0	0	0	3	12
Жетысуская	1	3	3	0	1	1	1	10
Карагандинская	3	1	2	1	1	5	3	16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Костанайская	1	1	1	0	1	1	1	6
Кызылординская	1	1	2	0	1	1	1	7
Мангистауская	3	1	1	1	1	1	3	11
Павлодарская	1	2	2	0	1	1	3	10
Северо-Казахстанская	1	1	1	0	1	1	3	8
Туркестанская и г.Шымкент	3	5	4	0	0	5	3	20
Улытауская	1	1	1	0	1	1	3	9

Суммируя эти баллы, области РК были ранжированы в соответствии с уровнем риска возникновения новых вспышек КЭ на территории страны:

5 и <баллов – низкий уровень риска;
6-8 баллов – умеренный риск;
9-14 баллов – средний риск;
15 и > баллов – высокий риск.

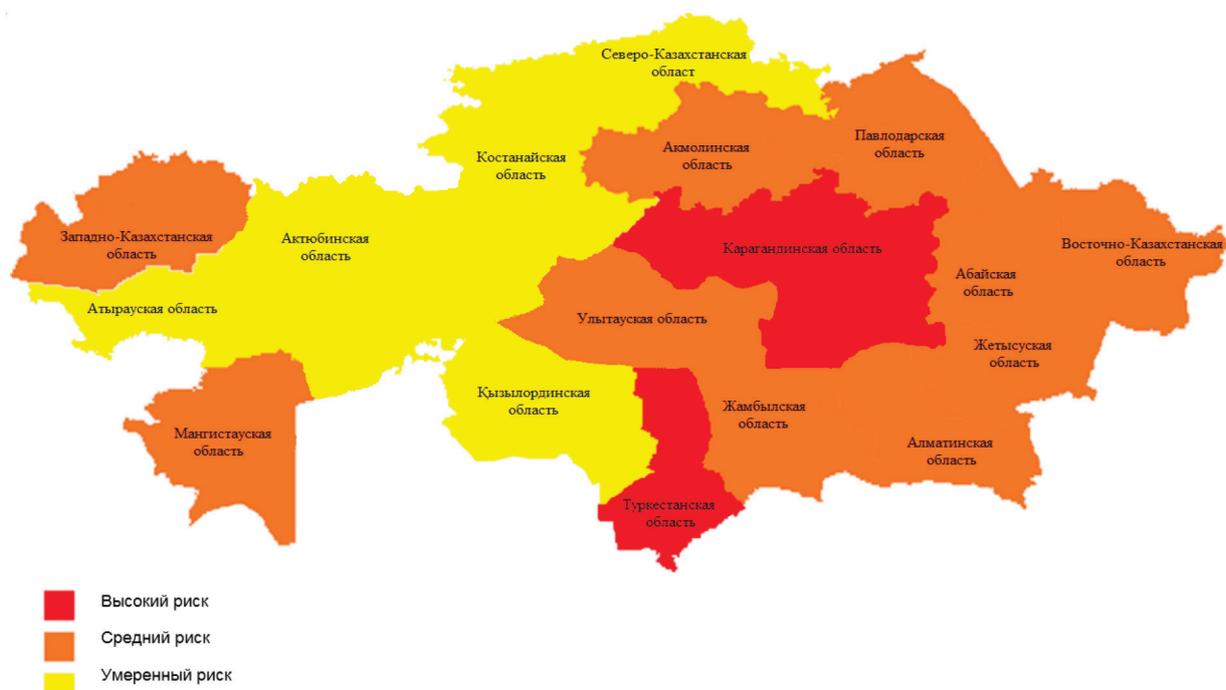


Рисунок 2 – Карта рисков возникновения вспышек и распространения КЭ в РК в среднесрочной перспективе (на 01.10.2022)

Карта рисков в отношении КЭ представлена на рисунке 2. Таким образом, большая часть территории Казахстана находится в зоне среднего риска возникновения вспышек КЭ. С наибольшей вероятностью новые вспышки инфекции в среднесрочной перспективе следует ожидать в Туркестанской и Карагандинской областях. В Туркестанской области основными факторами

риска являются высокая плотность восприимчивого поголовья, регистрация очагов инфекции и активный ввоз скота из соседних регионов. При этом внимание ветеринарных специалистов должно быть направлено, прежде всего, на Кызылгортский и Сарыагашский районы, где циркуляция вируса подтверждена электронной микроскопией [13] и выявлены сероположительные

невакцинированные животные, а также Сайрамский район, куда только в 2021 г. было завезено из других регионов страны 13 601 голов МРС. В Карагандинской области высокий риск возникновения новых вспышек обусловлен в основном выявлением очага инфекции за последний год и сложностью ее искоренения.

Заключение

КЭ представляет собой серьезную проблему для здоровья парнокопытных, ставящую под угрозу продуктивность мясной индустрии, снижающую рыночную стоимость мяса, кожи и шерсти МРС и препятствующую международной торговле животными и продуктами животного происхождения. Несмотря на достаточно благополучную эпизоотическую ситуацию в отношении КЭ, сложившуюся на территории РК в последние годы, проведенный анализ рисков позволяет утверждать, что в ряде областей страны имеется достаточно высокий риск возникновения вспышек КЭ, в связи с этим в данных регионах необходим активный мониторинг КЭ,

что будет способствовать раннему выявлению очагов инфекции и планированию противоэпизоотических мероприятий. Предлагаемая модель прогнозирования вспышек КЭ разработана с учетом основных факторов, влияющих на заболеваемость КЭ, и может быть использована в дальнейшем для выявления рисков по инфекции регионов.

Финансирование

Работа выполнена в рамках программы BR10764899 «Изучить эпизоотологическую характеристику территории страны по особо опасным болезням и разработать ветеринарно-санитарные мероприятия по повышению их эффективности», финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Конфликт интересов

Авторы статьи подтверждают отсутствие финансовой или какой-либо иной поддержки исследования, или конфликта интересов.

Литература

1. Lawan Z., Bala J.A., Bukar A.M., et al. "Contagious ecthyma: how serious is the disease worldwide?" *Animal Health Research Reviews* 22, no 1 (2022): 40-55.
2. Buchen O. ICTV Index of viruses: catalogue of virus taxonomy and nomenclature approved by the International Committee of Taxonomy of Viruses. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/fr-Index.htm>. (accessed 01.12.22)
3. Wang X., Xiao B., Zhang J., Chen D., Li W., Li M., Hao W. and Luo S. "Identification and characterization of a cleavage site in the proteolysis of orf virus 086 protein." *Journal of Microbiology*, no 7 (2016): 538.
4. Fleming S. B., Wise L. M., Mercer A. A. "Molecular genetic analysis of orf virus: a poxvirus that has adapted to skin." *Viruses* 7, no 3 (2015):1505-1539.
5. De la Concha-Bermejillo A., Guo J., Zhang Z., Waldron D. "Severe persistent orf in young goats." *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, no 5 (2003): 423-431.
6. Kumar R., Trivedi R.N., Bhatt P., et al. "Contagious pustular dermatitis (Orf disease) – epidemiology, diagnosis, control and public health concerns." *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 3, no 12 (2015): 649–676.
7. Tedla, M., Berhan, N., Molla, W. et al. "Molecular identification and investigations of contagious ecthyma (Orf virus) in small ruminants, North west Ethiopia" *BMC Veterinary Research*, no 14:13 (2018).
8. Пыасов В.К., Akhmedov A.M. "Ektima parnokopytnykh i nekotorykh vidov dikikh zhyvotnykh [Contagious ecthyma of artiodactyls and some species of wild animals]." *International scientific and practical conference "Development of science, education and culture of independent Kazakhstan in the context of global challenges of our time", dedicated to the 70th anniversary of the South Kazakhstan State University. M. Auezov – Shymkent: SKSU im. M. Auezov 10*, (2013): 373. (In Russian)
9. Yu Y., Duan X., Liu Y., Ma J., Song B., Lian Z., Cui Y. "Laboratory diagnosis of a NZ7-like Orf virus infection and pathogen genetic characterization, particularly in the VEGF gene." *Frontiers in Veterinary Science* 538, no 7 (2020).
10. Chi X.L., Zeng X.C., Li W., Hao W.B., Li M., Huang X.H., et al. "Genome analysis of orf virus isolates from goats in the Fujian Province of southern China." *Frontiers in Microbiology* 1135, no 6 (2015).
11. Nettleton P.F., Gilray J.A., Yirrell D.L., Scott G.R., Reid, H.W. "Natural transmission of orf virus from clinically normal ewes to orf-naive sheep." *Veterinary Record*, no 139 (1996): 364-366.
12. Cheng H.Y., Li W.J., Li X.M., et al. "Pathogenicity of blood orf virus isolates in the development of dairy goat contagious pustular dermatitis." *Veterinary Microbiology*, no 219 (2018): 178-182.
13. Zhanbyrbaev M. et al. "Epizootology and diagnostics of contagious ecthyma of sheep and goats in Turkestan region." *InterConf*, (2022): 612-617.

14. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan (Kaz.Stat.). <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>. (accessed 01.12.22)
15. Chi X. et al. "Heterogeneity among orf virus isolates from goats in Fujian Province, Southern China." *PLoS One* 8, no 10 (2013).
16. Yanzhieva D.V., Salnikov N.I., Usadov T.R., Zhivoderov S.P., et al. "Identifikatsiya i vydeleniye virusa kontagioznoy ektimy ot ovets v Respublike Tyva v 2015 godu [Identification and isolation of contagious ecthyma virus from sheep in the Republic of Tyva in 2015]." *Agricultural Biology*, no 6 (2016). (In Russian)
17. Россельхознадзор: Статусы регионов по инфекционным заболеваниям животных. <https://cerberus.vetr.ru/cerberus/regionalization/pub>. (accessed 01.12.22)
18. Li H., Zhu X., Zheng Y., et al. "Phylogenetic analysis of two Chinese orf virus isolates based on sequences of B2L and VIR genes." *Archives of Virology* 158, no 7 (2013): 1477-1485.

References

1. Lawan Z., Bala J.A., Bukar A.M., et al. Contagious ecthyma: how serious is the disease worldwide? // *Anim. Health Res. Rev.* – 2021. – Vol. 22. № 1. – P. 40-55.
2. Buchen O. ICTV Index of viruses: catalogue of virus taxonomy and nomenclature approved by the International Committee of Taxonomy of Viruses. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/Ictv/fr-Index.htm>. (accessed 01.12.22)
3. Wang X., Xiao B., Zhang J., Chen D., Li W., Li M., Hao W. and Luo S. Identification and characterization of a cleavage site in the proteolysis of ORF virus 086 protein // *J. of Microbiology*. – 2016. № 7. – P. 538.
4. Fleming S. B., Wise L. M., Mercer A. A. Molecular genetic analysis of orf virus: a poxvirus that has adapted to skin // *Viruses*. – 2015. – Vol. 7. – № 3. – P. 1505-1539.
5. De la Concha-Bermejillo A., Guo J., Zhang Z., Waldron D. Severe persistent orf in young goats // *J. Vet. Diagn. Invest.* – 2003. – № 5. – P. 423-431.
6. Kumar R., Trivedi R.N., Bhatt P., et al. Contagious pustular dermatitis (Orf disease) – epidemiology, diagnosis, control and public health concerns // *Adv. Anim. Vet. Sci.* -2015. – Vol 3. – № 12. – P. 649–676.
7. Tedla, M., Berhan, N., Molla, W. et al. Molecular identification and investigations of contagious ecthyma (Orf virus) in small ruminants, North West Ethiopia // *BMC Vet Res.* – 2018. – № 14:13.
8. Ильясов Б.К., Ахмедов А.М. Контагиозная эктима парнокопытных и некоторых видов диких животных. // Международная научно-практическая конференция «Развитие науки, образования и культуры независимого Казахстана в условиях глобальных вызовов современности», посвященная 70-летию Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова – Шымкент: ЮКГУ им. М.Ауэзова, – 2013. – Т. 10. – С 373.
9. Yu Y., Duan X., Liu Y., Ma J., Song B., Lian Z., Cui Y. Laboratory diagnosis of a NZ7-like Orf virus infection and pathogen genetic characterization, particularly in the VEGF gene // *Front. Vet. Sci.* – 2020. – №7:538.
10. Chi X.L., Zeng X.C., Li W., Hao W.B., Li M., Huang X.H., et al. Genome analysis of orf virus isolates from goats in the Fujian Province of southern China // *Front. Microbiol.* – 2015. – № 6:1135.
11. Nettleton P.F., Gilray J.A., Yirrell D.L., Scott G.R., Reid, H.W. Natural transmission of orf virus from clinically normal ewes to orf-naive sheep // *Vet. Rec.* – 1996. – № 139. – P. 364-366.
12. Cheng H.Y., Li W.J., Li X.M., et al. Pathogenicity of blood orf virus isolates in the development of dairy goat contagious pustular dermatitis // *Vet. Microbiol.* – 2018. – № 219. – P. 178-182.
13. Zhanbyrbaev M. et al. Epizootology and diagnostics of contagious ecthyma of sheep and goats in Turkestan region // *Inter-Conf.* – 2022. – P. 612-617.
14. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (Kaz.Stat.). <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>. (дата обращения: 22.02.2022)
15. Chi X. et al. Heterogeneity among orf virus isolates from goats in Fujian Province, Southern China // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8. – №. 10. – P. e66958.
16. Янжиева Д.В., Сальников Н.И., Усадов Т.Р., Живодеров С.П., Сарыглар Л.К., Луницин А.В. Идентификация и выделение вируса контагиозной эктимы от овец в Республике Тыва в 2015 году // *С.-х. биол., Сельхозбиологию* – 2016. – №6.
17. Россельхознадзор: Статусы регионов по заразным болезням животных. <https://cerberus.vetr.ru/cerberus/regionalization/pub>. (дата обращения: 22.02.2022)
18. Li H., Zhu X., Zheng Y., et al. Phylogenetic analysis of two Chinese orf virus isolates based on sequences of B2L and VIR genes // *Arch. Virol.* – 2013. – Vol 158, № 7 – P. 1477-1485.