



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2026-15-2-164-169>
УДК 619:578.835.21:57.082.26



Выделение вируса инфекционного ринотрахеита кошек и его антигенные свойства

Т. С. Галкина¹, А. А. Комарова¹, А. М. Киселев¹, Э. И. Элизбарашвили²

¹ ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

² ФГБУ «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»), Звенигородское шоссе, 5, г. Москва, 123022, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Вирусные респираторные заболевания являются серьезной проблемой для здоровья кошек во всем мире. Герпесвирус кошек 1-го типа (*Feline herpesvirus* type 1, FHV-1) – возбудитель высококонтагиозного заболевания, вызывающий инфекции верхних дыхательных путей, а также язвы конъюнктивы и роговицы. Герпесвирус 1-го типа считается основным этиологическим агентом респираторных инфекций у кошек, и, по оценкам специалистов, около 50–70% случаев респираторных инфекций связаны с данным возбудителем.

Цель исследования. Выделение вируса инфекционного ринотрахеита кошек из патматериала от больных животных в культуре клеток, идентификация и изучение его антигенных свойств.

Материалы и методы. Для выделения вируса *in vitro* использовали первично трипсинизированную культуру клеток почки эмбриона котенка, затем адаптировали его к перевиваемой культуре клеток почки кошки CRFK. Детекцию возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек осуществляли с помощью полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией и полимеразной цепной реакции в режиме реального времени с применением специфичных праймеров, комплементарных участкам амплифицируемых фрагментов комплементарной ДНК. Вируснейтрализующие антитела в сыворотке крови иммунизированных кроликов определяли в реакции нейтрализации с использованием монослойной перевиваемой клеточной линии почки кошки CRFK.

Результаты. Установлено, что вирус инфекционного ринотрахеита кошек обнаруживается в конъюнктивальных, назальных, ротоглоточных смывах, реплицируется с проявлением выраженного цитопатического действия в первичной и субкультуре клеток почек эмбриона котенка и перевиваемой культуре клеток почки кошки CRFK, титр инфекционной активности через 72 ч после его инокуляции составлял $(6,50 \pm 0,25)$ и $(7,40 \pm 0,22)$ Ig ТЦД₅₀/см³ соответственно.

Заключение. Полученный в результате исследований изолят герпесвируса кошек 1-го типа, обозначенный как штамм «Лавр», может использоваться для изготовления диагностических препаратов и средств специфической профилактики инфекционного ринотрахеита у кошек.

Ключевые слова: вирусный ринотрахеит кошек, калицивирусная инфекция кошек, вирусовыделение, культура клеток

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Разработка комплексной системы контроля инфекционных болезней животных и совершенствование методов исследования остатков запрещенных и вредных веществ в организме животных, кормах и продуктах животного происхождения».

Для цитирования: Галкина Т. С., Комарова А. А., Киселев А. М., Элизбарашвили Э. И. Выделение вируса инфекционного ринотрахеита кошек и его антигенные свойства. *Ветеринария сегодня*. 2026; 15 (2): 164–169. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2026-15-2-164-169>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Галкина Татьяна Сергеевна, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней мелких домашних животных ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, galkina_ts@arriah.ru

Isolation of feline viral rhinotracheitis agent and its antigenic properties

Tatyana S. Galkina¹, Anna A. Komarova¹, Alexey M. Kiselev¹, Elizbar I. Elizbarashvili²

¹ Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

² The Russian State Center for Quality and Standardization of Veterinary Drugs and Feed, Zvenigorodskoe shosse, 5, Moscow 123022, Russia

ABSTRACT

Introduction. Viral respiratory diseases pose a serious problem for the health of cats all over the world. *Feline herpesvirus* type 1 (FHV-1) is the causative agent of a highly contagious infectious disease that induces upper respiratory tract infections, as well as conjunctiva and cornea ulcers. *Feline herpesvirus* 1 is considered the main etiological agent of respiratory infections in cats, and, according to experts, about 50–70% of respiratory infection cases are associated with this pathogen.

Objective. Isolation of feline viral rhinotracheitis agent from pathological material of diseased animals in cell culture; its identification and study of antigenic properties.

Materials and methods. To isolate the virus *in vitro*, a trypsinized primary feline embryo kidney cell culture was used, which was subsequently adapted to continuous feline kidney cell line CRFK. The causative agent of feline viral rhinotracheitis was detected by reverse transcription polymerase chain reaction and real-time polymerase chain reaction using specific primers complementary to the amplified complementary DNA fragments. The virus neutralizing antibodies were detected in the sera of immunized rabbits by virus neutralization test using continuous feline kidney cell CRFK monolayer.

Results. It was found that feline viral rhinotracheitis agent is detected in the conjunctival, nasal, and oropharyngeal swabs. It is replicated with the pronounced cytopathic effect in the primary and subcultured feline embryo kidney cells and in continuous feline kidney cell culture CRFK. The infectious activity titre 72 hours post inoculation was (6.50 ± 0.25) and (7.40 ± 0.22) IgTCID₅₀/mL, respectively.

Conclusion. *Feline herpesvirus 1* isolate obtained as a result of the study and designated as Lavr strain, can be used for the manufacture of diagnostic products and means of specific prevention of feline viral rhinotracheitis in cats.

Keywords: feline viral rhinotracheitis, feline calicivirus infection, virus isolation, cell culture

Acknowledgements: The work was funded by the Federal Centre for Animal Health within the framework of the research topic "Development of a comprehensive control system for infectious animal diseases and improvement of the test methods for residues of banned and harmful substances in animals, feedstuffs and animal products".

For citation: Galkina T. S., Komarova A. A., Kiselev A. M., Elizbarashvili E. I. Isolation of feline viral rhinotracheitis agent and its antigenic properties. *Veterinary Science Today*. 2026; 15 (2): 164–169. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2026-15-2-164-169>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Tatyana S. Galkina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Pets Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, galkina_ts@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Возбудитель инфекционного ринотрахеита кошек – ДНК-содержащий вирус, принадлежащий к семейству *Orthoherpesviridae*, виду *Varicellovirus felidalpha 1* (*Feline herpesvirus type 1*, FHV-1, *Felid alphaherpesvirus-1*), являющийся причиной примерно 50–70% всех вирусных инфекций верхних дыхательных путей у домашних кошек [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Клинические признаки инфекции, вызванные FHV-1, обычно проявляются поражением глаз и дыхательной системы кошек. Характер и тяжесть заболевания могут различаться в зависимости от клинического случая. К основным распространенным симптомам инфекционного ринотрахеита кошек относятся конъюнктивит, стромальный кератит, секвестрация роговицы и сухой кератоконъюнктивит, серозные выделения из глаз и носа, чихание, кашель и анорексия [7, 8, 9]. Размножается вирус в эпителиальных клетках конъюнктивы и верхних дыхательных путей и поражает местные нейроны, устанавливая латентность в тройничном, крыловидно-небном и черепно-шейном ганглиях [10, 11]. Хотя репликация вируса обычно ограничивается верхними дыхательными путями и конъюнктивой, во время острой фазы инфекции была выявлена вирусемия [12, 13], также был описан случай негнойного менингоэнцефалита у кошек, это дает возможность полагать, что FHV-1 может вызывать более инвазивные заболевания [14]. Выздоровевшие кошки являются носителями вируса, у которых периодически случаются рецидивы, особенно после стресса [10]. Ранее было описано, что у кошек стресс, вызванный лактацией, может привести к реактивации латентной инфекции, опосредованной FHV-1, что в дальнейшем приводит к выделению вируса и возможной передаче инфекции. Заражению подвержены кошки любого возраста, пола и породы, но тяжелые клинические симптомы заболевания чаще встречаются у котят в возрасте от 2 до 6 мес., их смертность может достигать 50% [9, 15].

Во многих исследованиях сообщалось о распространенности FHV-1 среди клинически здоровых и больных кошек. Частота выявления FHV-1 варьировалась в зависимости от места разведения, страны и клинического состояния кошек [15, 16, 17]. Исследования некоторых ученых показали, что более 90% кошек серопозитивны к FHV-1 и что минимум 80% остаются латентно инфицированными, а 45% выделяют вирус на протяжении всей жизни [4].

Все штаммы FHV-1 принадлежат к одной серогруппе, хотя для некоторых штаммов были зафиксированы незначительные генетические изменения [3, 6, 15, 18]. В исследованиях R. Gaskell and K. Willoughby сообщалось о генетическом

и антигенном сходстве FHV-1 с герпесвирусом собак 1-го типа (CHV-1), а также герпесвирусом тюленей 1-го типа (PhHV-1) и о перекрестной защите между FHV-1 и PhHV-1 [19].

Кошки с заболеваниями верхних дыхательных путей часто заражены одновременно FHV-1 и калицивирусом (FCV), что создает большие трудности при клинической диагностике, а также при выделении из биологического материала только FHV-1 в культуре клеток, поскольку большинство отобранных от кошек образцов являются коинфицированными [20, 21, 22, 23]. Авторами многих исследований сообщалось об обнаружении коинфекции с использованием молекулярных методов, и выделение обоих вирусов в культуре клеток обычно использовалось для полной характеристики патогена [24].

С середины 1970-х гг. для борьбы с заболеванием, вызываемым FHV-1, используется вакцинация. В настоящее время в ветеринарной практике применяются как аттенуированные, так и инактивированные вакцины, которые хотя и могут снизить тяжесть течения заболевания инфекционного ринотрахеита у кошек, но не предотвращают заражения. Несмотря на широкое применение вакцин против вирусного ринотрахеита и калицивироза кошек в питомниках, заражение вирусами по-прежнему происходит часто, особенно при групповом содержании животных. Одна из возможных причин этого состоит в том, что даже вакцинированные кошки могут стать носителями FHV-1 после инфицирования и заразить восприимчивых животных при контакте. Другая причина может заключаться в том, что котята от инфицированных матерей могут заразиться и перенести герпесвирусную инфекцию в субклинической или легкой форме до вакцинации в возрасте 3–9 нед., когда уровень полученных от матери антител снижается [25, 26, 27].

В связи с высокой распространенностью инфекционного ринотрахеита в популяции кошек необходим постоянный эпизоотологический мониторинг. Исследования, направленные на выделение вируса, его идентификацию с целью дальнейшего изучения, обеспечат теоретическую основу для разработки новых средств специфической профилактики и борьбы с герпесвирусной инфекцией у кошек.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы биоматериала были отобраны от кошек с подозрением на герпесвирусную инфекцию (24 пробы назальных, конъюнктивальных и ротоглоточных смывов) и поступили из ветеринарных клиник г. Владимира, Москвы, Вологды, Рыбинска, Нижнего Новгорода, а также от частных владельцев кошек в период с 2020 по 2021 г.

Таблица 1
Дизайн олигонуклеотидных праймеров для выявления ДНК возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек с помощью ПЦР-РВ

Table 1
Design of oligonucleotide primers for detection of DNA of feline viral rhinotracheitis agent using qPCR

Название олигонуклеотида	5'-3'-последовательность олигонуклеотида	Диапазон амплифицируемого фрагмента	Размер амплифицируемого фрагмента
FHV-F1-66684	AGATTGCCCGCACCATACCTTC	66684...67221	538 п. н.
FHV-R1-67199	GATCTCCATTTGGTCGGAGAGC		

Таблица 2
Режимы термоциклирования при детекции ДНК возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек в ПЦР-РВ

Table 2
Thermocycling conditions for detection of DNA of feline viral rhinotracheitis agent using qPCR

Название этапа	Название подэтапа	Температура, °C	Время	Количество циклов
Предварительная денатурация	–	98	3 мин	1
	денатурация	95	15 с	40
ПЦР-РВ	отжиг праймеров	60	30 с	
	элонгация*	72	30 с	

* детектирование сигнала проводится на этапе элонгации на канале Green. Термоциклирование проходило в течение $\approx 1,5$ ч (signal detection is carried out during the elongation step on the Green channel. Thermocycling was run for about 1.5 hours).

Для подтверждения диагноза FHV-инфекции исследовали пробы биоматериала от больных кошек методами полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) и полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) при помощи коммерческих наборов «КАЛИЦИВИР» и «РИНОВИР» производства (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия).

Проведение ПЦР. Для детекции ДНК возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек проводили выделение нуклеиновой кислоты из биологического материала с помощью набора «РИБО-сорб» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) в соответствии с инструкцией производителя, постановку ОТ-ПЦР и ПЦР-РВ выполняли с использованием специфических праймеров, комплементарных участкам амплифицируемых фрагментов комплементарной ДНК. Учет результатов реакции амплификации осуществляли с применением технологии TaqMan (с использованием гибридационно-флуоресцентной пробы) по значению цикла количественной оценки (Cq). В работе применяли олигонуклеотидные праймеры, представленные в таблице 1. Режимы термоциклирования отражены в таблице 2.

Приготовление вирусной суспензии для заражения культур клеток. Образцы со слизистой оболочки рта и носа, а также конъюнктивы были получены с помощью стерильных ватных тампонов, которые помещали в фосфатно-солевой буфер (PBS), затем центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин, пропускали через фильтры с диаметром пор 0,22 мкм и выдерживали при минус 80 °C до использования. Полученные таким образом пробы применяли для заражения культур клеток.

Выделение FHV-1. Для выделения вируса *in vitro* использовалась первично трипсинизированная и субкультура клеток почки эмбриона котенка, которую выращивали в питательной среде Dulbecco's Modified Eagle Medium DMEM

(ООО «БиолоТ», Россия) с добавлением 10% фетальной сыворотки крупного рогатого скота (HyClone Laboratories LLC, США), 100 Ед/мл пенициллина и 100 мкг/мл стрептомицина. Клетки выращивали в стандартных условиях, используемых для культивирования: при температуре (37,0 \pm 0,5) °C в атмосфере 5% CO₂ и при влажности воздуха 90%. Вирусные суспензии, приготовленные из проб биоматериала, положительные на FHV-1 при исследовании посредством ПЦР-РВ, вносили в объеме 500 мкл в монослой культуры клеток во флаконы с площадью роста 25 см² (TPP, Швейцария) и инкубировали, как указано выше (стандартные условия). После завершения периода адсорбции продолжительностью в 60 мин добавляли среду DMEM с 1% фетальной сыворотки крови телят. Инфицированную культуру клеток культивировали в течение 5 сут. Всего проводили не менее 5 «слепых» пассажей до выявления цитопатогенного действия (ЦПД) вируса в культуре клеток. Если ЦПД не наблюдалось на протяжении 5 пассажей, образец считался отрицательным. В случае если ЦПД появлялось, клетки замораживали и размораживали три раза для высвобождения вируса. В последующей работе вирус адаптировали и культивировали в перевиваемой линии клеток почки кошки CRFK (Crandell-Rees Feline Kidney), которую выращивали в питательной среде DMEM с добавлением 10% фетальной сыворотки крупного рогатого скота (HyClone Laboratories LLC, США), 100 Ед/мл пенициллина и 100 мкг/мл стрептомицина и инкубировали, как указано выше (стандартные условия).

Определение титра инфекционной активности FHV-1. Титр инфекционной активности FHV-1 определяли с помощью клеточной линии CRFK в 96-луночных планшетах в соотношении 1,5 \times 10⁵ кл/мл с использованием 100 мкл на лунку и культивировали, как указано выше, в течение 24 ч. Добавляли разведения FHV-1 и оставляли на контакте в течение 60 мин, затем надосадочную жидкость удаляли и заменяли 200 мкл DMEM, содержащей 1% фетальной сыворотки крови телят. Наблюдение за клетками проводили каждые 12 ч в течение 5 дней и рассчитывали 50%-ю инфекционную дозу для культуры клеток (ТЦД₅₀) с использованием метода Рида – Менча.

Определение влияния множественности заражения на инфекционную активность FHV-1. Для изучения влияния множественности заражения (MOI) на инфекционную активность FHV-1 применяли дозы заражения 0,0001; 0,001; 0,01 и 0,1 ТЦД₅₀/кл *in vitro*. Вирус инокулировали в перевиваемую линию клеток почки кошки CRFK в дозах 0,1; 0,01; 0,001 и 0,0001 MOI соответственно. Культуру клеток собирали через 12, 24, 36, 48 и 72 ч после инокуляции. Значение ТЦД₅₀ определяли с помощью метода Рида – Менча.

Животные. Для оценки антигенных свойств выделенного изолята FHV-1 использовались кролики 45-суточного возраста с массой тела 1,5–3,0 кг ($n = 4$), содержащиеся в лабораторно-виварном корпусе ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир).

Все процедуры, выполненные с участием животных, соответствовали этическим стандартам, принятым Европейской конвенцией ETS № 123, и одобрены Комиссией по биоэтике ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Постановка реакции нейтрализации (VN, PH). Нейтрализующие FHV-1 антитела определяли с помощью PH в монослойной перевиваемой клеточной линии почки кошки CRFK. Титр антител устанавливали путем последовательного разведения образца сыворотки крови иммунизированных кроликов, который затем добавлялся к стандартному количеству вируса. Краткое описание постановки реакции: 50 мкл разведенной сыворотки крови кроликов и 50 мкл инфекционной культуральной среды, содержащей 100 ТЦД₅₀ выбранного штамма FHV-1, смешивали, инкубировали в течение 2 ч при (37,0 \pm 0,5) °C и 5% CO₂. По истечении времени инкубации смесь «вирус – антитело» инокулировали в клеточные культуры CRFK в 96-луночные микропланшеты с поверхностью дна CellBIND. Каждое разведение сыворотки крови кроликов тестировали с использованием четырех лунок на разведение.

Культуры инкубировали в течение 5 дней при $(37,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ и 5% CO_2 . Реакцию учитывали визуально при помощи инвертированного микроскопа Olympus CKX53 (Olympus Corporation, Япония). Титр вируснейтрализующих антител определяли как величину, обратную наибольшему разведению, которое предотвращало инфицирование клеток.

Статистический анализ результатов. Обработка полученных данных производилась с использованием статистических методов в программе Microsoft Excel. Определяли среднегрупповые значения титров и стандартное отклонение. Расчет титра вируснейтрализующих антител в сыворотках крови кроликов проводили по формуле Кербера и выражали в логарифмах с основанием 2 (\log_2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пробы биоматериала от больных кошек, отобранные для выделения вируса, были исследованы с помощью ОТ-ПЦР с горизонтальным гель-электрофорезом для выявления наличия генома FHV-1 и ПЦР-РВ для количественной оценки ДНК FHV-1.

Детекцию результатов на FHV-1 осуществляли, регистрируя значения циклов количественной оценки ДНК исследуемых образцов (рис. 1, табл. 3).

С помощью ПЦР-тестов геном FHV-1 был обнаружен во всех 24 (100%) пробах, количество копий ДНК возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек во всех пробах было примерно одинаковое. Парный сравнительный анализ показал, что нуклеотидные последовательности выявленных 24 изолятов FHV-1 гомологичны на 99–100%.

В ходе исследований методом ПЦР установлено, что все 24 пробы содержат нуклеиновую кислоту FHV-1, из них в 19 случаях (№ 1–3, 5, 6, 8, 10–14, 16–23) наблюдали коинфицирование FCV и FHV-1; в пробах № 4, 7, 9, 15 и 24 был обнаружен только геном FHV-1, данные образцы были использованы в дальнейшей работе.

Как видно из таблицы 3, наименьшее накопление ДНК FHV-1 – в пробах № 1–3, 5, 6, 8, 10–14, 16–23; наибольшее – в пробе № 4.

Вирусные суспензии, приготовленные из проб № 4, 7, 9, 15 и 24 (изоляты В-07/21, М-06/20, НО-10/21, М-10/20 и МО-06/20 соответственно), вносили в объеме 500 мкл в сформированный монослой первично трипсинизированной культуры клеток почки эмбриона котенка во флаконы с площадью роста 25 cm^2 .

В результате нескольких пассажей в первично трипсинизированной и субкультуре клеток почки эмбриона котенка были выделены цитопатогенные изоляты FHV-1 (В-07/21, М-06/20, НО-10/21), которые накапливались после 3 пассажей в титрах инфекционной активности $(6,50 \pm 0,25)$, $(3,91 \pm 0,14)$ и $(2,75 \pm 0,43)$ $\text{lg TDC}_{50}/\text{cm}^3$ соответственно. У изолятов М-10/20 и МО-06/20 FHV-1 в культурах клеток почки эмбриона котенка инфекционный титр был на уровне $(1,66 \pm 0,38)$ $\text{lg TDC}_{50}/\text{cm}^3$ в течение 2 пассажей и к 3-му пассажу ЦПД не наблюдалось, поэтому данные материалы в дальнейшем не использовались в работе.

В связи с тем что нуклеотидные последовательности цитопатогенных изолятов FHV-1 гомологичны на 99–100% (по результатам парного сравнительного анализа), для дальнейших исследований был выбран изолят В-07/21 с наиболее высоким инфекционным титром в первично трипсинизированной и субкультуре клеток почки эмбриона котенка. Изолят В-07/21 FHV-1 адаптировали и культивировали в перевиваемой линии клеток почки кошки CRFK. Первые признаки характерного ЦПД отмечали через 24 ч после заражения монослоя, которое выражалось в набухании и округлении клеток, при сохранении целостности монослоя. Через 48–72 ч после инфицирования монослоя наблюдали цитогамия, образование отдельных очагов больших округлых клеток, в конечном итоге они полностью отделялись и оставались во взвешенном состоянии через 96 ч.

На рисунках 2А и 2В видно, что выделенный изолят В-07/21 FHV-1 вызывал выраженное ЦПД в перевиваемой культуре клеток CRFK через 72 ч после инфицирования.

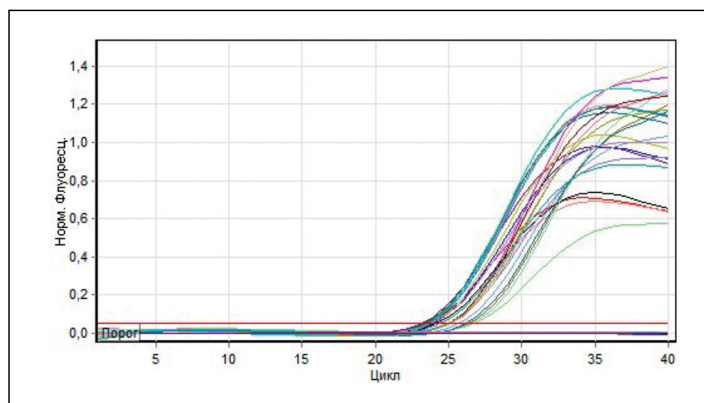


Рис. 1. Сигмоды накопления сигналов флуоресценции при проведении ПЦР-РВ для выявления ДНК FHV-1

Fig. 1. Sigmoid curves of fluorescence signal accumulation during qPCR for the detection of FHV-1 DNA

Таблица 3

Результаты исследования проб на выявление генома возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек

Table 3

Results of testing the samples for the detection of the genome of feline viral rhinotracheitis agent

№ п/п	Изоляты	Значение цикла количественной оценки (Cq)	№ п/п	Изоляты	Значение цикла количественной оценки (Cq)
1	К-03/20	23,63	13	В-07/20	25,09
2	КВ-03/20	23,76	14	М-04/21	26,67
3	КВ-05/20	23,90	15	М-10/20	26,52
4	В-07/21	23,16	16	В-11/21	25,69
5	К-04/21	23,64	17	ВЛ-09/20	24,97
6	ВЛ-05/21	23,62	18	М-07/20	23,81
7	М-06/20	23,36	19	М-05/21	25,12
8	НН-09/21	24,14	20	Рнн-12/21	24,94
9	НО-10/21	23,45	21	ВР-06/21	26,31
10	Р-11/20	24,90	22	В-02/20	25,00
11	МО-08/21	24,17	23	И-04/21	24,42
12	Р-06/21	23,64	24	МО-06/20	26,15

Вирус при этом накапливался после 3 пассажей в титрах инфекционной активности $(7,33 \pm 0,14)$ $\text{lg TDC}_{50}/\text{cm}^3$.

Результаты изучения влияния множественности заражения на инфекционную активность В-07/21 FHV-1 в культуре клеток CRFK показали, что чем ниже доза введения инокулята, тем медленнее реплицируется вирус. Самый высокий титр инфекционной активности В-07/21 FHV-1 зарегистрирован через 72 ч после инокуляции в дозе 0,01 MOI, который составил $(7,40 \pm 0,22)$ $\text{lg TDC}_{50}/\text{cm}^3$ (рис. 3).

Для изучения антигенных свойств изолята В-07/21 FHV-1 проводили иммунизацию 4 кроликов инактивированным материалом в дозе 1,0 cm^3 двукратно с интервалом 21 сут внутримышечно. Титр антител к антигену вируса инфекционного ринотрахеита кошек в сыворотках крови кроликов определяли в РН до введения и через 21 и 35 сут после иммунизации. Кролики до введения инактивированного материала были серонегативны к вирусу FHV-1.

Результаты исследования антигенной активности изолята В-07/21 FHV-1 на кроликах представлены на рисунке 4. Титр вируснейтрализующих антител к FHV-1 у иммунизированных кроликов после двукратного введения инактивированного вирусосодержащего материала на 21-е сут составил в среднем

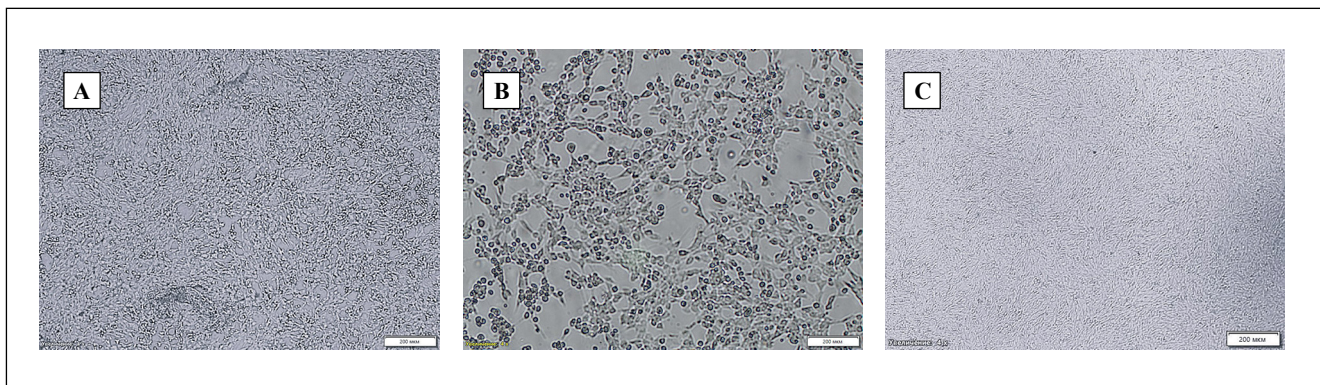


Рис. 2. Цитопатический эффект изолята V-07/21 FHV-1 в клетках CRFK через 72 ч после инфицирования: А – увеличение 4х; В – увеличение 10х; С – контрольные (неинфицированные) клетки CRFK (увеличение 4х)

Fig. 2. Cytopathic effect of V-07/21 FHV-1 isolate in CRFK cells 72 hours after infection: A – magnification 4x; B – magnification 10x; C – control (non-infected) CRFK cells (magnification 4x)

по группе ($4,91 \pm 0,15$) $\log_2 SN_{50}$ на 35-е сутки титр антител в сыворотке крови достигал статистически значимого показателя, составляющего ($6,87 \pm 0,59$) $\log_2 SN_{50}$ ($n = 3, p < 0,05$), что свидетельствует о высокой антигенной активности вируса.

Выделенный изолят V-07/21 FHV-1 обозначили как штамм «Лавр», который был депонирован в качестве производственно-контрольного штамма во Всероссийскую государственную коллекцию экзотических типов вируса ящура и других патогенов животных ФГБУ «ВНИИЗЖ» под регистрационным номером № 457-деп/23-7-ГКШМ ФГБУ «ВНИИЗЖ». На штамм был получен патент № 2806603 С1 «Штамм “Лавр” вируса *Alphaherpesvirus 1* инфекционного ринотрахеита кошек для изготовления биопрепаратов для диагностики и специфической профилактики инфекционного ринотрахеита кошек»¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов исследований позволяет сделать заключение, что вирус инфекционного ринотрахеита кошек обнаруживается в конъюнктивальных, назальных, ротоглоточных смывах. Установлено, что к герпесвирусу 1-го типа в равной степени чувствительны первичные и субкультуры клеток почки эмбриона котенка, перевиваемая культура клеток почки кошки CRFK, где он реплицируется с проявлением выраженного ЦПД. Однако, на наш взгляд, наиболее перспективной культурой клеток для репродукции возбудителя инфекционного ринотрахеита кошек является перевиваемая культура клеток почки кошки CRFK. Использование первично трипсинизированной культуры и субкультуры почек эмбриона котенка для последующего культивирования вируса затруднена в связи с их низкой технологичностью и из-за постоянной потребности в донорах органов. Полученные результаты исследований могут использоваться в диагностических целях и при разработке специфических средств профилактики инфекционного ринотрахеита у кошек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Рахманина М. М., Рахманина Н. А., Элизбарашвили Э. И., Уласов В. И., Сулимов А. А. Разработка биопрепаратов для диагностики, профилактики и лечения при вирусных болезнях кошек. *Ветеринария*. 2011; (1): 48–51. <https://elibrary.ru/nxcedt>
2. Rahmanina M. M., Rahmanina N. A., Elizbarashvili E. I., Ulasov V. I., Sulimov A. A. Creation of biological products for diagnostics, preventive maintenance and processings at feline viral infections. *Veterinariya*. 2011; (1): 48–51. <https://elibrary.ru/nxcedt> (in Russ.)
3. Кокорина Е. Г., Элизбарашвили Э. И. Сравнительная оценка репродуктивных свойств вируса инфекционного ринотрахеита кошек на различных культурах клеток. *Ветеринария сегодня*. 2018; (3): 69–72. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-3-26-69-72>

¹ <https://patentimages.storage.googleapis.com/7e/6d/f6/7c51d22d54701f/RU2806603C1.pdf>

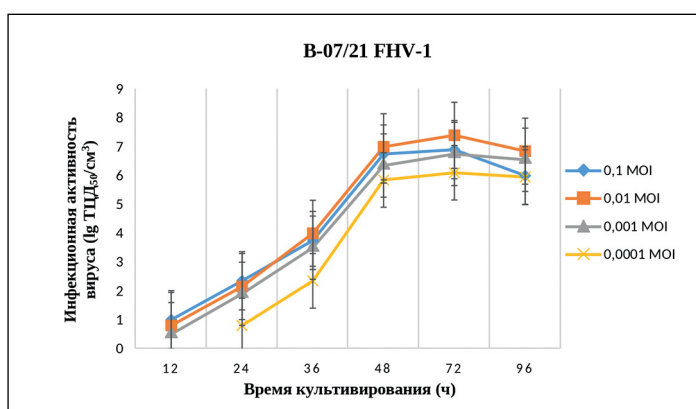


Рис. 3. Способность к репликации изолята V-07/21 FHV-1 при различных дозах инокуляции и времени культивирования в культуре клеток CRFK ($n = 5, p < 0,05$)

Fig. 3. Replication capacity of FHV-1 isolate V-07/21 at various inoculation doses and cultivation times in CRFK cell culture ($n = 5, p < 0.05$)

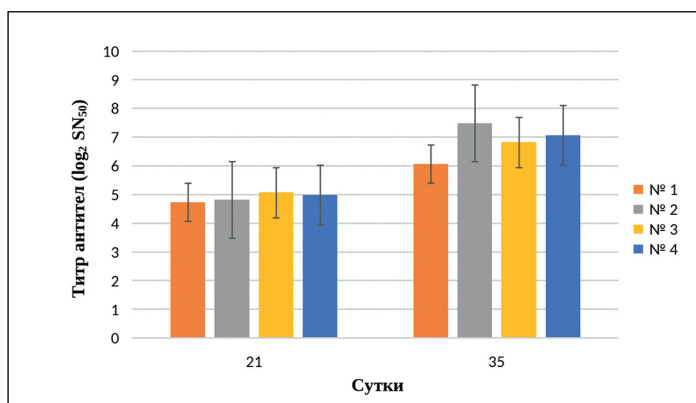


Рис. 4. Динамика сероконверсии к V-07/21 FHV-1 у кроликов, по данным РН ($n = 3, p < 0,05$)

Fig. 4. Dynamics of seroconversion to FHV-1 V-07/21 in rabbits, according to VN test results ($n = 3, p < 0.05$)

KokorinaYe.G., ElizbarashviliE.I. Comparative studies of feline viral rhinotracheitis virus for its replication properties in different cell cultures. *Veterinary Science Today*. 2018; (3): 69–72. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-3-26-69-72>

3. Maes R. Felid herpesvirus type 1 infection in cats: a natural host model for alphaherpesvirus pathogenesis. *International Scholarly Research Notices*. 2012; 2012 (1):495830. <https://doi.org/10.5402/2012/495830>

4. Gaskell R., Dawson S., Radford A., Thiry E. Feline herpesvirus. *Veterinary Research*. 2007; 38 (2): 337–354. <https://doi.org/10.1051/vetres:2006063>

5. Davison A. J., Eberle R., Ehlers B., Hayward G. S., McGeoch D. J., Minson A. C., et al. The order *Herpesvirales*. *Archives of Virology*. 2009; 154 (1): 171–177. <https://doi.org/10.1007/s00705-008-0278-4>
6. Crandell R. A., Maurer F. D. Isolation of a feline virus associated with intranuclear inclusion bodies. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine*. 1958; 97 (3): 487–490. <https://doi.org/10.3181/00379727-97-23783>
7. Stiles J. Treatment of cats with ocular disease attributable to herpesvirus infection: 17 cases (1983–1993). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1995; 207 (5): 599–603. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7649774>
8. Sun H., Li Y., Jiao W., Liu C., Liu X., Wang H., et al. Isolation and identification of feline herpesvirus type 1 from a South China tiger in China. *Viruses*. 2014; 6 (3): 1004–1014. <https://doi.org/10.3390/v6031004>
9. Marino M. E., Mironovich M. A., Inek N. E., Citino S. B., Emerson J. A., Maggs D. J. et al. Full viral genome sequencing and phylogenomic analysis of feline herpesvirus type 1 (FHV-1) in cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Viruses*. 2021; 13 (11):2307. <https://doi.org/10.3390/v13112307>
10. Yang J., Mei R., Sun K., Xu F., Jia F. Detection of neutralizing antibody to Feline herpesvirus type 1 in cat serum. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2025; 124:102419. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2025.102419>
11. Townsend W. M., Jacobi S., Tai S.-H., Kiupel M., Wise A. G., Maes R. K. Ocular and neural distribution of feline herpesvirus-1 during active and latent experimental infection in cats. *BMC Veterinary Research*. 2013; 9:185. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-185>
12. Swenson C. L., Gardner K., Amoczy S. P. Infectious feline herpesvirus detected in distant bone and tendon following mucosal inoculation of specific pathogen-free cats. *Veterinary Microbiology*. 2012; 160 (3–4): 484–487. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.06.028>
13. Westermeyer H. D., Thomasy S. M., Kado-Fong H., Maggs D. J. Assessment of viremia associated with experimental primary feline herpesvirus infection or presumed herpetic recrudescence in cats. *American Journal of Veterinary Research*. 2009; 70 (1): 99–104. <https://doi.org/10.2460/ajvr.70.1.99>
14. Hora A. S., Toniatti P. O., Guerra J. M., Leme M. C., Pena H. F. J., Maiorka P. C., Brandão P. E. Felid herpesvirus 1 as a causative agent of severe nonsuppurative meningoencephalitis in a domestic cat. *Journal of Clinical Microbiology*. 2013; 51 (2): 676–679. <https://doi.org/10.1128/jcm.02462-12>
15. Kang B.-T., Park H.-M. Prevalence of feline herpesvirus 1, feline calicivirus and *Chlamydia felis* in clinically normal cats at a Korean animal shelter. *Journal of Veterinary Science*. 2008; 9 (2): 207–209. <https://doi.org/10.4142/jvs.2008.9.2.207>
16. Magouz A., Lokman M. S., Albrakati A., Elmahallawy E. K. First report of isolation and molecular characterization of felid herpesvirus-1 from symptomatic domestic cats in Egypt. *Veterinary Sciences*. 2022; 9 (2):81. <https://doi.org/10.3390/vetsci9020081>
17. Holst B. S., Berndtsson L. T., Englund L. Isolation of feline herpesvirus-1 and feline calicivirus from healthy cats in Swedish breeding catteries. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2005; 7 (6): 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.03.002>
18. Vaz P. K., Job N., Horsington J., Ficorilli N., Studdert M. J., Hartley C. A., et al. Low genetic diversity among historical and contemporary clinical isolates of felid herpesvirus 1. *BMC Genomics*. 2016; 17:704. <https://doi.org/10.1186/s12864-016-3050-2>
19. Gaskell R., Willoughby K. Herpesviruses of carnivores. *Veterinary Microbiology*. 1999; 69 (1–2): 73–88. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(99\)00092-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(99)00092-9)
20. Schulz C., Hartmann K., Mueller R. S., Helps C., Schulz B. S. Sampling sites for detection of feline herpesvirus-1, feline calicivirus and *Chlamydia felis* in cats with feline upper respiratory tract disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2015; 17 (12): 1012–1019. <https://doi.org/10.1177/1098612X15569615>
21. Walter J., Foley P., Yason C., Vanderstichel R., Muckle A. Prevalence of feline herpesvirus-1, feline calicivirus, *Chlamydia felis*, and *Bordetella bronchiseptica* in a population of shelter cats on Prince Edward Island. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2020; 84 (3): 181–188. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7301681>
22. Guo H., Miao Q., Zhu J., Yang Z., Liu G. Isolation and molecular characterization of a virulent systemic feline calicivirus isolated in China. *Infection, Genetics and Evolution*. 2018; 65: 425–429. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.08.029>
23. Zheng H., Yue H., Wang B., Yu X., Liu Y., Yu J., et al. An efficient method for the selective isolation of feline herpesvirus 1 (FHV-1) in feline calicivirus (FCV) coinfecting specimens. *BMC Veterinary Research*. 2025; 21:321. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04786-w>
24. Litster A., Wu C. C., Leutenegger C. M. Detection of feline upper respiratory tract disease pathogens using a commercially available real-time PCR test. *The Veterinary Journal*. 2015; 206 (2): 149–153. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.001>
25. Jas D., Aeberlé C., Lacombe V., Guiot A. L., Poulet H. Onset of immunity in kittens after vaccination with a non-adjuvanted vaccine against feline panleucopenia, feline calicivirus and feline herpesvirus. *The Veterinary Journal*. 2008; 182 (1): 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.05.025>
26. Lappin M. R., Sebring R. W., Porter M., Radecki S. J., Veir J. Effects of a single dose of an intranasal feline herpesvirus 1, calicivirus, and panleukopenia vaccine on clinical signs and virus shedding after challenge with virulent feline herpesvirus 1. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2006; 8 (3): 158–163. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.12.001>
27. Slater E., York C. Comparative studies on parenteral and intranasal inoculation of an attenuated feline herpes virus. *Developments in Biological Standardization*. 1976; 33: 410–416. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/182601>

Поступила в редакцию / Received 19.01.2026

Поступила после рецензирования / Revised 02.03.2026

Принята к публикации / Accepted 26.03.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Галкина Татьяна Сергеевна, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней мелких домашних животных ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-9494-8537>, galkina_ts@arriah.ru

Комарова Анна Александровна, ведущий ветеринарный врач лаборатории профилактики болезней мелких домашних животных, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1876-2025>, komarova_aa@arriah.ru

Киселев Алексей Максимович, канд. вет. наук, ветеринарный врач лаборатории профилактики болезней мелких домашних животных ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3921-8050>, kiselev_am@arriah.ru

Элизбарашвили Элизбар Иосифович, канд. вет. наук, главный специалист отдела вирусологии ФГБУ «ВГНКИ», г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0009-0006-9544-5898>, elizbarashvili@vgnki.ru

Tatyana S. Galkina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Pets Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9494-8537>, galkina_ts@arriah.ru

Anna A. Komarova, Leading Veterinarian, Laboratory for Pets Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1876-2025>, komarova_aa@arriah.ru

Alexey M. Kiselev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Veterinarian, Laboratory for Pets Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3921-8050>, kiselev_am@arriah.ru

Elizbar I. Elizbarashvili, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Chief Specialist, Department of Virology, The Russian State Center for Quality and Standardization of Veterinary Drugs and Feed, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0009-0006-9544-5898>, elizbarashvili@vgnki.ru

Вклад авторов: Галкина Т. С. – идея и дизайн исследования, проведение экспериментов, систематизация результатов, анализ литературы, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи; Комарова А. А. – вирусологические исследования, обработка биологического материала, анализ и интерпретация данных; Киселев А. М. – вирусологические исследования, обработка биологического материала; Элизбарашвили Э. И. – научная консультация.

Contribution of the authors: Galkina T. S. – study concept and design, experimental work, data organization, literature review, manuscript writing, and final approval of the article; Komarova A. A. – virological studies, biological sample processing, data analysis and interpretation; Kiselev A. M. – virological studies, biological sample processing; Elizbarashvili E. I. – scientific consultation.