

УДК: 34:34:25:17:39

DOI 10.33514/1694-7851-2023-2-136-144

Сейдахметова Б.А.

магистр

Биологиялык коопсуздук көйгөйлөрү боюнча илимий-изилдөө институту
Казакстан, Гвардейский ш.
bahonti_@mail.ru

Наханов А.К.

биол. илим. канд.

Казакстан, Гвардейский ш.
aziz_nk@mail.ru

Керимбаев А.А.

магистр

Биологиялык коопсуздук көйгөйлөрү боюнча илимий-изилдөө институту
Казакстан, Гвардейский ш.
aslan_kerim_@mail.ru

Чоров М.Ж.

пед. илим. док., проф.

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети
Бишкек ш.

chorov53@mail.ru

Султанкулова К.Т.

биол. илим. канд., проф.

Биологиялык коопсуздук көйгөйлөрү боюнча илимий-изилдөө институту
Казакстан, Гвардейский ш.
sultankul70@mail.ru

Орынбаев М.Б.

вет. илим. канд., проф.

Биологиялык коопсуздук көйгөйлөрү боюнча илимий-изилдөө институту
Казакстан, Гвардейский ш.
omb65@mail.ru

ТҮНДҮК КАЗАКСТАН ОБЛАСТЫНДАГЫ КИЧИ КӨЛМӨЛӨРДӨ ЖАШООЧУ ЖАПАЙЫ КАНАТТУУЛАРДЫН АРАСЫНДА НЬЮКАСЛА ООРУЛАРЫНЫН ТАРАЛЫШЫН ИЗИЛДӨӨ

Аннотация. Жапайы канаттуулар жаныбарлар жана адамдар үчүн коркунучтуу көптөгөн жугуштуу оорулардын козгогучтарынын табигый резервуары болуп саналат. Бул изилдөө 2019-жылдын миграциялык сезонунда Түндүк Казакстан облусунун кичи көлдөрүндө жашаган жапайы канаттуулардын арасында Ньюкасла оорусунун вирусунун таралышын изилдөө максатында жүргүзүлдү. Жалпысынан 12 түргө кирген 140 канаттуулардан клоакасынан (арткы тешигинен) алынган таштанды изилденди, аларга капкактын куйругу (*Anas acuta*), коко (*Fulica atra*), чымчык (*Gallinago gallinago*), көк өрдөк (*Aythya ferina*), боз өрдөк (*Mareca strepera*), дунлин (*Calidris alpina*), чоң корморант (*Phalacrocorax carbo*), wigeon (*Marecaelopez*), чел треска (*Spatula querquedula*), боз каз (*Anser anser*), ак куу (*Cygnus cygnus*), кызыл кекиртек каз (*Branta ruficollis*), Anatidae, Rallidae, Rostratulidae, Phalacrocoracidae тукумдары. Бардык үлгүлөр NP генине мүнөздүү праймерлерди колдонуу менен тескери транскрипциялуу ПТР (RT-PCR) аркылуу Ньюкасла оорусунун вирусунан сыналган. Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн жыйынтыгында 2019-жылы Түндүк-Казакстан облусунун кичи көлдөрүнөн алынып келинген 140 үлгүнүн ичинен 7 үлгү (5%) Ньюкасла оорусунун вирусунан RT-PCRде он реакция бергени

аныкталган. Ньюкасла оорусунун вирусу *Anatidae* тукумундагы кадимки көк чөптө (*Spatula querquedula*) аныкталган. Айыл чарба жана үй канаттууларынын эпизоотиясын алдын алуу үчүн жапайы канаттуулардын табигый популяцияларында Ньюкасла оорусунун вирусунун жүгүртүүсүнө туруктуу мониторинг жүргүзүү зарыл.

Негизги сөздөр: вирус, Ньюкасл оорусу, канаттуулар, ПЦР (разборчива жазуу керек), таштанды (не менее 10 слов)

Сейдахметова Б.А.

магистр

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
Казахстан, г. Гвардейский
bahonti_@mail.ru

Наханов А.К.

канд. биол. наук

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
Казахстан, г. Гвардейский
aziz_nk@mail.ru

Керимбаев А.А.

магистр

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
Казахстан, г. Гвардейский
aslan_kerim@mail.ru

Чоров М.Ж.

пед. илим. док., проф.

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева
г. Бишкек ш.
chorov53@mail.ru

Султанкулова К.Т.

канд. биол. наук, проф.

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
Казахстан, г. Гвардейский
sultankul70@mail.ru

Орынбаев М.Б.

канд. вет. наук, проф.

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
Казахстан, г. Гвардейский
omb65@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА СРЕДИ ДИКИХ ПТИЦ, ОБИТАЮЩИХ В МЕЛКИХ ОЗЕРАХ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Дикие птицы являются природным резервуаром возбудителей многих инфекционных болезней, представляющих опасность для животных и человека. Настоящее исследование было проведено для изучения распространенности вируса болезни Ньюкасла среди диких птиц, обитающих в мелких озерах Северо-Казахстанской области, в течение миграционного сезона 2019 г. Всего было взято 140 клоачных смывов птиц, принадлежащих к 12 различным видам птиц – шилохвость (*Anas acuta*), лысуха (*Fulica atra*), бекас (*Gallinago gallinago*), голубая чернеть (*Aythya ferina*), серая утка (*Mareca strepera*), чернозобик (*Calidris alpina*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), свиязь (*Mareca penelope*), чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), серый гусь (*Anser anser*), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*), краснозобая

казарка (*Branta ruficollis*), семейства *Anatidae*, *Rallidae*, *Rostratulidae*, *Phalacrocoracidae*. Все образцы были протестированы на вирус болезни Ньюкасла с помощью ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) с использованием праймеров специфичных для гена NP. В результате проведенных исследований установлено, что из 140 проб, доставленных в 2019 г. из мелких озер Северо-Казахстанской области 7 проб (5 %) положительно реагировали в ОТ-ПЦР на вирус болезни Ньюкасла. Вирус болезни Ньюкасла был выявлен у птицы чирок-трескунок (*Spatula querquedula*) семейства *Anatidae*. Постоянный контроль за циркуляцией вируса болезни Ньюкасла в природных популяциях диких птиц необходим для предупреждения эпизоотий среди сельскохозяйственных и домашних птиц.

Ключевые слова: вирус, болезнь Ньюкасла, птицы, ПЦР, клоачный смыв, дикие птицы, РНК, электронная микроскопия, Северо-Казахстанская область, мелкие озера.

Seydakhmetova B.A.

Master

Scientific Research Institute of Biological Safety Problems
Kazakhstan, Gvardeyski c.
bahonti_@mail.ru

Nakhanov A.K.

Candidate of Biological Sciences

Scientific Research Institute of Biological Safety Problems
Kazakhstan, Gvardeyski c.
aziz_nk@mail.ru

Kerimbayev A.A.

Master

Scientific Research Institute of Biological Safety Problems
Kazakhstan, Gvardeyski c.
aslan_kerim@mail.ru

Chorov M.Zh.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Kyrgyz State University named after I. Arabaev
Bishkek c.

chorov53@mail.ru

Sultankulova K.T.

Candidate of Biological Sciences, Professor
Scientific Research Institute of Biological Safety Problems
Kazakhstan, Gvardeyski c.
sultankul70@mail.ru

Orynbayev M.B.

Candidate of Veterinary Sciences, Professor
Scientific Research Institute of Biological Safety Problems
Kazakhstan, Gvardeyski c.
omb65@mail.ru

DISTRIBUTION OF NEWCASTLE DISEASE AMONG WILD BIRDS OF SMALL LAKES IN NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract. Wild birds are a natural reservoir of pathogens of many infectious diseases that are dangerous for animals and humans. This study was carried out to study the prevalence of Newcastle disease virus among wild birds living in the shallow lakes of the North Kazakhstan region during the migration season of 2019. A total of 140 bird swabs were taken from 12 different bird species - pintail

(*Anas acuta*), coot (*Fulica atra*), snipe (*Gallinago gallinago*), blue duck (*Aythya ferina*), gray duck (*Mareca strepera*), dunlin (*Calidris alpina*).), great cormorant (*Phalacrocorax carbo*), wigeon (*Mareca penelope*), cracked teal (*Spatula querquedula*), gray goose (*Anser anser*), whooper swan (*Cygnus cygnus*), red-throated goose (*Branta ruficollis*), families Anatidae, Rallidae, Rostratulidae, Phalacrocoracidae. All samples were tested for Newcastle disease virus by reverse transcription PCR (RT-PCR) using primers specific for the NP gene. As a result of the studies, it was found that out of 140 samples delivered in 2019 from small lakes in the North Kazakhstan region, 7 samples (5%) reacted positively in RT-PCR to the Newcastle disease virus. Newcastle disease virus has been identified in birds of the Anatidae family (*Spatula querquedula*). Constant monitoring of the circulation of the Newcastle disease virus in natural populations of wild birds is necessary to prevent epizootics among agricultural and domestic birds.

Keywords: virus, Newcastle disease, birds, PCR, cesspool, wild birds, RNA, electron microscopy, North Kazakhstan region, small lakes.

Болезнь Ньюкасла (БН) является одним из серьезнейших заболеваний птиц, способным вызывать крупные падежи, причиняя огромный вред сельскому хозяйству и нанося серьезный экономический ущерб. В связи с высокой контагиозностью возбудителя БН, повсеместным распространением, огромным экономическим ущербом наносимым птицеводческой индустрии, уникальным географическим расположением Республики Казахстан в центре Евразии, через территорию которой проходят трансконтинентальные миграционные пути диких птиц, являющихся потенциальным источником эпизоотических вариантов вирусов, изучение молекулярно-генетического разнообразия современных вариантов вируса БН диких и домашних птиц в Казахстане является приоритетной задачей отечественной вирусологии. Вирус БН имеет весьма обширный круг хозяев: он поражает огромное количество различных видов птиц. Заболевание, вызываемое вирусом БН, протекает с разной интенсивностью и обладает разной способностью к передаче [1].

Возбудителем БН является сравнительно крупный РНК-содержащий вирус, относящийся к роду *Avulavirus*, семейства *Paramyxoviridae*. По степени патогенности вируса выделяют четыре группы: везикулярные висцеротропные, везикулярные нейротропные, мезогенные и лентогенные варианты [2, 3].

В странах, эндемичных по БН, несмотря на то, что вакцинация применяется для борьбы с болезнью, отсутствие вакцин с соответствующими генотипами, которые могут снизить заражение и передачу вируса, а также неадекватное введение вакцин в полевых условиях подрывают эффективность вакцинации. Анализ профилей существующих вакцин против БН имеет основополагающее значение для установления надлежащих режимов вакцинации и разработки вакцин следующего поколения [4].

Впервые болезнь была описана на острове Ява в 1926 году [5]. В естественных условиях ньюкаслской болезни восприимчивы 241 вид птиц из 27 отрядов класса птицы (*Aves*), что создает значительную экологическую нишу в природе [6]. Клинические признаки болезни варьируют в широких пределах, от легкого бессимптомного заболевания до системной генерализованной инфекции, способной вызывать в стадах смертность до 100 %.

В последние десятилетия непрерывная эволюция вируса БН привела к появлению в общей сложности двадцати генотипов, и генетическая изменчивость может быть связана со вспышками болезни у вакцинированных птиц. В некоторых странах введение новых вакцин, соответствующих генотипу, у домашней птицы успешно подавляет циркуляцию вирулентных штаммов вируса БН в полевых условиях. Однако, вирулентный вирус БН по-прежнему эндемичен во многих регионах мира, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода, влияя на средства к существованию миллионов людей, которые получают пищу из птицы [7].

Новые вирусы, вызывающие инфекционные заболевания птиц, требуют изменения подхода к мониторингу и их диагностике [8].

Следовательно, вероятность появления измененных потенциально опасных вариантов возбудителя определяют необходимость проведения комплексного мониторинга парамиксвирусов среди популяций диких птиц в местах обитания и миграционных путей.

Целью работы является изучение распространения болезни Ньюкасла среди диких птиц, обитающих в мелких озерах Северо-Казахстанской области.

Материалы и методы исследования

В 2019 г. была организована мониторинговая экспедиция и произведен сбор проб от диких птиц мелких озер Северо-Казахстанской области. Клоачные смывы собирали на основе стандартных операционных процедур отбора проб, хранили и транспортировали в жидком азоте в сосуде Дьюара. Образцы после доставки в лабораторию до исследования хранили при 40° С. В таблице 1 представлены характеристики 140 полевых образцов, собранных от диких птиц мелких озер Северо-Казахстанской области в осенний период 2019 г.

Таблица 1. – Характеристики полевых образцов, собранных от диких птиц мелких озер Северо-Казахстанской области в осенний период 2019 г.

Точка	Координаты	Семейство	Вид птицы	Кол-во птиц	Клоачн. смыв
1	2	3	4	5	6
Озеро (безназвания) в Есильском районе (3 км восточнее с. Новоузенка) Северо-Казахстанской области	N54°02'27" E067°43'16"	<i>Anatidae</i>	Шилохвость (<i>Anas acuta</i>)	4	+
		<i>Rallidae</i>	Лысуха (<i>Fulica atra</i>)	6	+
		<i>Rostratulidae</i>	Бекас (<i>Gallinago gallinago</i>)	6	+
		<i>Anatidae</i>	Голубая чернеть (<i>Aythya ferina</i>)	10	+
		<i>Anatidae</i>	Серая утка (<i>Mareca strepera</i>)	18	+
		<i>Rostratulidae</i>	Чернозобик (<i>Calidris alpina</i>)	4	+
		<i>Phalacrocoracidae</i>	Большой баклан (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	8	+
		<i>Anatidae</i>	Свизь (<i>Mareca penelope</i>)	10	+
Озеро Малый Как в Тимирязевском районе (5,5 км юго-восточнее с. Акжан) Северо-Казахстанской области	N53°43'39,2" E066°48'18"	<i>Rostratulidae</i>	Бекас (<i>Gallinago gallinago</i>)	4	+
		<i>Anatidae</i>	Чирок-трескунок (<i>Spatula querquedula</i>)	7	+
		<i>Anatidae</i>	Серый гусь (<i>Anser anser</i>)	28	+
		<i>Anatidae</i>	Лебедь-кликун (<i>Cygnus cygnus</i>)	8	+
		<i>Anatidae</i>	Краснозобая казарка (<i>Branta ruficollis</i>)	11	+
		<i>Phalacrocoracidae</i>	Большой баклан (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	4	+
Общее количество				140	

Выделение РНК. Выделение РНК вируса проводили с использованием набора QIAamp Viral RNA Mini Kit (Qiagen, США) в соответствии с рекомендациями производителя.

ПЦР анализ. Амплификацию проводили с использованием набора SuperScript™ One-Step RT-PCR System with Platinum™ Taq DNA Polymerase (Invitrogen, США), в соответствии с рекомендациями производителя на амплификаторе GeneAmp PCR, (Applied Biosystems США) со специфичными праймерами на вирус БН NDV-NP-F (ATGACATTGCTAGGCGACAG) и NDV-NP-R (GAATTGTGTCTCTCCGTCCC). Параметры постановки ОТ-ПЦР амплификации при выявлении вируса БН: 2х реакционная смесь – 12,5 мкл, РНК – 2 мкл, прямой праймер NDV-NP-F (20 pM) – 1 мкл, обратный праймер NDV-NP-R (20 pM) – 1 мкл, SS III PL Taq – 0,5 мкл, H₂O до 25 мкл. Температурно-временные параметры постановки реакции ПЦР: 1 цикл – 45 °C – 30 мин, 94 °C – 2 мин; 35 циклов – 94 °C – 15 сек, 55 °C – 30 сек, 68 °C – 60 сек; 68 °C – 5 мин; 4 °C - ∞.

Детекцию ПЦР продуктов проводили на 1% агарозном геле в 1хTAE буфере с добавлением бромистого этидия. Для оценки молекулярного веса фрагментов использовали маркеры молекулярного веса ДНК на 1 kb Plus DNA Ladder фирмы Invitrogen.

Электронномикроскопический анализ. Пробы для электронной микроскопии готовили методом негативного контрастирования с использованием 2 % водного раствора фосфорновольфрамовой кислоты (ФВК). Каплю материала помещали в лунку тефлоновой пластины. На каплю наносили опорную сетку с пленкой-подложкой, напыленную углем. Через 5-10 мин адсорбции сетку удаляли, а избыток жидкости убирали фильтровальной бумагой. Сетку с образцом переносили на 1-2 мин на каплю раствора ФВК pH 6,8, а затем в течение 5 мин контрастировали на капле раствора ФВК pH 7,0. После контрастирования и удаления избытка контрастера, препарат высушивали на воздухе и считали подготовленным для исследования в электронном микроскопе. Препараты исследовали в электронном микроскопе JEM-100 CX JEOL (Япония) при ускоряющем напряжении 80 кВ и увеличении 20000-100000.

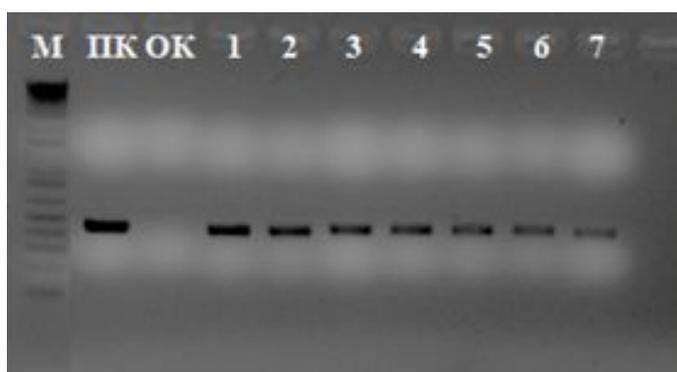
Результаты и обсуждение

Через Казахстан пролетают многие виды птиц, здесь сходятся два из важнейших миграционных путей: Центрально-Азиатско-Индийский и Западно-Азиатско-Африканский.

Центральноазиатский-Индийский миграционный путь пролегает над странами Индостана и государствами Центральной Азии (Индия, Пакистан, Афганистан, Киргизия, Таджикистан, Восточный Китай, Узбекистан, Казахстан, Восточная Монголия и др.). Восточноазиатский-Австралийский миграционный путь объединяет в себе территории Австралии, Индонезии, Камбоджа, Таиланд, Мьянма, Китай, Монголия [9].

Птицы, мигрирующие этими путями, могут осуществлять перенос патогенов, эндемичных для азиатских стран, где постоянно регистрируются вспышки, вызванные вирусом БН. В настоящее время БН не является эндемичным для домашней птицы в Казахстане, тем не менее, вирус БН присутствует в других странах и иногда выявляются у диких птиц в Казахстане. Внедрение вируса в домашнюю птицу может иметь серьезные экономические последствия из-за потери продукции от больных и умирающих птиц, затрат на меры контроля, меры по дезинфекции, а также торговые ограничения, которые могут быть введены в результате вспышки.

140 клоачных смывов, полученные от диких птиц, обитающих в мелких озерах Есильского и Тимирязевского районов Северо-Казахстанской области в осенний период 2019 г. были исследованы методом ОТ-ПЦР на выявление РНК вируса БН (рисунок 1).



М – ДНК Маркер (1kb, Invitrogen); ПК – положительный контроль на вирус БН; ОК – отрицательный контроль; 1–7 – образцы клоачных смывов от птиц чирка-трескунка (*Spatula querquedula*)

Рисунок 1. Электрофореграмма ПЦР-продуктов фрагментов вируса БН, выделенных от диких птиц, обитающих в Северо-Казахстанской области.

Для анализа использованы пробы, принадлежащие к 12 различным видам птиц - шилохвость (*Anas acuta*), лысуха (*Fulica atra*), бекас (*Gallinago gallinago*), голубая чернеть (*Aythya ferina*), серая утка (*Mareca strepera*), чернозобик (*Calidris alpina*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), свиязь (*Mareca penelope*), чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), серый гусь (*Anser anser*), лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*), краснозобая казарка (*Branta ruficollis*). В 7 клоачных смывах от птиц чирков-трескунок (5%), были обнаружены положительные результаты на наличие РНК вируса БН в ОТ-ПЦР. Чирки-трескунки обитали близ озера «Малый Как» Тимирязевского района Северо-Казахстанской области. При исследовании клоачных смывов других видов птиц были получены отрицательные результаты на вирус БН.

Результаты географического распространение вируса болезни Ньюкасла в Казахстане в 2019 г. представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Географическое распространение вируса болезни Ньюкасла в Казахстане

Для подтверждения полученных результатов, положительных на вирус БН, пробы от птицы чирка-трескунка дополнительно подверглись электронно-микроскопическим исследовани-

ям. На рисунке 3 представлена электронная микрофотография вирионов возбудителя болезни Ньюкасла.

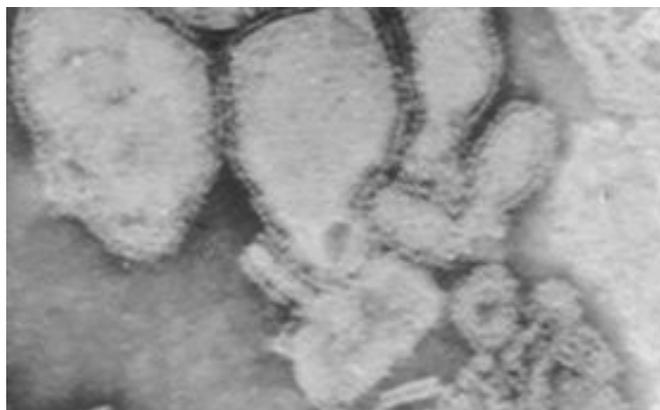


Рисунок 3. Электронная микрофотография вируса болезни Ньюкасла

В пробе обнаружены вирусные частицы округлой и овальной формы размером 150–300 нм, капсидная оболочка имеет спиральный тип симметрии. Липопротеидная оболочка покрыта выступами длиной 8–12 нм, что полностью совпадает с описанием вируса БН в научной литературе [10].

Территория Казахстана играет важную географическую роль в распространении вируса БН, способствуя его переносу дикими птицами из Юго-Восточной Азии в Европу и Северную Африку. В республике гнездятся и встречаются на пролете около 540 видов птиц, 32 из которых являются глобально угрожаемыми. 57 видов включены в Красную книгу Казахстана [11]. Летящие по территории Казахстана миллионы птиц используют местность для линьки и остановок на пролете. Ключевое значение в их сохранении имеют водно-болотные угодья, которыми особенно богата северная часть страны. В мелких озерах, расположенных на территории Северо-Казахстанской области в период гнездования и миграционных перелетов встречаются популяции диких птиц из Африки, Европы, Средней и Южной Азии, что способствует занесению вируса БН из достаточно отдаленных географических районов.

Клоачные смывы птиц, в частности чирка-трескунка (*Spatula querquedula*) семейства *Anatidae*, показали положительную реакцию на вирус БН (5 %) методом ОТ-ПЦР.

Чирок-трескунок (*Spatula querquedula*) - вид птиц из семейства утиных. Населяет северную половину Казахстана к югу до Уральска, Атбасара, Наурзума, Юго-Западного Алтая и Зайсанской котловины. На пролете встречается повсеместно, изредка залетает в высокогорье. Иногда зимует на юге и юго-востоке республики, спорадично - и севернее, до района пос. Кульсары на Эмбе [12].

Заключение

Результаты исследований показывают, что сезон миграции и присутствие перелетных птиц влияют на распространенность вируса БН среди диких птиц. В этом исследовании нами изучен вирус болезни Ньюкасла, который распространен среди дикой птицы чирок-трескунок (*Spatula querquedula*), обитающих в мелких озерах Северо-Казахстанской области в осенний период 2019 г. Результаты проведенных исследований показывают, что Северо-Казахстанская область является одним из ключевых в эпизоотологическом отношении регионов, что имеет необходимость дальнейшего молекулярно-генетического изучения вируса БН, циркулирующих среди птиц на этой территории. Постоянные наблюдения за циркуляцией вируса БН в

природных популяциях птиц необходимы для предупреждения эпизоотий среди сельскохозяйственных и домашних птиц.

Работа выполнена в рамках программы «Биологическая безопасность Республики Казахстан: оценка угроз, научно-технические основы их предупреждения и ликвидации» на 2021-2023 годы, при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Список использованной литературы:

1. Alexander D.J. Newcastle disease in ostriches (*Struthio camelus*). Avian Pathology. 2000. Vol. 29. P. 95–100.
2. Вирусология и биотехнология: краткий курс лекций для студентов по специальности 36.05.01 Ветеринария /Е.С. Красникова // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016.
3. Гаврилов Э.И. Фауна и распространение птиц Казахстана. – Алматы, 1999. – С. 198.
4. Р.Т. Абдылдаева, Э.К. Акматова, Ж.А. Атамбекова, А.А. Камарли. Диагностика болезни ньюкасла с применением полимеразной цепной реакции // – Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №6(140). – 2016. – С. 137–141.
5. S.L. Sklyarenko. Research on Important Bird Areas in Kazakhstan and Middle Asia. – Almaty, 2006. – P. 227.
6. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals O.I.E. 6th Edition. – Paris, 2008. – Vol. 1–2. – P. 1343.
7. Collins M.S., Bashiruddin J.B., Alexander D.J. Deduced amino acid sequences at the fusion protein cleavage site of Newcastle disease viruses showing variation in antigenicity and pathogenicity. Arch of Virol. – 1993. – Vol. 128. – P. 363–370.
8. Hu Z, He X, Deng J, Hu J, Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. Vet Res. 2022 Nov 26;53(1):99. doi: 10.1186/s13567-022-01118-w. PMID: 36435802; PMCID: PMC9701384
9. Kraneveld F.C. A poultry disease in the Dutch East Indies. Ned Indisch Bl Diergeneeskd, 1926, 38: – P. 448–450.
10. Kaleta E.F., Baldaus C. Newcastle disease in free-living and pet birds. In: Newcastle disease. D.J. Alexander (ed.). Kluwer Acad. Publ., Boston, 1988: 197–246 (doi: 10.1007/978-1-4613-1759-3_12).
11. Hu Z, He X, Deng J, Hu J, Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. Vet Res. 2022 Nov 26;53(1):99. doi: 10.1186/s13567-022-01118-w. PMID: 36435802; PMCID: PMC9701384.
12. <http://earthpapers.net/monitoring-infektsionnyh-bolezney-dikih-ptits>.

Рецензент: канд. биол. наук, доц. Кендирбаева С.К.