



Б.Т. Байқара^{1,2*}, М.А. Садуақасова¹, П.Б. Ақшалаова¹,
А.А. Султанов¹

¹Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты, Алматы, Қазақстан

²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*Байланыс үшін автор: baikara.barshagul@gmail.com

Құстар миграциясының құс тұмауы вирусының Қазақстанда таралуына әсері

Аңдатпа. Құс тұмауы үй құстары үшін белгілі ірі қауіпті аурудың бірі болып табылады. Құс фабрикаларындағы тұмау ауруының таралуы әдетте үй құстарының барлық популяциясының толықтай жойылу себебінен, барлық дүние жүзі бойынша елеулі экономикалық шығындарға әкеп соқтыруда. Қоныс аударатын құстар, әсіресе суда жүзетіндер, құс тұмауы вирусының табиғи резервуары болып табылады. Олар қоныс аудару жолында патогенділігі жоғары вирустардың пайда болуына әкеп соғатын, антигенді дрейф пен антигендік жылжу тудыратын вирустың әр түрлі штамдарымен өзара алмасады және таратады. Олардың маусымдық қоныс аударуы вирус популяциясының генетикалық құрылымының қалыптасуында маңызды рөл атқарады. Бұл құс тұмауы вирусының эволюциясы жайлы өзекті білімді жалғастырып және жаңа эпизоотикалық және эпидемиялық ауру ошақтарын алдын алу үшін әр түрлі аумақтарда үнемі мониторинг жүргізуді талап етеді.

Түйін сөздер: құс тұмауы вирусы, қоныс аударатын су құстары, жоғары патогенді құс тұмауы, тұмаудың мониторингі, үй құстары.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2023-145-4-7-18>

Кіріспе

Қоныс аударатын құстар әр түрлі зоонозды агенттердің географиялық таралуында маңызды рөл атқарады. Осы агенттердің ішінде құс тұмауы вирусының (ҚТВ) құстардың маусымдық көшіп-қонуы кезінде үлкен қашықтықтарға таралатындығы көрсетілді [1]. Жабайы, әсіресе суда жүзетін құстар ҚТВ негізгі резервуарлы қожайыны болып табылады және үй жануарлары мен адамдар арасында пандемикалық құбылыстардың туындауына себепкер. Жабайы суда жүзетін құстар көшу кезінде алыс қашықтыққа ұшады. Бұл ұшу құстарға ҚТВ жұқтыруға да, таратуға да мүмкіндік береді. Сондықтан да, ҚТВ құрлық ішінде және құрлық аралық таралуын түсіну, тұмау ошағын бақылаудың сәтті стратегиясын жасап шығару мен олардың зардабын төмендетуде шешуші рөл атқарады. Қазақстанда көптеген құс түрлері солтүстіктен оңтүстікке бойлай мерзімдік миграциялық қозғалыстар жасайды, ол вирустың үлкен аумаққа таралуына мүмкіндік береді. Бірақ құстардың осындай ұшу жолдарының ҚТВ популяциясының генетикалық құрылымының түзілуінде қандай қызмет атқаратындығы анықталмай отыр [2].

Өкінішке орай, Қазақстанда құстардың қоныс аудару сипаты жайлы мәселе айтарлықтай егжей-тегжейлі тәжірибелік зерттеуге ұшыратылмаған. Құстардың орын ауыстыруы жайлы қолда бар талдаулар көпшілігі көзбен бақылау негізінде жасалынғандығын дәлелдейді. Қазақстанның ұлан ғайыр аумағы мен бақылаудың аздығын ескергенде, ол бақылаулар құстардың миграциясы мен олардың ұя салуына қатысты мәселелерге толыққанды жауап бере алмайды [3]. Сондықтан да болашақта біз осы мәселе төңірегінде терең зерттеулер жүргізуді және ҚТВ таралу динамикасына мониторинг жүргізе отырып, оны болдырмау жолдарын қарастыруды қолға алу ойда бар.

Жарияланған зерттеулерге сүйенсек, ҚТВ әр түрлі құс түрлерінің арасында таралуы алуан-түрлі, сонымен қатар географиялық және уақыттық айырмашылықтар бар [4].

ҚТВ жиілігінің осылай ауытқуы құстардың қабылдағыштығы, климаттың әсері мен популяцияның динамикасын қосқанда жұғу динамикасының гетерогенді сипатына, сонымен қатар құстардың аялдауы, тамақтануы мен көбею сияқты осы суда жүзетін құстардың экологиялық тәртібінің нәтижесі болуы мүмкін. Осылайша, суда жүзетін құстардың алыс қашықтыққа көшуі инфекцияның таралуында маңызды рөл атқарады, бірақ құс тұмауының жаһандық штаммларының көп түрлерге жұғу динамикасымен байланысын әлі де зерттеу керек.

Көптеген көшпелі құстар жыл сайын бір ұшу жолын пайдалану үрдісі бар. Бұл ұшу жолдарының салыстырмалы түрде тар географиялық ұшу облысы болуы мүмкін, бірақ түр ареалына қатысты кең аумақтарды алып жатуы да ықтимал. Екінші жағынан, құстарға сақина салғаннан кейін және басқа да зерттеулерден соң, жекелеген дарақтар жыл сайын бір ұшу жолы мен тоқтайтын орынды пайдаланатындығы белгілі болды. Бұл көптеген суда жүзетін және су маңында мекендейтін, сонымен қатар торғайлар жасағының майда құстарына да тиесілі.

Популяцияда таралған вирустың далалық мониторингін ең тиімді жүргізу үшін, қоршаған ортадағы вирус бөлшектерінің тұрақтылығы, жұғу механизмдері мен инфекциялық шамасы туралы сенімді білімге ие болуымыз керек. Тұмау вирионы екі қабатты липидті қабықпен жабылған рибонуклеин қышқылы болып табылады. Құстар арасындағы құс тұмауы жұғуының негізгі жолы – нәжіс және ауызбен [5, 6]. Вирус бөлшектерінің нәжістегі және қоршаған ортада бос түрдегі (көбіне судағы) тұрақтылығы вируленттілік тұрғысынан, сонымен қатар далалық зерттеулер тұрғысынан бірінші кезекті мәнге ие. Көшіп-қонатын құстар тұрақтайтын және демалатын уақытта биотоптарға тән қоршаған орта жағдайында вирустың ұзақ сақталғыштығы мен оның инфекциялық қабілетінің сақталуы негізгі алаңдауды тудырады. Өткен ғасырдағы ҚТВ бойынша үйрек нәжісіндегі классикалық зерттеу болжамы бойынша нәжіс материалындағы вирустар жұққыштығын 4 °С ортада кем дегенде 30 күн және 20 °С-та 7 күн аралығында сақтайды [7].

Солтүстік Американың, атап айтқанда Аляска, Миннесота мен Луизиананың солтүстік сулы-батпақты алқабындағы зертханалық әдістермен үйлестірілген далалық зерттеулері вирустың табиғаттағы тіршілікке қабілеттілігін бағалауға мүмкіндік берді. ҚТВ бар үйректің клоакальді және ауыз жұтқыншақ жағындыларының қос үлгілері су үлгілерінің инокуляциясы үшін пайдаланылды, кейін оларды қатарлас зертхана жағдайында және батпақтанған аймақта сақталды (кейінгілерін тесілген шойын бөшекелерде сақталынды). Тәжірибе 200 күннен аспады және қыс мезгілін қоса жүргізді. Аляска мен Миннесотаның далалы аймағынан жиналған үлгілерді қалыпты температурада беттік суларда сақтау кезінде вириондар жұққыштығын жеті айдан астам уақытта сақтайтынын анықтады, дегенмен олар уақыт өте вирус белсенділігі сақтала отырып, үлгі мөлшерінің баяу азаюын көрсеткен. Солтүстік сулы-батпақты алқапта төмен температура (0 °С-қа жақын) мен бейтарап рН физикалық жағдайда ҚТВ жұққыштығын сақтаған [8]. Бұл нәтижелер сулы орта ҚТВ маңызды резервуары болып табылатындығын көрсетеді.

Құс тұмауы вирусына түсінік

ҚТВ ортомиксовирустар тұқымдасының Influenza A туысына жатады. Бұл вирусының сегіз гендік сегменті бар, PB2, PB1, PA, HA, NP, NA, M және NS, олардың арасында HA

(гемагглютинин) мен NA (нейраминидаза) ең маңыздысы болып табылады және осы вирустардың патогенділігі үшін шешуші рөл атқарады. NA гені вирус бөлшегінің рецептор-қожайынға жабысуын реттейді, ал NA гені вирус ұрпағының қожайын-клеткаға кіруін реттейді [9]. Соңғы жылдары үй және жабайы құстар арасында жоғары патогенді құс тұмауы ошағы санының күрт өсуі орын алды. ҚТВ бірнеше подтиптері, атап айтқанда H5, H7 және H9, түр аралық барьерден өтіп, сүтқоректілерді, сонымен қатар адамға жұғып, өлімге душар қылды [10].

Вирустың вируленттілік ерекшелігінің негізінде оларды екі топқа бөуге болады:

- төменгі патогенді құс тұмауы (ТПҚТ) құстарда ауру белгілерін тудырмайды немесе ол жеңіл формада көрінеді (мысалы, қауырсынның үрпиуі мен жұмыртқалаудың азаюы). Үй құстарының жұққан кейбір төменгі патогенді вирустар жоғары патогенді құс тұмауы вирусына мутациялануы мүмкін;

- жоғары патогенді құс тұмауы (ЖПҚТ) жұққан құста ауру ауыр формада өтеді және көп жағдайда өлімге душар қылады. ҚТВ кейбіреулері, H5 пен H7 ғана ЖПҚТ деп жіктеледі, ал құстар арасында тараған H5 пен H7 подтиптерінің көпшілігі ТПҚТ болып табылады. ЖПҚТ вирусының инфекциясы құстың бірнеше ішкі ағзаларын зақымдап, 48 сағат ішінде олардың 90%-нан 100%-ға дейінгі өлімін тудырады. Бірақ үйректерге вирус аурудың қандай да бір белгісі байқалмастан жұғуы мүмкін. ЖПҚТ үй құстарынан жабайы құстарға да жұғып, оның әрі қарай географиялық таралуына әкеп соғуы әбден мүмкін.

Вирус көп жағдайда қоныс аударатын жабайы құстардан, әсіресе үйректер мен қаздардан тарайды (сурет 1). Әдетте, ауру симптомы жоқ құстар вирусты ауданнан ауданға тасиды және оны нәжісімен бөліп шығарады. Үй құстары, әсіресе түйетауықтар, ЖПҚТ жылдам жұқтырады және жаппай қырылады. Құс тұмауы негізінен ауру жұқтырған құс пен сау құс арасында тікелей байланыс орнаған кезде таралады. Ол құс қондырғылар немесе материалдармен (су мен жемді қосқанда) байланысқан кезде, ауру жұқтырған құстардың нәжісі немесе мұрыны не аузынан бөлінген сілекей арқылы да берілуі мүмкін. Адамдар да вирусты киімі, аяқ киімі немесе көлігінің дөңгелегімен ауруды фермадан фермаға жанама таратуы мүмкін. Жабайы құстар әдетте вирусты өздері ауырмай таратуы ықтимал. Алайда, жабайы құстар тобы аурған немесе көшіп-қонатын құстар ұшу жолында жергілікті құс топтарына вирусты жұқтырған бірнеше сирек жағдайлар орын алған. Қазіргі уақытта бұл өзгеріс не себепті орын алғандығы зерттелу үстінде.



Сурет 1. Қоныс аударатын суда жүзетін құстардан ҚТВ таралу жолдары

Осылайша, құс тұмауы қоғамды денсаулық сақтаудың негізгі проблемасы болып табылады. ЖПҚТ негізінен Н5 және Н7 подтиптерімен шектелген, және осы вирустарды жұқтыру үй құстарының қабылдағыш түрлерінің 100% өліміне әкеліп соғады. ТПҚТ көздің жасаурауы мен мұрыннан су ағу және инфраорбиталды қуыстың ісігі сияқты респираторлы симптомдарды тудыруы мүмкін.

ҚТВ эпизоотологиясы мен зоонозды ошақтары

ЖПҚТ Н5N1 Азияда алғаш рет 1996 жылы тіркелді [10] және кейін Еуропа, Таяу Шығыс пен Африкаға таралып, көптеген адам өлімі мен жылдам даму үстіндегі азиялық құс шаруашылығы саласына ірі экономикалық шығын келтірді. ЖПҚТ Н5N1 вирусының құстардан адамға және адамнан адамға жұғу қабілеті төмен болғандығына қарамастан, эпидемия басталғаннан кейін адамдар арасында тіркелген жоғары өлім-жітім мен Н5N1 вирусы құстардың миграциялық жолдары арқылы пандемияға айналуы айтарлықтай қорқыныш тудырды [11]. Цинхайлық Н5N1 линия, атап айтқанда, Цинхайдан Еуразияға және Үнді субконтинентіне, сонымен қатар солтүстік және орталық Африкаға миграциялық жолдарды бойлай таралды. Сондай-ақ кейбір құс түрлері клиникалық білгілері көрінгенге дейін немесе оларсыз-ақ вирусты бөлетіндігі тәжірибе жүзінде көрсетілді [12]. Бұл Н5N1 вирусының ірі масштабта жыл құстарымен берілуі байқалмау қалуы мүмкіндігін көрсетеді. Gaidet et al. хабарлауынша, ауру жұқтырған бір ақ реңді ысқыратын үйрек (*Dendrocygna viduata*) ЖПҚТ Н5N2 инфекциясынан тірі қалып, 47 күн бойы жерсеріктік таратқыш көмегімен қадағалау кезінде 655 км кем емес қашықтыққа көшіп ұша алды [13]. Басқа зерттеулер ЖПҚТ Н5N1 географиялық таралу бағыты құстардың негізгі миграция жолдарына сай келетіндігін көрсетті [14, 15]. Бірқатар зерттеулер, ұзақ қашықтыққа құстардың көшіп-қонуы құстарда иммуносупрессияға әкеп соғуы мүмкін, ал вирустық инфекциялар миграциялық белсенділікке кері әсерін тигізетіндігін көрсетті. Бірақ айта кететін жайт, ЖПҚТ Н5N1 тірі және дені сау жабайы құстарда сирек тіркеледі.

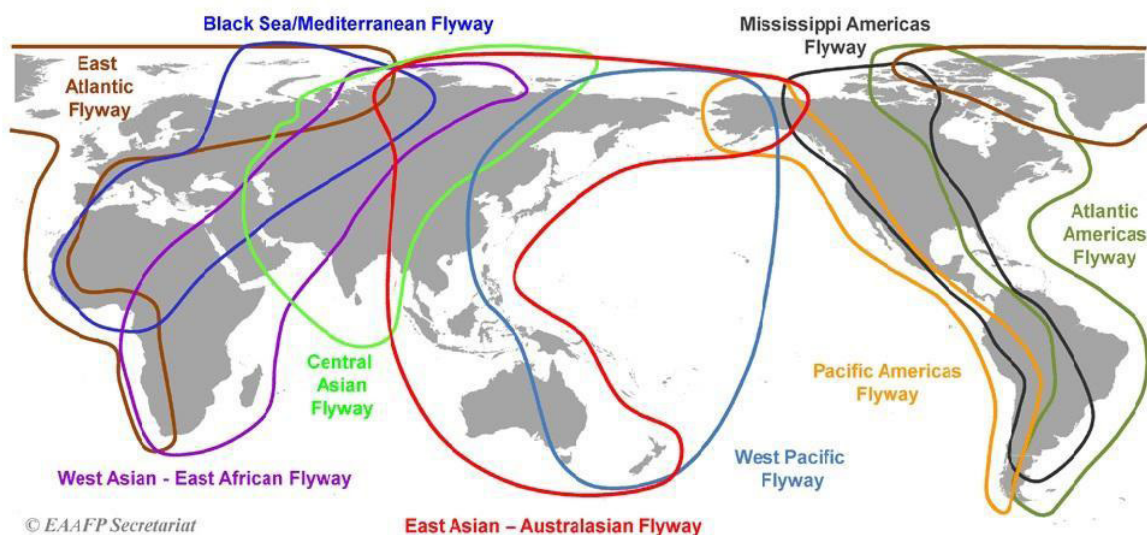
1996-1997 жж. Гонконгтағы ЖПҚТ 2006 ж. қазан айының басында 53 елде үй және жабайы құстары арасында таралуын туындатып, 256 адамға жұғып, олардың 151 өлімге душар қылды [16]. Вирустың таралуын тоқтату үшін миллиондаған тауықтар, үйректер, түйетауықтар мен қаздар өлді және жойылды. Құс тұмауы ауруы тіркелген елдердің құс етін экспорттауға тиым салуымен тірге экономикалық шығын 10 миллиард доллардан астам сумманы құрады. Н5N1 түбегейлі жоюға күш салынуына қарамастан ол Оңтүстік-Шығыс Азиядан Орталық Азия, Еуропа мен Африкаға тарады. Интродукция жолдары жыл құстары, үй құстары мен оның өнімдерін тасымалдау, сонымен қатар жабайы құстарды сату деп болжанды. Бірақ Н5N1 интродукциясына жекелеген жағдайлардың әсерімен болашақтағы таралуы жеткіліксіз зерттелген және кең талқылану тудыруда [14].

Н5N1 таралу жолдарын анықтау осы вирустың болашақта таралуын болжау мен алдын-алуда шешуші мәнге ие [17]. Миграциялық құстардың орын ауыстыруы нәтижесінде ҚТВ елде таралу қаупі жоғарырақ болса, онда миграция жолындағы құстар тоқтайтын орындарды бақылау интродукциясының бірінші дәделдерін береді. Бұл жағдайда интродукцияның ең жоғарғы қаупі құстардың ең көп орын-ауыстыру мерзімі мен миграция жолдарына сай келетін болады [18]. ҚТВ өршуін болдырмау үшін фермада өсірілетін құстар мен миграция құстарының арасындағы байланысты болдырмау қажет. 2005-2006 жж. бірнеше еуропа елдерінде осы әдіс қолға алынып, ҚТВ таралуын болдырмауға ықпал етеді. Тағы мысал ретінде, егер құстар мен құс өнімдерінің сауда-саттығы арқылы ҚТВ таралу қатері жоғары болса, онда вирустың елге ену ықтималдылығын төмендету үшін импортты құстардың мониторингі мен қауіп-қатер жоғары елдерден импортты тоқтатуды алға қою қажет. Ақырында, ҚТВ жабайы құстардың коммерциялық саудасы шеңберінде Еуропа мен басқа елдерге әкелінген жабайы құстардан табылған болса [19], барлық импортталынған құстарды карантинге қойылмаған, құс тұмауына тексерілмеген және қажет болғанда жойылмаған жағдайда ғана, осы жол тағы бір ықтималдылығы маңызды болып табылады.

Миграция жолдары, аялдау орындары мен ұя салмайтын аудандар

Республиканың географиялық орналасуы бойынша, қазақстанның суқоймалары су және су маңында мекендейтін құс түрлері үшін Азиядағы маңызды болып табылады. ҚТВ ошағының Қазақстан Республикасы аумағында пайда болу мүмкіндігі осы ауру бойынша қолайсыз елдерден ұя салу орындарына қоныс аударатын құстардың қайтып келуімен көктемде артады. Республикада ұя салу, түлеу, маусымдық миграция мен қыстау мерзімінде құстардың 130 түрі тіркелген. Жыл сайын ұя салатын құстар саны 10 миллионға жетеді, түлеуге 2-3 миллион құс ұшып келеді, ал шамамен 50 миллион жыл құстары көктем мен күзгі миграция мезгілінде біздің суқоймаларға тоқтайды. Сонымен қатар миграция құстары республиканың барлық дерлік аумағынан ұшып өтеді және ұя салады. Құстардың ұшу жолдары мен олардың жаппай жинақталу орындары ерекше қауіп төндіреді.

Ұшу жолы терминін бір бағытты пайдаланатын құстарға да қолданылады. Ұшу жолы одан әрі әр түрлі құстар үшін қоныс аудару бағытын болжай алады. Мысалы, 2 суретте көрсетілген жолдардың бірі – Шығыс-Атлант ұшу жолын балшықшы құстар ғана пайдаланбайды. Бұл ұшу жолын кейбір қырқылдақтар, шағалалар және кей жыртықшы құстарды қосқанда, басқа да құстар пайдаланады.



Сурет 2. Әлемдегі балшықшылардың ұшу жол картасы (дерек көзі International Wader Study Group)

Суретте көріп тұрғандарыңыздай, қоныс аударатын су-батпақ құстары Қазақстан аумағы бойынша Еуразиядағы үш ірі миграция жолдары арқылы өтеді, олар Сібір-Қаратеңіз-Жерорта теңізі, Батыс Азия-Шығыс Африкалық және Орталық-Азия жолдар (сурет 2). Мүйіз тәріздестер, аққулар, қаздар, үйректер, қасқалдақтар, шағалалар, балшықшылар бірінші және екінші жолмен солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қыстау орындарына ұшып, Батыс және Орталық Сібірдің солтүстік аудандарында ұя салады. Үшінші жол шығыс Орал маңы, Батыс Сібір, сонымен қатар Қазақстанның аумағына таяу Монғолия мен Қытай аудандарында, және де Қазақстан аумағының өзінде, әсіресе оның шығыс бөлігін мекендейтін Podicipediformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes Anseriformes, Gruiformes және Charadriiformes құстарының ұя салу және жазғы тұрағын байланыстырады. Бірақ бұл жолдардың арасында анық шекара жоқ. Керісінше, Павлодар, Солтүстік-Қазақстан, Ақмола мен Қостанай облыстары аумағында бұл миграция жолдары біршама қиылысады. Осы себептен миграция мерзімі, әсіресе күздік Podicipediformes, Anseriformes, Gruiformes және Charadriiformes популяциясын сақтау үшін маңызды

мерзім болап табылады, олардың миллиондаға саны континенттің біршама бөлігінен осы жерлерге тоқтайды. Сақина салу әдісімен Қазақстанның суда жүзетін құстарының Ұлыбритания, Германия, Бельгия, Нидерландия, Италия, Грания, Марокка, Мысыр, Ирак, Иран, Пәкістан, Үндістан, Қытай мен Моңғолияның батыс аудандары, сонымен қатар Батыс, Орталық және Шығыс Сібірдің көптеген аудандарымен аумақтық байланыс орнатылды.

Қазақстанның солтүстік бөлігінде олардың ұя салатын және түлейтін орындары бар, олар: Қамыс-Самара көлдер жүйесі, Наурызым мен Теңіз-Қорғалжын көлдері, Қойбағар-Түнтұғыр көлдер тобы, Сары-Көп көлдер жүйесі, Ырғыз бен Торғай өзендерінің төменгі ағысындағы көлдер тобы. Оңтүстік аймақта көшіп-қону кезіндегі ең маңызды тоқтау орындары бар: Каспийдің солтүстік және солтүстік-шығыс жағалауы, Арал теңізінің солтүстік бөлігі - Кіші Арал, немесе – Балқаш қазандығы және Алакөл көлдер тобы.

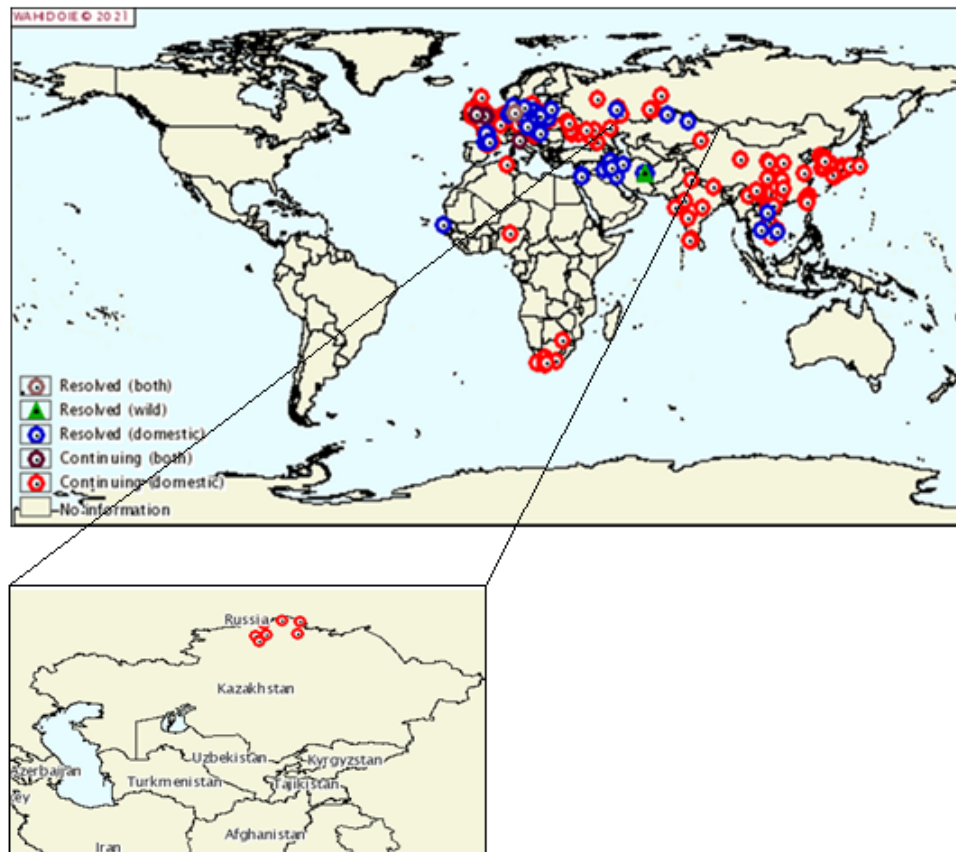
Мониторинг жүргізлетін құс түрлерінің жағдайы жайлы нақты мәліметтер алу өзінің биологиялық шамасын – популяция санын оңтайлы деңгейде ұстап тұру, экожүйенің ең көп таралған түрлерінің үлкен ауданды алуын толық іске асыруға мүмкіндік беретін, әр түрге тән тіршілік ету орын қадағалау жүргізген жағдайда мүмкін болады [3].

Көптеген құс түрлері қыс мерзімінде Орталық Азия мен Еуропа елдерінен Пәкістанға тамақ іздеу немесе қатаң ауа-райы жағдайынан қашу мақсатында ұшып кетеді. Қоқиқаз, сұңқар, аққу, қаз, балшықшы, тырна мен үйректер Пәкістанның маңызды жыл құстары болып табылады. Негізінен құстардың миграциясы солтүстік арктикалық аудандардан оңтүстік жазық жағына қарай жүреді. Қыстағы негізінен тропикалық аудандарда өтеді, олар онда 6-7 ай тұрақтап, ал көбеюі климаты қоңыржай аудандарда өтеді, онда құстар 2-3 ай тұршілік етеді. Миграция құстарының белгілі аудандарда мекендеуі бұл орын жайылуы, ұя салуы мен көбеюге қолайлылығын дәлелдейді. Әр түрлі зерттеулер, құстардың миграциясы тамақтың болуы, маусымдық өзгерістер мен жыртқыштардың шабуыл жасау қаупіне қарай әр түрлі аудандарда өтетіндігін көрсетті [19].

Қазақстандағы ҚТВ бойынша эпидемиологиялық жағдай

Қазақстан Республикасында құстарда ЖПҚТ індеті 2005 жылдың 22 шілдесінде Павлодар облысының Голубовка ауылында орналасқан Нан құс фабрикасында тіркелді. Зертханалық зерттеу Павлодар облысында өлген құстар арасында ЖПҚТ H5N1 вирусының жұққандығы растады [20]. Вирустың антигендік құрылымы Ресей Федерациясының Новосибирск облысы мен Қытайдағы оқшауланған вируспен бірдей болды. 2006 жылы Маңғыстау облысының Ақтау, Жаңа-Өзен, Түпқараған және Қарақия аудандарында H5N1 ҚТВ өлген 80 жабайы құс табылды. Бұл штамдар генетикалық жағынан Цингай көлінен (Қытай) құстардан оқшауланған вирус штамдарына және Нигерия, Ангола және Ресейдегі құстардан табылған оқшауланған вирус штамдарына ұқсас болды [21]. 2015 жылы Атырау облысындағы мемлекеттік табиғи парк аумағында табылған бірқазанның екі өлексесінен құс тұмауының H5 серотипі табылды [22].

2020 жылдың тамыз айының соңында Ресейдің оңтүстік-орталық бөлігінен жабайы суда жүзетін құстардан ЖПҚТ H5N8 тіркелді. 1 айдан соң Солтүстік Қазақстан облысының жеті ауданында (Тимирязев, Тайыншы, Жамбыл, Қызылжар, Шал ақын, Ғабит Мүсірепов атындағы, Мағжан Жұмабаев атындағы) 11 ЖПҚТ ошақтары туралы хабарлама келді, содан кейін Петропавл, Қостанай, Ақмола және Павлодар облыстарынан да құстардың жаппай өлімін тудырған ҚТВ анықталды. Еліміздің солтүстік аймағында құс тұмауының өршуіне Ресейде тіркелген H5N8 вирусы себеп болды деген болжам айтылды [23]. H5N8 адамға қауіптілігі өте төмен болғанымен, жабайы және үй құстарына өте қауіпті болды. Осы жылы ауру ошақтары дүние жүзінің ондаған елдерінде тіркеліп, құс шаруашылығына қыруар шығын әкелді. Әлемде, соның ішінде Қазақстанның солтүстік аумағында тіркелген құс тұмауы ошақтары 3-суретте көрсетілген. Суретте байқалғандай, ҚТВ тіркелген Солтүстік Қазақстан облысының аудандары қызылмен белгіленген және олардың барлығы Ресеймен іргелес жатқан аудардар.



Сурет 3. 2020 жылы әлемдегі және қыргүйегінде Қазақстандағы ҚТВ тіркелген аудандар. Картада үй құстарынан құс тұмауы тіркелген аудандар қызылмен белгіленген

Егер жабайы құстар арасында құс тұмауы таралуының негізгі агенті ретінде орын алатын болса, онда аурудың сипаты жабайы құстардың таралуы мен орын ауыстыруына қатты байланысты болады деп күтіледі. Жабайы құстардың таралуы мен орын ауыстыруы климат, топография, тамақтану орны мен су-батпақты жер сияқты табиғи ресурстардың болуына байланысты [24].

Ғылыми қоғамдастық ЖПҚТ вирусының бірінші кезекте құс ауруын тудыратынын және қадағалау мен аурудың алдын-алу және күресу шаралары бірінші кезекте ауыл шаруашылығы деңгейінде мал шаруашылығы мен биотехнологиясын жақсарту үшін қабылдануы керек деп санайды. Бұл вирустың адамға жұғуын болдырмауға себеп болады және аурудың құстар арасында одан әрі таралуына жол бермейді. Алайда жабайы құстардың аурудың таратуы мен таралуындағы рөлін зерттеу мәселесін ескермеуге болмайды.

Қорытынды

Құс тұмауы үй құстарының миллиондап қырылуы мен адам өліміне себеп бола отырып, жыл сайын қаржылық шығынға ұшырататын, әлемдегі эпидемия мен эпизоотикалық ошақтардың негізгі көзінің бірі болып қалуда. Вирустың жоғары өзгергіштігі әсер ету ұзақтығы жоғары вакцинаны жасап шығаруды қиындатады. Жоғары өзгергіштік көзі жабайы құстардың популяциясымен ұсынылған кең ауқымды резервуар болып табылады, онда қоныс аударатын суда жүзетін құстар, бірінші кезекте үйрек тұқымдастарының өкілдері құстардың қоныс аудару жолдары арқылы әр түрлі тіршілік орындарында жаңа,

ықтимал жоғары патогенді вирус штамдарының негізгі тасымалдаушысы қызметін атқарады. ЖПҚТ жаңа штамдарының пайда болуы мен эволюциясы құстардың қоныс аударатын белгілі жолдарына тән. Осылайша, бірнеше штаммның генетикалық араласуының арқасында бір қожайынға ғана жұғатын, вирус эволюциясы жайлы сөз болғанда бірнеше миграция жолдары қиылысатын аумақтардың маңызы артады. Құс тұмауының жаңа штамдарының жыл сайынғы мониторингі мен ЖПҚТ ықтимал ошақтарын болжау осы аумақтарда маңызды болады. Олардың ішінде Ресей, әсіресе Сібір аз зерттелген. 2020 жылғы Ресейдің Астрахань облысының құс фабрикасында таралған H5N8 штаммының адамға жұғу жағдайы бірінші рет тіркелген [25].

Қазіргі уақытта қолданылатын және жасап шығарылатын әдістемелердің шолуын ескере отырып, мониторинг жүргізу, құс тұмауы ошағы мен ЖПҚТ зоонозын алдын-алу үшін одан әрі стратегия жасап шығаруды ұсынуға болады.

Бірінші кезекте суда жүзетін құстар миграциясы тарапынан маңызды аудандарға (мысалы, құстар демалатын негізгі ұшу жолының бойынша орналасқан ірі суқоймалар) жиі экспедиция жүргізу қажет. Далалық экспедицияларды әдетте қажытатын немесе қоршаған орта үшін зиянды дәстүрлі әдістермен үлгі жинаумен шектелмегені жөн. ҚТВ жұқтырғыш бөлшектерінің судағы айлық тұрақтылығын ескергенде, құс аулау, жұғындыла алу немесе нәжіс жинау рәсімдерін қолданбай, суға арналған зонд көмегімен вирус тікелей анықталатын, жаңа сезімталдылығы жоғары далалық скрининг сияқты әдістерді пайдаланған абзал. Далалық жағдайда қолданылатын скринингтің жаңа әдістері жылдам дамып жатқан ГИС технологиясымен үйлестіргенде тиімділігі артады, ол ҚТВ жаңа штамдарын дәл осы уақыт тәртібінде бақылауға мүмкіндік береді. ХХІ ғасырдың бұл әдістері құс тұмауының ықтимал ошағын тоқтатуға және оның таралуы, эволюциясы мен патогенезі жайлы білімді арттыруға ықпал етеді. Вирустың жаңа штамдары жайлы мәліметтер кері кегентикалық жүйелерді пайдаланып, жаңа вакцина жасап шығару үшін пайдаланылады [26].

Қорыта айтқанда, құстардың маусымдық қоныс аударуы ҚТВ популяциясының генетикалық құрылымының қалыптасуында маңызды рөл атқарады. Соңдықтан да, жабайы құстар арасында құрлықтық масштабта ҚТВ таралуы қандай да бір деңгейде болжауға болады, ол Қазақстан Республикасында пайда болатын кез келген ЖПҚТ болашақта таралуын бақылауға көмектесе алады [2].

Қоныс аударатын құстар бір ауданнан екіншісіне ҚТВ тасымалдауда шешуші рөл атқарғанымен, аурумен күресуге арналған шаралар жабайы құстар популяциясына тиімді әсер етуі екіталай. Демек ол шаралар вирустың таралуы мен пайда болуының мониторингіне бағытталуы керек, ал кейін қауіп-қатер анық бола бастаған уақытта, беттік таралуына (мысалы, үй құстары базарына) бағытталуы керек.

Осылайша, ҚТВ жабайы құстар арасында құрлықтық масштабта таралуын қандай да бір деңгейде болжауға болады, ол ақырында Қазақстанда пайда болатын кез-келген жоғары патогенді құс тұмауы вирусының болашақта бізге таралуы ықтималдылығын бақылауға көмектесуі мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Huaiyu T., Sen Zh., Lu D., Thomas B., Yujun C., Scott H.N., John Y. T., Diann J. P., Xiangming X., Yarong W., Bernard C., Shanqian H., Ruifu Y., Bryan T.G. and Bing X. Avian influenza H5N1 viral and bird migration networks in Asia // PNAS. – 2014. – Vol. 112(1). – P. 172-177.
2. Fourment M., Darling A.E., Holmes E.C. The impact of migratory flyways on the spread of avian influenza virus in North America // BMC Evol Biol. – 2017. – Vol. 17. – P. 118. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12862-017-0965-4>.
3. Zuban I.A., Kassimov I.R., Zhadan K.S.. Informational and analytical system for monitoring migration of migratory birds in Northern Kazakhstan // Journal of Physics Conference Series. – 2020. – Vol. 1515(3). – P. 032075. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/3/032075.

4. Olsen B., Munster V. J., Wallensten A., Waldenström J., Osterhaus A. D. M. E., and Fouchier R. A. M. Global patterns of influenza A virus in wild birds // *Science*. – 2006. – Vol. 312(772). – P. 384-388.
5. Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., Chambers T.M., Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses // *Microbiol. Rev.* – 1992. – Vol. 56. – P. 152-179. DOI: 10.1128/MR.56.1.152-179.1992.
6. Kida H., Yanagawa R., Matsuoka Y. Duck influenza lacking evidence of disease signs and immune response // *Infect. Immun.* – 1980. – Vol. 30. – P. 547-553.
7. Webster R.G., Yakhno M., Hinshaw V.S., Bean W.J., Murti K.G. Intestinal influenza: Replication and characterization of influenza viruses in ducks // *Virology*. – 1978. – Vol. 84. – P. 268-278. DOI: 10.1016/0042-6822(78)90247-7.
8. Ramey A.M., Reeves A.B., Drexler J.Z., Ackerman J.T., De La Cruz S., Lang A.S., Leyson C., Link P., Prosser D.J., Robertson G.J., Wight, J., Youk, S., Spackman, E., Pantin-Jackwood, M., Poulson, R. L., & Stallknecht, D. E. Influenza A viruses remain infectious for more than seven months in northern wetlands of North America // *Proc. Biol. Sci.* – 2020. – Vol. 287. – P. 20201680. DOI: 10.1098/rspb.2020.1680.
9. Tao H., Li L., White M.C., Steel J., Lowen A.C. Influenza A Virus Coinfection through Transmission Can Support High Levels of Reassortment // *J. Virol.* – 2015. – Vol. 89. – P. 8453-8461. DOI: 10.1128/JVI.01162-15.
10. Li K.S., Guan Y., Wang J., Smith G.J., Xu K.M., Duan L., Rahardjo A.P., Puthavathana P., Buranathai C., Nguyen T.D., Estoepongstie A.T., Chaisingh A., Auewarakul P., Long H.T., Hanh N.T., Webby R.J., Poon L.L., Chen H., Shortridge K.F., Yuen K.Y., Webster R.G., Peiris J.S. Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia // *Nature*. – 2004. – Vol. 430. – P. 209-213. DOI: 10.1038/nature02746.
11. Webster R.G., Govorkova E.A., H5N1 influenza-continuing evolution and spread // *N Engl J Med.* – 2006. – Vol. 355. – P. 2174-2177.
12. Brown J.D., Stallknecht D.E., Swayne D.E., Experimental infection of swans and geese with highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) of Asian lineage // *Emerg Infect Dis.* – 2008. – Vol. 14. – P. 136-142.
13. Gaidet N., Cattoli G., Hammoumi S., Newman S.H., Hagemeijer W., Takekawa J.Y. Evidence of infection by H5N2 highly pathogenic avian influenza viruses in healthy wild waterfowl // *PLoS Pathog.* – 2008. – Vol. 4(8). – P. e1000127.
14. Kilpatrick A.M., Chmura A.A., Gibbons D.W., Fleischer R.C., Marra P.P., Daszak P. Predicting the global spread of H5N1 avian influenza // *Proc Natl Acad Sci USA.* – 2006. – Vol. 103. – P. 19368-19373.
15. Gilbert M., Chaitaweesub P., Parakamawongsa T., Premashtira S., Tiensin T., Kalpravidh W. Anatidae migration in the western Palearctic and spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus // *Emerg Infect Dis.* – 2006. – Vol. 12. – P. 1650-1656.
16. Paul K., Chan S. Outbreak of Avian Influenza A(H5N1) Virus Infection in Hong Kong in 1997 // *Clinical Infectious Diseases.* – 2002. – Vol. 34. – P. 58-S64. DOI: <https://doi.org/10.1086/338820>.
17. Webby R.J., Webster R.G. Are we ready for pandemic influenza? // *Science*. – 2003. – Vol. 302. – P. 1519-1522.
18. Liu J., Xiao H., Lei F., Zhu Q., Qin K., Zhang X.W., Zhang X.L., Zhao D., Wang G., Feng Y., Ma J., Liu W., Wang J., Gao G.F. Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds // *Science*. – 2005. – Vol. 309. – P. 426-428.
19. Umar M., Hussain M., Murtaza G., Shaheen F.A., Zafar F. Ecological concerns of migratory birds in Pakistan: A review // *Punjab Univ. J. Zool.* – 2018. – Vol. 33(1). – P. 69-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/pujz/2018.33.1.69.76>.
20. Issabek A., Burashev Y., Chervyakova O., Orynbayev M., Kydyrbayev Z., Kassenov M., Zakarya K., Sultankulova K. Complete genome sequence of the highly pathogenic strain A/domestic goose/Pavlodar/1/05 (H5N1) of the avian influenza virus, isolated in Kazakhstan in 2005 // *Microbiol. Resour. Announc.* – 2020. – Vol. 9(10). – P. e00109-20.
21. Мамадалиев С.М., Матвеева В.М., Кошметов Ж.К., Хайруллин Б.М., Орынбаев М.Б., Сандыбаев Н.Т., Кыдырбаев Ж.К., Зайцев В.Л., Жилин Е.С., Нурабаев С.Ш., Корягина М.И. Мониторинг особо опасных вирусных заболеваний животных и птиц на территории республик Центральной Азии // *Актуальные вопросы ветеринарной биологии.* – 2010. – №2(6). – С. 3-10.
22. В Атырауской области бакланы погибли от птичьего гриппа H5N1. [Электронды ресурс] – URL: https://www.inform.kz/ru/v-atyrauskoy-oblasti-baklany-pogibli-ot-ptich-ego-grippa-h5n1_a2796602 (жүгінген күні: 14.07.2015).

23. Lewis N.S., Banyard A.C., Whittard E., Karibayev T., Al Kafagi T., Chvala I., Byrne A., Saduakassova M.A., King J., Harder T., Grund C., Essen S., Reid S.M., Brouwer A., Zinyakov N.G., Tegzhanov A., Irza V., Pohlmann A., Beer M., Fouchier R.A.M., Sultanov A.A., Brown I.H. Emergence and spread of novel H5N8, H5N5 and H5N1 clade 2.3.4.4 highly pathogenic avian influenza in 2020 // *Emerg Microbes Infect.* – 2021. – Vol. 10(1). – P. 148-151. DOI: 10.1080/22221751.2021.1872355.
24. Owen M., Black J.M. *Waterfowl Ecology.* – Blackie and Son Ltd., Glasgow, London, 1990. – 126-127 p.
25. World Health Organization. Human infection with avian influenza A (H5N8). [Электронды ресурсы] – URL: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2021-DON313> (жүзінген күні: 26.02.2021).
26. Blagodatski A., Trutneva K., Glazova O., Mityaeva O., Shevkova L., Kegeles E., Onyanov N., Fede K., Maznina A., Khavina E., Yeo S. J., Park H., Volchkov P. Avian Influenza in Wild Birds and Poultry: Dissemination Pathways, Monitoring Methods, and Virus Ecology // *Pathogens.* – 2021. – Vol. 10(5). – P. 630. DOI: 10.3390/pathogens10050630.

Б.Т. Байқара^{1,2}, М.А. Садуақасова¹, П.Б. Акшалова¹, А.А. Султанов¹

¹Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Влияние миграции птиц на распространение вируса птичьего гриппа в Казахстане

Аннотация. Птичий грипп является одним из самых опасных известных заболеваний домашней птицы. Из-за полного вымирания всего поголовья домашней птицы распространение гриппа на птицефабриках обычно приводит к значительным экономическим потерям во всем мире. Перелетные птицы, особенно водоплавающие, являются естественным резервуаром вируса птичьего гриппа. Они во время миграции обмениваются разными штаммами вируса, вызывая антигенный дрейф и антигенную миграцию, что приводит к возникновению высокопатогенных вирусов гриппа птиц. Их сезонная миграция играет важную роль в формировании генетической структуры вирусной популяции. Это требует постоянного наблюдения за эволюцией вируса птичьего гриппа и регулярного мониторинга в различных местах для предотвращения новых вспышек эпизоотических и эпидемических заболеваний.

Ключевые слова: вирус гриппа птиц, мониторинг гриппа, перелетные водоплавающие птицы, высокопатогенный грипп птиц, домашняя птица.

B.T. Baikara^{1,2}, M.A. Saduakassova¹, P.B. Akshalova¹, A.A. Sultanov¹

¹Kazakh Scientific Research Veterinary Institute, Kazakhstan, Almaty

²al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Impact of bird migration on the spread of avian influenza in Kazakhstan

Abstract. Avian influenza is one of the most dangerous known diseases of poultry. Due to the complete extinction of the entire poultry population, the spread of influenza in poultry farms usually leads to significant economic losses throughout the world. Migratory birds, especially waterfowl, are a natural reservoir of the avian influenza virus. During migration, they exchange with different strains of the virus, causing antigenic drift and antigenic migration, which leads to the emergence of highly pathogenic avian influenza viruses. Their seasonal migration plays an important role in the formation of the genetic structure of the viral population. This requires constant observation of the evolution of the avian influenza virus and regular monitoring in various places to prevent new outbreaks of epizootic and epidemic diseases.

Keywords: avian influenza virus, influenza surveillance, migratory waterfowl, highly pathogenic avian influenza, poultry.

References

1. Huaiyu T., Sen Zh., Lu D., Thomas B., Yujun C., Scott H.N., John Y. T., Diann J. P., Xiangming X., Yarong W., Bernard C., Shanqian H., Ruifu Y., Bryan T.G. and Bing X. Avian influenza H5N1 viral and bird migration networks in Asia, *PNAS*, 112(1), 172-177 (2014).
2. Fourment M., Darling A.E., Holmes E.C. The impact of migratory flyways on the spread of avian influenza virus in North America, *BMC Evol Biol.*, 17, 118 (2017). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12862-017-0965-4>.
3. Zuban I.A., Kassimov I.R., Zhadan K.S.. Informational and analytical system for monitoring migration of migratory birds in Northern Kazakhstan, *Journal of Physics Conference Series*, 1515(3), 032075 (2020). DOI: 10.1088/1742-6596/1515/3/032075.
4. Olsen B., Munster V. J., Wallensten A., Waldenström J., Osterhaus A. D. M. E., and Fouchier R. A. M. Global patterns of influenza A virus in wild birds, *Science*, 312(772), 384-388 (2006).
5. Webster R.G., Bean W.J., Gorman O.T., Chambers T.M., Kawaoka Y. Evolution and ecology of influenza A viruses, *Microbiol. Rev.*, 56, 152-179 (1992). DOI: 10.1128/MR.56.1.152-179.1992.
6. Kida H., Yanagawa R., Matsuoka Y. Duck influenza lacking evidence of disease signs and immune response, *Infect. Immun.*, 30, 547-553 (1980).
7. Webster R.G., Yakhno M., Hinshaw V.S., Bean W.J., Murti K.G. Intestinal influenza: Replication and characterization of influenza viruses in ducks, *Virology*, 84, 268-278 (1978). DOI: 10.1016/0042-6822(78)90247-7.
8. Ramey A.M., Reeves A.B., Drexler J.Z., Ackerman J.T., De La Cruz S., Lang A.S., Leyson C., Link P., Prosser D.J., Robertson G.J., Wight J., Youk S., Spackman, E., Pantin-Jackwood, M., Poulson, R. L., & Stallknecht, D. E. Influenza A viruses remain infectious for more than seven months in northern wetlands of North America, *Proc. Biol. Sci.*, 287, 20201680 (2020). DOI: 10.1098/rspb.2020.1680.
9. Tao H., Li L., White M.C., Steel J., Lowen A.C. Influenza A Virus Coinfection through Transmission Can Support High Levels of Reassortment, *J. Virol.*, 89, 8453-8461 (2015). DOI: 10.1128/JVI.01162-15.
10. Li K.S., Guan Y., Wang J., Smith G.J., Xu K.M., Duan L., Rahardjo A.P., Puthavathana P., Buranathai C., Nguyen T.D., Estoepangestie A.T., Chaisingh A., Auewarakul P., Long H.T., Hanh N.T., Webby R.J., Poon L.L., Chen H., Shortridge K.F., Yuen K.Y., Webster R.G., Peiris J.S. Genesis of a highly pathogenic and potentially pandemic H5N1 influenza virus in eastern Asia, *Nature*, 430, 209-213 (2004). DOI: 10.1038/nature02746.
11. Webster R.G., Govorkova E.A., H5N1 influenza-continuing evolution and spread, *N Engl J Med.*, 355, 2174-2177 (2006).
12. Brown J.D., Stallknecht D.E., Swayne D.E., Experimental infection of swans and geese with highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) of Asian lineage, *Emerg Infect Dis.*, 14, 136-142 (2008).
13. Gaidet N., Cattoli G., Hammoumi S., Newman S.H., Hagemeijer W., Takekawa J.Y. Evidence of infection by H5N2 highly pathogenic avian influenza viruses in healthy wild waterfowl, *PLoS Pathog.*, 4(8), e1000127 (2008).
14. Kilpatrick A.M., Chmura A.A., Gibbons D.W., Fleischer R.C., Marra P.P., Daszak P. Predicting the global spread of H5N1 avian influenza, *Proc Natl Acad Sci USA*, 103, 19368-19373 (2006).
15. Gilbert M., Chaitaweesub P., Parakamawongsa T., Premashtira S., Tiensin T., Kalpravidh W. Anatidae migration in the western Palearctic and spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus, *Emerg Infect Dis.*, 12, 1650-1656 (2006).
16. Paul K., Chan S. Outbreak of Avian Influenza A(H5N1) Virus Infection in Hong Kong in 1997, *Clinical Infectious Diseases*, 34, 58-S64 (2002). DOI: <https://doi.org/10.1086/338820>.
17. Webby R.J., Webster R.G. Are we ready for pandemic influenza? *Science*, 302, 1519-1522 (2003).
18. Liu J., Xiao H., Lei F., Zhu Q., Qin K., Zhang X.W., Zhang X.L., Zhao D., Wang G., Feng Y., Ma J., Liu W., Wang J., Gao G.F. Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds, *Science*, 309, 426-428 (2005).
19. Umar M., Hussain M., Murtaza G., Shaheen F.A., Zafar F. Ecological concerns of migratory birds in Pakistan: A review, *Punjab Univ. J. Zool.*, 33(1), 69-76 (2018). DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/pujz/2018.33.1.69.76>.
20. Issabek A., Burashev Y., Chervyakova O., Orynbayev M., Kydyrbayev Z., Kassenov M., Zakarya K., Sultankulova K. Complete genome sequence of the highly pathogenic strain A/domestic goose/Pavlodar/1/05 (H5N1) of the avian influenza virus, isolated in Kazakhstan in 2005. *Microbiol. Resour. Announc.* – 2020. – Vol. 9(10). – P. e00109-20.

21. Mamadaliev S.M., Matveeva V.M., Koshemetov ZH.K., Hajrullin B.M., Orynbaev M.B, Sandybaev N.T., Kydyrbaev ZH.K., Zajcev V.L., ZHilin E.S., Nurabaev S.SH., Koryagina M.I. Monitoring osobo opasnyh virusnyh zabojevanij zhivotnyh i ptic na territorii respublik central'noj Azii, Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii [Monitoring of especially dangerous viral diseases of animals and birds on the territory of the republics of Central Asia, Current issues in veterinary biology], 2(6), 3-10 (2010). [in Russian]

22. V Atyrauskoy oblasti baklany pogibli ot ptich'ego grippa H5N1 [In the Atyrau region, cormorants died from bird flu H5N1]. [Electronic resource] – Available at: https://www.inform.kz/ru/v-atyrauskoy-oblasti-baklany-pogibli-ot-ptich-ego-grippa-h5n1_a2796602 (accessed: 14.07.2015). [in Russian]

23. Lewis N.S., Banyard A.C., Whittard E., Karibayev T., Al Kafagi T., Chvala I., Byrne A., Saduakassova M.A., King J., Harder T., Grund C., Essen S., Reid S.M., Brouwer A., Zinyakov N.G., Tegzhanov A., Irza V., Pohlmann A., Beer M., Fouchier R.A.M., Sultanov A.A., Brown I.H. Emergence and spread of novel H5N8, H5N5 and H5N1 clade 2.3.4.4 highly pathogenic avian influenza in 2020, Emerg Microbes Infect., 10(1), 148-151 (2021). DOI: 10.1080/22221751.2021.1872355.

24. Owen M., Black J.M. Waterfowl Ecology (Blackie and Son Ltd., Glasgow, London, 1990, 126-127 p.).

25. World Health Organization. Human infection with avian influenza A (H5N8). [Electronic resource] – Available at: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2021-DON313> (accessed: 26.02.2021).

26. Blagodatski A., Trutneva K., Glazova O., Mityaeva O., Shevkova L., Kegeles E., Onyanov N., Fede K., Maznina A., Khavina E., Yeo S. J., Park H., Volchkov P. Avian Influenza in Wild Birds and Poultry: Dissemination Pathways, Monitoring Methods, and Virus Ecology, Pathogens., 10(5), 630 (2021). DOI: 10.3390/pathogens10050630.

Авторлар туралы мәлімет:

Байқара Б.Т. – техника ғылымдарының магистрі, докторант, ғылыми қызметкер, Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты, Райымбек д-лы, 223, Алматы, Қазақстан.

Садуақасова М.А. – ветеринария ғылымдарының магистрі, докторант, ғылыми қызметкер, Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты, Райымбек д-лы, 223, Алматы, Қазақстан.

Ақшалова П.Б. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты, Райымбек д-лы, 223, Алматы, Қазақстан.

Султанов А.А. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институтын, Райымбек д-лы, 223, Алматы, Қазақстан.

Baikara B.T. – Master of Technical Sciences, Researcher, Kazakh Science Research Veterinary Institute, 223 Raiymbek avenue, Almaty, Kazakhstan.

Saduakassova M.A. – Master of Veterinary Sciences, Researcher, Kazakh Science Research Veterinary Institute, 223 Raiymbek avenue, Almaty, Kazakhstan.

Akshalova P.B. – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Kazakh Science Research Veterinary Institute, 223 Raiymbek avenue, Almaty, Kazakhstan.

Sultanov A.A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh Science Research Veterinary Institute, 223 Raiymbek avenue, Almaty, Kazakhstan.