

Кауменов Нурлан Сарсенбаевич – кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: +7-776-828-47-47, e-mail: nurlan77783@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7282-9721>.

Батырбеков Асылбек Нурлыбекович – кандидат ветеринарных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: +7-705-712-50-99, e-mail: asylbek555@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6201-4924>.

XFTAP 68.41.41

ӨОЖ 636.09

https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_43

ЖАНУАРЛАРДЫҢ ТРИХИНЕЛЛЕЗІН ЖЕДЕЛ ТҮРДЕ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ТЕСТ-ЖҮЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ

Жумалин А.Х.* – 1 курс докторанты, Ауылшаруашылық биотехнология ғылыми-өндірістік платформасының жетекші ғылыми қызметкері, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Сұраншиев Ж.Ә. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, микробиология және биотехнология кафедрасының доценті, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Әкібеков Ө.С. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, микробиология және биотехнология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Өтепова Г.М. – техника ғылымдарының магистрі, микробиология және биотехнология кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Трихинеллез – *Trichinella* spp. туысына жататын нематодтардан туындайтын, ветеринариялық және медициналық маңызы зор паразиттік ауру. Бұл ауру әлемнің көптеген елдерінде, соның ішінде Қазақстанда да кең таралған. Трихинеллез негізінен үй жануарлары мен жабайы жануарлар арқылы таралады, ал адамдарға шикі немесе дұрыс пісірілмеген ет арқылы жұғады. Соңғы жылдары трихинеллездің таралуы Азия, Еуропа және басқа аймақтарда өсу тенденциясын көрсетіп отыр. Қазақстанда трихинеллездің таралуы негізінен ит, борсық және жабайы шошқа еті арқылы жүреді. Аурудың диагностикасы үшін дәстүрлі әдістер, мысалы, трихиноскопия және серологиялық әдістер (ИФА, иммуноблоттинг) қолданылады, бірақ бұл әдістер күрделі жабдықтарды және көп уақытты қажет етеді. Осыған байланысты, зерттеу жұмыстарының мақсаты – трихинеллезді жедел анықтауға арналған иммунды хроматографиялық тест-жүйесін әзірлеу болды. Зерттеу барысында трихинелла антигендері мен антиденелері алынып, олардың белсенділігі зерттелді. Коллоидты алтынмен таңбаланған конъюгаттар дайындалып, олардың тиімділігі иммунды ферменттік талдау (ИФТ) арқылы тексерілді. Нәтижесінде Protein G конъюгатының трихинелла антиденелерімен жоғары белсенділік көрсеткені анықталды. Әзірленген иммунды хроматографиялық тест-жүйесінің тиімділігі эксперименттік жолмен жұқтырылған жануарлар мен табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардың үлгілерінде тексерілді. Тест-жүйесінің сезімталдығы мен тиімділігі жоғары болып, коммерциялық тест-жүйелерімен салыстырғанда сенімді нәтижелер берді. Қорытындылай келе, зерттеу нәтижелері трихинеллезді жедел диагностикалауға арналған иммунды хроматографиялық тест-жүйесінің тиімділігін растады. Бұл әдіс ауылдық және шалғай аймақтарда трихинеллезді тез және дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: трихинеллез, балау, антидене, антиген, конъюгат, иммунды хроматографиялық талдау.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ БЫСТРОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ТРИХИНЕЛЛЕЗА У ЖИВОТНЫХ

Жумалин А.Х.* – докторант 1 курса, ведущий научный сотрудник Научно-производственной платформы сельскохозяйственной биотехнологии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

Сұраншиев Ж.А. – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

Акибеков О.С. – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

Өтепова Г.М. – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан.

Трихинеллез – паразитарное заболевание, вызываемое нематодами рода *Trichinella* spp., имеющее важное значение как в ветеринарии, так и в медицине. Это заболевание широко распространено в ряде стран, включая Казахстан. Трихинеллез в основном передается через домашних и диких животных, а людям он может передаваться через сырое или недостаточно термически обработанное мясо. В последние годы

распространение трихинеллеза в Азии, Европе и других регионах демонстрирует тенденцию к увеличению. В Казахстане трихинеллез чаще всего передается через мясо собак, барсуков и диких свиней. Для диагностики заболевания традиционно используются методы, такие как трихиноскопия и серологические методы (ИФА, иммуноблоттинг), но эти методы требуют сложного оборудования и много времени. В связи с этим целью исследования было разработать иммуно-хроматографическую тест-систему для быстрого обнаружения трихинеллеза. В ходе исследования были получены антигены и антитела к трихинелле, исследована их активность. Были подготовлены конъюгаты с коллоидным золотом, и их эффективность проверена с помощью иммуно-ферментного анализа (ИФТ). В результате было установлено, что конъюгат Protein G проявляет высокую активность с антителами против трихинеллы. Эффективность разработанной иммуно-хроматографической тест-системы была проверена на образцах животных, экспериментально зараженных трихинеллезом, и на образцах диких животных, заболевших естественным путем. Чувствительность и эффективность тест-системы оказались высокими, и она дала надежные результаты по сравнению с коммерческими тест-системами. Результаты исследования подтвердили эффективность иммуно-хроматографической тест-системы для оперативной диагностики трихинеллеза. Этот метод позволяет быстро и точно диагностировать трихинеллез в сельских и отдаленных районах.

Ключевые слова: трихинеллез, диагностика, антитела, антиген, конъюгат, иммуно-хроматографический анализ.

DEVELOPMENT OF A TEST SYSTEM FOR RAPID DIAGNOSIS OF TRICHINELLOSIS IN ANIMALS

Zhumalin A.Kh.* – 1st-year PhD student, Leading Researcher of the Agricultural Biotechnology Scientific and Production Platform, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Suranshiyev Zh.A. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Akibekov O.S. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Otepova G.M. – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan.

Trichinosis is a parasitic disease caused by nematodes of the Trichinella genus, posing significant concerns for both veterinary and medical fields. This disease is widespread in many countries, including Kazakhstan. Trichinosis primarily spreads through domestic and wild animals, and humans can contract it through raw or undercooked meat. In recent years, the spread of trichinosis in Asia, Europe, and other regions has shown an increasing trend. In Kazakhstan, the disease is mainly transmitted through dog, badger, and wild boar meat. Traditional diagnostic methods, such as trichinoscopy and serological techniques (ELISA, immunoblotting), are used for diagnosing the disease, but these methods require sophisticated equipment and considerable time. Therefore, the research objective was to develop an immunochromatographic test system for the rapid detection of trichinosis. During the study, trichinella antigens and antibodies were obtained, and their activity was investigated. Colloidal gold-labeled conjugates were prepared, and their effectiveness was tested using enzyme immunoassay (ELISA). The results demonstrated that the Protein G conjugate exhibited high activity with trichinella antibodies. The effectiveness of the developed immunochromatographic test system was tested on samples from experimentally infected animals and wild animals naturally infected with the disease. The test system showed high sensitivity and efficiency, providing reliable results compared to commercial test systems. In conclusion, the research results confirmed the effectiveness of the immunochromatographic test system for the rapid diagnosis of trichinosis. This method allows for the quick and accurate detection of trichinosis in rural and remote areas.

Keywords: trichinellosis, diagnosis, antibodies, antigen, conjugate, immunochromatographic analysis.

Кіріспе

Трихинеллез – ветеринариялық және медициналық маңызы бар паразиттік ауру, *Trichinella* spp. туысына жататын нематодтардан туындайды, және ол кең географиялық таралымға ие. *Trichinella* spp. түрлері әлемнің түкпір-түкпірінде кездеседі және үй жануарларын, жабайы етқоректілер мен барлығын жейтін сүтқоректілерді (борсықтар, қарсақтар, қасқырлар, түлкілер, аюлар және жабайы шошқалар) инвазиялауға қабілетті [1, 1339 б.].

Трихинеллез ауруының таралуын талдау барысында, бұл аурудың паразиттік зоооздардың ең маңыздысы екендігі анықталды. Мысалы, Қытай, Жапония, Лаос Халықтық Демократиялық Республикасы, Вьетнам, Корея және басқа да елдерден, оның ішінде Таиландтан да инвазияны өршуі туралы хабарлар түсті [2, 1238 б.; 3, 3 б.]. Соңғы жылдары трихинеллез инвазиялары мен өршу жағдайлары Азия мен Еуропаның Латвия, Литва, Польша, Франция, Аргентина, Болгария, Румыния, Германия, Ресей және басқа елдерде тіркелген [4]. Мысалы, Ресейде соңғы жылдары шошқа еттері трихинеллалармен инвазияланған жағдайда, олардың саны 5-10 есе артқан және халықтың аурушаңдығы 1,5%-ға жеткен [5, 29 б., 6, 39 б.].

Қазақстан Республикасында да трихинеллез мәселесі өткір, бұл ветеринариялық-санитариялық іс-шараларға бөлінетін қаржының азаюымен байланысты. Қазақстандағы адамдар арасында трихинеллез ауруының таралуы жөніндегі талдау көрсеткендей, іңдет көзі – ит еті 63,9%, борсықтар – 17,2%, жабайы шошқалар – 17,2%. 2012 жылы Шығыс Қазақстан, Қарағанды және Солтүстік Қазақстан облыстарында шошқа етін жеген адамдарда трихинеллез ауруы тіркелді. Шабдарбаева Г.С. және басқалардың деректері бойынша, Қазақстан Республикасында орташа есеппен 100 000 тұрғынға шаққанда 58 трихинеллез жағдайы тіркеледі [7, 104 б.].

О.С. Акибеков және оның әріптестері (2023) 2013-2023 жылдар аралығында Қазақстан Республикасы аумағында жабайы етқоректілер арасындағы трихинеллездің таралуына мониторинг жүргізген. Мониторинг нәтижесінде 155 жануар зерттеліп, трихинеллезбен инвазияланған жабайы жануарлар Қарағанды, Қостанай, Батыс Қазақстан және Ақмола облыстарында ең көп таралғаны анықталған. Зерттелген жануарлардың 20%-ы инвазияланған болған және ең жоғары интенсивтілігі қасқырларда, түлкілер мен борсықтарда байқалды [8, 1840 б.]. Жалпы бұл мәліметтер бойынша Қазақстан Республикасында негізінен *T. nativa* және *T. britovi* түрлерінің

айналымы байқалғаны анықталды, бұл Боев С.Н. 1983 және Pozio, 2005 мақалаларының деректерімен расталады [9, 3 б., 10, 524 б.].

Қазіргі уақытта адамдар мен жануарларда *Trichinella spp.* анықтаудың екі негізгі әдісі бар. Мұндай әдістерге трихинскопия (қысу әдісі) және жасанды первазия әдісі паразиттердің тіндерде немесе өлекселерде бар-жоғын тексереді. Басқа әдіс серологиялық әдістермен, мысалы, иммуноферментті талдау (ИФА) (Gómez-Morales et al., 2008) [11, 1728 б.], жанама иммунофлуоресценциялық талдау, ферменттік иммуногистохимиялық әдіс (Bruschi et al., 2019) [12, 4 б.] және иммуноблоттинг (Gómez-Morales et al., 2021) [13, 34 б.] арқылы ауруды анықтайды. Алайда, бұл серологиялық әдістер еңбек сыйымдылығы жоғары және оларда күрделі жабдықтар қажет, ол ерқашан ветеринариялық зертханаларда бола бермейді. Мұндай шектеулер диагноз қоюды қиындатады, әсіресе шалғай немесе ауылдық аймақтарда тұратын тұрғындар үшін.

Алайда, жоғарыда аталған серологиялық әдістер көп уақыт пен зертханаларда әрдайым бола бермейтін күрделі жабдықтарды қажет етеді. Сондықтан, мұндай шектеулер көбінесе шалғай немесе ауылдық жерлерде диагноз қою ұзақ уақытқа созылады. Бұл кемшіліктерді жою үшін қолдануға оңай, қарапайым, портативті және шаруашылық жағдайларында зерттеулер жүргізуге ыңғайлы, арнайы қондырғылар мен жабдықтарды қажет етпейтін экспресс диагностикалар қажет. Осы айтылған критерийлерге сәйкес келетін, трихинелла антигендеріне телімді антиденелерді анықтауға негізделген әдістердің бірі иммунды хроматографиялық талдау (ИХТ) болып табылады.

Иммунды хроматографиялық талдау – медицина және ветеринария тәжірибесінде инвазиялық аурулардың диагностикасында кеңінен қолданылуда. Бұл әдіс биологиялық материалдардың құрамынан ауру қоздырушысының антигендерін немесе оған қарсы түзілген телімді антиденелерін сенімді түрде айқындауға мүмкіндік береді. ИХТ зертханадан тыс жағдайда жүргізуге ыңғайлы, біліктілігі жоғары мамандарды және арнайы қондырғылар мен жабдықтарды қажет етпейтін, қойылым жолы қарапайым, нәтижелері визуальды байқалатын әдіс болып саналады. Зерттеу нәтижелеріне 10-15 минутта қол жеткізуге болады.

Зерттеудің мақсаты: Жұмыстың мақсаты жануарлардың трихинеллезін жедел түрде балауға арналған иммунды хроматографиялық тест-жүйесін әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

1. Трихинеллез қоздырғышының антигендерін және оған қарсы антиденелерді алу және олардың белсенділігін зерттеу және иммунды хроматографиялық тест-жүйесін құрастыру;

2. Әзірленген иммунды хроматографиялық тест-жүйесінің сезімталдығын және тиімділігін эксперименттік жолмен жұқтырылған жануарлар мен табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардың үлгілерінде тексеру.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу жұмыстары «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ Ауыл шаруашылық биотехнология ғылыми-өндірістік платформасы, Биологиялық қауіпсіздік бойынша бірлескен Қазақстан-Қытай зертханасы, Ветеринария және мал шаруашылығы технологиясы факультетінің клиникасында жүргізілді.

Материалдар. Жұмыста салмақтары 3-4 кг болатын зертханалық қояндар, бұралқы иттердің және қасқыр ұшаларынан бөлініп алынған трихинелла балаңқұрттары, трихинеллалардың экскреторлы-секреторлық және соматикалық антигендері, трихинелла антигендеріне телімді моноклоналды және поликлоналды антиденелер, алтын-хлорсутекті қышқылы $HAuCl_4$ («Sigma-Aldrich», АҚШ), *Advanced Microdevices (Ambala Cantt, Үндістан)* компаниясының саңылауларының диаметрі 5 μ , 8 μ , 10 μ және 15 μ болатын *CNPC – SS12-L2-H50* нитроцеллюлозды мембраналар, үлгілерді енгізуге арналған мембраналар (*TYPE-GBF-R7L*), коллоидты алтын конъюгатын енгізуге арналған шыны талшықты мембраналар (*TYPE-PT-R5*) және адсорбциялаушы мембраналар (*TYPE-AP-045*) қолданылды.

Әдістер. Зерттеу барысында паразитологиялық, биотехнологиялық, иммунды химиялық, иммунологиялық, серологиялық әдістер пайдаланылды.

Бұралқы иттер және қасқыр ұшаларынан бөлініп алынған трихинелла балаңқұрттарымен зертханалық қояндар пероралды жолмен жұқтырылды.

Жұқтырылған зертханалық жануарлардың бұлшық еттері компрессорий әдісі және жасанды асқазан сөлімен (ЖАС) қорытылып «*GASTROS-2M*» аппаратымен зерттеу арқылы трихинелла балаңқұрттары анықталып, бөлініп алынды.

Экскреторлы-секреторлық антиген (ЭС-Аг) 5000-10000 дана трихинелла балаңқұрттарын гентамицин қосылған DMEM және RPMI-1640 қоректік орталары құйылған стерильді полистиролды флакондарда 24-48 сағат бойы 5% көмір қышқыл газы (CO_2) бар, +37°C температураға реттелген инкубаторда өсіру арқылы бөлініп алынды.

Trichinella spiralis балаңқұрттарынан соматикалық антиген (С-Аг) *Ruitenberget al.* әдісі бойынша дайындалды.

Экскреторлы-секреторлық және соматикалық антигендердің ақуыз концентрациялары М. Бредфорд әдісімен, ал антигендік белсенділігі ИФТ әдісімен айқындалды. Аталмыш антигендердің құрамындағы ақуыз фракцияларын анықтау жұмыстары *V.K. Laemmli* [14, 682 б.] әдісімен, 12,5% полиакриламидті гелінде натрий додецилсульфаты (НДС) бар вертикальды электрофорез аппаратында («*Bio-Red*», АҚШ) жүргізілді.

Моноклоналды антиденелер (МКА) *Trichinella spiralis* антигендерімен иммунделген *Balb/c* тышқандарының көк бауырынан бөлініп алынған В-лимфоциттері мен *X63Ag8.653* миелома жасушаларын *Oi V. және Herzenberg L.* ұсынған әдісімен будандастырылды. Пайда болған гибриді жасушалардың арасынан телімді антиденелерді тұрақты өндіретін гибридомалар таңдалып, МКА препаративті мөлшерлері *in vivo* жағдайында жинап алынды.

Поликлоналды антиденелерді (ПКА) зертханалық қояндарды *Trichinella spiralis* антигендерімен иммундеу арқылы алып, олардың құрамындағы антиденелердің телімділігі ИФТ «жанама» қойылымымен анықталды.

Алынған телімді моноклоналды және поликлоналды антиденелер аммоний сульфатының қаныққан ерітіндісімен тұндырылып, *s AKTA pure 25* (GE, Бостон, АҚШ) хроматография жүйесінде *G – Hi Trap Protein G* (GE, Бостон, АҚШ) колонкасында тазартылды.

Коллоидты алтынды дайындау. Коллоидты алтын (КА) ерітіндісі G. Frens [15, 21 б.] әдісі бойынша дайындалды. Ол үшін 0,01%-ды алтын-хлорсутекті қышқылы ($H AuCl_4$) ерітіндісін қолбаға құйып, магнитті араластырғышта қайнағанға дейін қыздырып алғаннан кейін араластыра отыра 1,8 мл натрий цитратының ($Na_3C_6H_5O_7$) 1%-ды ерітіндісін қосылды. Қоспаны 15 минут қайнатқан соң салқындатып, қолданғанға дейін +4-6°C температурада сақталды.

Коллоидты алтынмен таңбаланған телімді конъюгаттарды дайындау. Трихинелла антигендері және Protein G мен коллоидты алтынның нанобөлшектерін таңбалау жұмыстарын оңтайландыру үшін 3 түрлі әдіс қолданылды.

Бірінші әдіс. Калий карбонаты (K_2CO_3) ерітіндісімен рН-ы 9-ға жеткізілген коллоидты алтын ерітіндісіне 10 mM Tris-HCl буферіндегі антигеннің қажетті мөлшері мен сиыр қан сарысуы альбуминінің (СҚСА) ерітіндісін 0,25% болғанша тамшылата отыра қосып, 30 минут бөлме температурасында қалдырылды. Инкубация уақыты өткеннен кейін коллоидты алтынмен байланысқан антиденелерді байланыспағандарынан тазарту жұмыстары үш рет 30 минут бойы 10 000 айн/минутта центрифугалау арқылы жүргізілді.

Екінші әдіс. рН 7,0-7,5 болатын 1 мл коллоидты алтын ерітіндісіне 0,1 мл антигенді тамшылата тотыра қосып, 30 минут магнитті араластырғышта инкубацияланды. Содан кейін оған 1%-ды сиыр қан сарысуы альбумині бар Tris-HCl буферлік ерітіндісі қосылды. Дайын болған конъюгатты байланыспаған антиденелерден тазарту үшін 30 мин, 10 000 айн/минутта (4°C) центрифугаланды. Тұнба сұйықтығы төгіліп, тұнбаға қажетті мөлшерде 1%-ды сиыр қан сарысуы альбумині қосылған Tris-HCl буферімен қайта ерітілді. Дайын болған конъюгат қолданғанға дейін +4°C температурада сақталды.

Үшінші әдіс. Коллоидты алтынның 10 мл ерітіндісінің рН-ы 9-ға дейін калий карбонатымен жеткізіліп, оған 10 mM Tris-HCl буферіндегі антиген Protein G мен сиыр қан сарысуы альбумині ерітінділері тамшылата отыра қосылып, инкубацияланды. Инкубация уақыты аяқталғаннан кейін 30 минут ішінде алынған конъюгатты байланысқа түспеген ақуыздардан тазарту үш рет 10 000 айн/минутта центрифугалау арқылы жүргізілді. Пайда болған тұнба 1% сиыр қан сарысуы альбумині қосылған Tris-HCl буферімен қайта араластырылды.

Дайындалған конъюгаттардың белсенділігі нитроцеллюлоза мембранасының (НЦМ) беткейінде «нүктелі» ИФТ әдісімен тексерілді.

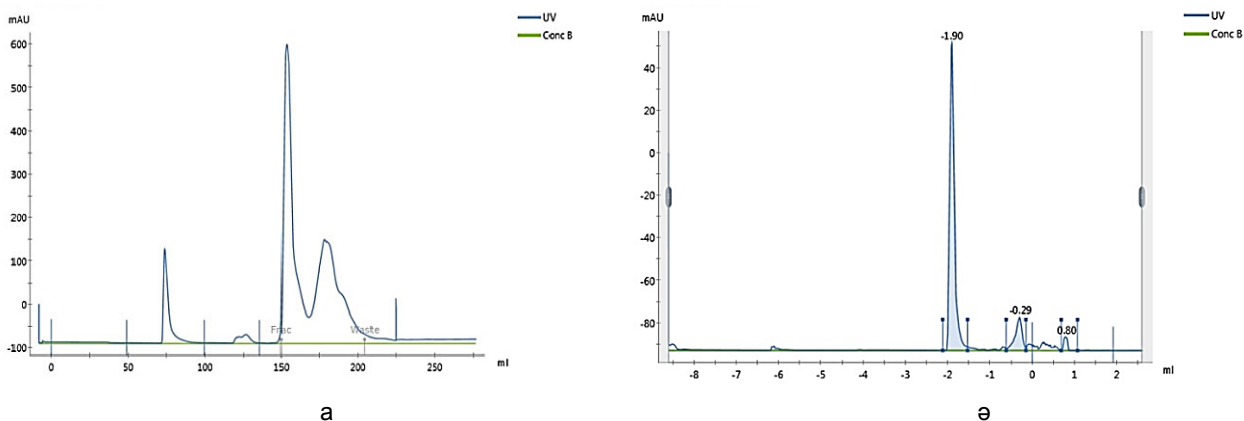
«Нүктелі» иммунды ферменттік талдаудың тікелей қойылымы. Трихинелла антигендеріне телімді қан сарысулары 1:1 қатынасындағы сұйылтымынан басталып фосфатты тұз ерітіндісінде (ФТЕ) титрленіп, әрбір сұйылтымдағы антиденелер 0,001 мл мөлшерінде нитроцеллюлоза мембранасының жолақтарына енгізілді. Телімсіз адсорбцияларды болдырмау үшін НЦМ бос аймақтары сиыр қан сарысуы альбуминінің 1%-ды ерітіндісімен бекітілді. Реакцияның әрбір сатысынан соң НЦМ жолақшалары Tween-20 қосылған фосфатты-тұз ерітіндісімен 3 рет шайылып отырды. Реакцияның келесі сатысында дайындалған конъюгат ерітінділері енгізіліп, 15 минут бойы термостатта инкубацияланып, реакция нәтижелері визуалды түрде бағаланды.

Зерттеу нәтижелері. М.Бредфорд әдісімен трихинелла антигендерінің ақуыз концентрацияларын зерттеу барысында ЭС-Аг құрамындағы ақуыз мөлшері 0,06 мг/мл, ал С-Аг-де 1,0 мг/мл шамасында болды.

ЭС-Аг мен С-Аг препараттарының антигендік белсенділігі эксперименталды жолмен жұқтырылған жануарлардың қан сарысуларын ИФТ «жанама» қойылымымен зерттеу арқылы іске асырылды. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде ЭС-Аг-ге телімді антиденелердің титрлері 1:3200 және 1:12800 аралығында болса, ал С-Аг телімді антиденелермен 1:1600 – 1:6400 шамасында әрекеттесіп, айтарлықтай антигендік белсенділік көрсетті.

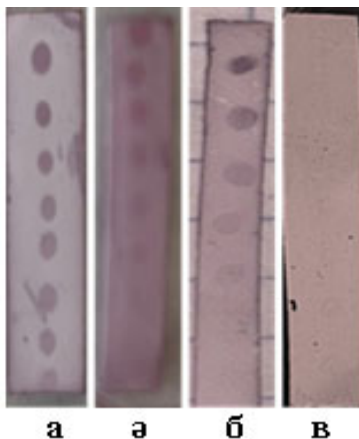
Трихинелла антигендерінің электрофореграммасы нәтижесінде молекулалық салмақтары 17 мен 120 кДа аралығында болатын 4 ақуыз фракциялары анықталды.

Trichinella spp. антигеніне телімді моноклоналды және поликлоналды антиденелер аммоний сульфатының қаныққан ерітіндісімен тұндырылып, sAKTA pure 25 (GE, Бостон, АҚШ) хроматография жүйесінде G – Hi Trap Protein G (GE, Бостон, АҚШ) колонкасында тазарту барысында бірінші фракцияда G класының иммуноглобулин, ал екінші фракцияда ақуыздық балластар айқындалды. Тазартылған ПКА мен МКА хроматограммасы 1-суретте көрсетілген. Зерттеу жұмыстарында тазартылған антиденелердің бірінші фракциялары, 1 мл МКА және 1,5 мл ПКА алынды. Хроматографиямен тазартылғаннан кейін алынған иммуноглобулин фракцияларының трихинелла антигендеріне белсенділігі иммунды ферменттік талдауда қайта тексерілді. Тексеру барысында тазартылған ПКА препаратының ИФТ-да аталмыш антигендермен 1:6400 және 1:12800 аралығында байланысқан болса, МКА өз антигендерімен 1:3200 және 1:6400 сұйылтымдарында әрекетте алатындығы байқалып, тазартылған моноклоналды және поликлоналды антиденелер эплендорф түтіктеріне үлестіріліп, қолданғанға дейін мұздатқыштарға (-20°C) сақтауға қойылды.



1-сурет – Тазартылған ПКА (а) мен МКА (ә) хроматограммасы

Коллоидты алтынмен таңбаланған трихинелла антигендері және Protein G конъюгаттарын дайындау. ИХТ тесттің негізгі компоненттерінің бірі болып коллоидты алтынмен таңбаланған ақуыз препараты саналады. Конъюгаттарды дайындау барысында Protein G препаратымен таңбалауға арналған нанобөлшектерінің диаметрі 20 нм болатын коллоидты алтынның оңтайлы рН көрсеткіші 9,5 болса, Трихинелла антигендерін таңбалауға қажетті коллоидты алтынның оңтайлы рН көрсеткіштері қажетті деңгейге жеткізілгеннен кейін оған антиген ақуыз концентрациясы 0,02 мг/мл болғанға дейін қосылды. Коллоидты алтынның байланыспаған бөлшектері 1 мл сиыр қан сарысуы альбуминінің 1%-ды ерітіндісін қосу арқылы тежелді. Сонан соң қоспа центрифугаланып, тұнба 1 мл Tris-HCl буферімен ресуспензияланды. Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде 1 мл Protein G+КА, 1,2 мл ЭС-Аг+КА және 1 мл С-Аг+КА конъюгацияланған үш түрлі препарат дайындалды. Дайындалған конъюгат препараттарының белсенділігі ИФТ-дың «нүктелі» қойылымымен тексерілді (2-сурет). Protein G+КА, ЭС-Аг+КА және С-Аг+КА конъюгаттарының белсенділігін анықтау үшін қояндардың поликлоналды қан сарысулары пайдаланылды. Ол үшін нитроцеллюлоза мембранасының жолақтарына фосфатты тұз ерітіндісіндегі трихинеллаларға телімді антиденелер 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, 1:128 қатынастарындағы сұйылтымдары енгізілді. НЦМ бос аймақтары сиыр қан сарысуы альбуминінің 1%-ды ерітіндісімен бекітілген соң, олар конъюгат ерітінділерінде инкубацияланып, реакция нәтижелері визуалды түрде бағаланды.



а) Protein G+КА, ә) ЭС-Аг+КА, б) С-Аг+КА, в) бақылау

2-сурет – Конъюгаттарының белсенділігін ИФТ-дың «нүктелі» қойылымымен тексеру нәтижесі

2-суреттегі көрсеткіштер бойынша Protein G+КА конъюгатының трихинеллаларға телімді антиденелерімен белсенді түрде әрекетесіп, олардың титрі 1:128-ді құрады. Ал ЭС-Аг+КА және С-Аг+КА конъюгаттарының трихинеллаларға қарсы алынған қан сарысуларының құрамындағы телімді антиденелермен әлсіздеу байланысқа түсіп, сәкесінше 1:8 және 1:32 титрді көрсетті. Бақылау ретінде қойылған сынаманың теріс нәтиже көрсеткендігі байқалып отыр. Қорытындылай келе, ЭС-Аг+КА мен С-Аг+КА конъюгаттарына қарағанда, Protein G+КА конъюгатының белсенділігі анағұрлым жоғары болғандығы айқындалды. Осыған орай келесі зерттеу жұмыстарында, яғни иммунды хроматографиялық тест-жүйесін әзірлеуге арналған конъюгат ретінде коллоидты алтынмен таңбаланған Protein G конъюгатын қолдану ұйғарылды.

Зерттеу жұмыстың келесі кезеңінде қан сарысуларының құрамынан телімді антиденелерді анықтауға арналған ИХТ тест-жүйесін әзірлеу сызба-нұсқасы мен реакцияны жүргізу параметрлері оңтайландырылды. Ол үшін сынамаларды енгізуге арналған сүзгі ретінде TYPE-AP-045 27x260 мм және сорбциялаушы төсеніш ретінде TYPE-GBF-R7L 27x260 мм мембраналары қолданылды. Конъюгатқа арналған жастықшаны дайындауға қажетті материал ретінде TYPE-PT-R5 70x260 мм шыны талшықты сүзгісі пайдаланылды. Сонымен қатар, саңылауларының диаметрі әртүрлі CNPC (15 μ, 10 μ, 8 μ, 5 μ) нитроцеллюлозды мембраналар сынақтан өткізілді (3-сурет).



а) CNPC (15 μ), ә) CNPC (10 μ), б) CNPC (8 μ), в) CNPC (5 μ)

3-сурет – Саңылаулары әртүрлі НЦМ сынақтан өткізу нәтижесі

Орындалған зерттеулердің нәтижесінде саңылауларының диаметрі 15 μ болатын нитроцеллюлозалы мембранасында (CNPC) бақылау және тест жолақтары анық байқалып, олардың капиллярлық ағындары жағынан ерекше физика-химиялық қасиетті иеленгендігі және олар өз кезегінде реакцияның сезімталдығы мен телімділігіне оң әсер ететіндігі айқындалды.

ИХТ тест-жүйесін құрастыруға қажетті барлық материалдар таңдап алынғаннан кейін антиген, антиденелер мен конъюгаттың оңтайлы концентрацияларын таңдау жұмыстары жүргізілді. Пайдаланылған барлық оңтайлы компоненттер эксперименталды жолмен таңдап алынды.

Нитроцеллюлоза мембранасының беткейінде бақылау жолағын салу үшін қоянның тазартылған ПКА 0,01-ден 0,1 мг/мл-ге дейінгі концентрацияда, ал тест жолағын жасау мақсатында трихинелланың тазартылған антигені 0,01-0,1 мг/мл аралығындағы мөлшерлері қолданылды. Конъюгатқа арналған жастықша *Protein G* конъюгатымен қанықтырылды. Иммунды хроматографиялық талдауды жүргізу үшін эксперименталды жұқтырылған жануарлардың қан сарысулары зерттеуге алынған сынамаларды енгізуге арналған төсенішке енгізу үшін 1:10-нан 1:100 аралығындағы сұйылтымдары пайдаланылды.

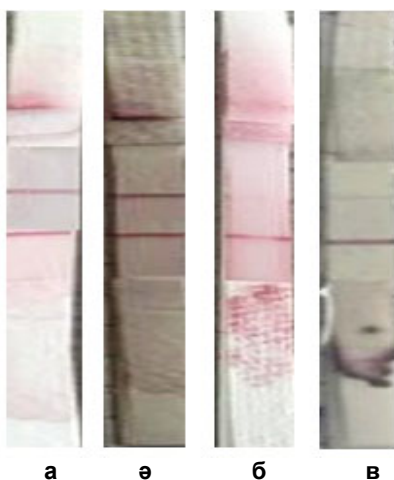
Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде жануарлардың қан сарысуларының құрамынан *Trichinella spp.* антигендеріне қарсы түзілген антиденелерді анықтауға арналған ИХТ тест-жүйесін әзірлеуге қажетті компоненттер мен реакцияны қоюдың тиімді параметрлері таңдап алынды.

1см² шыны талшықты мембранаға (TYPE-RT-R5) 0,03 мл коллоидты алтынмен таңбаланған *Protein G* конъюгатының ерітіндісі енгізілгеннен кейін, ол 15 сағат бойы бөлме температурасында кептірілді. Шыны талшықты мембраналарға конъюгаттар 0,002 мг/мл, 0,001 мг/мл, 0,0005 мг/мл және 0,00025 мг/мл мөлшерлерінде сіндірілді.

ИХТ тест-жүйесін құрастыру үшін CNPC – SS12-L2-H50 типті НЦМ жабысқан лентасын аршып, бір жағына коллоидты алтынмен таңбаланған конъюгатты енгізуге арналған шыны талшықты мембрананы (TYPE-RT-R5) жабыстырады, сосын оған зерттеуге алынған үлгілерді енгізуге арналған 27x260 мм мембрананы (TYPE-AP-045) айқастыра орналастырады. НЦМ екінші жағына сорбциялаушы төсеніш ретінде TYPE-GBF-R7L 27x260 мм мембранасы желімделді.

ИХТ тест-жүйесін құрастырылғаннан кейін НЦМ бақылау және тест жолақтары аумақтарына қояндардың ПКА мен трихинелла антигендерінің 0,01-ден 0,1 мг/мл-ге дейінгі мөлшерлеріндегі ФТЕ-дегі сұйылтымдары Easyprinter Printing Device (Advanced Sensor Systems, Үндістан) автоматты диспенсер көмегімен иммобилизацияланды. Дайын болған поликомпазитті мембраналар Programmable Strip Cutter (Advanced Sensor Systems, Үндістан) аппаратының көмегімен жіңішке тест-жолақшаларға кесілді.

Хроматографиялық жолақтар құрастырылып, кесілгеннен кейін дайын болған тест-жүйе эксперименталды жолмен жұқтырылған және сау қояндардың қан сарысуларын қолдана отыра сынақтан өткізілді. Сынақтан өткізілген ИХТ тест-жүйенің нәтижелері 4-суретте көрсетілген.



а, ә – позитивті (оң) нәтиже; б, в – негативті (теріс) нәтиже

4-сурет – ИХТ тест-жүйені сынақтан өткізу нәтижесі

Сынақтан өткізілгеннен кейін әзірленген ИХТ –тест-жүйесіне арналған жолақтар Timberk DH TIM 30 E1W аппаратының көмегімен кептіріліп, арнайы кассеталарға салынып, қапталғаннан кейін бөлме температурасында герметикалық жабыған қораптарда сақтауға қойылды.

Зерттеудің келесі сатысында трихинеллезге эксперименталды жолмен жұқтырылған қояндар мен табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардың бұлшық еттерін жасанды асқазан сәлімен қорыту арқылы трихинеллаларды бөліп алу және олардың қан сарысулары мен бұлшық ет үлгілерінің сарысуларын, сондай ақ Берлин қаласындағы Тәуекелділікті бағалау бойынша Референттік орталығы (BfR, Алмания) зертханасының қызметкері, доктор AnneMayer-Scholl ұсынған шошқа қан сарысуларын қолдана отыра, әзірленген ИХТ тест-жүйесінің тиімділігін айқындау жұмыстары «LT Biotech» компаниясының (Литва) коммерциялық ИХТ тест-жүйесімен салыстыра отыра жүргізілді.

Зерттеуге алынған 0,1 мл сынамаларға тең көлемде, яғни 1:1 қатынасында физиологиялық ерітіндіні қосып, 5 минут араластырған соң, олар 0,08-0,1 мл мөлшерлерінде ИХТ тест-жүйесі кассетасындағы сынамаларға арналған орынға енгізілді.

Аталмыш тест-жүйесінің принципі зерттеуге алынған сұйықтықты енгізген жағдайда антиденелер конъюгатпен (коллоидты алтынмен таңбаланған *Protein G*) байланысады да, «антидене+конъюгат» кешені НЦМ

жолағының бойымен жылжып, тест жолағына иммобилизацияланған трихинелла антигенімен және бақылау жолағындағы поликлоналды антиденелермен әрекеттеседі. Мұндай құбылыс кезінде конъюгат тест жолағындағы антигеннің айналасына шоғырланып, қызыл түсті жолақ түрінде боялады. Ал антигенмен байланысқа түспеген коллоидты алтынмен таңбаланған *Protein G* конъюгаты одан әрі қарай жылжи отыра бақылау жолағындағы поликлоналды антиденелермен әрекеттесіп, екінші боялған жолақ пайда болады. Бақылау жолағы реакция нәтижелері оң немесе теріс болған жағдайларға қарамастан боялады. Реакция нәтижесі зерттеуге алынған сынаманы енгізген соң 10 минуттан кейін визуальды түрде есепке алынады. Реакция оң (позитивті) болған жағдайда НЦМ беткейіндегі тест және бақылау жолақтарының бойында 2 боялған жолақша пайда болады, реакция теріс (негативті) болған жағдайда бақылау жолағының бойында тек бір ғана боялған жолақша пайда болады. ИХТ тест-жүйесінің тиімділігін анықтау нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. ИХТ тест-жүйесінің тиімділігін анықтау нәтижелері

Жануарлар түрі	Үлгі саны	Зерттеуге алынған материал	Зерттеу нәтижелері		
			ЖАС-мен қорытылған бұлшық ет	Әзірленген ИХТ тест-жүйесі	Коммерциялық ИХТ тест-жүйесі
Жұқтырылған қоян	2	Қан сарысуы (14, 17 тәулікте алынған)	ЗЖ	–	–
Жұқтырылған қоян	2	Қан сарысуы (31, 45 тәулікте алынған)	ЗЖ	+	+
Жұқтырылған қоян	1	Қан сарысуы (70 тәулікте алынған)	+	+	+
Қасқыр	5	Бұлшық ет сарысуы	+	+	+
Түлкі	5	Бұлшық ет сарысуы	+	+	+
Борсық	5	Бұлшық ет сарысуы	+	+	+
Жабайы қабан	5	Бұлшық ет сарысуы	+	+	+
Қарсақ	3	Бұлшық ет сарысуы	+	+	+
Үй шошқасы (Алмания)	2	Қан сарысуы	+	+	+
Сау қоян	1	Бұлшық ет сарысуы	–	–	–
Сау қоян	1	Қан сарысуы	–	–	–

Ескерту: «+» – оң (позитивті) нәтиже; «–» – теріс (негативті) нәтиже; «ЗЖ» – зерттелген жоқ.

Кестедеде көрсетілгендей, әзірленген ИХТ тест-жүйесінің тиімділігін тексеру үшін барлығы 30 сынама зерттелді, оның ішіндегі 5 сынама эксперименталды мақсатта жұқтырылған қояндардан алынған, табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардан алынған 21 сынама, Берлин қаласындағы Тәуекелділікті бағалау бойынша Референттік орталығының (*BfR*, Алмания) зертханасы ұсынған 2 дана позитивті қан сарысулары мен 2 дана сау қояндардың қан сарысуы үлгілері.

Эксперименталды мақсатта трихинелла балаңқұрттарымен жұқтырылған қояндардың қан сарысуларының құрамынан телімді антиденелер инвазияның 31, 45 және 70-ші тәуліктерінде айқындалды. Табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардың бұлшық етінен трихинеллалар анықталған 21 дана сарысу сынамалары әзірленген және коммерциялық ИХТ тест-жүйесінде оң нәтиже көрсетті. Осылайша, табиғи жолмен ауруға шалдыққан жабайы жануарлардың бұлшық ет сарысулары мен эксперименталды мақсатта жұқтырылған жануарлардың қан сарысуларының құрамынан трихинеллаларға қарсы түзілген антиденелерді тексере отыра әзірленген ИХТ тест-жүйесінің сезімталдығы мен тиімділігі жоғары және диагностикалық жағынан құнды екендігі анықталды.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының барысында эксперименталды жұқтырылған қояндардың бұлшық еттерінен бөлініп алынған трихинелла балаңқұрттарын қоректік орталарда инкубациялау арқылы ақуыз мөлшері 0,06 мг/мл болатын ЭС-Аг, *Trichinella spiralis* балаңқұрттарынан ақуыз концентрациясы 1,0 мг/мл С-Аг бөлініп алынды. Алынған антигендік препараттар эксперименталды жолмен жұқтырылған жануарлардың қан сарысуларын ИФТ «жанама» қойылымымен зерттеу барысында ЭС-Аг-ге телімді антиденелердің титрлері 1:3200 және 1:12800 аралығында, ал С-Аг телімді антиденелермен 1:1600 – 1:6400 шамасында әрекеттесіп, айтарлықтай антигендік белсенділік көрсете алды. Трихинелла антигендерінің электрофореграммасы нәтижесінде молекулалық салмақтары 17 мен 120 кДа аралығында болатын 4 ақуыз фракциялары анықталды.

Аммоний сульфатының қаныққан ерітіндісімен тұндырылып, хроматография әдісімен тазартылған, *Trichinella spp.* антигеніне телімді 1,5 мл ПКА және 1 мл МКА алынды. Алынған антиденелердің ИФТ-дағы титрлері сәйкесінше, 1:6400 – 1:12800 және 1:3200 – 1:6400 аралығында болды.

Жалпы мөлшері 1 мл *Protein G*+КА, 1,2 мл ЭС-Аг+КА және 1 мл С-Аг+КА конъюгацияланған үш түрлі препарат дайындалып олардың белсенділігін ИФТ-дың «нүктелі» қойылымымен тексеру нәтижесінде *Protein G*+КА конъюгатының трихинеллаларға телімді антиденелерімен 1:128 сұйылтымда, ал ЭС-Аг+КА және С-Аг+КА конъюгаттарының трихинеллаларға қарсы алынған қан сарысуларының құрамындағы телімді антиденелермен, сәкесінше 1:8 және 1:32 титрлерде әрекеттесе алды.

Жануарлардың қан сарысуларының құрамынан *Trichinella spp.* антигендеріне телімді антиденелерді жедел түрде анықтауға арналған ИХТ тест-жүйесін әзірлеуге қажетті барлық компоненттер мен реакцияны қоюдың тиімді параметрлері таңдап алынды. Хроматографиялық жолақтар құрастырылып, кесілгеннен кейін дайын болған тест-жүйе арнайы қасеталарға салынып, қапталғаннан кейін бөлме температурасында герметикалық жабылған қораптарда сақтауға қойылды.

Сонымен, жануарлардың қан сарысуларының құрамынан трихинеллаларға қарсы түзілген антиденелерді жедел түрде анықтауға арналған, диагностикалық жағынан құнды, сезімтал келген ИХТ тест-жүйесі әзірленді.

Зерттеу жұмыстары AP09058176 және AP23489156 ғылыми жобалары тақырыбы аясында жүргізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Murrell K.D., Pozio E. **Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly** [Text] / K.D. Murrell, E. Pozio // *International Journal for Parasitology*. – 2000. – Vol. 30. – P. 1339-1349.
2. Stehr-Green J.K., Schantz P.M. **Trichinosis in Southeast Asian refugees in the United States** [Text] / J.K. Stehr-Green, P.M. Schantz // *American Journal of Public Health*. – 1986. – Vol. 76. – P. 1238-1239.
3. **Epidemiology of trichinellosis in Asia and the Pacific Rim** [Text] / Y. Takahashi, L. Mingyuan, J. Waikagul // *Veterinary Parasitology*. – 2000. – Vol. 93. – P. 227-239.
4. **A study to demonstrate freedom from Trichinella spp. in domestic pigs in Switzerland** [Text] / M.E. Schuppers, G. Rosenberg, R. Graf et al. // *Zoonoses and Public Health*. – 2010. – Vol. 57. – P. 212-220.
5. **Одоевская, И.М. О возможности вертикальной передачи трихинелл и влиянии инвазии** [Текст] / И.М. Одоевская // *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. – 2014. – Вып. 4. – С. 28-31.
6. **Твердохлебова, Т.И. Трихинеллез на юге России: эпидемиология, диагностика и профилактика в современных социально-экономических условиях** [Текст]: автореф. дис... канд. вет. наук / Т.И. Твердохлебова. – Москва: РГБ, 2007.
7. **Шабдарбаева, Г.С. Абдыбекова, А.М. Шапиев, Л. Антропозоозы и меры по их предупреждению в Республике Казахстан** [Текст]: монография / Г.С. Шабдарбаева, А.М. Абдыбекова, Л. Шапиев. – Алматы: Изд-во S-Print, 2012. – 104 с.
8. **Akibekov O.S., Syzdykova A.S., Lider L.A., et al. Trichinellosis dissemination among wild carnivores in the Republic of Kazakhstan: A 10-year study** [Text] / O.S. Akibekov, A.S. Syzdykova, L.A. Lider, et al. // *Veterinary World*. – 2023. – Vol. 16. – P. 1901-1908.
9. **Pozio E. The broad spectrum of Trichinella hosts: from cold- to warm-blooded animals.** [Text] / E. Pozio // *Veterinary Parasitology*. – 2005. – Vol. 132. – P. 3-11.
10. **Боев, С.Н. Бондарева, В.И. Соколов, И.Б. Тазиева, Ж.Х. Трихинеллез в Казахстане** [Текст] / С.Н. Боев, В.И. Бондарева, И.Б. Соколов, Ж.Х. Тазиева // *Паразитология*. – 1966. – Вып. 12. – С. 519-525.
11. **Gómez-Morales M.A., Ludovisi A., Amati M., Cherchi S., Pezzotti P., Pozio E. Validation of an enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of human trichinellosis** [Text] / M.A., Gómez-Morales, A. Ludovisi, M. Amati, S. Cherchi, P. Pezzotti, E. Pozio // *Clinical and Vaccine Immunology*. – 2008. – Vol. 15. – P. 1723-1729.
12. **Bruschi F., Gómez-Morales M.A., Hill D.E. International Commission on Trichinellosis: Recommendations on the use of serological tests for the detection of Trichinella infection in animals and humans** [Text] / F. Bruschi, M.A. Gómez-Morales, D.E. Hill // *Food and Waterborne Parasitology*. – 2019. – Vol. 14. – e00032 p.
13. **Gómez-Morales M.A., Mazzarello G., Bondi E., Arenare L., Bisso M.C., Ludovisi A., et al. Second outbreak of Trichinella pseudospiralis in Europe: clinical patterns, epidemiological investigation and identification of the etiological agent based on the western blot patterns of the patients' serum** [Text] / M.A. Gómez-Morales, G. Mazzarello, E. Bondi, L. Arenare, M.C. Bisso, A.Ludovisi et al. // *Zoonoses and Public Health*. – 2021. – Vol. 68. – P. 130-135.
14. **Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4** [Text] / U.K. Laemmli // *Nature*. – 1970. – Vol. 227. – P. 680-685.
15. **Frens G. Controlled nucleation for the regulation of the particle size in monodisperse gold suspensions** [Text] / G. Frens // *Nature Physical Science*. – 1973. – Vol. 241. – P. 20-22.

REFERENCES:

1. Murrell K.D., Pozio E. **Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly.** *International Journal for Parasitology*, 2000, vol. 30, no. 12-13, pp. 1339-1349. DOI: 10.1016/S0020-7519(00)00149-6.
2. Stehr-Green J.K., Schantz P.M. **Trichinosis in Southeast Asian refugees in the United States.** *American Journal of Public Health*, 1986, vol. 76, no. 10, pp. 1238-1239. DOI: 10.2105/AJPH.76.10.1238.
3. Takahashi Y., Mingyuan L., Waikagul J. **Epidemiology of trichinellosis in Asia and the Pacific Rim.** *Veterinary Parasitology*, 2000, vol. 93, no. 3-4, pp. 227-239. DOI: 10.1016/S0304-4017(00)00350-3.
4. Schuppers M.E., Rosenberg G., Graf R., et al. **A study to demonstrate freedom from Trichinella spp. in domestic pigs in Switzerland.** *Zoonoses and Public Health*, 2010, vol. 57, no. 7-8, pp. 212-220. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2009.01247.x.
5. **Одоевская И.М. О возможности вертикальной передачи трихинелл и влиянии инвазии** [On the possibility of vertical transmission of Trichinella and the impact of invasion]. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*, 2014, vol. 4, pp. 28-31. (In Russian).
6. **Твердохлебова Т.И. Трихинеллез на юге России: эпидемиология, диагностика и профилактика в современных социально-экономических условиях** [Trichinellosis in the South of Russia: epidemiology, diagnostics, and prevention in modern socio-economic conditions]. Abstract from PhD thesis. Moscow, RGB, 2007. (In Russian).
7. **Шабдарбаева Г.С., Абдыбекова А.М., Шапиев Л. Антропозоозы и меры по их предупреждению в Республике Казахстан** [Anthropozoonoses and measures for their prevention in the Republic of Kazakhstan]. *Almaty, S-Print*, 2012, 104 p. (In Russian).
8. **Akibekov O.S., Syzdykova A.S., Lider L.A., et al. Trichinellosis dissemination among wild carnivores in the Republic of Kazakhstan: A 10-year study.** *Veterinary World*, 2023, vol. 16, no. 9, pp. 1901-1908. DOI: 10.14202/vetworld.2023.1901-1908.
9. **Pozio E. The broad spectrum of Trichinella hosts: from cold- to warm-blooded animals.** *Veterinary Parasitology*, 2005, vol. 132, no. 1-2, pp. 3-11. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.05.024.
10. **Боев С.Н., Бондарева В.И., Соколов И.Б., Тазиева Ж.Х. Трихинеллез в Казахстане** [Trichinellosis in Kazakhstan]. *Паразитология*, 1966, vol. 12, pp. 519-525. (In Russian).

11 Gómez-Morales M.A., Ludovisi A., Amati M., Cherchi S., Pezzotti P., Pozio E. Validation of an enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of human trichinellosis. *Clinical and Vaccine Immunology*, 2008, vol. 15, no. 11, pp. 1723-1729. DOI: 10.1128/CVI.00236-08.

12 Bruschi F., Gómez-Morales M.A., Hill D.E. International Commission on Trichinellosis: Recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and humans. *Food and Waterborne Parasitology*, 2019, vol. 14, e00032. DOI: 10.1016/j.fawpar.2019.e00032.

13 Gómez-Morales M.A., Mazzarello G., Bondi E., Arenare L., Bisso M.C., Ludovisi A., et al. Second outbreak of *Trichinella pseudospiralis* in Europe: clinical patterns, epidemiological investigation and identification of the etiological agent based on the western blot patterns of the patients' serum. *Zoonoses and Public Health*, 2021, vol. 68, no. 1, pp. 130-135. DOI: 10.1111/zph.12777.

14 Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 1970, vol. 227, no. 5259, pp. 680-685. DOI: 10.1038/227680a0.

15 Frens G. Controlled nucleation for the regulation of the particle size in monodisperse gold suspensions. *Nature Physical Science*, 1973, vol. 241, no. 20, pp. 20-22. <https://doi.org/10.1038/physci241020a0>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Жумалин Айбек Хасиетович* – 1 курс докторанты, ауылшаруашылық биотехнология ғылыми-өндірістік платформасының жетекші ғылыми қызметкері, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Керей-Жәнібек хандар көш, 14а, тел.: +7-701-587-81-53, e-mail: zhumalin88@gmail.com.

Сұраншиев Жанболат Әміреұлы – ветеринария ғылымдарының кандидаты, микробиология және биотехнология кафедрасының доценті, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Қабанбай батыр көш, 49а, тел.: +7-701-183-93-87, e-mail: szha71@mail.ru.

Әкібеков Өркен Сұлтанхамтұлы – ветеринария ғылымдарының кандидаты, микробиология және биотехнология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Ш.Қалдаяқов көш, 23а, тел.: +7-701-285-68-44, e-mail: orken.a.s@mail.ru.

Өтепова Гүлбадан Маратқызы – техника ғылымдарының магистрі, микробиология және биотехнология кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» ҚеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Сарыарқа көш, 41, тел.: +7-702-119-34-82, e-mail: arsen_aran@mail.ru.

Жумалин Айбек Хасиетович* – докторант 1 курса, ведущий научный сотрудник Научно-производственной платформы сельскохозяйственной биотехнологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Керей-Жанибека Хандара, 14а, тел.: +7-701-587-81-53, e-mail: zhumalin88@gmail.com.

Сұраншиев Жанболат Амреевич – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Кabanбай Бир, 49а, тел.: +7-701-183-93-87, e-mail: szha71@mail.ru.

Акибеков Оркен Султанхамитович – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Ш. Калдаякова, 23а, тел.: +7-701-285-68-44, e-mail: orken.a.s@mail.ru.

Өтепова Гульбадан Маратовна – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры микробиологии и биотехнологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Сарыарқа, 41, тел.: +7-702-119-34-82, e-mail: arsen_aran@mail.ru.

Zhumalin Aibek Khasiyetovich* – 1st-year PhD student, Leading Researcher of the Agricultural Biotechnology Scientific and Production Platform, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 14a Kerey-Zhanibek Khandar Str., tel.: +7-701-587-81-53, e-mail: zhumalin88@gmail.com.

Suranshiyev Zhanbolat Amreyevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agro Ttechnical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 49a Kabanbai Batyr Str., tel.: +7-701-183-93-87, e-mail: szha71@mail.ru.

Akibekov Orken Sultankhamitovich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 23a Sh.Kaldayakov Str., tel.: +7-701-285-68-44, e-mail: orken.a.s@mail.ru.

Oteпова Gulbadan Maratovna – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of microbiology and biotechnology, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 41 Saryarka Str., tel.: +7-702-119-34-82, e-mail: arsen_aran@mail.ru.