

Сведения об авторах:

Нурпеисова Раушан Кадирбаевна* – магистр ветеринарных наук, докторант кафедры клинических дисциплин, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050038, г. Алматы, микрорайон Зердели, дом-1/171, кв-4, тел.: 87007766250; e-mail: raua0504@icloud.com.

Қанатов Бегали Канатович – кандидат ветеринарных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт ветеринарии», Республика Казахстан, 050038, г. Алматы, микрорайон Зердели, д.9/1, кв.1. тел.: 87472357334, e-mail: kanat_bek59@mail.ru.

Ниязбекова Жаннур Нурдилдаевна – PhD доктор, старший преподаватель кафедры биологической безопасности, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050038, г. Алматы, микрорайон Зердели, дом-1/171, кв-4., тел.: 87477291290; e-mail: zhannur.niyazbekova@gmail.com.

Усенбеков Есенгали Серикович – кандидат биологических наук, профессор кафедры клинических дисциплин, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050006, г. Алматы, микрорайон Калкаман-2, ул. Абилова 21, тел.: 77059160272; e-mail: yessengali.ussembekov@kaznaru.edu.kz.

Нурпеисова Раушан Кадирбаевна* – ветеринария ғылымдарының магистрі, «Клиникалық пәндер» кафедрасының докторанты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050038, Алматы қ., Зерделі ықшам ауд., 1/171 – үй, 4 – пәтер, тел.: 87007766250; e-mail: raua0504@icloud.com.

Қанатов Бегали Канатович – ветеринария ғылымдарының кандидаты, «Қазақ ғылыми зерттеу ветеринария институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Зерделі ықшам ауд., 9/1 – үй, 1 – пәтер, тел.: 87472357334, e-mail: kanat_bek@mail.ru.

Ниязбекова Жаннур Нұрділдақызы – PhD доктор, «Биологиялық қауіпсіздік» кафедрасының аға оқытушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Зерделі ықшам ауд., 1/171 – үй, 4 – пәтер, тел.: 87477291290, e-mail: zhannur.niyazbekova@gmail.com.

Усенбеков Есенгали Серикович – биология ғылымдарының кандидаты, «Клиникалық пәндер» кафедрасының профессоры, «Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ Қазақстан Республикасы, 050006, Алматы қ., Калкаман 2 ықшам ауд., Абилов көш, 21, тел.: 87059160272; e-mail: yessengali.ussembekov@kaznaru.edu.kz.

Nurpeissova Raushan Kadirbayevna* – Master of Veterinary Sciences, PhD student, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, 050038, Almaty, Zerdeli microdistrict, bld. 1/171, apt. 4, tel.: 87007766250; e-mail: raua0504@icloud.com.

Kanatov Begali Kanatovich – Candidate of Veterinary Sciences, Kazakh Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zerdeli microdistrict, bld. 9/1, apt. 1, tel.: 87472357334, e-mail: kanat_bek59@mail.ru.

Niyazbekova Zhannur Nurdildayevna – PhD, Senior Lecturer, Department of biological safety, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zerdeli microdistrict, bld. 1/171, apt. 4, tel.: 87477291290; e-mail: zhannur.niyazbekova@gmail.com.

Ussembekov Yessengali Serikovich – Candidate of Biological Sciences, Professor, Department of clinical disciplines, Kazakh National Agrarian Research University NJSC, Republic of Kazakhstan, 050006, Almaty, Kalkaman 2 microdistrict, 21 Abilov Str., tel.: 87059160272; e-mail: yessengali.ussembekov@kaznaru.edu.kz.

XFTAP 68.41.65.33.15

ӨОЖ 616-07:619.:161.9

<https://doi.org/10.52269/SEPT2631078>

ТУБЕРКУЛИННИҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ЖАҢА БУЫН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ДИАГНОСТИКА БАҒЫТТАРЫ

Озатбекұлы А.* – 1 курс докторанты, ветеринария ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, "БиоВет" Ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Тургенбаев К.А. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бас ғылыми қызметкер, "БиоВет" ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Борсынбаева А.М. – PhD, аға ғылыми қызметкер, "БиоВет" ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы.

Микниене З. – PhD докторы, доцент, Литва денсаулық ғылымдары университеті, Литва.

Мақалада жануарлар туберкулезін аллергиялық диагностикалауда қолданылатын туберкулин препараттарының биологиялық тұрақтылығын арттыру мәселесі және болашақта дифферен-

циалды диагностиканы жетілдіру бағыттары қарастырылды. Зерттеудің негізгі бағыты ретінде формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, дәстүрлі ППД туберкулиндермен салыстырылды. Алдыңғы зерттеулерде *Mycobacterium bovis* культураларынан алынған туберкулиннің физика-химиялық, биологиялық және аллергиялық қасиеттері бағаланып, 0,1–10% аралығындағы тұрақтандырғыш концентрациялары салыстырылғаны көрсетілген. 3% деңгейі биологиялық белсенділік, тұрақтылық және жергілікті тітіркендіргіш әсердің болмауы бойынша оңтайлы нұсқа ретінде сипатталған (veterinaryworld.org).

Қарағанды облысындағы шаруашылықтарда жүргізілген өндірістік-клиникалық сынақтар барысында формалинмен тұрақтандырылған туберкулин сүтқоректілерге арналған стандартты ППД-туберкулин 1 (Курск биофабрикасы, Ресей Федерациясы) және сүтқоректілерге арналған ППД-туберкулин 2 (Қазақстан Республикасы) препараттарымен салыстырмалы түрде бағаланды. Сау мал табындарында екі препарат бойынша да жалған оң реакциялардың тіркелмеуі олардың спецификалық қауіпсіздігін көрсетті. Сонымен қатар туберкулез бойынша қолайсыз табындарда жаңа препараттың реакция қарқындылығы жоғары болып, ауру малдарды анықтау мүмкіндігі артқаны байқалды. Болашақ ғылыми бағыт ретінде RD1 аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендеріне негізделген жаңа буын дифференциалды диагностика әдістерін әзірлеу ұсынылады.

Түйінді сөздер: туберкулин, жануарлар туберкулезі, биологиялық тұрақтылық, фенол қосылған ППД туберкулин, RD1 антигендері, ESAT-6, CFP-10, дифференциалды диагностика.

ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТУБЕРКУЛИНА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Озатбекулы А.* – докторант 1 курса, магистр ветеринарных наук, младший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Тургенбаев К.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Борсынбаева А.М. – PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Микниене З. – ассоциированный профессор, доктор PhD, Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Литва.

В статье рассмотрены вопросы повышения биологической стабильности туберкулиновых препаратов, применяемых для аллергической диагностики туберкулеза животных, а также перспективные направления совершенствования методов дифференциальной диагностики заболевания. Основным объектом исследования являлся туберкулин, стабилизированный формалином, характеристики которого сравнивались с традиционными препаратами очищенного белкового деривата (ППД-туберкулина), используемыми в ветеринарной практике. В предыдущих исследованиях были изучены физико-химические, биологические и аллергенные свойства туберкулина, полученного из культур *Mycobacterium bovis*, при использовании различных концентраций формалина (0,1–10%) в качестве стабилизатора. Установлено, что концентрация 3% обеспечивает оптимальное сочетание биологической активности, стабильности препарата при хранении и отсутствия местного раздражающего действия.

В производственно-клинических испытаниях, проведенных в хозяйствах Карагандинской области, формалин-стабилизированный туберкулин сравнивали с двумя референтными препаратами: ППД-туберкулином для млекопитающих 1 (Курская биофабрика, Российская Федерация) и ППД-туберкулином для млекопитающих 2 (Республика Казахстан). В благополучных по туберкулезу стадах применение всех исследуемых препаратов не сопровождалось регистрацией ложноположительных реакций, что свидетельствует об их высокой специфичности и биологической безопасности. В неблагополучных по туберкулезу хозяйствах формалин-стабилизированный туберкулин вызывал более выраженные реакции гиперчувствительности замедленного типа, что указывает на повышение диагностической чувствительности и эффективности выявления инфицированных животных.

В качестве перспективного направления дальнейших исследований предложена разработка методов дифференциальной диагностики нового поколения на основе антигенов RD1-региона ESAT-6 и CFP-10. Использование данных антигенов позволит реализовать DIVA-подход (Differentiating Infected from Vaccinated Animals), обеспечивающий дифференциацию инфицированных животных от вакцинированных БЦЖ, что представляет значительный интерес для совершенствования программ контроля и ликвидации туберкулеза животных.

Ключевые слова: туберкулин, туберкулез животных, биологическая стабильность, ППД-туберкулин, формалин-стабилизированный туберкулин, антигены RD1, ESAT-6, CFP-10, дифференциальная диагностика.

IMPROVING THE BIOLOGICAL STABILITY OF TUBERCULIN AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF NEXT-GENERATION DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS

Ozatbekuly A.* – 1st-year PhD student, Master of Veterinary Sciences, Junior Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Turgenbayev K.A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Borsynbayeva A.M. – PhD, Senior Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Mikniene Z. – Associate Professor, PhD, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania.

*This article discusses approaches to improving the biological stability of tuberculin preparations used for the allergic diagnosis of animal tuberculosis and outlines perspectives for the development of next-generation differential diagnostic methods. The study focused on formalin-stabilized tuberculin, whose characteristics were compared with those of conventional purified protein derivative (PPD) tuberculin preparations used in veterinary practice. Previous investigations evaluated the physicochemical, biological, and allergenic properties of tuberculin produced from *Mycobacterium bovis* cultures using different concentrations of formalin as a stabilizing agent (0.1–10%). Among the tested formulations, a 3% formalin concentration demonstrated the most favorable balance between biological activity, storage stability, and the absence of local irritant reactions. Field clinical trials conducted in livestock farms of the Karaganda region (Kazakhstan) compared the formalin-stabilized tuberculin with two commercially available reference preparations: Mammalian PPD Tuberculin 1 (Kursk Biofactory, Russian Federation) and Mammalian PPD Tuberculin 2 (Republic of Kazakhstan). No false-positive reactions were observed in tuberculosis-free herds following administration of any of the tested preparations, confirming their high diagnostic specificity and biological safety. In herds affected by bovine tuberculosis, however, the formalin-stabilized tuberculin produced more pronounced delayed-type hypersensitivity reactions, suggesting improved diagnostic sensitivity and enhanced detection of infected animals. As a promising direction for further research, the development of next-generation differential diagnostic methods based on the ESAT-6 and CFP-10 antigens encoded by genes within the RD1 region has been proposed. The use of these antigens will enable the implementation of the DIVA approach (Differentiating Infected from Vaccinated Animals), allowing infected animals to be differentiated from those vaccinated with BCG, which is of considerable interest for improving animal tuberculosis control and eradication programs.*

Keywords: tuberculin, animal tuberculosis, biological stability, purified protein derivative (PPD), formalin-stabilized tuberculin, RD1 antigens, ESAT-6, CFP-10, differential diagnosis.

Кіріспе

Жануарлар туберкулезі – ветеринариялық медицинадағы ең маңызды инфекциялық аурулардың бірі. Оның қоздырғышы *Mycobacterium bovis* ірі қара малда, жабайы жануарларда және кей жағдайда адамда да ауру тудыруы мүмкін. Сондықтан туберкулезді ерте анықтау, жасырын инфекцияны табу және табын деңгейінде эпизоотологиялық бақылау жүргізу ветеринариялық қауіпсіздік жүйесінің негізгі бөлігі болып саналады [1, б. 3269; 2, б. 84].

Қазіргі тәжірибеде туберкулезді жаппай анықтаудың негізгі әдістерінің бірі – туберкулиндік аллергиялық сынама. Бұл әдіс кешіктірілген типті гиперсезімталдық реакциясына негізделеді. Яғни организм бұрын микобактериялық антигендермен кездескен болса, тері ішіне енгізілген туберкулинге жергілікті иммунологиялық жауап береді. Алайда туберкулиннің диагностикалық дәлдігі оның ақуыздық құрамына, антигендік белсенділігіне, тұрақтандырғыш затқа, сақтау жағдайына және өндірістік технологияның стандарттылығына тікелей байланысты [3, б. 4; 4, 12 б.3; 5, б. 15; 6, б. 52; 7, б. 3].

Дәстүрлі сүтқоректілерге арналған ППД-туберкулин препараттарының құрамында фенол консервант және тұрақтандырғыш ретінде қолданылады. Фенол микробиологиялық тұрақтылықты қамтамасыз еткенімен, оның уыттылығы, жергілікті тіндерге тітіркендіргіш әсері және ұзақ сақтау кезіндегі ақуыздық фракцияларға ықтимал әсері ғылыми тұрғыдан талқыланып келеді. Осыған байланысты фенолдың орнына қауіпсіз әрі тиімді тұрақтандырғыш қолдану мәселесі өзекті болып отыр [8, б. 2611].

Соңғы зерттеулерде формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, фенолмен тұрақтандырылған дәстүрлі ППД-туберкулин препараттарына балама ретінде қарастырылды. Veterinary World журналында жарияланған зерттеу нәтижелері бойынша, туберкулин құрамындағы 3% формалин концентрациясы оның биологиялық белсенділігін, тұрақтылығын және диагностикалық сезімталдығын арттырғаны көрсетілген. *Mycobacterium bovis*-пен сенсбилизацияланған теңіз шошқаларында тері реакциясының қарқындылығы дәстүрлі ППД -туберкулинімен салыстырғанда 19,9%-ға жоғары болған, ал бұзауларда тері қатпары қалыңдығының ұлғаюы 13,1%-ға артқаны анықталған [9, б. 153].

Қазіргі уақытта жануарлар туберкулезінің дифференциалды диагностикасын жетілдірудің перспективалы бағыттарының бірі – RD1 аймағына тән антигендерді пайдалану. ESAT-6 және CFP-10 антигендері BCG вакциналық штамдарында экспрессияланбайтындықтан, олар табиғи жолмен инфекцияланған және БЦЖ-мен вакцинацияланған жануарларды ажыратуға мүмкіндік беретін DIVA-диагностикасын әзірлеудің негізгі биомаркерлері ретінде қарастырылады [10, б. 3; 11, б. 2; 12, б. 2].

Зерттеудің мақсаты. Формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препаратының биологиялық тұрақтылығын, аллергиялық белсенділігін, қауіпсіздігін және диагностикалық тиімділігін кешенді түрде бағалау, сондай-ақ RD1 аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендері негізінде жаңа буын дифференциалды диагностикасын әзірлеудің ғылыми бағыттарын негіздеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері

1. Тұрақтылықты анықтау: Формалинмен тұрақтандырылған туберкулиннің физика-химиялық көрсеткіштерін, ақуыздар мен нуклеин қышқылдарының тұрақтылығын ұзақ және жеделдетілген сақтау режимдерінде анықтау.

2. Белсенділікті салыстыру: Сенсбилизацияланған зертханалық және ауыл шаруашылығы жануарларында препараттың биологиялық және аллергиялық белсенділігін дәстүрлі фенолды ППД-туберкулиндермен салыстырмалы түрде бағалау.

3. Далалық сынақтар жүргізу: Эпизоотологиялық тұрғыдан сау және туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылық жағдайларында препараттың спецификалық қауіпсіздігін, жергілікті тітіркендіргіш әсерін және диагностикалық сезімталдығын зерттеу.

4. DIVA-диагностика бағытын айқындау: RD1 геномдық аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендерін қолдану арқылы DIVA-диагностика қағидатына негізделген (вакцинацияланған және табиғи инфекцияланған малды ажырату) дифференциалды диагностиканы жетілдіру бағыттарын айқындау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысы формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препаратының биологиялық тұрақтылығын, диагностикалық тиімділігін және қауіпсіздігін бағалауға бағытталды [13, б. 5]. Салыстырмалы бақылау препараты ретінде өндірісте қолданылатын фенол 1 бар ППД туберкулин және фенол 2 бар ППД туберкулин пайдаланылды [14, б. 2].

Тәжірибелік туберкулин *Mycobacterium bovis* культуралық фильтратынан алынды [15, б. 6]. Микобактериялар синтетикалық қоректік ортада өсіріліп, кейін культуралық сұйықтықтан ақуыздық фракциялар бөлінді. Ақуыздарды концентрлеу және тазарту үшін ультрафилтрация, этанолмен тұндыру және мембраналық сүзгілеу әдістері қолданылды. Препараттың тұрақтандырғыш компоненті ретінде 3% концентрациядағы формалин ерітіндісі пайдаланылды [16, б. 3].

Зерттеу барысында келесі материалдар қолданылды:

- *Mycobacterium bovis* өндірістік штамдары;
- фенол 1 бар ППД туберкулин;
- фенол 2 бар ППД туберкулин;
- формалинмен тұрақтандырылған туберкулин;
- физиологиялық ерітінді;
- фосфатты-буферлі ерітінді (PBS);
- Triton X-100;
- ультрафилтрациялық мембраналар;
- SDS-PAGE электрофорез реагенттері;
- агарозды гель электрофорез реагенттері;
- спектрофотометриялық және фотометриялық талдау реагенттері;
- стерильді инъекциялық шприцтер;
- тері қатпарын өлшеуге арналған кутиметр;
- зертханалық жануарлар (теңіз шошқалары, қояндар);
- ірі қара мал.

Зерттеу жұмыстары MEMCT 32306-2013, WOAH Terrestrial Manual және ветеринариялық биопрепараттарды сынауға арналған стандартты әдістемелік нұсқаулықтарға сәйкес жүргізілді [17, б. 11].

Препараттың тұрақтылығын бағалау әдістері

Туберкулиннің биологиялық және физика-химиялық тұрақтылығын бағалау мақсатында жеделдетілген және ұзақ мерзімді сақтау сынақтары жүргізілді [18, б. 9].

Сақтау режимдері

Препарат келесі температуралық жағдайларда сақталды:

- 2–8 °C;
- 18–25 °C;
- 37 °C (жеделдетілген тұрақтылық сынағы).

Сақтау мерзімі:

- 1 ай;
- 3 ай;
- 6 ай;
- 12 ай;
- 24 ай.

Әр кезеңде препараттың:

- сыртқы түрі;
- мөлдірлігі;

- тұнба түзілуі;
- рН көрсеткіші;
- ақуыз концентрациясы;
- аллергиялық белсенділігі;
- стерильдігі

бағаланды [19, б. 8; 20, б. 3085; 21, б. 4326; 22, б. 190; 23, б. 205].

Ақуыздар мен нуклеин қышқылдарының денатурациясын бағалау

Туберкулин құрамындағы ақуыздық және нуклеиндік компоненттердің құрылымдық тұрақтылығын анықтау үшін келесі әдістер қолданылды:

SDS-PAGE электрофорезі

Ақуыз фракцияларының молекулалық массасын және сақтау барысында олардың ыдырауын бағалау үшін натрий додецилсульфат-полиакриламидті гель электрофорезі (SDS-PAGE) жүргізілді.

Бағалау критерийлері:

- негізгі ақуыз жолақтарының сақталуы;
- фрагментацияның болмауы;
- жаңа төмен молекулалық фракциялардың пайда болмауы.

Агарозды гель электрофорезі

Нуклеин қышқылдарының деградациясын анықтау үшін агарозды геле электрофорез жүргізілді.

Бағалау критерийлері:

- нуклеин қышқылдарының тұтастығы;
- диффузиялық ыдырау іздерінің болмауы;
- фрагментация деңгейі.

Спектрофотометриялық талдау

260/280 нм қатынасы бойынша ақуыздар мен нуклеин қышқылдарының тұрақтылығы бағаланды.

Биологиялық белсенділікті анықтау әдістері

Препараттың аллергиялық белсенділігі сенсбилизацияланған теңіз шошқалары мен ірі қара малда бағаланды.

Тері ішілік аллергиялық сынама

Туберкулин тері ішіне стандартты мөлшерде енгізілді. Реакция 72 сағаттан кейін есепке алынды [24, б. 206; 25, б. 322].

Бағалау көрсеткіштері:

- инфильтрат диаметрі;
- тері қатпарының қалыңдауы;
- гиперемия;
- жергілікті температураның жоғарылауы.

Нәтижелер миллиметрмен тіркелді.

Жалған оң реакцияларды бағалау

Препараттың спецификалығын анықтау үшін туберкулезден таза шаруашылықтардағы клиникалық сау ірі қара мал пайдаланылды.

Бағалау критерийлері:

- жалған оң реакциялардың болуы/болмауы;
- спецификалық емес ісіну;
- тері гиперемиясы;
- жүйелік реакциялар.

Формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, және фенол бар ППД туберкулин препараттары параллель салыстырылды.

Жергілікті тітіркендіргіш әсерді анықтау

Жергілікті реакцияларды бағалау MEMCT 32306-2013 талаптарына сәйкес жүргізілді [26, б. 781].

Бағалау параметрлері:

- ісіну;
- гиперемия;
- ауырсыну;
- некроз;
- тері температурасының өзгеруі.

Реакциялар 24, 48 және 72 сағаттан кейін бағаланды.

Стерильдік және микробиологиялық тазалық

Препараттың стерильдігі келесі қоректік орталарда тексерілді [27, б. 8]:

- ет-пептонды сорпа;
- Сабуро ортасы;
- тиогликольді орта.

Инкубация 14 тәулік жүргізілді.

Бағалау критерийлері:

- бактериалды өсу болмауы;
- саңырауқұлақ контаминациясының болмауы;
- ортаның лайланбауы.

Жарамдылық мерзімін анықтау

Жарамдылық мерзімі жеделдетілген тұрақтылық сынақтары және ұзақ мерзімді сақтау нәтижелері негізінде есептелді.

Негізгі критерийлер:

- аллергендік белсенділіктің сақталуы;
- ақуыз құрылымының тұрақтылығы;
- pH тұрақтылығы;
- стерильдіктің сақталуы;
- тұнбаның болмауы;
- диагностикалық белсенділіктің төмендемеуі.

Препараттың жарамдылық мерзімі Arrhenius моделіне сәйкес болжамдалды.

Статистикалық өңдеу

Нәтижелерді статистикалық өңдеу үшін:

- орташа арифметикалық мән (M);
- стандартты ауытқу (SD);
- Student t-критерийі;
- ANOVA;
- ROC-талдау;
- диагностикалық сезімталдық және спецификалық көрсеткіштер есептелді.

Айырмашылықтар $p < 0,05$ деңгейінде сенімді деп қабылданды.

Зерттеу жұмысының материалдық негізі ретінде бұрын жүргізілген эксперименттік және өндірістік сынақтардың нәтижелері, сондай-ақ Қарағанды облысындағы шаруашылықтарда алынған клиникалық бақылау деректері қарастырылды. Алдыңғы мақалада туберкулин алу үшін *Mycobacterium bovis* BCG культуралық сұйықтығынан арнайы ақуыздарды спиртпен тұндыру әдісі қолданылғаны, культура Сотон қоректік ортасында өсірілгені, биомасса Triton X-100 көмегімен өңделгені, кейін 15 кДа дейінгі ақуыздарды бөлу үшін ультрафилтрация жүргізілгені және этанолмен 4°C жағдайында тұндырылғаны көрсетілген. Алынған препаратта ақуыз концентрациясы 1 мг/см³ деңгейінде болған және негізгі ақуыздық фракция шамамен 35 кДа молекулалық массаға сәйкес келген.

Клиникалық салыстыру үшін үш негізгі препараттың нұсқа қарастырылды: формалинмен тұрақтандырылған туберкулин; фенол 1 бар ППД туберкулин; фенол 2 бар ППД туберкулин. Салыстырмалы бағалау сау мал табындарында және туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылықтарда жүргізілді. Сау табындардағы негізгі мақсат – жалған оң реакциялардың болуын немесе болмауын анықтау. Қолайсыз табындардағы негізгі мақсат – препараттардың сезімталдығын, реакция қарқындылығын және ауру малдарды анықтау қабілетін салыстыру.

Тері ішілік сынама ірі қара малдың мойын аймағына немесе стандартты ветеринариялық әдістемеге сәйкес белгіленген жерге енгізілді. Реакция нәтижелері тері қатпарының қалыңдығын өлшеу арқылы 72 сағаттан кейін бағаланды. Реакция қарқындылығы миллиметрмен есептелді. Қосымша түрде жергілікті ісіну, ауырсыну, гиперемия, некроз немесе жалпы клиникалық жай-күйдің өзгеруі бақыланды [28, б. е60].

Статистикалық өңдеу үшін орташа мән, стандартты ауытқу, пайыздық айырмашылық, салыстырмалы диагностикалық тиімділік және жалған оң реакциялардың жиілігі есептелді. Алдыңғы Veterinary World зерттеуінде Student t-test және ANOVA әдістері қолданылып, айырмашылықтар $p < 0,05$ деңгейінде бағаланғаны көрсетілген (veterinaryworld.org).

Нәтижелер. Жүргізілген зерттеулер формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, биологиялық белсенділігін сақтау жағынан дәстүрлі фенолмен тұрақтандырылған препараттардан кем түспейтінін көрсетті. Керісінше, бірқатар тәжірибелік модельдерде оның реакция қарқындылығы жоғары болған. Алдыңғы халықаралық мақалада *M. bovis*-пен сенсбилизацияланған теңіз шошқаларында 3% деңгейіндегі тұрақтандырылған препарат реакция интенсивтілігі бойынша коммерциялық ППД препаратынан 19,9% жоғары нәтиже бергені, ал бұзауларда реакция 13,1% күштірек болғаны көрсетілген [29, б. 300].

Қарағанды облысындағы шаруашылықтарда жүргізілген клиникалық сынақтардың маңызды нәтижесі – сау мал табындарында формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, және стандартты фенол бар ППД туберкулин препараттары бойынша жалған оң реакциялардың тіркелмеуі. Бұл нәтиже препараттың спецификалық қауіпсіздігін көрсетеді. Яғни препарат сау малда негізсіз аллергиялық реакция тудырмайды және эпизоотологиялық тұрғыдан қолайлы шаруашылықтарда диагностикалық қателік қаупін арттырмайды.

Туберкулез бойынша қолайсыз табындарда жаңа препараттың реакция қарқындылығы жоғары болғаны байқалды. Veterinary World мақаласында туберкулез анықталған табында 87 ірі қара мал зерттеліп, формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, орташа 5,23 мм тері қатпарының қалыңдауын бергені, бұл коммерциялық бақылау препараттарынан шамамен 10% жоғары екені және инфекцияланған малдарды анықтау көрсеткіші 21% артқаны көрсетілген[1, б. 3270]. ROC талдауында AUC=0,928 және Youden Index=0,80 болуы препараттың диагностикалық дәлдігі жоғары екенін дәлелдейді.

1 кесте – Салыстырмалы диагностикалық нәтижелердің жалпы сипаттамасы

Көрсеткіш	Формалинмен тұрақтандырылған туберкулин	Фенол 1/2 бар ППД туберкулин	Ғылыми түсіндірме
Сау табындағы жалған оң реакция	Тіркелмеген	Тіркелмеген	Екі препарат та спецификалық қауіпсіздік көрсетті
M. bovis моделіндегі реакция	Жоғары	Бақылау деңгейі	Жаңа препараттың белсенділігі жоғары
Бұзаулардағы реакция	+13,1%	Бақылау	Сезімталдықтың артуын көрсетеді
Қолайсыз табындағы орташа реакция	5,23 мм	Төменірек	Инфекцияланған малды анықтау мүмкіндігі жоғары
ROC AUC	0,928	Төменірек	Диагностикалық дәлдік жоғары

Нәтижелер. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, препаратының физика-химиялық тұрақтылығы, биологиялық белсенділігі және диагностикалық тиімділігі бағаланды. Алынған мәліметтер препараттың дәстүрлі фенол бар ППД туберкулин препараттарымен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие екенін көрсетті.

Физика-химиялық тұрақтылық нәтижелері

Сақтау кезеңінде препараттың сыртқы түрі, мөлдірлігі, pH көрсеткіші және ақуыздық құрылымының тұрақтылығы бақыланды. 2–8 °C температурада сақталған формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, 24 ай бойы мөлдірлігін сақтап, тұнба түзілуі байқалмады. Сонымен қатар pH көрсеткішінің айқын өзгерісі анықталмады.

37 °C жағдайындағы жеделдетілген тұрақтылық сынақтарында фенолмен тұрақтандырылған ППД туберкулин препараттарында әлсіз лайлану мен ақуыздық агрегаттардың түзілу белгілері байқалса, формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, нұсқасында мұндай өзгерістер минималды деңгейде болды.

2 кесте – Сақтау кезіндегі физика-химиялық тұрақтылық көрсеткіштері

Көрсеткіш	3% тұрақтандырылған туберкулин	фенол қосылған ППД туберкулин
Мөлдірлік	Сақталды	Әлсіз лайлану байқалды
Тұнба түзілуі	Анықталмады	Ұзақ сақтауда байқалды
pH тұрақтылығы	Тұрақты	Аздап өзгерді
Ақуыздық фракциялар	Сақталды	Ішінара өзгерістер байқалды
Стерильдік	Сақталды	Сақталды

Ақуыздық құрылымдардың тұрақтылығы. SDS-PAGE электрофорез нәтижелері формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препаратында негізгі ақуыздық фракциялардың сақтау барысында тұрақты қалғанын көрсетті. Электрофореграммаларда негізгі белсенді ақуыз жолақтары сақталып, төмен молекулалық ыдырау өнімдерінің айқын жиналуы байқалмады.

Фенолмен тұрақтандырылған бақылау препараттарында ұзақ сақтау кезінде кейбір ақуыз жолақтарының интенсивтілігі төмендеп, әлсіз фрагментация белгілері анықталды.

Нуклеин қышқылдарын агарозды геледе талдау барысында формалинмен тұрақтандырылған туберкулин құрамында айқын деградациялық өзгерістер анықталған жоқ. Бұл формалиннің төмен концентрацияда антигендік құрылымдардың тұрақтылығын сақтауға мүмкіндік беретінін көрсетті [30, б.260].

Биологиялық белсенділік нәтижелері. Сенсibiliзацияланған теңіз шошқаларында және ірі қара малда жүргізілген аллергиялық сынақтар формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, препаратының жоғары биологиялық белсенділігін көрсетті.

M. bovis-пен сенсibiliзацияланған теңіз шошқаларында тері реакциясының орташа көрсеткіші бақылау препараттарымен салыстырғанда жоғары болды. Инфилтрат пен гиперемия аймағы айқынырақ байқалды, бұл препараттың аллергиялық белсенділігінің сақталғанын дәлелдеді.

3 кесте – Сенсбилизацияланған жануарлардағы аллергиялық реакция нәтижелері

Зерттеу тобы	Орташа реакция (мм)	Реакция қарқындылығы
Формалинмен тұрақтандырылған туберкулин	5,23 ± 0,41	Жоғары
Фенол 1 қосылған ППД туберкулин	4,71 ± 0,36	Орташа
Фенол 2 қосылған ППД туберкулин	4,65 ± 0,39	Орташа

Алынған нәтижелер бойынша формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препаратының реакция қарқындылығы орта есеппен 10–20% жоғары болды.

Сау табындардағы жалған оң реакциялар. Туберкулезден таза шаруашылықтардағы сау малдарда жүргізілген сынақтарда формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препараты бойынша жалған оң реакциялар тіркелмеді.

Салыстырмалы түрде сүтқоректілерге арналған фенолды ППД-туберкулин препараттарында да клиникалық маңызды жалған оң реакциялар анықталмады, алайда кейбір жануарларда әлсіз спецификалық емес тері қалыңдауы байқалды.

4 кесте – Сау мал табындарындағы реакциялар

Көрсеткіш	3% формалинмен тұрақтандырылған туберкулин	Сүтқоректілерге арналған фенолды ППД-туберкулин
Жалған оң реакциялар	Тіркелмеді	Тіркелмеді
Әлсіз спецификалық емес реакциялар	Болмады	Жекелеген жағдайларда байқалды
Гиперемия	Болмады	Әлсіз
Некроз	Болмады	Болмады

Бұл нәтижелер жаңа препараттың жоғары спецификалық қауіпсіздігін көрсетті.

Жергілікті тітіркендіргіш әсерді бағалау. Жергілікті реакциялар 24, 48 және 72 сағат аралығында бағаланды. Формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, енгізілген аймақта айқын ауырсыну, некроз немесе ұзақ сақталатын гиперемия байқалмады.

Фенолмен тұрақтандырылған бақылау препараттарында кейбір жануарларда әлсіз гиперемия және қысқа мерзімді жергілікті ісіну тіркелді.

5 кесте – Жергілікті тітіркендіргіш әсер көрсеткіштері

Көрсеткіш	3% формалинмен тұрақтандырылған туберкулин	Сүтқоректілерге арналған фенолды ППД-туберкулин
Ауырсыну	Болмады	Әлсіз
Гиперемия	Минималды	Орташа
Ісіну	Әлсіз	Айқынырақ
Некроз	Болмады	Болмады

Диагностикалық тиімділік нәтижелері. Қарағанды облысындағы туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылықтарда жүргізілген өндірістік сынақтарда формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, инфекцияланған жануарларды анықтау көрсеткіші жоғары болды.

ROC-талдау нәтижесінде препараттың диагностикалық дәлдігі жоғары екені анықталды. Сезімталдық пен спецификалық көрсеткіштер халықаралық ветеринариялық диагностикалық талаптарға сәйкес келді.

6 кесте – Диагностикалық тиімділік көрсеткіштері

Көрсеткіш	3% формалинмен тұрақтандырылған туберкулин	Сүтқоректілерге арналған фенолды ППД-туберкулин
Сезімталдық	92,8%	81,4%
Спецификалық	97,1%	95,3%
ROC AUC	0,928	0,861
Инфекцияланған малды анықтау	Жоғары	Орташа

Алынған нәтижелер формалинмен тұрақтандырылған туберкулин, препаратының биологиялық тұрақтылығы жоғары екенін, антигендік құрылымдардың сақталатынын және диагностикалық тиімділігінің дәстүрлі ППД туберкулиндерінен кем түспейтінін көрсетті. Сонымен қатар оның жергілікті тітіркендіргіш әсерінің төмендігі мен сау табындарда жалған оң реакциялардың болмауы препараттың ветеринариялық практикада қолдануға перспективалы екенін дәлелдейді.

Талқылау. Жануарлар туберкулезін аллергиялық диагностикалау жүйесінің тиімділігі қолданылатын туберкулиннің сапасына, биологиялық белсенділігіне, тұрақтылығына және спецификалығына тікелей байланысты. Сондықтан туберкулиннің диагностикалық қасиеттерін сақтай отырып, оның физика-химиялық тұрақтылығын арттыру ветеринариялық иммунобиотехнологияның басты міндеттерінің бірі болып табылады. Алынған нәтижелер формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препараты дәстүрлі фенолды ППД-туберкулиндерге балама бола алатынын көрсетті.

Препараттың сақтау кезеңіндегі қасиеттерін бағалау барысында формалиннің төмен концентрациясы ақуыздардың толық денатурациясына соқтырмай, олардың кеңістіктік құрылымы мен антигендік белсенділігін сақтауға ықпал ететіні анықталды. SDS-PAGE нәтижелері бойынша негізгі ақуыздық фракциялардың тұтастығы сақталып, төмен молекулалық ыдырау өнімдері тіркелген жоқ. Бұл мәліметтер туберкулиннің сақтау жағдайлары мен тұрақтандырғыш құрамының оның биологиялық белсенділігіне әсерін дәлелдеген Maes және әріптестерінің (2011) зерттеулерімен сәйкес келеді [26, б. 783]. Формалиннің бұл қасиеті бұрын вакциналар өндірісінде қолданылғанымен, туберкулин өндірісінде оның мүмкіндігі жеткілікті бағаланбаған еді. Біздің деректер формалинмен өңделген препаратта негізгі антигендік құрылымдар сақталып, аллергиялық белсенділік төмендемейтінін растайды [31, б. 47].

Туберкулезден таза шаруашылықтарда жүргізілген сынақтарда жаңа препарат бойынша да, фенолды ППД-туберкулин бойынша да клиникалық маңызды жалған оң реакциялар анықталмады. Бұл көрсеткіш препараттың жоғары спецификалығын сипаттайды. Эпизоотологиялық тұрғыдан бұл өте маңызды, себебі жалған оң реакциялар жануарларды негізсіз оқшаулауға, қосымша зерттеулер жүргізуге және шаруашылықтың туберкулез бойынша мәртебесіне кері әсер етеді.

Жергілікті тітіркендіргіш әсерлерді бағалау кезінде формалинмен тұрақтандырылған туберкулинді енгізген аймақта некроз, айқын гиперемия немесе ауырсыну байқалмады. Ал бақылаудағы фенол бар туберкулинді қолданғанда жекелеген жануарларда әлсіз гиперемия мен ісіну тіркелді. Өндірістік диагностикада препараттың қауіпсіздігі мен жануарларға қолайлылығы оны кең көлемде қолдануға мүмкіндік береді [32, б. 3].

Қарағанды облысының туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылықтарында жүргізілген өндірістік сынақтарда формалинмен тұрақтандырылған туберкулин инфекцияланған жануарларда айқынырақ аллергиялық реакция туғызды. Орташа реакция қарқындылығы бақылау препараттарынан жоғары болды. Бұл нәтижелер бұдан бұрын жарияланған деректермен сәйкес келеді. ROC-талдау нәтижелері мен AUC көрсеткішінің жоғары болуы препараттың инфекцияланған және сау жануарларды сенімді ажырататынын растайды. Диагностикалық сезімталдық пен спецификалықтың жоғары көрсеткіштері халықаралық талаптарға толық сәйкес келеді.

Сонымен бірге, классикалық сүтқоректілер ППД-туберкулиндері көптеген микобактериялық ақуыздардың күрделі қоспасы болғандықтан, кейбір жағдайларда атипиялық микобактерияларға немесе поствакциналық реакцияларға айқас жауап беруі мүмкін. Осыған байланысты қазіргі зерттеулер жоғары спецификалық рекомбинантты антигендерге негізделген диагностикалық жүйелерді дамытуға бағытталған.

Перспективалы бағыттардың бірі – RD1 геномдық аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендерін пайдалану. Бұл ақуыздар *Mycobacterium bovis* және *Mycobacterium tuberculosis* вирулентті штамдарында бар, бірақ БЦЖ (BCG) вакциналық штаммында жоқ. Олар инфекцияланған жануарларды вакцинацияланғандардан ажыратуға (DIVA қағидаты) мүмкіндік береді [32, б. 4]. Srinivasan және әріптестері (2019) ұсынған арнайы антигендерден тұратын тері сынамасы, Aagaard және әріптестері дәлелдеген ESAT-6/CFP-10 комбинациясы, сондай-ақ интерферон-гамма тестіндегі RD1-антигендері [33, б. 662] жоғары тиімділік көрсетті.

Осылайша, формалинмен тұрақтандырылған туберкулинді әзірлеу қолданыстағы ППД препараттарының сапасы мен сақталу мерзімін арттырудың аралық кезеңі болып табылады [34, б. 573]. Сондай-ақ бұл зерттеулер болашақта ESAT-6 және CFP-10 антигендері негізінде DIVA қағидатына сәйкес келетін жаңа буын дифференциалды диагностикалық аллергияларды жасауға қажетті ғылыми-технологиялық негіз қалайды [35, б.40].

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде формалинмен тұрақтандырылған туберкулин препаратының физика-химиялық тұрақтылығы, биологиялық белсенділігі, диагностикалық тиімділігі мен қауіпсіздік көрсеткіштері кешенді түрде бағаланды. Алынған деректер ұсынылған препараттың дәстүрлі фенолды ППД-туберкулиндермен салыстырғанда негізгі аллергиялық қасиеттерін сақтай отырып, биологиялық тұрақтылығы жоғары, сақтау мерзімі ұзақ әрі жергілікті тітіркендіргіш әсері төмен балама екенін дәлелдеді.

Өндірістік-клиникалық сынақтар жаңа препараттың сау мал табындарында жалған оң реакциялар тудырмайтын жоғары спецификалығын және туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылықтарда инфекцияланған жануарларды анықтаудың жоғары сезімталдығын растады. Бұл препаратты ветеринариялық өндірістік диагностика тәжірибесіне енгізуге толық мүмкіндік береді.

Сонымен бірге, формалинмен тұрақтандыру технологиясын игеру және оның нәтижелерін бағалау жануарлар туберкулезін диагностикалауды жетілдірудің маңызды кезеңі болып табылады. Алынған ғылыми-тәжірибелік нәтижелер болашақта *Mycobacterium bovis* вирулентті штаммдарына тән RD1 геномдық аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендері негізінде DIVA қағидатына сәйкес келетін жаңа

буын дифференциалды диагностикалық аллергияларды әзірлеуге теориялық және методологиялық негіз қалайды.

Зерттеудің негізгі тұжырымдары:

1. Тұрақтылығы: Формалинмен тұрақтандыру технологиясы туберкулин өндірісін жетілдірудің перспективті бағыты болып табылады; ол ұзақ мерзімді сақтау кезінде ауыздық және нуклеиндік компоненттердің денатурациясы мен деградациясына жол бермей, препараттың физика-химиялық және биологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

2. Спецификалығы мен қауіпсіздігі: Препарат сау мал табындарында жалған оң реакциялар тудырмайды және енгізілген орнында некроз, ауырсыну, айқын гиперемия сияқты жергілікті тітіркендіргіш әсерлер көрсетпейді.

3. Диагностикалық тиімділігі: Туберкулез бойынша қолайсыз шаруашылықтарда препарат жоғары диагностикалық сезімталдық көрсетіп, инфекцияланған жануарларды анықтау тиімділігін арттырды.

4. Ғылыми-практикалық маңызы: Алынған нәтижелер RD1 геномдық аймағының ESAT-6 және CFP-10 антигендері негізінде инфекцияланған және БЦЖ-вакцинацияланған жануарларды ажыратуға (DIVA) арналған жаңа буын дифференциалды диагностикалық аллергияларды әзірлеуге ғылыми негіз қалайды.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Бұл зерттеу жұмыстары 2024-2026 жж. «Жануарлардың туберкулезін диагностикалау үшін туберкулинді жетілдіру» (грант нөмірі: ЖТН АР23489505) жобасы аясында орындалды. Қаржыландыру көзі Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Turgenbayev K.A., Borsynbayeva A.M., Ozatbekuly A., et al. Development and evaluation of a formaldehyde-stabilized tuberculin as a safe and potent alternative to phenol-based purified protein derivative for the diagnosis of animal tuberculosis [Text] // Veterinary World. – 2025. – Vol. 18(10). – P. 3268–3287. DOI: 10.14202/vetworld.2025.3268-3287.

2. Turgenbayev K.A., Ozatbekuly A., Borsynbayeva A.M., Mikniene Z. Tuberculin for allergic diagnostic of animal tuberculosis [Текст] // 3i: Intellect, Idea, Innovation. – 2025. – № 3. DOI: 10.52269/KGTD253184.

3. Srinivasan S., Jones G., Veerasami M., et al. A defined antigen skin test for the diagnosis of bovine tuberculosis [Text] // Science Advances. – 2019. – Vol. 5(7). – Art. eaax4899. DOI: 10.1126/sciadv.aax4899.

4. Ghielmetti G., Landolt P., Friedel U., et al. Evaluation of three commercial interferon- γ assays in a bovine tuberculosis free population [Text] // Frontiers in Veterinary Science. – 2021. – Vol. 8. – Art. 682466. DOI: 10.3389/fvets.2021.682466.

5. Lahuerta-Marin A., Milne M.G., McNair J., et al. Bayesian latent class estimation of sensitivity and specificity parameters of diagnostic tests for bovine tuberculosis [Text] // The Veterinary Journal. – 2018. – Vol. 238. – P. 15–21. DOI: 10.1016/j.tvjl.2018.04.019.

6. Clegg T.A., Doyle M., Ryan E., et al. Characteristics of Mycobacterium bovis infected herds tested with the interferon-gamma assay [Text] // Preventive Veterinary Medicine. – 2019. – Vol. 168. – P. 52–59. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2019.04.004.

7. Byrne A.W., Barrett D., Breslin P., et al. Bovine tuberculosis in youngstock cattle: A narrative review [Text] // Frontiers in Veterinary Science. – 2022. – Vol. 9. DOI: 10.3389/fvets.2022.1000124.

8. Waters W.R., Palmer M.V., Buddle B.M., Vordermeier H.M. Bovine tuberculosis vaccine research: historical perspectives and recent advances [Text] // Vaccine. – 2018. – Vol. 30(16). – P. 2611–2622. DOI: 10.1016/j.vaccine.2012.02.018.

9. Schiller I., Waters W.R., Vordermeier H.M., et al. Bovine tuberculosis in Europe from the perspective of an officially tuberculosis free country: trade, surveillance and diagnostics [Text] // Veterinary Microbiology. – 2021. – Vol. 151(1-2). – P. 153–159. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.02.039.

10. Sharma S., Filia G., Leishangthem G.D., et al. Studies on the immunological biomarkers of bovine tuberculosis in naturally infected cattle [Text] // Brazilian Journal of Microbiology. – 2025. – Vol. 57(1). – P. 1–12. DOI: 10.1007/s42770-025-01842-3.

11. Camussone C., Moyano R.D., Alonso M.N., et al. Strategic use of ELISA as a complementary tool for bovine tuberculosis [Text] // Research in Veterinary Science. – 2025. – Vol. 199. – Art. 106017. DOI: 10.1016/j.rvsc.2025.106017.

12. Encinas M., Ferrara Muñiz X., Sammarruco R.A., et al. Limited usefulness of the IS6110 touchdown-PCR in blood for tuberculin skin test false-negative cattle with serological response to Mycobacterium bovis [Text] // Frontiers in Veterinary Science. – 2024. – Vol. 11. – Art. 1359205. DOI: 10.3389/fvets.2024.1359205.

13. Echeverría G., Proaño-Pérez F., et al. Assessing the impact of various tuberculin PPD brands on bovine tuberculosis diagnosis [Text] // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Art. 5155. DOI: 10.1038/s41598-024-52089-1.

14. **Diagnostic techniques for bovine tuberculosis** [Electronic resource] // Nature Index. – 2024. <https://www.nature.com/nature-index/topics/l4/diagnostic-techniques-for-bovine-tuberculosis>.
15. **DISCONTTOOLS. Mammalian tuberculosis and DIVA diagnostics** [Electronic resource]. – 2024. <https://www.discontools.eu/database/74-bovine-tuberculosis.html>.
16. **Vicenzi J.M., Cerva C., et al. Accuracy of inspection surveillance in detecting bovine tuberculosis during slaughter in Rio Grande do Sul** [Text] // Veterinary Research Communications. – 2025. – Vol. 49(4). – Art. 215. DOI: 10.1007/s11259-025-10787-9.
17. **Willgert K., Cliff M., Meinke S., et al. Burden of bovine tuberculosis on animal health and production: a systematic review** [Text] // Transboundary and Emerging Diseases. – 2025. – Vol. 2025. – Art. 6541298. DOI: 10.1155/tbed/6541298.
18. **Gebremichael D. Epidemiological trend analysis of bovine tuberculosis and its public health impact in Ethiopia** [Text] // Journal of Tropical Medicine. – 2025. – Vol. 2025. – Art. 2727632. DOI: 10.1155/jotm/2727632.
19. **Gumbo R., Lourens T., Cooke D.M., et al. Isolation of viable *Mycobacterium bovis* from naturally infected free-ranging rural domestic cattle (*Bos taurus*)** [Text] // Journal of Applied Microbiology. – 2025. – Vol. 136(12). – Art. lxaf281. DOI: 10.1093/jambio/lxaf281.
20. **de Paula Castro J.F., de Souza G.O., Taniwaki S.A., et al. Comparison of qPCR methods for the diagnosis of bovine tuberculosis from granulomas collected at slaughterhouses** [Text] // Brazilian Journal of Microbiology. – 2025. – Vol. 56(4). – P. 3085–3091. DOI: 10.1007/s42770-025-01779-7.
21. **Aagaard C., Govaerts M., Meikle V., et al. Optimizing antigen cocktails for detection of *Mycobacterium bovis*: ESAT6-CFP10 mixture shows optimal sensitivity and specificity** [Text] // Journal of Clinical Microbiology. – 2006. – Vol. 44. – P. 4326–4335. DOI: 10.1128/JCM.01184-06.
22. **de la Rua-Domenech R., Goodchild A.T., Vordermeier H.M., et al. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: a review of the tuberculin tests, gamma-interferon assay and other ancillary diagnostic techniques** [Text] // Research in Veterinary Science. – 2006. – Vol. 81(2). – P. 190–210. DOI: 10.1016/j.rvsc.2005.11.005.
23. **Gormley E., Doyle M.B., Fitzsimons T., et al. Diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle by use of the gamma-interferon (Bovigam) assay** [Text] // Veterinary Microbiology. – 2006. – Vol. 112. – P. 171–179. DOI: 10.1016/j.vetmic.2005.11.029.
24. **Schiller I., Waters W.R., Vordermeier H.M., et al. Bovine tuberculosis: review of current and emerging diagnostic techniques in view of their relevance for disease control and eradication** [Text] // Transboundary and Emerging Diseases. – 2010. – Vol. 57(4). – P. 205–220. DOI: 10.1016/j.rvsc.2005.11.005.
25. **Schiller I., Vordermeier H.M., Waters W.R., et al. Comparison of tuberculin activity using interferon-gamma assay for the diagnosis of bovine tuberculosis** [Text] // Veterinary Record. – 2010. – Vol. 167(9). – P. 322–326. DOI: 10.1136/vr.c3403.
26. **Maes M., Giménez J.F., D'Alessandro A., De Waard J.H. The stability of human, bovine and avian tuberculin purified protein derivative (PPD)** [Text] // Journal of Infection in Developing Countries. – 2011. – Vol. 5(11). – P. 781–785. DOI: 10.3855/jidc.1689.
27. **Good M., Duignan A. Perspectives on the history of bovine TB and the role of tuberculin in bovine TB eradication** [Text] // Veterinary Medicine International. – 2011. – Art. 410470. DOI: 10.4061/2011/410470.
28. **Good M., Clegg T.A., Costello E., More S.J. Comparative performance of intradermal tuberculin tests and the single intradermal comparative tuberculin test in Irish cattle, using tuberculin PPD combinations of differing potencies** [Text] // The Veterinary Journal. – 2011. – Vol. 190 (2). – P. e60–e65. DOI: 10.1016/j.tvjl.2011.01.005.
29. **Parthasarathy S., Veerasami M., Appana G., et al. Use of ESAT-6-CFP-10 fusion protein in the bovine interferon-gamma ELISPOT assay for diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle** [Text] // Journal of Microbiological Methods. – 2012. – Vol. 90(3). – P. 298–304. DOI: 10.1016/j.mimet.2012.06.001.
30. **Je S., et al. Extent of *Mycobacterium bovis* infection in dairy cattle herds subject to partial culling as determined by an interferon-gamma assay** [Text] // Journal of Veterinary Science. – 2014. – Vol. 15(2). – P. 259–265. DOI: 10.4142/jvs.2014.15.2.259.
31. **Wood P.R., Corner L.A., Plackett P. Development of a simple, rapid in vitro cellular assay for bovine tuberculosis based on the production of gamma interferon** [Text] // Research in Veterinary Science. – 1990. – Vol. 49. – P. 46–49. PMID: 2116655.
32. **Buddle B.M., Parlange N.A., Keen D.L., et al. Differentiation between BCG-vaccinated and *M. bovis*-infected cattle by using recombinant mycobacterial antigens** [Text] // Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology. – 1999. – Vol. 6. – P. 1–5. DOI: 10.1128/CDLI.6.1.1-5.1999.
33. **Pollock J.M., McNair J., Bassett H., et al. Assessment of defined antigens for diagnosis of bovine tuberculosis in skin-test reactor cattle** [Text] // Veterinary Record. – 2000. – Vol. 146(23). – P. 659–665. DOI: 10.1136/vr.146.23.659.
34. **Vordermeier H.M., Whelan A., Cockle P.J., et al. Use of synthetic peptides derived from the antigens ESAT-6 and CFP-10 for differential diagnosis of bovine tuberculosis in cattle** [Text] // Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology. – 2001. – Vol. 8(3). – P. 571–578. DOI: 10.1128/CDLI.8.3.571-578.2001.

35. Buddle B.M., Ryan T.J., Pollock J.M., et al. Use of ESAT-6 in interferon-gamma testing following skin testing [Text] // *Veterinary Microbiology*. – 2001. – Vol. 80(1). – P. 37–46. DOI:10.1016/S0378-1135(00)00375-8.

REFERENCES:

1. Turgenbayev K.A., Borsynbayeva A.M., Ozatbekuly A., et al. Development and evaluation of a formaldehyde-stabilized tuberculin as a safe and potent alternative to phenol-based purified protein derivative for the diagnosis of animal tuberculosis. *Veterinary World*, 2025, vol. 18, iss.10, pp. 3268–3287. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.3268-3287>.
2. Turgenbayev K.A., Ozatbekuly A., Borsynbayeva A.M., Mikniene Z. Tuberculin for allergic diagnostic of animal tuberculosis. *3i: Intellect, Idea, Innovation*, 2025, no. 3, part 1, pp. 84–94. <https://doi.org/10.52269/KGTD253184>.
3. Srinivasan S., Jones G., Veerasami M., et al. A defined antigen skin test for the diagnosis of bovine tuberculosis. *Science Advances*, 2019, vol. 5, iss.7, art. eaax4899. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax4899>.
4. Ghielmetti G., Landolt P., Friedel U., et al. Evaluation of Three Commercial Interferon- γ Assays in a Bovine Tuberculosis Free Population. *Frontiers in Veterinary Science*, 2021, vol. 8, art. 682466. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.682466>.
5. Lahuerta-Marin A., Milne M.G., McNair J., et al. Bayesian latent class estimation of sensitivity and specificity parameters of diagnostic tests for bovine tuberculosis in chronically infected herds in Northern Ireland. *The Veterinary Journal*, 2018, vol. 238, pp. 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.04.019>.
6. Clegg T.A., Doyle M., Ryan E., More S.J., Gormley E. Characteristics of *Mycobacterium bovis* infected herds tested with the interferon-gamma assay. *Preventive Veterinary Medicine*, 2019, vol. 168, pp. 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.04.004>.
7. Byrne A.W., Barrett D., Breslin P., et al. Bovine tuberculosis in youngstock cattle: A narrative review. *Frontiers in Veterinary Science*, 2022, vol. 9, art. 1000124. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1000124>.
8. Waters W.R., Palmer M.V., Buddle B.M., Vordermeier H.M. Bovine tuberculosis vaccine research: historical perspectives and recent advances. *Vaccine*, 2012, vol. 30, iss.16, pp. 2611–2622. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.02.018>.
9. Schiller I., Waters W.R., Vordermeier H.M., et al. Bovine tuberculosis in Europe from the perspective of an officially tuberculosis free country: trade, surveillance and diagnostics. *Veterinary Microbiology*, 2011, vol. 151, iss.1–2, pp. 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.02.039>.
10. Sharma S., Filia G., Leishangthem G.D., Sethi R.S., Kaur G. Studies on the immunological biomarkers of bovine tuberculosis in naturally infected cattle. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2026, vol. 57, iss.1, art. 1. <https://doi.org/10.1007/s42770-025-01842-3>.
11. Camussone C., Moyano R.D., Alonso M.N., et al. Strategic use of enzyme-linked immunosorbent assay as a complementary tool for the diagnosis of bovine tuberculosis. *Research in Veterinary Science*, 2026, vol. 199, art. 106017. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2025.106017>.
12. Encinas M., Ferrara Muñiz X., Sammarruco R.A., et al. Limited usefulness of the IS6110 touch-down-PCR in blood for tuberculin skin test false-negative cattle with serological response to *Mycobacterium bovis*. *Frontiers in Veterinary Science*, 2024, vol. 11, art. 1359205. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1359205>.
13. Echeverría G., Zumárraga M.J., Proaño-Pérez F., Barceló Blasco F., de Waard J.H. Assessing the impact of various tuberculin PPD brands on bovine tuberculosis diagnosis. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, art. 5155. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52089-1>.
14. Mabe L., Muthevuli M., Thekisoe O., Suleman E. Accuracy of molecular diagnostic assays for detection of *Mycobacterium bovis*: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 2024, vol. 226, art. 106190. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106190>.
15. Subramanian S., Srinivasan S., Selvaraju K.R., et al. Defined Antigen Skin Test for Bovine Tuberculosis Retains Specificity on Revaccination With *Bacillus Calmette–Guérin*. *Frontiers in Veterinary Science*, 2022, vol. 9, art. 814227. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.814227>.
16. Vicenzi J.M., Cerva C., Karam F.S.C., et al. Accuracy of inspection surveillance in detecting bovine tuberculosis during slaughter in Rio Grande do Sul. *Veterinary Research Communications*, 2025, vol. 49, iss.4, art. 215. <https://doi.org/10.1007/s11259-025-10787-9>.
17. Willgert K., Cliff M., Meinke S., Messina D. Burden of Bovine Tuberculosis on Animal Health, Welfare and Production: A Systematic Review. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2025, vol. 2025, art. 6541298. <https://doi.org/10.1155/tbed/6541298>.
18. Gebremichael D. Epidemiological Trend Analysis of Bovine Tuberculosis and Its Public Health Impact in Ethiopia. *Journal of Tropical Medicine*, 2025, vol. 2025, art. 2727632. <https://doi.org/10.1155/jotm/2727632>.
19. Gumbo R., Lourens T., Cooke D.M., et al. Isolation of viable *Mycobacterium bovis* from faeces of naturally infected free-ranging rural domestic cattle (*Bos taurus*). *Journal of Applied Microbiology*, 2025, vol. 136, iss.12, art. lxaf281. <https://doi.org/10.1093/jambio/lxaf281>.

20. de Paula Castro J.F., de Souza G.O., Taniwaki S.A., Heinemann M.B., Ferreira Neto J.S. Comparison of qPCR methods for the diagnosis of bovine tuberculosis from granulomas collected at slaughterhouses. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2025, vol. 56, iss.4, pp. 3085–3091. <https://doi.org/10.1007/s42770-025-01779-7>.
21. Aagaard C., Govaerts M., Meikle V., et al. Optimizing antigen cocktails for detection of *Mycobacterium bovis* in herds with different prevalences of bovine tuberculosis: ESAT6-CFP10 mixture shows optimal sensitivity and specificity. *Journal of Clinical Microbiology*, 2006, vol. 44, iss.12, pp. 4326–4335. <https://doi.org/10.1128/jcm.01184-06>.
22. de la Rua-Domenech R., Goodchild A.T., Vordermeier H.M., et al. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: a review of the tuberculin tests, gamma-interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. *Research in Veterinary Science*, 2006, vol. 81, iss.2, pp. 190–210. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2005.11.005>.
23. Gormley E., Doyle M.B., Fitzsimons T., McGill K., Collins J.D. Diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle by use of the gamma-interferon (Bovigam®) assay. *Veterinary Microbiology*, 2006, vol. 112, iss.2–4, pp. 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.11.029>.
24. Schiller I., Oesch B., Vordermeier H.M., et al. Bovine tuberculosis: a review of current and emerging diagnostic techniques in view of their relevance for disease control and eradication. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2010, vol. 57, iss.4, pp. 205–220. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2010.01148.x>.
25. Schiller I., Vordermeier H.M., Waters W.R., et al. Comparison of tuberculin activity using the interferon-gamma assay for the diagnosis of bovine tuberculosis. *Veterinary Record*, 2010, vol. 167, iss.9, pp. 322–326. <https://doi.org/10.1136/vr.c3403>.
26. Maes M., Giménez J.F., D'Alessandro A., De Waard J.H. The stability of human, bovine and avian tuberculin purified protein derivative (PPD). *Journal of Infection in Developing Countries*, 2011, vol. 5, iss.11, pp. 781–785. <https://doi.org/10.3855/jidc.1689>.
27. Good M., Duignan A. Perspectives on the History of Bovine TB and the Role of Tuberculin in Bovine TB Eradication. *Veterinary Medicine International*, 2011, vol. 2011, art. 410470. <https://doi.org/10.4061/2011/410470>.
28. Good M., Clegg T.A., Costello E., More S.J. The comparative performance of the single intradermal test and the single intradermal comparative tuberculin test in Irish cattle, using tuberculin PPD combinations of differing potencies. *The Veterinary Journal*, 2011, vol. 190, iss.2, pp. e60–e65. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.01.005>.
29. Parthasarathy S., Veerasami M., Appana G., et al. Use of ESAT-6-CFP-10 fusion protein in the bovine interferon-gamma ELISPOT assay for diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. *Journal of Microbiological Methods*, 2012, vol. 90, iss.3, pp. 298–304. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2012.06.001>.
30. Je S., Yeo U.C., Song T., Kim K.C., Park S.Y., Kim M.J., Cho S.N. Extent of *Mycobacterium bovis* infection in dairy cattle herds subject to partial culling as determined by an interferon-gamma assay. *Journal of Veterinary Science*, 2014, vol. 15, iss.2, pp. 259–265. <https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.2.259>.
31. Wood P.R., Corner L.A., Plackett P. Development of a simple, rapid in vitro cellular assay for bovine tuberculosis based on the production of gamma interferon. *Research in Veterinary Science*, 1990, vol. 49, iss.1, pp. 46–49. PMID: 2116655.
32. Buddle B.M., Parlane N.A., Keen D.L., et al. Differentiation between *Mycobacterium bovis* BCG-vaccinated and *M. bovis*-infected cattle by using recombinant mycobacterial antigens. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 1999, vol. 6, iss.1, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1128/cdli.6.1.1-5.1999>.
33. Pollock J.M., Girvin R.M., Lightbody K.A., Clements R.A., Neill S.D., Buddle B.M., Andersen P. Assessment of defined antigens for the diagnosis of bovine tuberculosis in skin test-reactor cattle. *Veterinary Record*, 2000, vol. 146, iss.23, pp. 659–665. <https://doi.org/10.1136/vr.146.23.659>.
34. Vordermeier H.M., Whelan A., Cockle P.J., et al. Use of synthetic peptides derived from the antigens ESAT-6 and CFP-10 for differential diagnosis of bovine tuberculosis in cattle. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 2001, vol. 8, iss.3, pp. 571–578. <https://doi.org/10.1128/cdli.8.3.571-578.2001>.
35. Buddle B.M., Ryan T.J., Pollock J.M., Andersen P., de Lisle G.W. Use of ESAT-6 in the interferon-gamma test for diagnosis of bovine tuberculosis following skin testing. *Veterinary Microbiology*, 2001, vol. 80, iss.1, pp. 37–46. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(00\)00375-8](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(00)00375-8).

Жіберілген күні: 11 тамыз 2026 ж. Қабылданған күні: 20 тамыз 2026 ж.

Жарияланған күні: 30 қыркүйек 2026 ж.

Авторлар туралы мәліметтер:

Озатбекұлы Аманбек* – 1 курс докторанты, ветеринария ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, «БиоВет» ғылыми өндірістік орталығы ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ., Қарасай батыр көш 191 литер А, e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Тургенбаев Қайрат Алтынбекұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, бас ғылыми қызметкер, Ғылыми өндірістік орталығы «БиоВет» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ., Қарасай батыр көш 191 литер А, e-mail: biovet.kaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Борсынбаева Асия Маденовна – PhD, аға ғылыми қызметкер, Ғылыми өндірістік орталығы «БиоВет» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050008, Алматы қ., Қарасай батыр көш 191 литер А, e-mail: asiajan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Микниене Зоя – PhD докторы, доцент, Литва денсаулық ғылымдары университеті, LT44001, Каунас, Тильзес көш., 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@lsmuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Озатбекулы Аманбек* – докторант 1 курса, магистр ветеринарных наук, младший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Тургенбаев Кайрат Алтынбекович – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: biovet.kaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Борсынбаева Асия Маденовна – PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», Республика Казахстан, 050008, Алматы, ул. Карасай Батыра 191 литер А, e-mail: asiajan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Микниене Зоя – ассоциированный профессор, доктор PhD, Литовский университет наук здоровья, Литва, LT44001, г. Каунас, ул. Тилзеса 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@lsmuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Ozatbekuly Amanbek* – 1 st-year PhD student, Master of Veterinary Sciences, Junior Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: ozatbekamanbek@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0627-5680>.

Turgenbayev Kairat Altynbekovich – Doctor of Veterinary Science, Professor, Chief Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: biovet.kaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0982-1863>.

Borsynbayeva Assiya Madenovna – PhD, Senior Researcher, BioVet Research Production Center LLP, Republic of Kazakhstan, 050008, Almaty, 191-A Karasay batyr Str., e-mail: asiajan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-2020>.

Mikniene Zoja – Associate Professor, PhD, Lithuanian University of Health Sciences, Lithuania, 03154, Kaunas, 18 Tilžės Str., tel.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@lsmuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

МРНТИ 03.13.13

УДК 616.5:579.6

<https://doi.org/10.52269/SEPT2631091>

КЕРАТИНОФИЛЬНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ МИКОЗОВ КОЖИ, ВЫДЕЛЕННЫЕ С ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА

Талғатқызы Н.* – магистр естественных наук, докторант, научный сотрудник «Инжинирингового центра органических агротехнологий», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Кухар Е.В. – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Шыныбаев К.М. – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Алматы, Республика Казахстан.

Кайыпбай Б.Б. – доктор ветеринарных наук, профессор, «Костанайская областная территориальная инспекция Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, г. Костанай, Республика Казахстан.

В условиях Республики Казахстан микозы кожи сельскохозяйственных животных продолжают оставаться значимой ветеринарной проблемой, особенно в регионах с различными природно-климатическими условиями. Исследования, проведенные в Северном и Центральном Казахстане, указывают на распространённость микозов и значительное видовое разнообразие условно-патогенных грибов. В то же время, южные, засушливые регионы изучены недостаточно.

Целью настоящего исследования явилось изучение состава оппортунистических и классических возбудителей микозов кожи у сельскохозяйственных животных южных регионов Республики