

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@ismuni.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@ismuni.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@ismuni.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, проведённые 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

Казахстана. Исследовано 349 проб биоматериала (шерсть и соскобы кожи) от сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей и верблюдов) с целью выявления классических и оппортунистических возбудителей микозов кожи. Исследование проводилось в 2024-2025 гг. В результате выделено 63 изолята оппортунистических грибов, среди которых преобладали плесневые грибы (96,82%), дрожжи и дерматофиты составляли по 1,59%. Наибольшая частота выделения установлена у микромицетов рода *Aspergillus* (*A. flavus* – 33,33%, *A. niger* – 14,28%, *A. corrugatus* – 6,34%), *Penicillium* (*P. commune* – 11,11%) и *Chaetomiaceae* (*Ch. fusisporum* – 6,34%). Из общего числа оппортунистических грибов 11,7% проявили выраженную кератинофильную активность, 36% – слабую, а 52,3% не расщепляли кератин. Особенностью штамма *T. mentagrophytes* 8.30МРС, выделенного от овец, является высокая биохимическая активность по расщеплению сахаров и белков. Кератинофильной и кератинолитической активностью отличались также штаммы *T. mentagrophytes*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *M. indicus*, *A. candidus*, *A. corrugatus*, при этом тест на перфорацию волос подтвердил патогенные свойства у 14,3% кератинофильных изолятов. Полученные результаты свидетельствуют о высоком биоразнообразии оппортунистических микромицетов с кератинофильными и потенциально патогенными свойствами, что требует дальнейшего мониторинга с целью профилактики микозов кожи у сельскохозяйственных животных в засушливых регионах Казахстана.

Ключевые слова: кератин, кератинофильные грибы, оппортунисты, микозы, дерматофиты.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК Өңірлерінен бөлінген тері микоздарының кератинофильді қоздырғыштары

Талғатқызы Н.* – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, докторант, ғылыми қызметкері, «Органикалық агротехнологиялар инжинирингтік орталығы», «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Кухар Е.В. – биология ғылымдарының докторы, профессор, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Шыныбаев Қ.М – ветеринарлық ғылымдарының кандидаты, аға зерттеуші, қауымдастырылған профессор, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы.

Қайыпбай Б.Б. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Қазақстан Республикасының жағдайында ауыл шаруашылығы жануарларының тері микоздары, әсіресе әртүрлі табиғи-климаттық жағдайлары бар өңірлерде маңызды ветеринариялық проблема болып қала береді. Солтүстік және Орталық Қазақстанда жүргізілген зерттеулер дерматомикоздардың тұрақты таралуын және шартты-патогенді саңырауқұлақтардың айтарлықтай түрлілігін көрсетеді. Сонымен қатар, Оңтүстік, құрғақ аймақтар жеткілікті зерттелмеген.

Осы зерттеудің мақсаты Қазақстан Республикасының оңтүстік өңірлеріндегі ауыл шаруашылығы жануарларындағы тері микоздарының оппортунистік және классикалық қоздырғыштарының құрамын зерделеу болды. Тері микоздарының классикалық және оппортунистік қоздырғыштарын анықтау мақсатында ауыл шаруашылығы жануарларынан (ірі қара, қой, ешкі, жылқы және түйе) 349 биоматериал сынамасы (жүн және тері жаралары) зерттелді. Зерттеу 2024-2025 жылдары жүргізілді. Нәтижесінде оппортунистік саңырауқұлақтардың 63 изоляты оқшауланды, олардың арасында зең саңырауқұлақтары басым болды (96,82%), ашытқы мен дерматофиттер 1,59% құрады. Бөліп алу барысында ең жоғары жиілікті *Aspergillus* (*A. flavus* – 33,33%, *A. niger* – 14,28%, *A. corrugatus* – 6,34%), *Penicillium* (*P. commune* – 11,11%) және *Chaetomiaceae* (*Ch. fusisporum* – 6,34%). Оппортунистік саңырауқұлақтардың жалпы санының 11,7% – ы айқын кератинофильді белсенділікті көрсетті, 36%-ы әлсіз, ал 52,3%-ы кератинді мүлдем ыдыратпады. Қой сынамасынан бөлінген *T. mentagrophytes* 8.30МРС штаммының ерекшелігі – қанттар мен ақуыздарды ыдыратудағы жоғары биохимиялық белсенділік болып табылды. *T. mentagrophytes*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *M. indicus*, *A. candidus*, *A. corrugatus* штаммдары да кератинофильді және кератинолитикалық белсенділікке ие болды, ал шаш перфорациясы тесті кератинофильді изоляттардың 14,3%-ында патогенді қасиеттердің бар екенін растады. Алынған нәтижелер оппортунистік микромицеттердің кератинофильді және потенциалды патогенді қасиеттері жоғары биоәртүрлілігін көрсетеді, бұл құрғақ аймақтардағы ауыл шаруашылық жануарларының терісінің микоздарының алдын алу мақсатында әрі қарай мониторинге жүргізуді қажет етеді.

Түйінді сөздер: кератин, кератинофильді саңырауқұлақтар, оппортунистер, микоздар, дерматофиттер.

KERATINOPHILIC PATHOGENS OF SKIN MYCOSES ISOLATED FROM THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN

Talgatkyzy N. – Master of Natural Sciences, PhD student, Researcher of the Engineering Center of Organic Agrotechnologies, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.*

Kukhar Ye.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Shynybayev K.M. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate professor, Kazakh Scientific Research Veterinary Institute LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan.

Kaiypbay B.B. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kostanay Regional Territorial Inspection of the Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

In the Republic of Kazakhstan, skin mycoses of farm animals remain a significant veterinary problem, especially in regions with diverse natural and climatic conditions. Studies conducted in Northern and Central Kazakhstan indicate the persistent prevalence of mycoses and a considerable species diversity of potentially pathogenic fungi. At the same time, the southern arid regions have been insufficiently studied.

*The aim of this study was to investigate the composition of opportunistic and classical causative agents of skin mycoses in farm animals in the southern regions of Kazakhstan. A total of 349 samples of biomaterial (hair and skin scrapings) from farm animals (cattle, sheep, goats, horses, and camels) were analyzed to identify classical and opportunistic skin mycosis pathogens. The study was conducted during 2024–2025. A total of 63 isolates of opportunistic fungi were obtained, among which molds predominated (96.82%), while yeasts and dermatophytes each accounted for 1.59%. The highest isolation frequency was observed for micromycetes of the *Aspergillus* genera (*A. flavus* – 33.33%, *A. niger* – 14.28%, *A. corrugatus* – 6.34%), *Penicillium* (*P. commune* – 11.11%), and the family *Chaetomiaceae* (*Ch. fusisporum* – 6.34%). Among all opportunistic fungi, 11.7% showed pronounced keratinophilic activity, 36% demonstrated weak activity, and 52.3% did not degrade keratin. The strain *T. mentagrophytes* 8.30MRS, isolated from sheep, exhibited high biochemically significant activity in sugar and protein degradation. Keratinophilic and keratinolytic activity was also noted in the strains *T. mentagrophytes*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *M. indicus*, *A. candidus*, and *A. corrugatus*, and the hair perforation test confirmed pathogenic properties in 14.3% of keratinophilic isolates.*

These results indicate a high biodiversity of opportunistic micromycetes with keratinophilic and potentially pathogenic properties, highlighting the need for further monitoring to prevent skin mycoses in farm animals in arid regions of Kazakhstan.

Keywords: *keratin, keratinophilic fungi, opportunists, mycoses, dermatophytes.*

Введение

Грибковые инфекции были известны человечеству уже во времена глубокой древности, начало их изучения медиками относится к античной эпохе. Так, уже Гиппократу была известна молочница, Цельс описал инфильтративно-нагноительную трихофитию. К середине XIX века были описаны возбудители дерматомикозов, кандидоза, а к началу XX столетия – многих висцеральных и системных микозов. Шенлейн, Груби, Сабуро, Кастеллани заложили основы медицинской микологии как важной отрасли дерматологии и общей патологии инфекциями [1, с.16].

Микозы – поражения кожи, ногтей и волос, вызываемые патогенными и условно-патогенными грибами. Основным резервуаром антропонозных микозов является человек, зооантропонозных – большое животное. Спектр преобладающих возбудителей микозов разнообразен и подвержен изменениям. По разным оценкам, на долю микозов приходится от 37 до 42% от всех болезней кожи, они нередко ассоциируются с аллергодерматозами, вирусными и бактериальными инфекциями [2, с.34].

В настоящее время увеличение числа видов кожных заболеваний, связанных с грибковым поражением кожи и ее придатков, является одной из важнейших проблем в дерматологической практике. В связи с высокой заразностью дерматофитозов, проявлением токсико-аллергических реакций и выраженным субъективным эффектом, их возникновение и профилактика становится трудноразрешимой задачей медицинской и ветеринарной практики. Заболеваемость микозами кожи продолжает занимать одно из ведущих мест, не уступая по актуальности ни одному дерматозу [3, с.1].

Известно, что кроме классических кератинофилов, к которым относятся дерматофиты, существует множество кератинофильных видов экологически значимых грибов, которые могут использовать предварительно переваренные кератиновые остатки или побочные продукты деградации кератина [4, с. 77]. Кератинофильные грибы представляют собой группу грибов, которые живут на ороговевших естественных субстратах, таких как шерсть, копыта, перья, ногти, рога и внешний слой кожи, и расщепляют их на низкомолекулярные компоненты [5, с. 262., 6, с. 166].

Кератины – это семейство волокнистых структурных белков, которые относятся к группам склеро-протеинов, содержащихся в перьях, шерсти, рогах, копытах, ногтях, когтях, клювах и шерсти животных [8, с. 126]. Благодаря прочности и стабильности кератина, очень немногие живые организмы способны

расщеплять и использовать его. К ним относятся некоторые насекомые, бактерии, актиномицеты и грибы [9, с. 1].

Кератин ороговевших остатков кожи и ее придатков в почве подвергается разложению сапрофитными микроорганизмами-биодеструкторами, синтезирующими фермент кератиназу, такими как *Chrysosporium* spp., *Pseudogymnoascus* spp., *Geomyces* spp., *Pectinotrichum* spp., *Renispora* spp. и ряд других. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Microsporum*, *Trichoderma* и *Chrysosporium* известны как наиболее распространенные кератинолитические грибы [10, с.2085]. Они, как правило, используют белки, пептиды и аминокислоты в качестве источника углерода даже в присутствии сахара; однако они также демонстрируют большое разнообразие в своем питании и физиологии [11, с. 97]. Широкий спектр животных (млекопитающие, рыбы, птицы и рептилии) вырабатывает различные виды кератина в качестве структурной части своей внешней защиты. [7, с. 126]. Считается, что различия в естественной среде обитания и предпочтениях хозяев сыграли значительную роль в определении глобального распространения кератинофильных грибов и родственных им дерматофитов [12].

В последнее время участились случаи выявления грибов родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Phoma*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Candida* и других представителей плесневых грибов и дрожжей с пораженных участков кожи домашних животных [13, с. 58, 14, с. 10].

Успешное развитие животноводства в Казахстане напрямую связано со здоровьем животных. Одним из показателей здорового организма является ровный кожный покров, гладкая и блестящая шерсть, отсутствие поражений, перхоти, alopecий, очагов воспаления и других признаков, указывающих на нарушение обменных процессов, инфекционной или паразитарной патологии. В северных и центральных регионах Казахстана выявлены различные возбудители плесневых микозов кожи животных. Среди них, 9,5% изолятов обладали выраженными кератинофильными свойствами, 21,8% показали среднюю кератинофильную активность, остальные 68,7% слабую кератинофильную активность [Байлина Г.Е., Кухар Е.В., Турсункулов С.А., Исмаканова Г.Ж., Аубакиров М.Ж. Возбудители плесневых микозов кожи животных, циркулирующие в северных и центральных регионах Казахстана // Вестник ЗКАТУ им. Жангир Хана. – Уральск, 2025. – №3. – С. 223-237].

Жаркая погода и низкая влажность, наличие пыльно-загрязненного воздуха на территории южных регионов Республики Казахстан создают благоприятные условия, способствуют локализации и паразитированию классических дерматофитов и оппортунистических кератинофильных патогенов кожи, что приводит к кожным заболеваниям сельскохозяйственных животных.

Цель исследования – выявление и характеристика кератинофильных грибов, выделенных из образцов биоматериала сельскохозяйственных животных, отобранных на территории Южного Казахстана.

Работа проводилась в рамках проекта AP23489001 «Генетический мониторинг и анализ патогенности новых возбудителей оппортунистических микозов сельскохозяйственных животных в Казахстане» в 2024-2026 гг.

Задачи:

1. Изучить наличие и распространённость классических и оппортунистических возбудителей микозов кожи у сельскохозяйственных животных южного региона Республики Казахстан на основе микологического анализа проб шерсти и соскобов кожи.
2. Определить видовой состав и структуру оппортунистических микромицетов, выделенных от сельскохозяйственных животных, с оценкой доминирующих таксонов.
3. Оценить кератинофильную активность выделенных изолятов оппортунистических грибов и установить их способность у расщеплению кератина.
4. Исследовать биохимическую активность наиболее значимых штаммов микромицетов с использованием тестов на расщепление углеводов и белков.
5. Определить патогенные свойства выделенных кератинофильных микромицетов с помощью теста на перфорацию волос и оценить их потенциальную патогенетическую значимость.

Материалы и методы

Объектом исследования является шерсть и соскобы кожи сельскохозяйственных животных (крупного (КРС) и мелкого рогатого скота (МРС), лошадей (Л), верблюдов (В) и коз (К)) в количестве – 342 пробы, отобранных в южных регионах Республики Казахстан. Из них, по Жамбылской области – 54, Кызылординской – 26, Алматинской – 17, Южно-Казахстанской – 250, Туркестанской – 2 образца. Все пробы из каждой области южного региона были закодированы нами с присвоением соответствующего числового значения: Жамбылская область – 8, Кызылординская область – 11, Алматинская область – 2, Южно-Казахстанская область – 17, Туркестанская область – 13. Этот номер присваивался в дальнейшем каждой пробе.

Для выявления и характеристики изолятов использовались следующие методы: культивирование на плотных средах, метод прямой микроскопии, определение биохимической активности, тест на перфорацию волос.

Питательные среды Сабуро для первичного выделения культуры микромицетов, дрожжевой экстракт для проведения теста на перфорацию и среды Гисса для изучения сахаролитической активности, желатиназу, пептонную воду готовили по инструкции завода-изготовителя.

Питательные среды готовили в соответствии с действующими методическими рекомендациями и разливали в стерильных условиях в чашки Петри [16, с. 33]. Стерилизацию питательных сред осуществляли автоклавированием по стандартным режимам.

Для первичного выделения возбудителей микозов кожи образцы биоматериала (шерсть и соскобы кожи) предварительно обрабатывали 70%-ным этиловым спиртом, после чего высевали на поверхности питательных сред по 5-6 волосков или чешуек кожи. Посевы инкубировали при температуре $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ на 5 суток [18, с. 9].

Прямую микроскопию изолятов и чистой культуры проводили методом световой микроскопии при увеличении $\times 40$, $\times 100$.

Кератинофильные свойства микромицетов изучали на модифицированном агаре Сабуро с добавлением 2% кератина волос [19, с. 57]. Кератинолитическую активность определяли с использованием теста на перфорацию волос *in vitro* по Айелло и Джорджу с последующим микроскопическим контролем в течение 20 суток [20, с. 657].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Microsoft Office Excel» 2010.

Результаты

Результаты первичного выделения кератинофильных грибов из проб биоматериала представлены на рисунке 1.

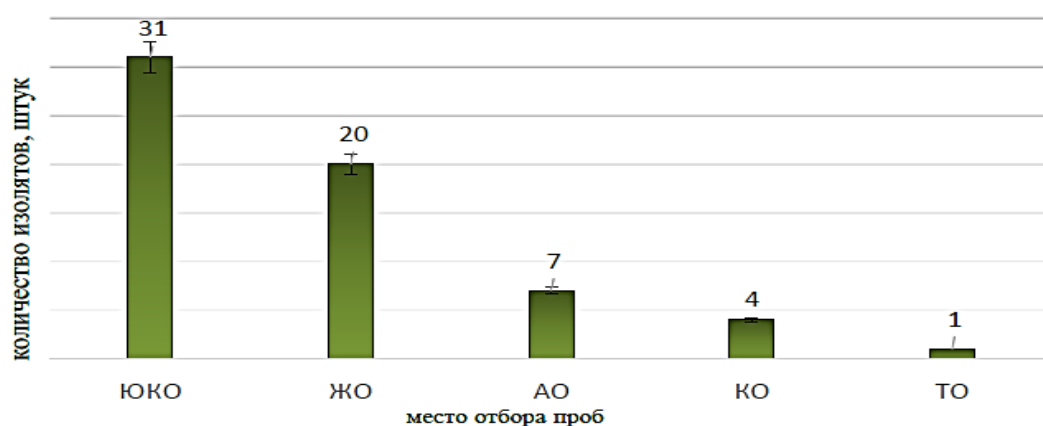


Рисунок 1 – Количество кератинофильных возбудителей, выделенных с южных регионов Казахстана (ЮКО – Южно-Казахстанская, ЖО – Жамбылская, АО – Алматинская, КО – Кызылординская, ТО – Туркестанская область)

Как видно по рисунку 1, из 250 образцов сельскохозяйственных животных Шымкентской области выявлен 31 изолят: рода *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. candidus*, *A. niger*, *A. versicolor*), *Chaetomium fusisporum*, *Cystobasidium siooffiae*, *Penicillium chrysogenum*), из 54 образцов Жамбылской области – 20 изолятов (*A. flavus*, *A. oryzae*, *A. nidulans*, *A. fumigatus*, *C. fusisporum*, *P. commune*, *Trichophyton mentagrophytes*), из 17 образцов из Алматинской области – 7 изолятов (*A. flavus*, *Candida albicans*, *Fusarium spp.*, *Penicillium commune*), из 2 образцов Туркестанской области – 1 изолят (*A. flavus*), из 26 образцов Кызылординской области – 4 изолята микромицетов (*Aspergillus fumigatus*, *Mucor indicus*, *Cladosporium kenpeggii*).

Количественный анализ потенциальных возбудителей микозов кожи, выделенных в разрезе областей южного региона РК, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Родовой состав изолятов, выделенных из образцов по южному региону РК

Область	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Trichophyton</i> spp.	<i>Cystobasidium</i> spp.	<i>Chaetomium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Candida</i> spp.
Южно-Казахстанская (далее – ЮКО)	26		1	2		2			
Жамбылская (ЖО)	12	1		2		5			
Алматинская (АО)	3				1	2			1
Кызылординская (КО)	2						1	1	
Туркестанская (ТО)	1								
Всего:	44	1	1	4	1	9	1	1	1

Как видно из таблицы, среди выделенных изолятов преобладали грибы рода *Aspergillus*.

Результаты видовой идентификации потенциальных возбудителей микозов кожи методом золотого стандарта диагностики представлены на рисунке 2.

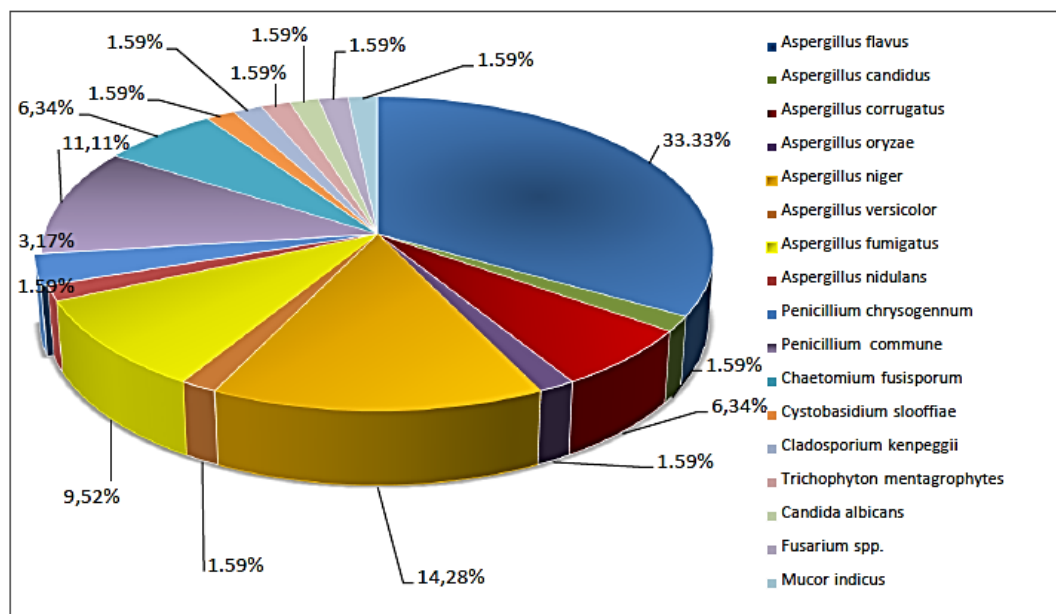


Рисунок 2 – Спектр выделенных возбудителей микозов кожи от животных южных регионов Казахстана

Как видно по рисунку 2, минимальный показатель количества выделения изолятов составлял 1,59%, максимальный – 33,33%. Микроорганизмы с наименьшим числом выделений (1,59%) – *Aspergillus candidus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus nidulans*, *Cystobasidium slooffiae*, *Cladosporium kenpeggii*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida albicans*, *Fusarium spp.*, *Mucor indicus*. Самый высокий показатель был у микромицетов рода *Aspergillus* (*A. flavus* – 33,33%, *A. niger* – 14,28%, *A. fumigatus* – 9,52%, *A. corrugatus* – 6,34%), рода пеницилл (*P. commune* – 11,11%, *Penicillium chrysogenum* – 3,17%) и грибов семейства *Chaetomiaceae* (*Ch. fusisporum* – 6,34%).

Для выявления кератинофильных грибов из общего числа выделенных патогенов, сравнивали характер роста и диаметр колоний каждого изолята на модифицированной обогащенной кератином среде Сабура и обычной глюкозной среде Сабура. На рисунке обозначены штаммы: №17.16Л – *Ch. fusisporum*, №17.46Л – *C. slooffiae*, №17.2КРС – *A. flavus*, №17.13К – *P. chrysogenum*, №17.15К – *A. niger*, №8.30МРС – *T. mentagrophytes*, №17.30К – *A. candidus*, №11.2МРС – *M. indicus*, №17.25В – *A. corrugatus*, №8.13МРС – *P. commune*, №13.1К – *Cl. kenpeggii*, №17.3КРС – *A. versicolor*, №8.16МРС – *A. nidulans*, №2.2ЛАМА – *C. albicans* (рисунок 3)

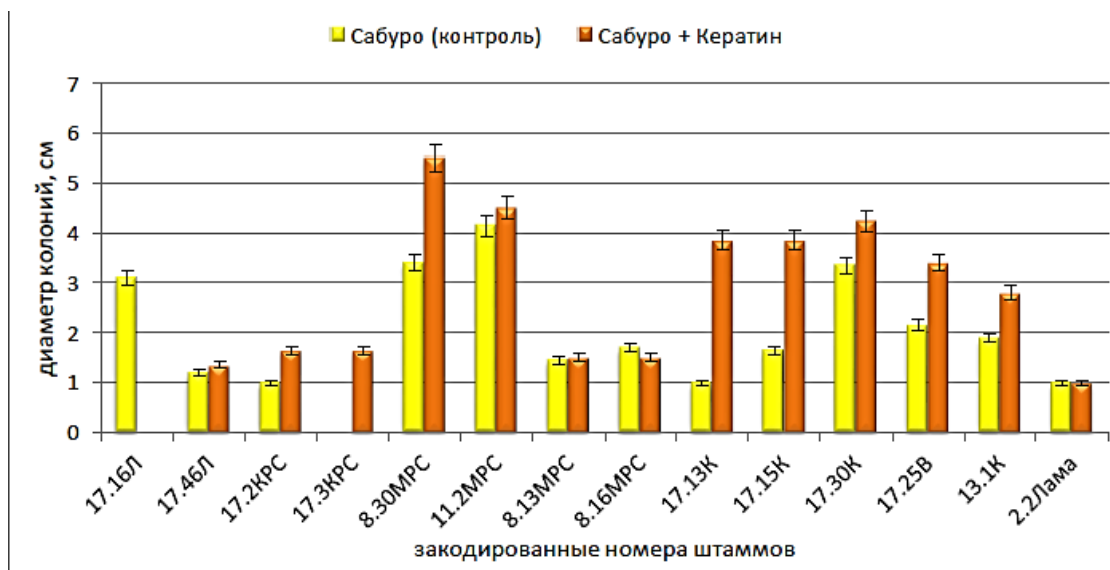


Рисунок 3 – Влияние наличия кератина на активность роста и диаметр колоний штаммов кератинофильных грибов

Как видно по рисунку 3, рост культуры штамма *C. fusisporum* №17.16Л на обогащенном кератином среде Сабуро отсутствовал, что говорит о полном подавлении кератином роста штамма. Диаметр культуры штамма *A. nidulans* №8.16МРС на модифицированной среде Сабуро был меньшим, чем на классическом агаре Сабуро, что свидетельствует об ингибирующем эффекте кератина. Штамм №2.2ЛАМА (*C. albicans*) имел одинаковый диаметр на модифицированной среде по сравнению с контролем, что является свидетельством того, что кератин не оказывал никакого эффекта на рост грибов, хотя и не подавлял его. Для штамма №17.3КРС (*A. versicolor*) именно наличие кератина в питательном субстрате явилось основным фактором для роста и формирования колонии по сравнению с составом стандартной среды Сабуро, где роста не было. На рост культур №17.46Л *C. slooffiae* (0,15 см), №11.2МРС *M. indicus* (0,35 см) и №8.13МРС *P. commune* (0,5 см) кератин практически не оказывал стимулирующего эффекта.

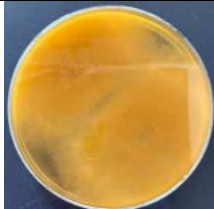
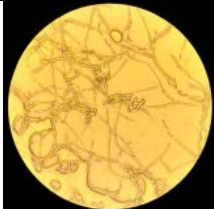
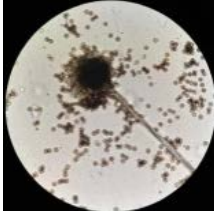
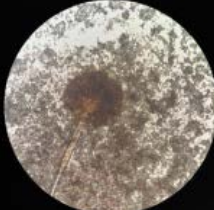
Диаметр колоний на среде с кератином был на 0,15-0,5 см больше, чем в контроле, при разнице среднего диаметра $M \pm m$, равного $0,33 \pm 0,12$ см, что не может служить достоверным показателем лучшей активности роста штаммов. Остальные штаммы отличались наличием кератинофильных свойств с различной степенью активности накопления биомассы:

- с низкой кератинофильной активностью при разнице в размере диаметра до 1,0 см: штамм №17.2КРС *A. flavus* (0,65 см), штамм №17.30К *A. candidus* (0,9 см), штамм №13.1К *C. kenpeggii* (0,9 см);
- со средней кератинофильной активностью при разнице в размере диаметра до 2,0 см: штамм №17.25В *A. corrugatus* (1,25 см);
- с высокой кератинофильной активностью при разнице в размере диаметра до 3,0 см: штамм *T. mentagrophytes* №8.30МРС (2,10 см), штамм *A. niger* №17.15К (2,20 см), *P. chrysogenum* №17.13К (2,85 см).

Анализ выделения оппортунистических возбудителей с кератинофильными свойствами от разных видов животных позволил установить, что наиболее активными кератинофилами были штаммы, выделенные от коз <овец< крупного рогатого скота <верблюдов <лошадей.

Проведенная в дальнейшем культурально-морфологическая и микроскопическая характеристика 7-ми штаммов с высокой кератинофильной активностью позволила установить наличие характерных морфологических признаков и идентифицировать кератинофильные грибы, выделенные от животных (таблица 2).

Таблица 2 – Данные по культурально-морфологической идентификации кератинофильных возбудителей микозов кожи

Культуры	Лицевая сторона колонии	Обратная сторона колонии	Микроскопия
<i>T. mentagrophytes</i> №8.30МРС			
<i>A. niger</i> №17.15К			
<i>A. candidus</i> №17.30К			
<i>A. corrugatus</i> №17.25В			

Продолжение таблицы 2

<i>M. indicus</i> №11.2MPC			
<i>Cl. kenpeggii</i> №13.1K			
<i>P. chrysogenum</i> №17.13K			

Как видно из таблицы 2, чистые культуры имели типичную макроморфологию и характерные микроскопические структуры.

Биохимический анализ позволил подтвердить высокую сахаролитическую активность кератинофильных возбудителей (рисунок 4).

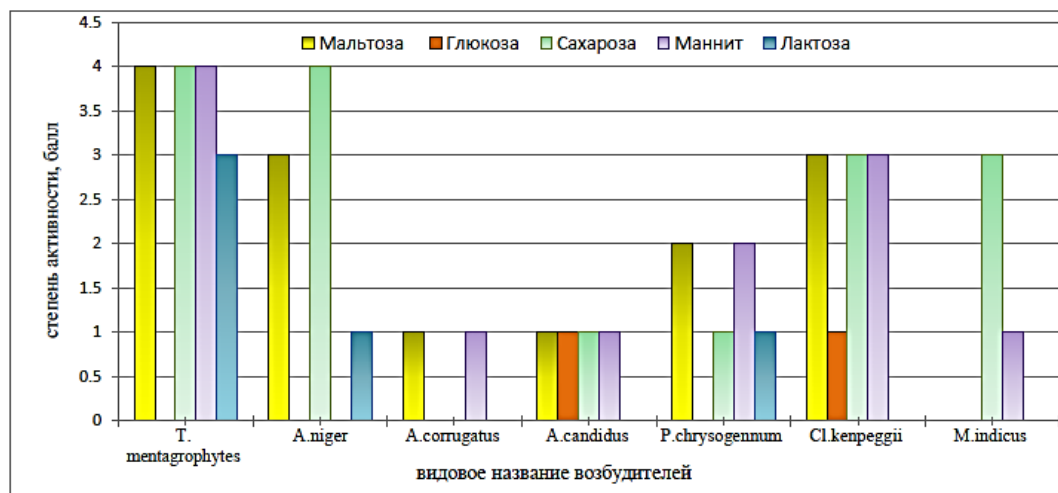


Рисунок 4 – Сахаролитическая активность кератинофильных возбудителей микоза кожи сельскохозяйственных животных

Согласно данным, приведенным на рисунке 4, активность штаммов по усвоению сахаров варьировала. Так, глюкозу не усваивали большинство штаммов (71,4%), лишь *C. kenpeggii* показал слабую активность (1 балл из 4), а *T. mentagrophytes* и *A. niger* полностью её не усваивали (0 баллов). Лактозу усваивали с разной интенсивностью: *T. mentagrophytes* – 3 балла (выраженная активность), *A. niger* – 1 балл (низкая активность), остальные штаммы не использовали лактозу (0 баллов). Наибольшая активность наблюдалась в отношении сахарозы, мальтозы и маннита: *T. Mentagrophytes* – по 4 балла, *A. niger* – сахароза 4, мальтоза 3, маннит 0, *M. Indicus*- сахароза 3, мальтоза 0, маннит 1, *C. Kenpeggii*- 3 балла по всем трём сахарам. Наименее активными по всем сахарам были штаммы *A. corrugatus* и *A. candidus* (0-1 балл).

Таким образом, 85,7% штаммов проявляли высокую активность по усвоению сахарозы, маннита и мальтозы, а активность по глюкозе и лактозе была выражена лишь у отдельных штаммов.

Была подтверждена высокая протеолитическая активность кератинофильных возбудителей (рисунок 5, 6).



Рисунок 5 – Казеиолитическая активность кератинофильных возбудителей микозов кожи сельскохозяйственных животных

Согласно результатам, представленным на рисунке 5, культуры *Cl. Kenpeggii* №13.1K, *A. candidus* 17.30K и №17.13K обладают низкой казеиновой активностью, штаммы *A. corrugatus* 17.25B, *M. Indicus* 11.2MPC, *A. niger* 17.15K – средне выраженной казеиновой активностью. У штамма *T.mentagrophytes* 8.30MPC казеиолитическая активность выше, чем у всех других штаммов.

Степень расщепления животных белков: пептона, гемоглобина и желатина, кератинофильными возбудителями показана на рисунке 6.

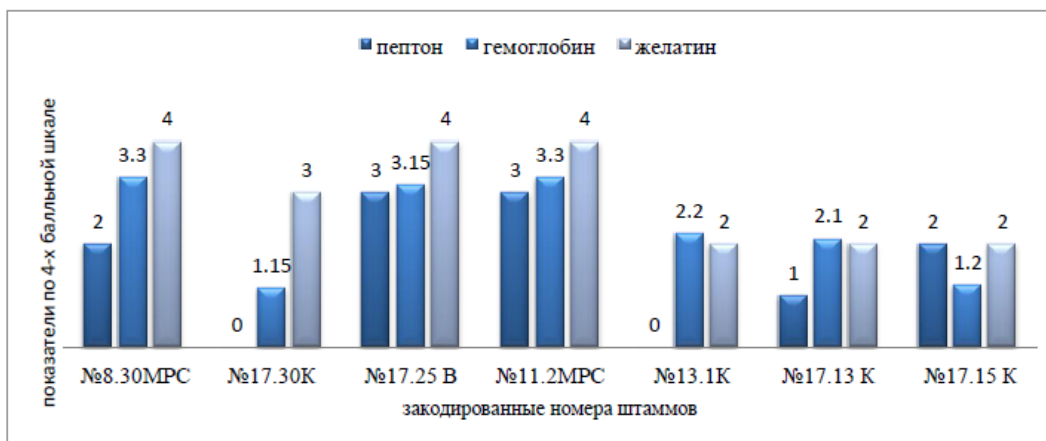


Рисунок 6 – Степень расщепления белков кератинофильными возбудителями микозов кожи сельскохозяйственных животных

Как видно по рисунку 6, все культуры обладают способностью расщепления животных белков, но с разной активностью. Все грибы расщепляют желатин и гемоглобин, но активность штаммов *T. mentagrophytes* 8.30MPC, *M. indicus* 11.2MPC, *A. corrugatus* 17.25B в 2 раза выше, чем у других штаммов при расщеплении желатина и на 1,1-2,15 раза выше при расщеплении гемоглобина. Культуры *A. candidus* №17.30K и *kenpeggii* 13.1K С. не усваивали пептон.

При проведении теста на перфорацию волос было установлено наличие кератиолитических свойств у некоторых оппортунистических возбудителей (рисунок 7).

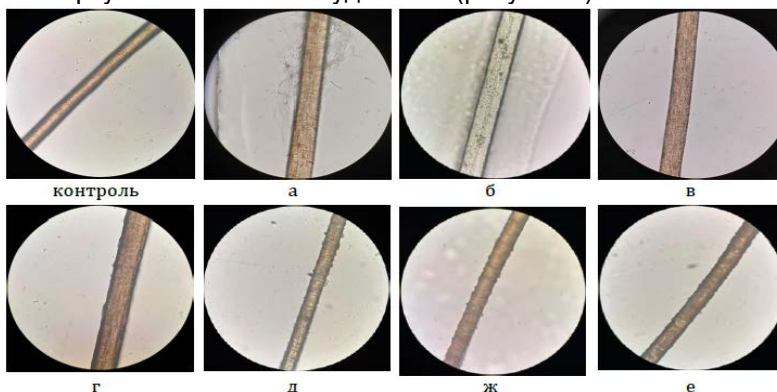


Рисунок 7 – Результаты теста на перфорацию волос кератинофильными грибами: а – 8.30MPC, б – 17.25B, в – 17.30K, г – 17.15K, д – 17.13K, ж – 11.2MPC, е – 13.1K

Исследование показало, что почти все патогены повреждают внешний и внутренний слой волос. Микроскопией выявлено изменение внешнего состояния и внутреннего строения волос, наличие наружной эрозии кутикулы волоса, местами – проникновение мицелия и скопление спор во внутренней полости волос. Воздействие всех кератинофильных штаммов привело к появлению шероховатостей и неровностей, нарушений целостности оболочки волоса. Зафиксирован рост мицелия грибов на волосах с образованием сплошного накопления биомассы или редкого одиночного гифального роста с ветвлением.

Обсуждение

Кератинофильные грибы являются экологически важной группой грибов, которые расщепляют кератин и продукты его распада во внешней среде. При этом [21, с. 14] считает, что также кератинофильные грибы имеют медицинское и ветеринарное значение, вызывая патологию кожи у животных и человека. За последние годы многие исследователи сообщали о выделении кератинофильных грибов из почвы, шерсти животных, перьев птиц и иного биоматериала [22, с. 480., 23, с. 646].

При анализе шерсти, соскобов кожи от крупного и мелкого рогатого скота, лошадей, верблюдов в количестве 349 проб было выделено 63 изолята – потенциальных возбудителей микозов кожи. Спектр возбудителей включал в себя 9 родов дерматофитных грибов, в том числе, плесневые грибы: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Chaetomium* spp., *Cystobasidium* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp., *Cladosporium* spp.; дерматофиты – *Trichophyton* spp., дрожжи – *Candida* spp. Самый высокий показатель выделения условно патогенных возбудителей из кератинсодержащего материала был у плесневых грибов рода *Aspergillus* (69,84%), рода *Penicillium* (14,28%), рода *Chaetomiales* (6,34%). Дерматомицеты рода *Trichophyton* spp. и дрожжи рода *Candida* spp. выделены по 1,59% в каждом случае.

Наши данные согласуются с работами других микологов, которые утверждают, что число выделения плесневых грибов возрастает, особенно *Aspergillus* spp. [13, с. 58., 14, с. 10., 24, с. 293]. Jangid R. с соавт. (2018) в своей работе, установил частоту встречаемости кератинофильных грибов в Индии: *Aspergillus niger* (66,67%), *Chrysosporium* sp. (50%), *Trichophyton tonsurans* (33,33%) доминируют и в минимальном количестве *T. mentagrophytes* (8,33%), *Microsporum canis* (25%), *M. gypseum* (16,67%), *T. equinum* (25%), *T. rubrum* (16,67%) [24, с. 293]. Частота выделения *Aspergillus niger* в нашем случае составила 14,28%. Зато преобладающим видом был другой представитель аспергиллов – *A. flavus* с 33,33% частотой выделения из биоматериала сельскохозяйственных животных.

Согласно исследованиям Kunert J Mitola G., наличие кератинолитической активности свойственно многим природным штаммам, что весьма важно с экологической точки зрения, так как естественная среда очищается от остатков кератинсодержащих тканей павших животных и птиц. Изучение кератинофильных свойств у выделенных нами изолятов показало, что из общего количества всех выделенных микромицетов – 47,7% изолятов обладали кератинофильными свойствами, остальные изоляты не имели кератинофильных свойств. При этом, из общего числа кератинофилов 11,7% изолятов имели ярко выраженные, 36% – слабо выраженные кератинофильные свойства. Анализ активности кератинофильных изолятов в зависимости от вида животного, от которого они были выделены показал, что большей активностью отличались штаммы, выделенные от коз, наименьшей – изоляты, выделенные от лошадей. То есть распределение изолятов по снижению кератинолитической активности в зависимости от вида животного выглядело так: козы > овцы > крупный рогатый скот > верблюды > лошади.

Различными авторами, как наиболее распространенные кератинолитические грибы назывались роды *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Microsporum*, *Trichoderma* и *Chrysosporium* [10, с. 2091]. Активными кератинофилами, встречающимися в южных регионах Казахстана, оказались грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*, а именно *Aspergillus candidus*, *A. niger*, *A. corrugatus*, *Penicillium chrysogenum*.

Анализ биохимической активности штаммов с выраженной кератинофильной активностью, показал, что у них также выражена сахаролитическая и протеолитическая активность. Выявлено, что они весьма активны в расщеплении сахаров (сахароза, мальтоза, глюкоза, лактоза, маннит) и других белков, кроме кератина (пептон, казеин, гемоглобин, желатин). Такая биохимическая активность носит патогенетически значимый характер, поскольку обеспечивает использование тканевых субстратов хозяина.

Сахаролитическая активность штаммов ярче выражена в отношении сахарозы, мальтозы и маннита. Распределение сахаров по снижению активности соответствующих ферментов вне зависимости от вида микромицета выглядело так: сахароза > мальтоза > маннит > лактоза > глюкоза.

Протеолитическая активность изолятов с учетом снижения активности соответствующих ферментов вне зависимости от вида микромицета в отношении различных животных белков представлена в следующей последовательности: желатин > гемоглобин > пептон > казеин.

Высокая кератинофильная активность изученных штаммов говорит о их потенциальной возможности вызывать патологию кожи и ее придатков у сельскохозяйственных животных и человека. Кератинофильные свойства были подтверждены, в тесте на перфорацию волос, среди них штамм *T. mentagrophytes* показал формирование классических колышков. Остальные штаммы тоже росли на волосах, вызвали повреждение в виде расплавления волос, но характерных хорошо видимых повреждений в виде колышков не образовывали.

Наиболее высокий показатель биохимической активности выявлен у штамма *T. mentagrophytes* №8.30МРС, который имел выраженную, патогенетически значимую, биохимическую активность, что

согласуются с работами других авторов [24, с. 295]. Считается, что это обусловлено тем, что он является классическим кератинофильным геофильным грибом, хорошо приспособленным к биодеструкции кератина и его производных во внешней среде и к паразитированию на коже млекопитающих и человека.

Наименее активными, из всех оппортунистических возбудителей, выделенных нами от животных и взятых в исследование как явные кератинофилы, оказались *Cl. kenpeggii* №13.1K, *A. candidus* №17.30K, *P. chrysogenum* №17.13K, *A. corrugatus* 17.25B, *M. indicus* 11.2MPC и *A. niger* 17.15K.

Таким образом, в процессе выделения классических дерматофитов из биоматериала сельскохозяйственных животных южного региона Республики Казахстан были идентифицированы оппортунистические кератинофильные грибы с высокой сахаролитической, протеолитической активностью и возможностью поражать шерсть животных. Полученные результаты свидетельствуют о появлении новых вызовов и необходимости проведения дальнейших исследований.

Заключение

Полученные данные расширяют представления о микробиоте кожи сельскохозяйственных животных в условиях засушливого климата и могут быть использованы при разработке профилактических мероприятий по снижению распространённости микозов.

1. Проанализировано 349 проб биоматериала шерсти и соскобов кожи, отобранного от крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей и верблюдов с южных регионов Республики Казахстан, на наличие классических и оппортунистических возбудителей микозов кожи.

2. Выделено 63 изолята оппортунистических грибов, в том числе плесени – 96,82%, дрожжи – 1,59%, дерматофиты – 1,59%. Самый высокий показатель выделения – у микромицетов рода *Aspergillus* (*A. flavus* – 33,33%, *A. niger* – 14,28%, *A. corrugatus* – 6,34%), рода *Penicillium* (*P. commune* – 11,11%) и грибов семейства *Chaetomiaceae* (*Ch. fusisporum* – 6,34%).

3. Из общего числа изолятов оппортунистических грибов 11,7% обладают выраженными кератинофильными свойствами, 36% показали слабую кератинофильную активность, остальные 52,3% кератин не расщепляли.

4. Штамм *T. mentagrophytes* 8.30MPC, выделенный от овец, имел выраженную биохимическую активность, расщепляя сахара – мальтозу, сахарозу, маннит и лактозу, и белки – кератин, казеин, желатин, гемоглобин и пептон.

5. Выраженной кератинофильной и кератинолитической активностью отличались штаммы изолятов *T. mentagrophytes*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *M. indicus*, *A. candidus*, *A. corrugatus*. Результаты теста на перфорацию волос подтверждают наличие патогенных свойств у 14,3% кератинофилов.

Финансирование

Исследование профинансировано в рамках гранта МНВО РК AP23489001 (2024-2026 г.).

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам фермерских хозяйств, ветеринарным специалистам, магистрантам Несипбаевой А.Е., Кайратовой З.Г. за оказанную помощь при организации отбора проб от животных, проведении клинических и лабораторных исследований, видовой идентификации условно-патогенных возбудителей.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рукавишников В.М. **Современные особенности клиники и лечения микроспории** [Текст] / В.М. Рукавишников // Лечащий врач. – 2001. – № 4. – С. 16–18.
2. Герасимова Н.М. **Тербинафин в лечении грибковых заболеваний кожи** [Текст] / Н.М. Герасимова, Т.М. Бодумян // ВДВ. Актуальные вопросы современности. – 2006. – №6. – С. 34–37.
3. Халдин А.А. **Современные представления о паховых дерматофитиях: этиология, эпидемиология, клиника и эффективная терапия** [Текст] / А.А. Халдин, В.Ю. Сергеев, И.М. Изюмова // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2005. – №5. – С. 1–8.
4. Kunert J. **Physiology of keratinophilic fungi** [Text] / J. Kunert // Biology of Dermatophytes and Other Keratinophilic Fungi / ed. R.K.S. Kushwaha, J. Guarro. – Bilbao: Revista Iberoamericana de Micología, 2000. – P. 77–85.
5. Gurung S.K., Adhikari M., Kim S.W., et al. **Discovery of two Chrysosporium species with keratinolytic activity from field soil in Korea** [Text] / S.K. Gurung, M. Adhikari, S.W. Kim // Mycobiology, – 2018. – Vol. 46. – No. 3. – P. 260–268. – DOI:10.1080/12298093.2018.1514732.
6. Mitola G., Escalona F., Salas R., García E., Ledesma A. **Morphological characterization of in-vitro human hair keratinolysis, produced by identified wild strains of Chrysosporium species** [Text] / G. Mitola, F. Escalona, R. Salas, E. García, A. Ledesma // Mycopathologia. – 2002. – Vol. 156. – No 3. – P. 163–169. – DOI: 10.1023/a:1023340826584.
7. McKittrick J., Chen P.Y., Bodde S.G., Yang W., Novitskaya E.E., Meyers M.A. **The structure, functions, and mechanical properties of keratin** [Text] / J. McKittrick, P.Y. Chen, S.G. Bodde, W. Yang, E.E. Novitskaya, M.A. Meyers // JOM. – 2012. – Vol. 64. – P. 449–468. – DOI:10.1007/s11837-012-0302-8.

8. Cox M., Nelson D. **Lehninger Principles of Biochemistry** [Text] / M. Cox, D. Nelson // – 4th ed. – New York: W.H. Freeman, 2000. – Vol.1. – P. 126–127.
9. Onifade A.A., Al-Sane N.A., Al-Musallam A.A., Al-Zarban S. **Potentials for biotechnological applications of keratin degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources** [Text] / A.A. Onifade, N.A. Al-Sane, A.A. Al-Musallam, S. Al-Zarban // *Bioresour Technology*. – 1998. – Vol.66. – P. 1–11.
10. Lange L., Huang Y., Busk P.K. **Microbial decomposition of keratin in nature – a new hypothesis of industrial relevance** [Text] / L. Lange, Y. Huang, P.K. Busk // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2016. – Vol.100. – No. 5. – P. 2083–2096. – DOI: 10.1007/s00253-015-7262-1.
11. Kumar J., Kumar P., Kushwaha R.K.S. **Significance of keratinophiles in biofertilizer development from keratinous waste: upcoming perspective** [Text] / J. Kumar, P. Kumar, R.K.S. Kushwaha // *Biofertilizers. Advances in Bio-Inoculants*. – 2021. – Vol.1. – P. 95–101. – DOI: 10.1016/B978-0-12-821667-5.00006-3.
12. Bennett A., Ponder M.M., Garcia-Diaz J. **Phoma infections: classification, potential food sources, and its clinical impact** [Text] / A. Bennett, M.M. Ponder, J. Garcia-Diaz // *Microorganisms*. – 2018. – Vol. 6. – No. 3. – Article 58.
13. Kidd S.E., Weldhagen G.F. **Diagnosis of dermatophytes: from microscopy to direct PCR** [Text] / S.E. Kidd, G.F. Weldhagen // *Microbiology Australia*, – 2022. – Vol. 43. – P. 9–13. – DOI:10.1071/MA22005.
14. Елинов Н.П., Васильева Н.В., Разнатовский К.И. **Дерматомикозы или поверхностные микозы кожи и её придатков – волос и ногтей** [Текст] / Н.П. Елинов, Н.В. Васильева, К.И. Разнатовский // *Лабораторная диагностика. Проблемы медицинской микологии*. – 2018; – Т.10. – № 1. – С. 33.
15. Gupta R., Ramnani P. **Microbial keratinases and their perspective applications: an overview** [Text] / R. Gupta, P. Ramnani P. // *Applied Microbiol Biotechnology*, – 2006. – Vol. 70. – No. 1. – P. 1–13. – DOI:10.1007/s00253-005-0239-8.
16. Пупкова М.А. **Определение кератинолитической активности некоторых микромицетов** [Текст] / М. А. Пупкова // *Проблемы медицинской микологии*. – 2010; – Т.12. № 2. – С. 57.
17. Dubljanin E., Zunic J., Vujcic I., Colovic Calovski I., Sipetic Grujicic S., Mijatovic S. **Host-Pathogen Interaction and Resistance Mechanisms in Dermatophytes, Pathogens** [Text] / E. Dubljanin, J. Zunic, I. Vujcic, I. Colovic Calovski, S. Sipetic Grujicic, S. Mijatovic // *Pathogens*. – 2024. – Vol.13. – No. 8. – P. 657. – DOI:10.3390/pathogens13080657.
18. Deng R., Wang X., Li R. **Dermatophyte infection: from fungal pathogenicity to host immune responses** [Text] / R. Deng, X. Wang, R. Li // *Frontiers Immunology*, – 2023. – Vol.14. – Article. 1285887. – DOI: 10.3389/fimmu.2023.1285887.
19. Celestrino G.A., Verrinder Veasey J., Benard G., Sousa M.G.T. **Host immune responses in dermatophytes infection** [Text] / G.A. Celestrino, J. Veasey Verrinder, G. Benard, M.G.T. Sousa // *Mycoses*. – 2021. – Vol.64. – No. 5. – P. 477–483. – DOI:10.1111/myc.13246.
20. Jangid R., Begum T. **Isolation and Identification of Keratinophilic Fungi from Soil Samples of Different Animal Habitat of Ajmer District, India** [Text] / T. Begum, R. Jangid // *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. – 2018. – Vol.6. – No.2. – P. 646–652. – DOI:10.18782/2320-7051.6344.
21. Mahmoud A.L. **Dermatophytes and other keratinophilic fungi causing ringworm of horses** [Text] / A.L. Mahmoud // *Folia Microbiologica*. – 1995. – Vol.40. – No.3. – P. 293–296. – DOI:10.1007/BF02814211.
22. Овчинников Р.С., Маноян М.Г., Панин А.Н. **Эмерджентные грибковые инфекции животных: новые виды возбудителей** / Р.С. Овчинников, М.Г. Маноян, А.Н. Панин // *VetPharma*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/emerdzhentnye-gribkovye-infeksii-zhivotnyh-novye-vidy-vozbuditeley>.
23. **Микробиология пищевых продуктов, кормов для животных и воды. Приготовление, производство, хранение и определение рабочих характеристик питательных сред** [Текст]: ГОСТ ISO 11133-2016. – Введ. 2017-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016.
24. **Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов** [Текст]: ГОСТ 33566-2015. – Введ. 2016-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016.

REFERENCES

1. Rukavishnikova V.M. **Sovremenny'e osobennosti kliniki i lecheniya mikrosporii** [Modern features of the clinical course and treatment of microsporia]. *Lechashhij Vrach*, 2001, no.4, pp. 16–18. (In Russian)
2. Gerasimova N.M., Bodumyan T.M. **Terbinafin v lechenii gribkovy'h zabolevaniy kozhi: aktual'ny'e voprosy' sovremennosti** [Terbinafine in the treatment of fungal skin diseases: current issues]. *VDV. Aktual'ny'e voprosy' sovremennosti*, 2006, no.6, pp. 34–7. (In Russian)
3. Haldin A.A., Sergeev V.Yu., Izyumova I.M. **Sovremenny'e predstavleniya o pahovy'h dermatofitiyah: e'tiologiya, e'pidemiologiya, klinika i e'ffektivnaya terapiya** [Current concepts of tinea

- cruris: etiology, epidemiology, clinical manifestations and effective therapy]. *Rossiiskij zhurnal kozhny'h i venericheskikh boleznej*, 2005, no.5, pp.1–8. (In Russian)
4. **Kunert J. Physiology of keratinophilic fungi.** *Biology of Dermatophytes and Other Keratinophilic Fungi*, Revista Iberoamericana de Micología, Bilbao, Spain, 2000, pp. 77–85.
 5. **Gurung S.K., Adhikari M., Kim S.W., et al. Discovery of two *Chrysosporium* species with keratinolytic activity from field soil in Korea.** *Mycobiology*, 2018, vol. 46, no.3, pp. 260–268. DOI:10.1080/12298093.2018.1514732.
 6. **Mitola G., Escalona F., Salas R., García E., Ledesma A. Morphological characterization of in-vitro human hair keratinolysis produced by identified wild strains of *Chrysosporium* species.** *Mycopathologia*, 2002, vol. 156, no. 3, pp. 163–169. DOI:10.1023/a:1023340826584.
 7. **McKittrick J., Chen P.Y., Bodde S.G., Yang W., Novitskaya E.E., Meyers M.A. The structure, functions, and mechanical properties of keratin.** *JOM*, 2012, vol. 64, pp. 449–468. DOI:10.1007/s11837-012-0302-8.
 8. **Cox M., Nelson D. *Lehninger Principles of Biochemistry*.** 4th ed. New York, W.H. Freeman, 2000, vol.1, pp. 126–127.
 9. **Onifade A.A., Al-Sane N.A., Al-Musallam A.A., Al-Zarban S. A review: potentials for biotechnological applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources.** *Bioresource Technology*, 1998, vol.66, no. 1, pp.1-11.
 10. **Lange L., Huang Y., Busk P.K. Microbial decomposition of keratin in nature – a new hypothesis of industrial relevance.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2016, vol. 100, no. 5, pp. 2083–2096. DOI:10.1007/s00253-015-7262-1.
 11. **Kumar J., Kumar P., Kushwaha R.K.S. Significance of keratinophiles in biofertilizer development from keratinous waste: upcoming perspective.** *Biofertilizers. Vol.1: Advances in Bio-Inoculants*, 2021, pp. 95–101. DOI: 10.1016/B978-0-12-821667-5.00006-3.
 12. **Bennett A., Ponder M.M., Garcia-Diaz J. *Phoma* infections: classification, potential food sources, and clinical impact.** *Microorganisms*, 2018, vol. 6, no. 3, art. 58.
 13. **Kidd S.E., Weldhagen G.F. Diagnosis of dermatophytes: from microscopy to direct PCR.** *Microbiology Australia*, 2022, vol. 43, pp. 9–13. DOI: 10.1071/MA22005.
 14. **Elinov N.P., Vasil'eva N.V., Raznatovskij K.I. Dermatomikozy' ili poverhnostny'e mikozy' kozhi i eyo pridatkov – volos i nogtej** [Dermatomycoses or superficial mycoses of the skin and its appendages: hair and nails]. *Laboratornaya diagnostika. Problemy' medicinskoj mikologii*, 2018, vol. 10, no.1, p.33. (In Russian)
 15. **Gupta R., Ramnani P. Microbial keratinases and their perspective applications: an overview.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2006, vol. 70, no. 1, pp. 1-13. DOI:10.1007/s00253-005-0239-8.
 16. **Pupkova M.A. Opredelenie keratinoliticheskoy aktivnosti nekotory'h mikromicetov** [Determination of keratinolytic activity of some micromycetes]. *Problemy' Medicinskoj Mikologii*, 2010, vol. 12, no. 2. p.57. (In Russian)
 17. **Dubljanin E., Zunic J., Vujcic I., et al. Host-pathogen interaction and resistance mechanisms in dermatophytes.** *Pathogens*, 2024, vol.13, no. 8, 657 p. DOI:10.3390/pathogens13080657.
 18. **Deng R., Wang X., Li R. Dermatophyte infection: from fungal pathogenicity to host immune responses.** *Frontiers in Immunology*, 2023, vol. 14, art. 1285887. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1285887.
 19. **Celestrino G.A., Verrinder Veasey J., Benard G., Sousa M.G.T. Host immune responses in dermatophytes infection.** *Mycoses*, 2021, vol. 64, no. 5, pp. 477–483. DOI: 10.1111/myc.13246.
 20. **Jangid R., Begum T. Isolation and identification of keratinophilic fungi from soil samples of different animal habitats in Ajmer District, India.** *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 646–652. DOI:10.18782/2320-7051.6344.
 21. **Mahmoud A.L. Dermatophytes and other keratinophilic fungi causing ringworm in horses.** *Folia Microbiologica*, 1995, vol. 40, no. 3, pp. 293–296. DOI: 10.1007/BF02814211.
 22. **Ovchinnikov R.S., Manoyan M.G., Panin A.N. E'merdzhentny'e gribkovy'e infekcii zhivotny'h: novy'e vidy' vzbuditelej** [Emerging fungal infections of animal: new pathogen species]. *VetPharma*, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/emerdzhentnye-gribkovye-infektsii-zhivotnyh-novye-vidy-vzbuditeley> (accessed 09 March 2021). (In Russian)
 23. **Mikrobiologiya pishhevy'h produktov, kormov dlya zhivotny'h i vody'. Prigotovlenie, proizvodstvo, hranenie i opredelenie rabochih harakteristik pitatel'ny'h sred** [Microbiology of food, animal feed and water. Preparation, production, storage and performance testing of culture media]. GOST ISO 11133-2016, date of implementation: 2017-07-01, Moscow, Standartinform, 2016. (In Russian)
 24. **Moloko i molochnaya produkcija. Opredelenie drozhzhej i plesnevy'h gribov** [Milk and dairy products. Determination of yeast and mould]. GOST 33566-2015, date of implementation: 2016-07-01, Moscow, Standartinform, 2016. (In Russian)

Дата поступления: 12 сентября 2025 г. Принято: 29 мая 2026 г.

Опубликовано: 30 сентября 2026 г.

Сведения об авторах:

Талғатқызы Нурханым* – магистр естественных наук, докторант, научный сотрудник Инжинирингового центра органических агротехнологий, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Кухар Елена Владимировна – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Женис, 62, тел.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Шыныбаев Куандык Мухаметкалиевич – кандидат ветеринарных наук, ассоц. профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Райымбека 223, тел.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанович – доктор ветеринарных наук, профессор, Костанайская областная территориальная инспекция Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК, Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, проспект Абая, 34, тел.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

Талғатқызы Нұрханым* – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, докторант, ғылыми қызметкері, «Органикалық агротехнологиялар инжинирингтік орталығы», «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс көш., 62, тел.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Кухар Елена Владимировна – биология ғылымдарының докторы, профессор, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Жеңіс көш., 62, тел.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Шыныбаев Куандык Мұхаметғалиұлы – ветеринарлық ғылымдарының кандидаты, аға зерттеуші, ұауымдастырылған профессор, «Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринарлық институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Райымбек даңғ, 223, тел.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Қайыпбай Берікжан Балапанұлы – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Ветеринариялық бақылау және қадағалау комитетінің Қостанай облыстық аумақтық инспекциясы», Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

Talgatkyzy Nurkhanym* – Master of Natural Sciences, PhD student, Researcher of the Engineering Center of Organic Agrotechnologies, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87754083901, e-mail: nurkhanim.talgatova0027@mail.ru.

Kukhar Yelena Vladimirovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Str., tel.: 87023324929, e-mail: kuharev.katiu@gmail.com.

Shynybayev Kuandyk Mukhametkaliyevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Kazakh Scientific Research Veterinary Institute LLP, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, 223 Raiymbek Ave., tel.: 87713772818, e-mail: shynybaev.k@mail.ru.

Kaiypbay Berikzhan Balapanovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kostanay Regional Territorial Inspection of the Committee for Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel.: 87776377177, e-mail: Berikzhan_7@mail.ru.

МРНТИ 68.41.55

УДК 619:591.478.6:636.2

<https://doi.org/10.52269/SEPT2631104>

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КРС ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ЛАМИНИТЕ КОПЫТ

Хасанова М.А.* – PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Волохович А.А. – магистрант первого года обучения по специальности ветеринария, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлены результаты комплексного исследования клинических показателей крови молочных коров голштинской породы, содержащихся на молочнотоварной ферме ТОО «Астам