

**Министерство здравоохранения Республики Казахстан
ТОО «Национальный центр биотехнологии»**

Рассмотрено и одобрено

к изданию на заседании Ученого
совета ТОО «Национальный центр
биотехнологии», протокол №8 от
«13» октября 2025 г.

Утверждаю

Генеральный директор ТОО
«Национальный центр
биотехнологии»



А.Б. Абеев
2025 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ
ДЕРМАТОФИТИЙ У ЛЮДЕЙ**

Астана, 2025

УДК 616.5-078:579.61

ББК 55.8

М 54

Рецензенты:

Исламгалеева Ж.Х., кандидат медицинских наук, врач-дерматовенеролог высшей категории, ГКП на ПХВ «Многопрофильная городская больница №3» акимата г. Астаны.

Куйбагаров М.А., кандидат ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории прикладной генетики ТОО «Национальный центр биотехнологии» МЗ РК.

Авторы-составители: Аймолдина А.А., Киян В.С., Батпенова Г.Р.,
Алгазина Т.О., Смагулова А.М.

М 54 Методические рекомендации по клинико-лабораторной диагностике дерматофитий у людей.: ИП «Булатов А.Ж.»— Астана, 2025. – 33с.

ISBN 978-601-391-000-0

В данных методических рекомендациях представлена основная информация по клинической оценке дерматофитий, а также традиционным и молекулярно-генетическим методам выявления и идентификации возбудителей, включая микроскопию, культуральную диагностику, ПЦР и секвенирование. Ознакомление с принципами клинической оценки при подозрении на дерматофитии, современными методами обнаружения возбудителя в пробах клинического материала, показаниями к молекулярной идентификации дерматофитов, особенностями выделения ДНК из чистых культур, а также с применением методов ПЦР и секвенирования для точной идентификации вида возбудителя.

Методические рекомендации предназначены для практикующих врачей-дерматовенерологов, резидентов-дерматовенерологов и терапевтов.

УДК 616.5-078:579.61

ББК 55.8

ISBN 978-601-391-000-0

©Аймолдина А.А., Киян В.С., Батпенова Г.Р., Алгазина Т.О., Смагулова А.М., 2025

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методической рекомендации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Амплификация	– процесс образования дополнительных копий участков хромосомной ДНК, как правило, содержащих определенные гены либо сегменты структурного гетерохроматина.
Дерматофиты	– патогенные грибы, поражающие кератинизированные ткани (кожу, волосы, ногти) и вызывающие заболевания, известные как дерматофитии.
Идентификация	– установление тождественности неизвестного объекта известному на основании совпадения признаков.
Инокулят	– часть клеточной структуры или суспензии клеток, вводимых в соответствующую среду, дающая начало новой культуре.
Клинический материал	– биологический материал (чешуйки кожи, волосы, ногти и др.), полученный у пациента с целью лабораторной диагностики.
Микоз	– болезни человека и других животных, вызываемые паразитическими грибами. Различают микозы кожи и ногтей (дерматомикозы) и микозы внутренних органов (глубокие микозы).
Пациент	– физическое лицо, являющееся (являвшееся) потребителем медицинских услуг.
Праймер	– короткий фрагмент нуклеиновой кислоты (олигонуклеотид), комплементарный ДНК- или РНК-мишени, служащий затравкой для синтеза комплементарной цепи с помощью ДНК-полимеразы (при репликации ДНК).
Секвенирование	– общее название методов, которые позволяют установить последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК.
Штамм	– чистая культура микроорганизмов, таких как грибы, выделенная из определённого источника и идентифицированная с использованием современных методов классификации.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема дерматомикозов приобретает большую актуальность в связи с многообразием путей передачи возбудителей и их высокой устойчивостью во внешней среде, изменением иммунного ответа организма человека [1]. В дерматологической структуре заболеваемости грибковые болезни занимают второе место после пиодермий и составляют до 42% заболеваний кожи [2].

Поверхностные микозы в большинстве случаев вызываются дерматофитами – патогенными грибами, которые поражают роговой слой эпидермиса, волосы и ногти. Хотя дерматофиты изначально являются сапрофитами, некоторые из них адаптировались к жизни в тканях человека и способны вызывать тяжелые инфекции, особенно у людей с ослабленной иммунной системой [3]. Эти микроорганизмы могут поражать как животных, так и людей, что связано с их способностью разрушать кератин, содержащийся в коже, волосах и ногтях, приводя к развитию дерматофитии.

Повышение заболеваемости поверхностными дерматомикозами обусловлено рядом причин: наличием сопутствующих заболеваний (сахарный диабет, ожирение, сосудистая недостаточность и др.); приемом антибиотиков, цитостатиков и др. химиотерапевтических препаратов; устойчивостью возбудителей к антимикотикам [4]. Такие факторы, как климат, пол, возраст, образ жизни, миграция людей, культурные привычки и социально-экономический статус также влияют на распространенность дерматофитных инфекций [5, 6].

Кроме того, глобальной проблемой общественного здравоохранения становятся резистентные к лечению дерматофитии, вызванные *Trichophyton rubrum* или *Trichophyton mentagrophytes*. Это явление приобрело особенное распространение в эндемичных районах, таких как Индия [7]. В Европе и других развитых странах также было зарегистрировано несколько случаев [8]. Имеются данные о появлении новых возбудителей и атипичных форм дерматофитий, отмечается рост числа случаев дерматомикозов, резистентных к лечению [9].

Постановка точного диагноза дерматофитии очень важна для проведения раннего лечения и уменьшения риска передачи инфекции другим людям или животным. Важно установить точный диагноз до начала терапии, поскольку клиническая картина дерматофитии и других кожных заболеваний может быть сходной. Кроме того, правильный диагноз играет решающую роль в выборе стратегии лечения пациента и назначения адекватной терапии. Многие виды дерматофитии могут быть сложно дифференцировать от других дерматологических заболеваний, поскольку их клинические признаки часто схожи. Ошибочный диагноз может иметь серьезные последствия, особенно у пациентов с ослабленным иммунным статусом, поскольку заболевание может прогрессировать до более глубокой инвазии, приводя к диссеминированной дерматофитии [3].

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ДЕРМАТОФИТИЙ

К дерматофитам относятся 52 вида грибов, разрушающих кератин, которые подразделяются на девять родов: *Trichophyton*, *Microsporum*, *Epidermophyton*, *Arthroderma*, *Lophophyton*, *Nannizia*, *Ctenomyces*, *Guarromyces* и *Paraphyton*.

Дерматофиты классифицируются на три основные группы: антропофильные, зоофильные и геофильные. Передача инфекций, вызванных дерматофитами, происходит через прямой контакт с инфицированными людьми (антропофильные виды), животными (зоофильные виды) или через контакт с зараженной почвой (геофильные виды) [10].

Заболевания, вызванные дерматофитами, классифицируются по локализации поражения, как представлено в таблице 1. Одной из распространенных форм дерматофитии является микоз гладкой кожи, которым страдают от 20 до 25% населения мира [5]. Трихомикозы, поражающие волосистую часть головы (ВЧГ), чаще диагностируются у детей. Это, вероятно, связано с гормональными изменениями, которые стимулируют секрецию кислот сальными железами, уменьшая заболеваемость дерматофитией ВЧГ, но не влияя на другие типы микозов [11].

Таблица 1 – Основные виды дерматомикозов [12].

Дерматофития	Основной возбудитель	Место поражения
Микоз гладкой кожи	<i>T. rubrum</i> , <i>T. tonsurans</i> , <i>M. canis</i>	Тело (грудь, лицо, руки и/или ноги)
Микоз стоп	<i>T. rubrum</i> , <i>T. interdigitale</i> , <i>Epidermophyton floccosum</i>	Подошвы, межпальцевые промежутки
Микоз ВЧГ	<i>T. tonsurans</i> , <i>M. canis</i> , <i>T. violaceum</i> , <i>T. soudanense</i>	ВЧГ
Паховая дерматофития	<i>T. rubrum</i>	Паховые складки
Онихомикоз	<i>T. rubrum</i> , <i>T. interdigitale</i>	Ногти

Дерматофитии широко распространены по всему миру, но наиболее часто встречаются в тропических регионах, где благоприятные для грибка условия создаются за счет высокой влажности, густонаселенности и недостаточной гигиены [12]. Так, ранее проведенные исследования показали, что дерматофитии составляют около 25% всех случаев кожных инфекций в Бразилии [13]. В Африке распространенность дерматофитий варьируется в пределах от 2% до 41% [14]. В Республике Казахстан, согласно данным Национального научного центра развития здравоохранения имени С. Каирбековой, уровень заболеваемости грибковыми заболеваниями кожи в 2023 году составил 63,3 на 100 000 человек.

2 КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕРМАТОФИТИЙ (ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС)

Пациенты с подозрением на дерматофитию подлежат направлению к врачу-дерматовенерологу для подтверждения диагноза и назначения терапии в соответствии со стандартом организации оказания дерматовенерологической помощи в Республике Казахстан [15]. После первичного осмотра проводится всесторонняя оценка дерматологического статуса согласно Клиническому протоколу диагностики и лечения дерматофитий [16].

При осмотре оцениваются следующие параметры:

- Локализация патологических очагов;
- Площадь поражения кожного покрова;
- Степень выраженности клинических симптомов, включая воспаление, шелушение, мацерацию, наличие пузырьков, корок и др.

Эти критерии позволяют определить клиническую тяжесть заболевания и выбрать оптимальную лечебную тактику.

С учётом клинических проявлений и локализации очагов выделяют следующую классификацию дерматофитий [17]:

- Микоз гладкой кожи;
- Микоз ВГЧ (по глубине поражения – поверхностная, глубокая);
- Микоз крупных складок кожи;
- Микоз кистей и стоп:
 - сквамозно-гиперкератотическая форма;
 - интертригинозная форма;
 - дисгидротическая форма;
 - острая форма.
- Микоз ногтей (онихомикоз):
 - дистальная форма;
 - поверхностная белая форма;
 - проксимальная форма;
 - тотально-дистрофическая форма.

К объективным клиническим признакам дерматофитии ВЧГ относятся (Рисунок 1):

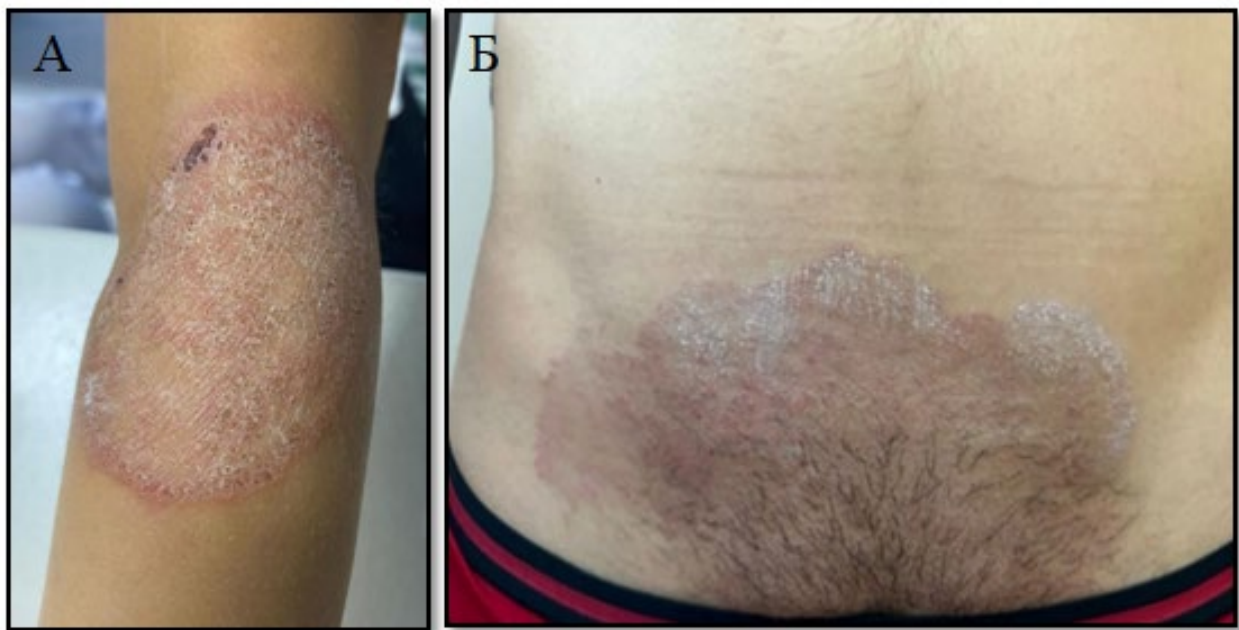
- эритематозные округлые очаги с четкими контурами и приподнятым периферическим валиком;
- инфильтративно-нагноительные абсцессы (в тяжелых формах – керионы);
- шелушение (чешуйки) и корки;
- пузырьки, пустулы;
- обламывание волос («пеньки»), часто с черными точками на месте устьев фолликулов.



Рисунок 1 – Дерматофития волосистой части головы

Характерными признаками дерматофитии гладкой кожи считаются (Рисунок 2):

- кольцевидная форма очагов с четкими границами и периферическим ростом;
- воспалительный валик по краям с разрешением воспаления в центре;
- отрубевидное шелушение.



*Рисунок 2 – Дерматофития гладкой кожи: А - очаг на предплечье;
Б - очаг в паховой области*

За симптомы дерматофитии кистей принимаются (Рисунок 3):

- эритема и отрубевидное или муковидное шелушение;
- мацерация рогового слоя и эрозии;
- трещины (поверхностные или глубокие);
- пузырьки, пузыри в области ладони или межпальцевых промежутков.



Рисунок 3 – Дерматофития кистей

Оценка дерматологического статуса – ключевой этап диагностики дерматофитии. Она позволяет детализировать характерные клинические проявления дерматофитии и установить основные диагностические признаки заболевания, определить тяжесть и распространённость процесса, обеспечив основу для дальнейшей тактики ведения пациента.

Одним из методов обследования при подозрении на грибковую инфекцию кожи является осмотр с помощью лампы Вуда. Применение лампы Вуда:

- Включает использование ультрафиолетового излучения (длина волны 320–400 нм) для выявления флуоресценции на коже и волосах;
- Используется для предварительной диагностики дерматофитий;
- Может выявить флуоресценцию даже после начала местного лечения (например, шампунями или мазями);
- Не исключает дерматофитию при отрицательном результате, поскольку не все возбудители способны флуоресцировать;

- Может давать ложноположительные результаты при наличии других дерматозов (например, при пигментных нарушениях, бактериальных и дрожжевых инфекциях).

Дерматофитами, которые флуоресцируют под воздействием ультрафиолетового излучения лампы Вуда, являются *Microsporum canis*, *Microsporum audouinii*, *Microsporum ferrugineum*, фенотип *Microsporum distortum*, *Nannizzia gypsea* и *Trichophyton schoenleinii*. Пример положительной флюоресценции волос при микроспории представлен на Рисунке 4.

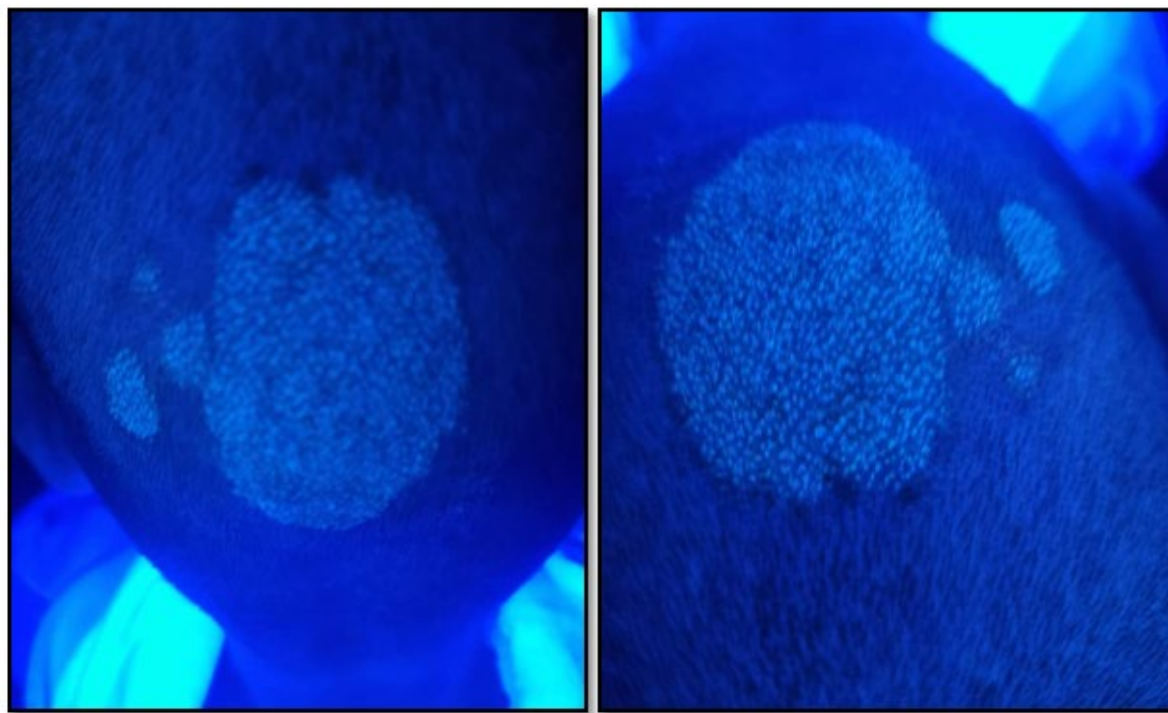


Рисунок 4 – Положительная флюоресценция волос при микроспории в лучах лампы Вуда

В ряде случаев целесообразно дополнительно применять дерматоскопию – неинвазивный и информативный способ визуальной оценки кожных и волосяных поражений с помощью специального оптического прибора – дерматоскопа. В клинической практике данный метод широко используется как для первичной диагностики, так и для динамического наблюдения за течением кожных заболеваний, включая дерматомикозы.

Преимущества метода:

- Позволяет визуализировать микроструктуры кожи и волос, невидимые невооружённым глазом.
- Обеспечивает более точную дифференцировку поражений грибковой природы от других дерматозов.
- Подходит для долгосрочного наблюдения за пациентом на фоне терапии.

Современные технологические особенности:

- Широко применяются дерматоскопы с поляризованным светом, позволяющим исключить блики от поверхности кожи.
- Распространена интеграция с цифровыми камерами и мобильными устройствами, что упрощает документирование и анализ данных.

Ограничения метода:

- Эффективность дерматоскопии во многом зависит от квалификации специалиста.
- Качество визуализации определяется техническими характеристиками оборудования.

Для подтверждения клинического диагноза дерматофитии и верификации возбудителя необходимо проведение лабораторных методов диагностики, ключевыми из которых являются микроскопическое и культурально-морфологическое исследование.

3 МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ ДЕРМАТОФИТИЙ

Микроскопическое исследование клинического материала является одним из ключевых методов быстрой верификации диагноза дерматофитии. Методика позволяет визуализировать морфологические структуры грибов в клиническом материале (чешуйки кожи, волосы, ногти) и должна выполняться с соблюдением санитарных и лабораторных требований, в соответствии с действующими нормативными документами в области лабораторной диагностики в Республике Казахстан [18–21].

Забор клинического материала:

Правильный забор материала критически важен для повышения чувствительности исследования и минимизации ложноотрицательных результатов.

- Забор материала желательно производить до начала антимикотической терапии либо не ранее чем через 10 дней после её отмены [22].
- За 24 часа до процедуры пациент не должен мыть поражённую область.
- При необходимости проведения забора после водных процедур – выдержать не менее 2–3 часов перед забором материала.
- Участки поражённой кожи обрабатываются 70% этиловым спиртом для исключения бактериальной контаминации и обезжиривания кожи.
- Используют только стерильные инструменты (скальпель, пинцет).
- При поражении гладкой кожи материал берётся с активной (периферической) зоны очага.
- При поражении волосистой части головы отбирают волосы с признаками микотического поражения (ломкие, тусклые, деформированные) и чешуйки кожи с этой области.
- Для микроскопического анализа рекомендуется собрать не менее 2–3 поражённых волос или достаточное количество чешуек кожи (5–10 шт.) [22].

Подготовка образца к исследованию:

- Клинический материал (волосы и чешуйки) помещают в каплю 10% раствора гидроксида калия (КОН) на предметном стекле.
- Препарат накрывается покровным стеклом, после чего аккуратно прижимается для равномерного распределения жидкости.
- Препарат выдерживают при комнатной температуре в течение 15–30 минут для расщепления кератина и высвобождения грибковых элементов.

Проведение микроскопии:

- Исследование проводится с использованием светового микроскопа.

- Первоначально образец просматривается при малом увеличении (объектив 10×, окуляр 10×, общее увеличение 100×) для поиска чешуек или волос с признаками поражения.

- Далее проводится исследование при большом увеличении (объектив 40×, окуляр 10×, общее увеличение 400×) с целью выявления грибковых элементов: септированные нити мицелия (гифы), псевдогифы, артроконидии (артроспоры), споры внутри или снаружи волоса.

На Рисунке 5 представлены ветвящиеся септированные гифы дерматофита, обнаруженные при микроскопическом исследовании соскобов кожи и волос с использованием 10% раствора КОН.

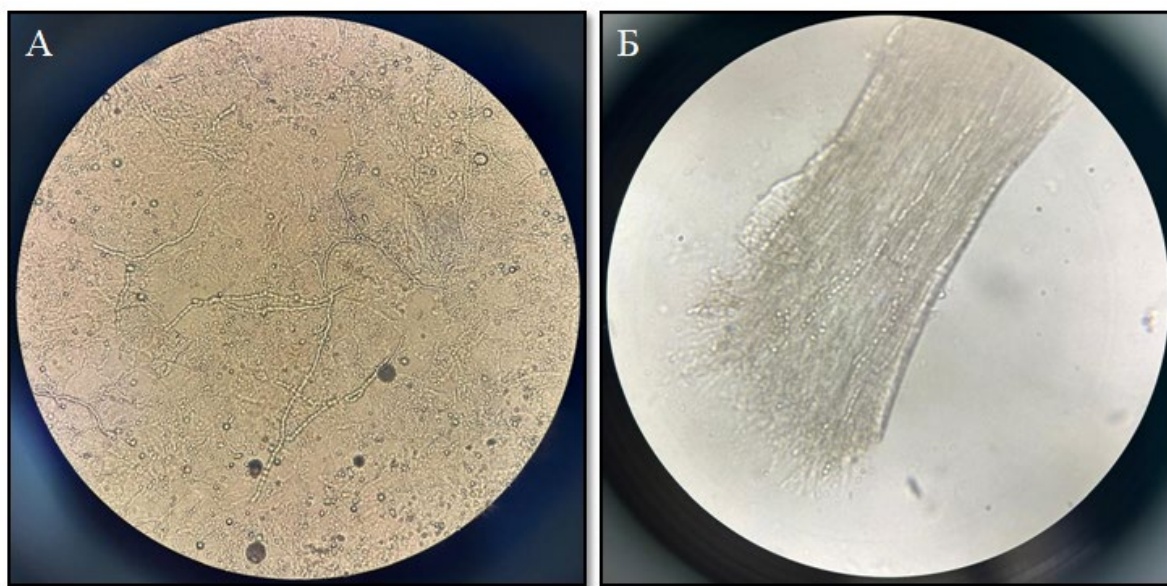


Рисунок 5 – Ветвящиеся гифы дерматофита в препарате с 10% раствором КОН: А - из чешуек кожи; Б - из волоса

При отрицательном результате микроскопии и наличии типичной клинической картины дерматофитии следует оценить качество первичного забора и условий проведения исследования. Возможные причины ложно-отрицательного результата:

- материал взят не с активной (краевой) зоны поражения;
- объём материала был недостаточным;
- имело место предшествующее самолечение (например, применение местных антимикотиков или кортикостероидов);
- нарушены условия подготовки препарата или проведения микроскопии.

При наличии сомнений в качестве забора рекомендовано повторное микроскопическое исследование через 3–7 дней. Во всех случаях следующим этапом является культуральное исследование как подтверждающий метод лабораторной диагностики.

4 КУЛЬТУРАЛЬНАЯ И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ДЕРМАТОФИТИЙ

Культуральное исследование также проводится в соответствии с установленными требованиями к лабораторной диагностике, включая санитарно-эпидемиологические и методические стандарты [18–21]. Метод направлен на выделение чистой культуры возбудителя, оценку культуральных и микроскопических признаков, позволяющих определить род и предположительно – вид дерматофита.

Подготовка, хранение и транспортировка материала для культурального исследования:

- Каждый образец клинического материала должен быть индивидуально маркирован с указанием Ф.И.О. пациента, даты и времени забора.
- После забора материал немедленно передаётся или направляется в микологическую лабораторию для культуральной диагностики.
- До момента посева материал следует хранить в условиях, исключающих бактериальное загрязнение, высыхание и перегрев.
- При необходимости транспортировки:
 - используется упаковка, обеспечивающая циркуляцию воздуха и стерильность (например, бумажные пакеты или стерильные конверты без герметичного замыкания);
 - доставка осуществляется в течение 24 часов после забора;
 - материал следует хранить при комнатной температуре (не в холодильнике).

Посев и условия культивирования:

- Посев материала проводится в условиях стерильности в ламинарном боксе класса II.
- В качестве питательной среды используется агар Сабуро с декстрозой, следующего состава: декстроза – 40 г; пептон – 10 г; NaCl – 9 г; агар – 15 г; дистиллированная вода – 1 л. Для подавления бактериального роста в среду добавляется хлорамфеникол в концентрации 50 мкг/мл.
- Культуры инкубируются при температуре 28 °С в термостате.
- На всём протяжении инкубации поддерживается стабильная влажность.
- Первые видимые колонии, как правило, формируются в пределах 5–14 суток, в зависимости от вида возбудителя.
- Выращивание продолжается не менее 15–18 дней до формирования зрелых колоний, пригодных для культуральной и микроскопической идентификации.

- При отсутствии роста инкубация может быть продлена до 3–4 недель [23].

- Сроки роста могут варьировать в зависимости от вида возбудителя (Таблица 2). Индивидуальные колебания возможны в зависимости от штамма, используемой среды и условий инкубации.

Таблица 2 – Сроки роста колоний дерматофитов в стандартных условиях (t = 28°C)*.

Вид дерматофита	Первые колонии (сутки)	Зрелые колонии (сутки)	Комментарии
<i>T. rubrum</i>	7–10	14–21	медленный рост
<i>T. mentagrophytes</i>	5–7	12–18	быстрый старт
<i>T. tonsurans</i>	5–7	~14	часто первые в 5 дней
<i>T. verrucosum</i>	14–21	21–28 и более	очень медленный
<i>M. canis</i>	6–10	~14	пушистый рост
<i>M. gypseum</i>	7–12	14–20	умеренный рост
<i>E. floccosum</i>	6–10	12–18	зрелость около 10 дней

*Сроки роста приведены по обобщённым данным классической микологической литературы [24–27] и частично проверены по ряду актуальных микологических обзоров (2020–2024 гг.).

Оценка культуральных признаков (макроскопический этап):

- После формирования зрелых колоний проводится визуальная оценка на питательной среде. Изучаются следующие характеристики:

- форма и размер колонии;
- структура поверхности (гладкая, пушистая, хлопьевидная и др.);
- цвет колонии и её обратной стороны;
- особенности роста мицелия (плотность, характер разрастания);
- реакция на состав питательной среды (например, изменение цвета, пигментации, характера роста).

- Визуальные признаки колоний характерны, но не всегда строго специфичны для каждого вида (Таблица 3 и 4).

Таблица 3 – Макроскопические признаки колоний дерматофитов [28].

Вид дерматофита	Структура поверхности	Цвет поверхности	Цвет обратной стороны	Особенности роста
<i>Epidermophyton floccosum</i>	Бархатисто-мучнистая	От желтовато-коричневой до цвета хаки	Коричневая	Медленнорастущие
<i>Microsporum canis</i>	Пушистая	Белая	Жёлтая	Быстрорастущие. Спорообразование на рисовом агаре или ПДА
<i>Microsporum audouinii</i>	Пушистая	Белая, жёлто-коричневая	Жёлто-коричневая, красновато-коричневая	Быстрорастущие
<i>Microsporum gypseum</i>	Плоская, гипсовидная	Кремовая, жёлто-коричневая	Жёлто-коричневая	Умеренный рост
<i>Trichophyton rubrum</i>	Пушистая или гранулированная, мучнистая	Белая/кремовая (пушистые формы); кремовая/жёлтая	Жёлто-коричневая, пурпурно-красная; красная/жёлтая	Требуется стимуляция пигментации и спороношения: ПДА, кукурузный агар, <i>Trichophyton</i> agar №1
<i>Trichophyton mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	Бархатистые, плоские, часто с приподнятым центром	От белой до кремовой	От жёлто-коричневой до красно-коричневой	Быстрорастущие, не требуют стимуляции роста или пигментации
<i>Trichophyton mentagrophytes</i> var. <i>mentagrophytes</i>	Мучнисто-зернистая, гипсовидная, плоская	От белой до кремовой	Жёлто-коричневая	Быстрорастущие, не требуют стимуляции роста или пигментации
<i>Trichophyton tonsurans</i>	Плоская, замшевая, складчатая	От белой до тёмно-коричневой	От жёлто-коричневой до глубокого красного	Рост зависит от присутствия тиамина
<i>Trichophyton verrucosum</i>	Плоская, бархатисто-замшевая, приподнята в центре	От белой до кремовой	Бесцветная или жёлтая	Медленнорастущие. Плохо растут на обычных средах; требует добавления тиамина
<i>Trichophyton violaceum</i>	Кожистая, гладкая, бугристая, складчатая	От бесцветной до фиолетовой	От бесцветной до или фиолетовой	Очень медленно-растущие. Для роста требуется тиамин

*ПДА – картофельно-декстрозный агар

Таблица 4 – Особенности роста колоний дерматофитов на средах.



Microsporum canis



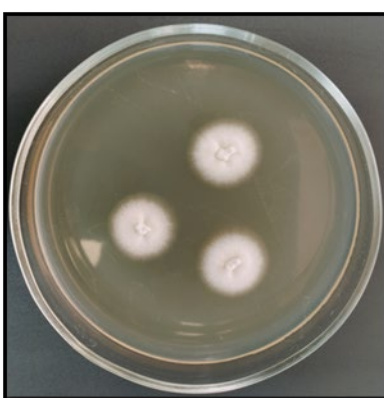
Trichophyton verrucosum



*Trichophyton
mentagrophytes var.
Interdigitale*



*Trichophyton
mentagrophytes var.
Mentagrophytes*



Trichophyton tonsurans



Trichophyton rubrum



Microsporum gypseum



Microsporum audouinii



Epidermophyton floccosum

Микроскопическое исследование (микроморфология):

- Для определения видовых признаков проводится микроскопия с использованием светового микроскопа. Исследуются:
 - морфологические элементы: мицелий, конидии, спорангии, хламидоспоры;
 - форма, размеры и расположение структур;

– наличие специфических признаков (например, септированные или несептированные гифы, тип конидий, характер их расположения – поодиночке, в цепочках, булавовидные, веретеновидные и др.).

•Микроскопические признаки, характерные для различных видов дерматофитов, представлены в Таблице 5.

Таблица 5 – Микроскопические признаки идентификации дерматофитов [28].

Вид дерматофита	Макроконидии	Микроконидии	Характеристика спор / структур
<i>Epidermophyton floccosum</i>	Гладкие, тонкостенные, булавовидные	Не образуются	Септированные, гиалиновые гифы
<i>Microsporum canis</i>	Грубые, веретенообразные, с шероховатыми стенками	Немногочисленные	Может не образовывать микроконидий
<i>Microsporum audouinii</i>	Редкие, схожи с макроконидиями <i>M. canis</i>	Редкие	Слабое спорообразование
<i>Microsporum gypseum</i>	Тонкостенные, эллипсоидные, 4–6-клеточные, с усечённым основанием	Немногочисленные	Хорошо выражены и типичны
<i>Trichophyton rubrum</i>	Только у гранулированных форм: сигарообразные	Грушевидные	Вариабельность: возможны беспигментные штаммы, не образующие микроконидий
<i>Trichophyton interdigitale</i>	Обычно отсутствуют или единичные	Сферические, собраны в кластеры («виноградные гроздья»)	Ветвистый, септированный мицелий, со спиралями; характерная микроконидиальная морфология.
<i>Trichophyton tonsurans</i>	Не образуются	Булавовидные, грушевидные, вариабельные; в старых культурах – распухшие	Образуются хламидоспоры в старых культурах
<i>Trichophyton verrucosum</i>	Отсутствуют	Булавовидные	Артроспоровый мицелий; цепочки хламидоконидий в виде «жемчуга» при 37 °С на средах с парааминобензойной кислотой
<i>Trichophyton violaceum</i>	Не образуются	Не образуются	Ровный септированный мицелий в молодых культурах; затем утолщается, образуя интеркалярные и концевые хламидоспоры

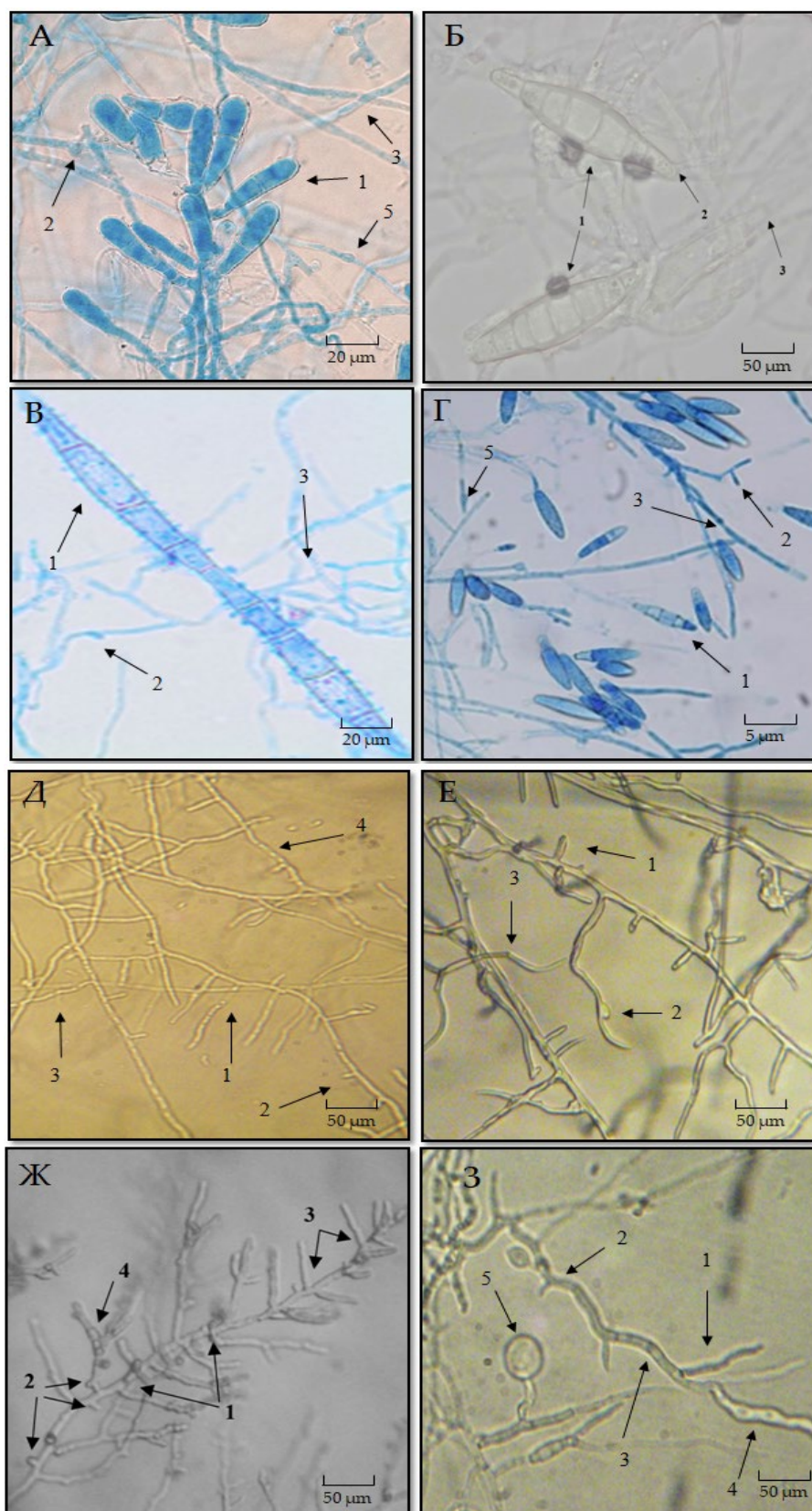


Рисунок 6 – Микроскопические структуры дерматофитов: А – *E. floccosum* [29], Б – *M. canis*, В – *M. audouinii* [30], Г – *M. gypseum* [31], Д – *T. rubrum*, Е – *T. interdigitale*, Ж – *T. tonsurans*, 3 – *T. verrucosum*: 1 – макроконидии; 2 – микроконидии; 3 – септированный мицелий; 4 – образование артроспор; 5 – образование хламидоспор

На Рисунке 6 продемонстрированы специфические макро- и микроскопические признаки различных видов дерматофитов, включая форму и расположение макроконидий, микроконидий, а также особенности мицелия.

Таким образом, макроморфологическая оценка колоний в совокупности с микроскопическим исследованием позволяет установить диагноз дерматофитии, который может быть подтверждён или уточнён с использованием молекулярно-генетических методов.

5 МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ДЕРМАТОФИТИЙ

5.1 Показания для молекулярной идентификации вида возбудителя

При выявлении грибковых элементов в микроскопии клинического материала, а также при росте дерматофитной культуры, рекомендуется проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР) с целью:

- Уточнения видовой принадлежности дерматофита;
- Исключения или подтверждения *Trichophyton indotineae* – вида, ассоциированного с устойчивостью к тербинафину и высоким риском рецидивов.

Клинические особенности инфекции, вызванной Trichophyton indotineae [32]:

- Течение заболевания, как правило, тяжёлое, с обширными поражениями кожи.
- Основные клинические признаки:
 - Распространённые зудящие бляшки с минимальным воспалением.
 - Типичная локализация: туловище, конечности, паховая область, лицо, гениталии.
 - Отсутствие центрального очищения, в отличие от классических дерматофитий, вследствие чего поражения могут имитировать экзему.
 - Сохранение зуда даже после визуального клинического излечения.

Варианты клинического проявления инфекции, вызванной Trichophyton indotineae [32]:

- Концентрические, шелушащиеся эритематозные бляшки по типу «псевдоимбриката» («кольцо на кольце»);
- Папулосквамозные формы;
- Пустулёзные формы;
- Стероидмодифицированные (стертые) формы – *tinea incognita*;
- У пациентов с тёмным фототипом кожи возможно развитие выраженной гиперпигментации в очагах поражения.

Анамнестические данные пациентов при инфекции, вызванной Trichophyton indotineae [32]:

- Часто в анамнезе отмечается неэффективное лечение, включая системное и наружное применение тербинафина;
- Возможен контакт с лицами, прибывшими из эндемичных регионов:
 - Южная Азия: Индия, Пакистан, Бангладеш;
 - Ближний Восток: Иран, Саудовская Аравия.
- Инфекция всё чаще регистрируется у пациентов без истории зарубежных поездок, что свидетельствует о возможной локальной циркуляции возбудителя, устойчивого к тербинафину.

5.2 Методы экстракции ДНК

Перед началом работы необходимо ознакомиться с техникой безопасности при работе с биологическим материалом.

Аппаратурное оснащение:

1. Аппарат для получения ультрачистой воды (MILLI-Q ACADEMIC);
2. Система гель-документации (*GelDoc XR+*, *Bio-Rad*);
3. Камеры для горизонтального электрофореза (*Scie-Plas*);
4. Микроспектрофотометр NanoDropTM One (*Thermo Scientific*);
5. Мини центрифуга (*Medifuge*, *Thermo Scientific*);
6. Вортекс (*IKA® VORTEX 3*);
7. Термоблок (*TDB-120*, *BioSan*);
8. Бокс биологической безопасности 2-го класса защиты (*ESCO AC2-4E1*).

Для идентификации генетического разнообразия штаммов проводится экстракция геномной ДНК из чистых грибковых культур с использованием метода СТАВ, включающего следующие стадии:

1. Добавляют в стерильные пробирки типа эппендорф с образцом мицелия (50-100 мг сырого веса) 500 мкл TES буфера и 5 мкл протеиназы К (*Thermo Fisher Scientific*), хорошо перемешивают на вортексе, инкубируют 2 ч при 65°C, перемешивая каждые 20 мин.
2. По окончании инкубации добавляют 100 мкл 5М NaCl, перемешивают, затем добавляют 65 мкл 10% гексадецилтриметиламмоний бромида (СТАВ) (*Sigma-Aldrich*) с NaCl, предварительно разогретого до 65°C, тщательно перемешивают и инкубируют 10 мин при 65°C.

3. Центрифугируют 3 минуты при ускорении 13000 g (чтобы СТАВ не успел остыть).

4. К супернатанту добавляют равный объем смеси хлороформ: изоамиловый спирт (24:1), перемешивают и оставляют на 20 мин при 4°C.

5. Центрифугируют 5 минут при ускорении 13000 g; не затрагивая осадка, отбирают водную (верхнюю) фазу и переносят в чистую пробирку. Добавляют равный объем смеси хлороформ: изоамиловый спирт (24:1) и тщательно перемешивают до образования однородной эмульсии.

6. Центрифугируют в течение 3 минут, аккуратно отбирают водную фазу в чистую пробирку.

7. Добавляют 380 мкл охлажденного изопропанола (*Sigma-Aldrich*), перемешивают опрокидыванием и оставляют на 40 мин при -20°C. Центрифугируют 5 минут при ускорении 13000 g, надосадочную жидкость удаляют.

8. Осадок ДНК промывают 70% этанолом, подсушивают и растворяют в 50 мкл буфера ТЕ (для лучшего растворения в ТЕ буфере выдерживают 5 минут при 50°C).

Оценка концентрации и чистоты ДНК

Первичная оценка концентрации и чистоты выделенной ДНК проводится с использованием ультрафиолетового спектрофотометра (*NanoDrop One, Thermo Scientific*):

- Измерения оптической плотности проводятся при длинах волн:
 - 260 нм (основная длина волны для оценки концентрации ДНК);
 - 280 нм (для оценки возможного белкового загрязнения).
- Отношение A260/A280 используется в качестве показателя чистоты. Значения в диапазоне 1,8–2,0 свидетельствуют о достаточной степени очистки от белков и других примесей.
- Концентрация ДНК рассчитывается автоматически программным обеспечением прибора, основой служит абсорбция при 260 нм.
- Перед измерениями проводится калибровка прибора: используется соответствующий пустой контроль, идентичный растворителю образцов.
- Каждое измерение проводится в трёх повторах для повышения надёжности результатов.
- При необходимости образцы подвергаются дополнительной очистке.

Оценка целостности и длины фрагментов ДНК

Для подтверждения целостности и оценки приблизительной длины фрагментов ДНК применяется метод гель-электрофореза:

- Используется 1% агарозный гель, окрашенный бромистым этидием (*EtBr*; производитель – *PanReac AppliChem, ITW Reagents*).
- К каждому образцу добавлялся маркер молекулярной массы ДНК (ДНК-лестница) для оценки размеров фрагментов.
- Электрофорез осуществляется при напряжении 100 В в течение 40 минут в буфере TBE (1×).
- Визуализация результатов проводится с использованием геле-документационной системы GelDoc XR+ (*Bio-Rad*) с УФ-трансиллюминатором.
- Чёткие, непрерывные полосы без признаков деградации указывают на высокое качество выделенной ДНК.

Меры предосторожности при работе с EtBr:

- EtBr является мутагенным веществом и требует особых мер предосторожности при использовании.
- Хранить растворы EtBr следует в плотно закрытых контейнерах, в затемнённом месте при комнатной температуре.
- Все манипуляции с растворами, гелями и отходами, содержащими EtBr, необходимо проводить в вытяжном шкафу или боксе биологической безопасности с обязательным использованием защитных перчаток, халата и очков.
- В случае разлива следует немедленно обработать поверхность раствором гипохлорита натрия (0,5–1%) перед утилизацией.
- Утилизация всех материалов, содержащих EtBr, осуществляется в соответствии с действующими нормативами по обращению с опасными химическими отходами.

Полученная геномная ДНК, обладающая удовлетворительными показателями чистоты, концентрации и целостности, использовалась в качестве матрицы для проведения ПЦР.

5.3 Выполнение ПЦР-анализа для идентификации дерматофитов

ПЦР для идентификации дерматофитов проводится с использованием одной пары праймеров, специфичных к внутреннему транскрибируемому пространству (ITS) рибосомальной ДНК (рДНК). Нуклеотидные последовательности использованных праймеров приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Последовательности праймеров для амплификации ITS-региона рДНК дерматофитов [33].

Название праймера	Последовательность (5'–3')	Направление	Целевой участок
ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	прямой	ITS рДНК
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	обратный	ITS рДНК

В таблице 7 представлены состав реакционной смеси, используемой для проведения ПЦР.

Таблица 7 – Состав ПЦР-смеси (общий объём – 25 мкл)

№	Компонент	Объём, мкл	Примечание
1	Биомастер HS-Тaq ПЦР (2×) (Биолабмикс, РФ)	12,5	Содержит буфер, Таq-ДНК-полимеразу, MgCl ₂ и dNTPs
2	Праймер Прямой	1,0	Рабочий раствор, 10 мкМ
3	Праймер Обратный	1,0	Рабочий раствор, 10 мкМ
4	ДНК	1,0	Исследуемый образец
5	Дважды дистиллированная вода	9,5	До полного объёма

После кратковременного центрифугирования ПЦР-пробирок реакционную смесь подвергали амплификации в термоциклере (*Mastercycler nexus gradient, Eppendorf, Германия*) со следующими параметрами:

1. Первичная денатурация: 95 °С – 5 минут
2. 35 циклов:
 - Денатурация: 95 °С – 30 секунд
 - Отжиг: 57 °С – 30 секунд
 - Удлинение: 72 °С – 1 минута
3. Финальное удлинение: 72 °С – 7 минут

Результаты амплификации оценивают методом электрофореза в 2% агарозном геле с добавлением EtBr, в 1×ТАЕ-буфере (Рисунок 7).

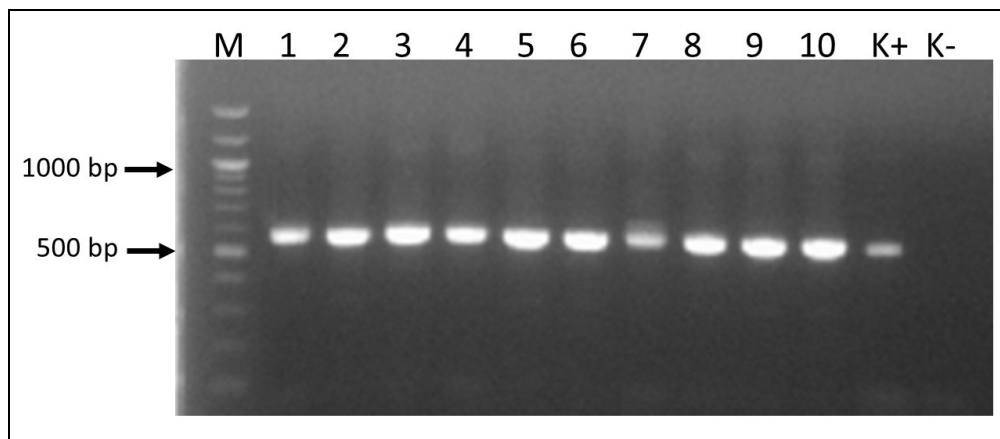


Рисунок 7 – Электрофореграмма продуктов ПЦР-амплификации ITS-региона ДНК дерматофитов

М – маркер молекулярной массы; 1–10 – амплификаты дерматофитных изолятов; К+ – положительный контроль; К – отрицательный контроль

Подтверждённые продукты амплификации (ампликоны) направляются на секвенирование для молекулярной идентификации возбудителей.

5.4 Секвенирование специфических участков ДНК (ампликонов)

Аппаратурное оснащение:

1. Амплификатор (*C1000 Touch Thermal Cyclers, Bio-Rad*);
2. Генетический анализатор (*SeqStudio Genetic Analyzer*);
3. Бокс биологической безопасности 2-го класса защиты (*ESCO AC2-4E1*);
4. ПЦР бокс (*PCR Cabinet, ESCO*);
5. Аппарат для получения ультрачистой воды (*MILLI-Q ACADEMIC*);
6. Мини центрифуга (*Medifuge, Thermo Scientific*);
7. Вортекс (*IKA® VORTEX 3*);
8. Термоблок (*TDB-120, BioSan*).

Подготовка и очистка изучаемых образцов

Перед проведением секвенирования ПЦР-продукты подлежат очистке от остаточных компонентов реакционной смеси (праймеров, дНТФ, ферментов). Для этого применяется ферментативный метод с использованием экзонуклеазы I, обеспечивающей деградацию олигонуклеотидных праймеров и дефосфорилирование избытка дНТФ. Экзонуклеаза I специфически расщепляет одноцепочную ДНК в направлении 3'→5', высвобождая дезоксинуклеотид-монофосфат и не расщепляет цепи ДНК, 3' конец которых блокирован фосфорильной или ацетильной группой. Ниже представлен протокол очистки продукта ПЦР перед секвенированием:

1. Приготовление реакционной смеси (Таблица 8);
2. Перемешивание на вортексе;
3. Инкубация при 37 °С в течение 30 минут;
4. Остановка реакции путем нагревания смеси при 85 °С в течение 15 минут.

Таблица 8 – Основной компонентный состав реакционной смеси

Компоненты	Объем, мкл
ПЦР продукт (сразу после завершения ПЦР)	5
<i>Exonuclease I</i>	0,5 (10 Ед)
<i>10× Exonuclease I Reaction Buffer</i>	2,5

Полученный продукт ПЦР готов к использованию для проведения циклического секвенирования.

Проведение секвенирования с набором QuantumDye™ Terminator v3.1

Протокол проведения реакции циклического секвенирования:

1. Размораживают содержимое набора для циклического секвенирования QuantumDye™ Terminator v3.1, а также используемые праймеры, все компоненты держат на льду;
2. Перемешивают содержимое пробирок в течение 2-3 секунд путем встряхивания, затем центрифугируют (2-3 секунды) на микроцентрифуге для сбора содержимого на дне пробирок;
3. Добавляют компоненты, как указано в таблице 9.

Таблица 9 – Основные компоненты и объемы реакции секвенирования

Реагент	Объем, мкл
<i>QuantumDye Cycle Sequencing Mix</i>	0,85
<i>QuantumDye Sequencing Buffer</i>	1
Праймер ITS1	0,5
ДНК	3
Дважды дистиллированная вода	4,65
Конечный объем	10

4. Закрывают пробирки или планшеты прозрачной клейкой пленкой или крышкой;
5. Перемешивают пробирки или планшеты на вортексе в течение 2-3 секунд, затем центрифугируют, чтобы собрать содержимое на нижнюю часть лунок (5-10 секунд) при 1000 об/мин.;
6. Помещают пробирки или планшеты в амплификатор и устанавливают последовательность циклов (Таблица 10);

Таблица 10 – Основные параметры постановки реакции

Параметры	Этап/шаг				
	Инкубация	25 циклов			Хранение
		Денатурация	Отжиг	Элонгация	
Скорость нагрева	—	1°С/сек			
Температура	96°С	96°С	50°С	60°С	4°С
Время	01:00	00:10	00:05	04:00	∞

7. Кратковременно центрифугируют пробирки или планшет и переходят к пункту «Очистка продуктов секвенирования».

Очистка продуктов секвенирования

Очистку продуктов секвенирования проводят методом спиртовой преципитации для удаления свободных флуоресцентных дидезоксинуклеотидов и солей. Протокол очистки:

1. После реакции секвенирования (проведённой в объёме 10 мкл в лунках ПЦР-плашки), снимают прозрачную клейкую пленку с плашки и в каждую лунку добавляют:

- 2 мкл 3 М ацетата натрия;
- 2 мкл дважды дистиллированной воды;
- 46 мкл 96% этанола.

2. Плашку герметично закрывают прозрачной клейкой пленкой для ПЦР.

3. Центрифугируют при 4000 об/мин в течение 40 минут при 4 °С.

4. Снимают прозрачную клейкую пленку с плашки, удаляют надосадочную жидкость, добавляют 80 мкл 75% этанола для промывки.

5. Повторно герметизируют пленкой и центрифугируют при 4000 об/мин в течение 20 минут при 4 °С.

6. Снимают прозрачную клейкую пленку, аккуратно удаляют остатки жидкости из лунок и оставляют осадок сушиться на воздухе при комнатной температуре в течение 20 минут.

7. Ресуспенсируют осадок в 14 мкл формамида Hi-Di.

8. Ресуспандированные образцы хранят до анализа при –20 °С в защищенном от света месте, герметично заклеив плашку прозрачной клейкой пленкой для ПЦР.

9. Непосредственно перед загрузкой на капиллярный секвенатор образцы денатурируют при 95 °С в течение 5 минут, затем немедленно охлаждают на лёд. Если образцы не загружаются немедленно, денатурацию не проводят – её выполняют только перед анализом.

Примечание: Осадок после первого центрифугирования должен быть визуально различим. После сушки не должно быть остаточной жидкости на дне лунок.

Расшифровка специфических участков ДНК с помощью секвенатора SeqStudio

Для проведения секвенирования рекомендуется использовать генетический анализатор *Applied BiosystemsTM SeqStudioTM* с программным обеспечением для сбора данных *SeqStudioTM*.

Более подробная инструкция работы с данным оборудованием приведена в методических рекомендациях по проведению секвенирования авторов Киян В.С. с соавторами [34].

5.5. Обработка хроматограмм и идентификация нуклеотидных последовательностей

- Хроматограммы, полученные в виде файлов с расширением .ab1, подлежат визуальной проверке.
- Проводится редактирование хроматограмм в программе BioEdit с целью контроля качества и устранения возможных ошибок секвенирования.
- После редактирования последовательности сохраняются в формате FASTA.
- Поиск гомологичных последовательностей выполняется с применением алгоритма BLASTn.
- Проводится сравнение с последовательностями из базы данных NCBI GenBank для последующей идентификации.
- Совпадения с уровнем идентичности 98–100 % при полном покрытии последовательности считаются достоверным подтверждением таксономической принадлежности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дерматофитии остаются одной из наиболее распространённых инфекций кожи и её придатков, оказывая значительное влияние на здоровье населения и эпидемиологическую обстановку. Высокая контагиозность возбудителей, рост числа атипичных клинических форм, случаев хронического течения, а также сложность дифференциальной диагностики обуславливают необходимость внедрения комплексного подхода к выявлению и идентификации на всех уровнях медицинской помощи.

Настоящие методические рекомендации содержат обобщённые сведения о современных принципах клинико-лабораторной диагностики дерматофитий, основанные на сочетании традиционных и молекулярно-генетических методов. Предложенный алгоритм включает последовательную клиническую оценку дерматологического статуса, микроскопическое исследование клинического материала, культурально-морфологическую идентификацию, а при необходимости – молекулярное типирование с использованием ПЦР и секвенирования. Такая многоуровневая диагностика повышает точность установления диагноза, снижает риск диагностических ошибок и позволяет своевременно начинать этиотропное лечение.

Представленные подходы соответствуют современным требованиям медицинской микологии и могут эффективно применяться в практике дерматовенерологов, микологов и врачей лабораторной диагностики. Их использование способствует оптимизации маршрутизации пациентов, сокращает сроки постановки диагноза, обосновывает выбор антимикотической терапии и укрепляет контроль за распространением дерматофитий.

Внедрение данных методических подходов в клиническую и лабораторную практику позволит повысить эффективность лечения и снизить социально-экономические последствия грибковых инфекций, обеспечив надёжную профилактику и устойчивую эпидемиологическую безопасность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Dellièvre S., Jabet A., Abdolrasouli A. Current and emerging issues in dermatophyte infections // PLoS pathogens. – 2024. – Vol. 20, N. 6. – P. e1012258.
2. Зыбарева А.С. Дифференциальная диагностика распространенных грибковых заболеваний кожи. Встречаемость поверхностных микозов в регионах российской федерации на 2016-2017 год // Энигма. – 2019. – Т. 1. – №16-2. – С. 272-280.
3. Ayatollahi A., Fattahi M. A review for acute dermatophytosis and acquired or inherited immunodeficiency // J. Dermatol. Cosmet. – 2025. – Vol. 16, N.1. – P. 22-34.
4. Araya S., Tesfaye B., Fente D. Epidemiology of dermatophyte and non-dermatophyte fungi infection in Ethiopia // Clin. Cosmet. Investig. Dermatol. – 2020. – Vol. 13. – P. 291.
5. Alshehri B.A., Alamri A.M., Rabaan A.A., Al-Tawfiq J.A. Epidemiology of Dermatophytes Isolated from Clinical Samples in a Hospital in Eastern Saudi Arabia: A 20-Year Survey // J. Epidemiol. Glob. Health. – 2021. – Vol. 11, N. 4. – P. 405-412.
6. Aimoldina A., Smagulova A., Batpenova G. et al. Mycological Profile and Associated Factors Among Patients with Dermatophytosis in Astana, Kazakhstan // J. of Fungi. – 2025. – Vol. 11, N. 1. – P. 65.
7. Verma S.B., Panda S., Nenoff P. et al. The unprecedented epidemic-like scenario of dermatophytosis in India: I. Epidemiology, risk factors and clinical features // Indian J. Dermatol. Venereol. Leprol. – 2021. – Vol. 87, N. 2. – P. 154-175.
8. Nenoff P., Verma S.B., Ebert A. et al. Spread of terbinafine-resistant *Trichophyton mentagrophytes* type VIII (India) in Germany–“the tip of the iceberg?” // J. Fungi. – 2020. – Vol. 6, N. 4. – P. 207.
9. Сергеев А.Ю., Бурова С.А., Касихина Е.И. Дерматомикозы в эпоху пандемии // Иммунопатол., аллергол., инфектол. – 2021. – № 1. – С. 79-96.
10. Пчелин И.М., Сергеев А.Ю. О новой классификации дерматофитов // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2022. – Т. 25, №2. – P. 105-18.
11. Chen X.Q., Yu J. Global demographic characteristics and pathogen spectrum of tinea capitis // Mycopathologia. – 2023. – Vol. 188, N. 5. – P. 433-447.
12. Petrucelli M.F., Abreu M.H.D., Cantelli B.A.M. et al. Epidemiology and Diagnostic Perspectives of Dermatophytoses: // J. Fungi. – 2020. – Vol. 6, N. 4. – P. 310.
13. De Oliveira Pereira F., Gomes S.M., Lima da Silva S., Paula de Castro Teixeira A., Lima I.O. The prevalence of dermatophytoses in Brazil: a systematic review // J. Med. Microbiol. – 2021. – Vol. 70, N. 3. – P. 001321.
14. Chanyachailert P., Leeyaphan C., Bunyaratavej S. Cutaneous fungal infections caused by dermatophytes and non-dermatophytes: an updated comprehensive review of epidemiology, clinical presentations, and diagnostic testing // J. Fungi. – 2023. – Vol. 9, N. 6. – P. 669.
15. Приказ МЗ РК от 20 марта 2023 г. № 43 «Об утверждении стандарта орга-

низации оказания дерматовенерологической помощи в РК».

16. Клинический протокол диагностики и лечения «Дерматофитии»: одобренный объединенной комиссией по качеству медицинских услуг Министерства здравоохранения РК от 5 декабря 2018 г., протокол №48.
17. Федеральные клинические рекомендации. Дерматовенерология 2015: Болезни кожи. Инфекции, передаваемые половым путем. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Деловой экспресс, 2016. – 768 с.
18. Приказ МЗ РК от 11 августа 2020 г. № ҚР ДСМ-96/2020 «Об утверждении санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к объектам здравоохранения».
19. Приказ МЗ РК от 11 декабря 2020 г. № ҚР ДСМ- 257/2020 «Об утверждении Стандарта организации проведения лабораторной диагностики».
20. Приказ МЗиСР РК от 28 сентября 2015 г. № 758 «Об утверждении Положения о деятельности организаций и (или) структурных подразделений организаций здравоохранения, осуществляющих лабораторную диагностику, а также объем и виды проводимых ими исследований».
21. СТ РК ISO 15189-2023 «Медицинские лаборатории. Требования к качеству и компетентности» (введён в действие в РК с 1 января 2024 г.).
22. Медицинская микология: руководство для врачей / А. В. Зачиняева, А. В. Москалев, В. А. Андреев, В. Б. Сбойчаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 288 с.
23. Theiler M., Luchsinger I., Rast A.C., Schwieger-Briel A., Weibel L., Bosshard P.P. Precision diagnostics in paediatric dermatology: Advancing management of tinea capitis through dermatophyte PCR // JEADV. – 2025. – Vol. 39, N.2. – P.398-403.
24. Weitzman I, Summerbell RC. The dermatophytes // Clin Microbiol Rev. – 1995. – Vol. 8, N.2. – P. 240-59.
25. Rippon J.W. Medical Mycology. The Pathogenic Fungi and the Pathogenic Actinomycetes. – Philadelphia, PA, USA: WB Saunders Company, 1988. – 842 pp.
26. Revbell G., Taplan D. Dermatophytes: Their Recognition and Identification. – Coral Gables, Florida, USA: Univ of Miami Pr, 1974. – 124 pp.
27. Westblade F.L., Burd E.M., Lockhart S.R., Procop G.W. Larone's Medically Important Fungi: A guide to identification. – 7th editon. – Washington, DC, USA: ASM Press, 2023. – 560 pp.
28. Атлас возбудителей грибковых инфекций / Е. Н. Москвитина [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 208 с.
29. Cruz R., Carvajal L. Frecuencia de Epidermophyton floccosum en dermatofitos aislados en un laboratorio de la Región de Valparaíso, Chile. Período 1980-2010 // Revista chilena de infectologia. – 2018. – Vol. 35, N.3. – P. 262–265.
30. Brasch J., Müller S., Gräser Y. Unusual strains of *Microsporum audouinii* causing tinea in Europe // Mycoses. – 2015. – Vol. 58, N.10. – P. 573–577.
31. Lee W.J., Park J.H., Kim J.Y., Jang Y.H., Lee S.J., Bang Y.J., Jun J.B. Low But Continuous Occurrence of *Microsporum gypseum* Infection in the Study on 198 Cases in South Korea from 1979 to 2016 // Annals of dermatology. – 2018. – Vol. 30, N.4. – P. 427-431.

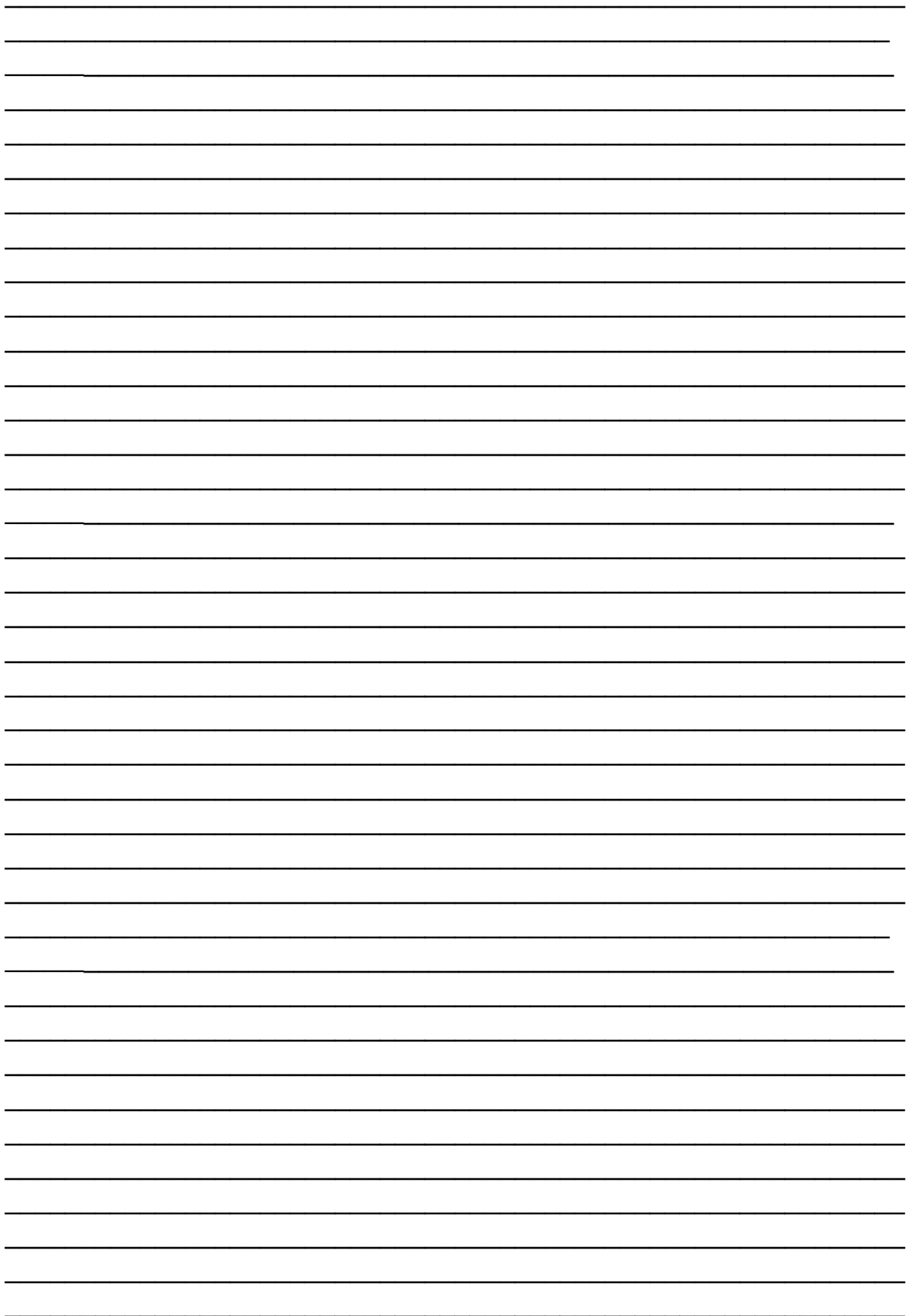
32. Marbaniang Y.V., Leto D., Almohri H., Hasan M.R. Treatment and diagnostic challenges associated with the novel and rapidly emerging antifungal-resistant dermatophyte, *Trichophyton indotineae* // J. Clin. Microbiol. – 2025. – Vol. 63, N.6. – P. e01407-24.
33. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics / Academic Press: San Diego, CA, USA, 1990. – P. 315–322.
34. Смагулова А.М., Жумалин А.Х., Киян В.С. Методические рекомендации по секвенированию геномной ДНК и филогенетическому анализу нуклеотидных последовательностей. – Изд-во КазАТУ им. С. Сейфуллина. – Нур-Султан, 2022. – 38 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Термины и определения.....	3
Введение.....	4
1 Краткая характеристика возбудителей дерматофитий.....	5
2 Клиническая оценка дерматофитий (дерматологический статус)....	6
3 Микроскопическое исследование в диагностике дерматофитий.....	11
4 Культуральная и микроморфологическая диагностика дерматофитий.....	13
5 Молекулярно-генетическая диагностика дерматофитий.....	20
5.1 Показания для молекулярной идентификации вида возбудителя.....	20
5.2 Методы экстракции ДНК.....	21
5.3 Выполнение ПЦР-анализа для идентификации дерматофитов..	23
5.4 Секвенирование специфических участков ДНК (ампликонов)..	25
5.5. Обработка хроматограмм и идентификация нуклеотидных последовательностей.....	28
Заключение.....	29
Список использованных источников.....	30

Для заметок

[illegible]



ISBN 978-601-391-000-0



**Методические рекомендации по клинико-лабораторной
диагностике дерматофитий у людей**

Аймолдина Алма Аманжоловна
Киян Владимир Сергеевич
Батпенова Гульнар Рыскельдыевна
Алгазина Тогжан Орымбаевна
Смагулова Айнура Муратовна



Подписано к печати 21.10.2025 г. Бумага офсетная № 1
Формат 60X84_{1/16} Объем 2,0 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Заказ 0232
Отпечатано в типографии
Индивидуальный предприниматель
«Булатов А.Ж.»
010000, г. Астана, ул. Керей, Жанибек хандар, 22-38
тел.: 8 708 695 01 05 e-mail: masterpo08@mail.ru