

М. Р. Зинуров¹, Е. Е. Зинурова², Ш. З. Валидов³, М. Д. Фролов³
М. А. Сысоева¹, Т. В. Багаева⁴

СИНТЕЗ ЛЕКТИНОВ МИКРОМИЦЕТАМИ
РОДА *ALTERNARIA*

108

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

⁴ Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Поступила в редакцию 02.09.2025 г.

Принята к публикации 19.01.2026 г.

doi: 10.5922/vestniknat-2026-2-7

Для цитирования: Зинуров М. Р., Зинурова Е. Е., Валидов Ш. З., Фролов М. Д., Сысоева М. А., Багаева Т. В. Синтез лектинов микромицетами рода *Alternaria* // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные науки. 2026. №2. С. 108–118. doi: 10.5922/vestniknat-2026-2-7.

На примере 10 штаммов микромицетов, включая музейные штаммы *Alternaria alternata*, *Alternaria solani* и *Alternaria infectoria*, а также изолятов, выделенных из природных образцов (почва, клубни картофеля, семена пшеницы), была установлена способность микромицетов рода *Alternaria* к синтезу эндогенных и экзогенных лектинов. Микромицеты рода *Alternaria* способны синтезировать экзогенные и эндогенные лектины. Установлено, что активность лектинов микромицетов рода *Alternaria* исследованных штаммов значительно ниже, чем у микромицетов рода *Fusarium*. Тем не менее увеличить титр активности лектинов микромицетов рода *Alternaria* (в 2–8 раз) удалось при обработке поверхности эритроцитов нейроминидазой. Среди новых изолятов, микромицетов рода *Alternaria*, был отобран штамм *Alternaria alternata* 4 (зерно), синтезирующий лектины с наибольшим титром активности (512 ед.). Для подтверждения его принадлежности к роду *Alternaria* был проведен молекулярно-генетический анализ, который показал, что полученный штамм принадлежит к отряду Ascomycota, классу Ascomycetes, подклассу Dothideomycetidae, порядку Pleosporales, семейству Pleosporaceae, виду *Alternaria alternata*. Сравнение титра активности экзогенных и эндогенных лектинов показало преимущество синтеза внутриклеточных форм лектинов, что делает их наиболее перспективными для дальнейших исследований.

Ключевые слова: *Alternaria*, лектины, микромицеты, синтез, идентификация



Введение

Способность к образованию лектинов, как эндогенных так и экзогенных, является важной характеристикой микромицетов. Так, показано, что лектины синтезируют различные виды микромицетов рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* [1–3]. Однако в литературе недостаточно данных о лектинах микромицетов рода *Alternaria*.

Тем не менее экологическое и практическое значение грибов рода *Alternaria* очень велико. Многие его виды являются сапротрофами и развиваются на разнообразных органических субстратах, наряду с другими микроорганизмами принимают участие в разложении и минерализации растительных остатков. Другие грибы этого рода поражают листья, семена и плоды [4]. Существуют виды, которые обладают способностью паразитировать на муравьях, а некоторые представители данных грибов могут оказывать негативное действие и на здоровье человека, например, усугубляя развитие болезни у людей, страдающих бронхиальной астмой [5].

Установлено, что грибы рода *Alternaria* способны синтезировать широкий набор биологически активных соединений [6; 7], которые могут быть использованы как «прообразы» лекарственных средств и пестицидов [8], однако потенциал грибов этого рода в качестве продуцентов лектинов остается мало изученным.

Функции лектинов микромицетов разнообразны, например, они принимают участие в межклеточном взаимодействии, обладают антимикробным, противовирусным, иммуномодулирующим и противоопухолевым действием, а также другими положительными функциями. На этом основании их можно рассматривать как одну из наиболее активных групп биологически активных соединений, широко используемых в биологии и медицине [9–12]. Кроме того, получены данные, что лектины микромицетов могут принимать участие во взаимодействии фитопатогена с клетками растений [13]. Предполагается, что первичное инфицирование растений фитопатогенами рода *Alternaria* также осуществляется за счет способности грибов к синтезу лектинов, обеспечивающих адгезию микромицета на поверхности растительной клетки.

Цель настоящей работы — определение способности микромицетов рода *Alternaria* синтезировать эндогенные и экзогенные лектины и выявление наиболее эффективных изолятов, способных к синтезу активных лектинов.

Материалы и методы

В работе использовали штаммы микромицетов Всероссийской коллекции микроорганизмов *Alternaria alternata* F-1120 и *Fusarium oxysporum* F-137, а также штаммы микромицетов *Alternaria alternata* 7.2/8, *Alternaria solani* 7.3/4 и *Alternaria infectoria* 7.3/2 музея культур кафедры Биотехнологии Первого государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова и изоляты четырех штаммов микромицетов рода *Alternaria*, выделенных из почвы, с клубней картофеля и зерна пшеницы. Для сравнения способности к синтезу лектинов, в качестве положительного контроля в опытах использовали штаммы микромицетов *Fusarium oxysporum* ВКМ F-137 и *Fusarium solani* 6 музея культур кафедры биохимии, биотехнологии и фармакологии Института фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета.



Культивирование микромицетов проводили на картофельно-глюкозной среде при температуре 28 °С в течение 6 суток. Рост и накопление биомассы контролировали на электронных весах «MERTECH» модели M-EX 126CEJR.

Активность эндогенных и экзогенных лектинов определялась на 6-е сутки культивирования продуцента.

С этой целью биомассу мицелия гриба отделяли от культуральной жидкости путем фильтрации с помощью промышленной ткани, маркировки (полиэтилентерефталат) фирмы «АкваАналитикс Техника». Полученную культуральную жидкость использовали для установления наличия экзогенных лектинов.

110

Мицелий гриба многократно промывали 20 мМ Tris-HCl буферным раствором (рН 7,2). Извлечение эндогенных, мицелиальных лектинов проводили с помощью гомогенизации мицелия в 20 мМ Tris-HCl буферном растворе (рН 7,2) в соотношении 1:1 (масса/объем). Гомогенизацию производили на размольной гарнитуре ESSA B800 («АМТЕХ»). Полученную однородную массу оставляли при перемешивании в течение 5–6 ч при 4 °С. Удаление осадка проводили центрифугированием при 5000 g в течение 10 мин. Полученный супернатант проверяли на наличие эндогенных лектинов.

Активность лектинов определяли реакцией прямой гемагглютинации (далее – РПГА) с нативными эритроцитами человека группы крови 0 (I). Анализ осуществляли в U-образных планшетах для иммунологических реакций [14]. Для этого в лунках планшета 25 мкл белкового экстракта последовательно двукратно разводили раствором буфера с последующим добавлением в каждую лунку 2%-ной суспензии эритроцитов человека. Инкубацию смеси вели в течение 60 мин при комнатной температуре. Титр гемагглютинации выражали как максимальное разведение или минимальную концентрацию лектина в растворе, при которой наблюдается видимая реакция гемагглютинации эритроцитов.

Эритроциты для РПГА получали по методу, предложенному Луциком с соавторами [15]. Модификацию поверхности эритроцитов производили в трех вариантах путем добавления к осадку из эритроцитов 1 группы крови человека раствора нейраминидазы (0,2 ед./мл), трипсина и протеазы (1 мг/мл). Соотношение эритроцитов и раствора ферментов 1:2 [16]. Инкубацию вели в течение 30 мин при 37 °С, затем эритроциты трехкратно отмывали в десятикратном объеме Tris-HCl буфера (рН 7,2), центрифугируя смесь при 3000 об./мин в течение 10 мин.

Выделение и очистку ДНК из мицелия исследуемых изолятов осуществляли методом фенол-хлороформной экстракции [17]. Амплификацию вариабельного участка ITS и гена *tub2* проводили при помощи ПЦР. Последовательность праймеров участка ITS и гена *tub2* приведена в работе Рая и Брази с соавторами [18; 19]. Условия реакции: 95 °С – 3 мин, 95 °С – 30 сек, 54 °С – 30 сек, 72 °С – 40 сек, 72 °С – 3 мин, 34 цикла.

ПЦР продукт разделяли при помощи горизонтального электрофореза в 1%-ном агарозном геле. Выделение ДНК из геля производилось с использованием набора Cleanup mini (ЗАО «Евроген», Москва, Россия). Секвенирование образцов по Сэнгеру проводилось компанией «Евроген». При помощи программы Snapgene по полученным хроматограммам была



определена консенсусная последовательность участков ДНК, которая затем была сопоставлена с известными последовательностями посредством сервиса NCBI BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Результаты исследований

Способность к синтезу эндогенных и экзогенных лектинов представителями рода *Alternaria* была исследована на музейных штаммах и изолятах, выделенных из природных источников (табл. 1). В качестве контроля в работе использовали изоляты микромицетов рода *Fusarium*, обладающих лектиновой активностью.

Таблица 1

111

Определение титра активности лектинов исследованных штаммов микромицетов на 6-й день культивирования

Объекты исследований	Биомасса, г/л	Титр активности лектинов	
		Клеточный экстракт	Культуральная жидкость
<i>A. alternata</i> ВКМ F-1120	30,42±1,94	128	8
<i>A. alternata</i> (коллекция, 7.2/8)	27,64±0,90	256	16
<i>A. alternata</i> 1 (почва)	26,54±1,60	16	2
<i>A. alternata</i> 2 (почва)	28,40±0,90	16	2
<i>A. alternata</i> 3(зерно)	26,82±0,89	32	16
<i>A. alternata</i> 4 (зерно)	32,80±1,20	512	8
<i>A. solani</i> (коллекция, 7.3/4)	30,66±0,86	128	4
<i>A. solani</i> 1 (картофель)	33,50±0,98	32	2
<i>A. solani</i> 2 (почва)	26,84±0,80	64	4
<i>A. infectoria</i> (коллекция, 7.4/2)	24,90±1,62	32	8
<i>Fusarium oxysporum</i> ВКМ F-137	34,83±1,82	1024	16
<i>Fusarium solani</i> (коллекция, 6)	33,64±1,62	2048	32

Все изучаемые микромицеты на 6 день культивирования на картофельно-глюкозной среде накапливали биомассу в пределах от 24,90±1,62 до 34,83±1,82 г/л, что свидетельствует о нормальных условиях роста для данных грибов.

Исследование культуральной жидкости на присутствие экзогенных лектинов показало, что у большинства представителей микромицетов рода *Alternaria* при реакции гемагглютинации с эритроцитами 1 группы крови человека наблюдалось присутствие лектинов с невысоким титром активности (2–16 ед.). Способность к синтезу экзогенных и поверхностных лектинов была установлена и у микромицетов, например, родов *Sclerotium*, *Trichoderma*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* [13].

Титр активности эндогенных лектинов, полученных из мицелия грибов, был на один-два порядка выше, чем титр активности экзогенных лектинов. Наибольший титр активности лектинов был выявлен у изолята *Alternaria alternata* 4 (512 ед.) и *Alternaria alternata* 7.2/8 (256 ед.). Несколько меньшую активность проявляли лектины изолятов музейных штаммов — *Alternaria alternata* ВКМ F-1120 и *Alternaria solani* 7.3/4 (128 ед.).

Данные показатели гемагглютинации рода *Alternaria* были значительно ниже по сравнению с титром активности эндогенных лектинов рода *Fusarium* (табл. 1). Более высокий титр активности мицелиальных лектинов родов *Fusarium*, *Risocetonia*, *Aspergillus* был установлен и в других работах [1–4].

Для увеличения чувствительности метода гемагглютинации при определении титра активности лектинов микромицетов рода *Alternaria* с эритроцитами было решено провести модификацию поверхности последних с помощью ферментов: трипсина, нейроминидазы и протеазы, рекомендованных в работе Бхари с соавторами для определения титра активности лектинов рода *Fusarium* [16].

Результаты проведенных нами исследований показали, что модификация поверхности эритроцитов крови 1 группы человека данными ферментами приводила к повышению гемагглютинирующей активности эндогенных лектинов микромицетов рода *Alternaria* (рис.).

112

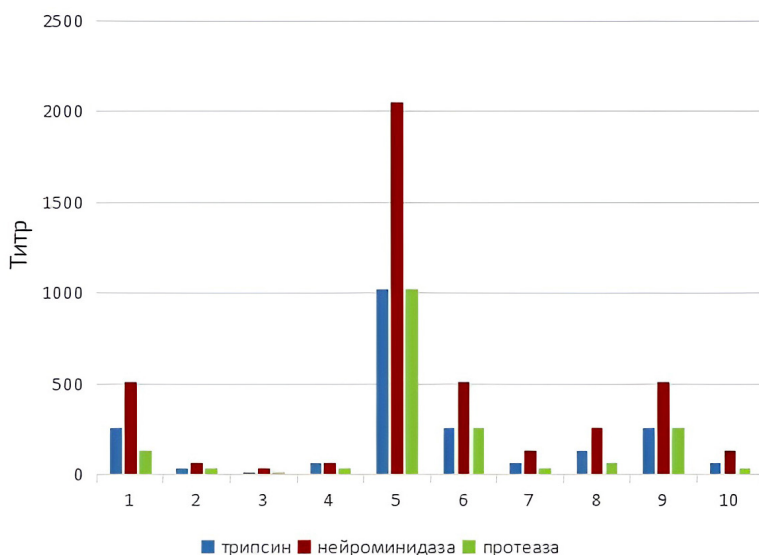


Рис. Эффективность модификации эритроцитов 1 группы крови человека ферментами: трипсином, нейроминидазой, протеазой — для повышения чувствительности реакции гемагглютинации по определению титра активности лектинов микромицетов рода *Alternaria*. Изоляты микромицетов: 1 — *A. alternata* ВКМ F-1120; 2 — *A. alternata* 1 (почва); 3 — *A. alternata* 2 (почва); 4 — *A. alternata* 3 (зерно); 5 — *A. alternata* 4 (зерно); 6 — *A. solani* (коллекция, 7.3/4); 7 — *A. solani* 1 (картофель); 8 — *A. solani* 2 (почва); 9 — *A. alternata* (коллекция, 7.2/8); 10 — *A. infectoria* (коллекция, 7.4/2)

Трипсинизация эритроцитов повышала гемагглютинирующую активность эндогенных лектинов микромицетов рода *Alternaria* в 2–4 раза. Наибольшее увеличение гемагглютинирующей активности было определено для природных штаммов *A. alternata* 2, *A. alternata* 3, *A. solani* 2, у которых она была невысока при взаимодействии с нативными эритроцитами. Для лектинов других микромицетов титр активности лекти-



нов повышался в 2 раза. Гемагглютинирующая активность *A. alternata* 4 повышалась в 2 раза, но показания титра активности лектинов данного изолята оставались выше других изучаемых микромицетов.

Модификация поверхности эритроцитов нейраминидазой позволила повысить чувствительность реакции гемагглютинации лектинов еще более значительно (в 2–8 раз). Обработка эритроцитов данным ферментом повышала активность мицелиальных лектинов всех изучаемых штаммов. Особенно значительно ферментативная обработка эритроцитов нейраминидазой позволила увеличить агглютинирующую активность мицелиальных лектинов природных изолятов *A. alternata* 2, *A. alternata* 3 — в 8 раз. Гемагглютинирующая активность *A. alternata* 4 повышалась в 4 раза, но оставалась на порядок выше других изолятов (2048 ед.), как и в случае с обработкой эритроцитов трипсином.

Менее эффективное повышение чувствительности реакции гемагглютинации наблюдалось при обработке эритроцитов протеазой. В данном варианте опыта лишь незначительное число изолятов, увеличивало титр активности в 2 раза. Среди них *A. alternata* 1, *A. alternata* 2, *A. alternata* 3, *A. solani* 7.3/4. Гемагглютинирующая активность изолята *A. alternata* 4 оставалась на уровне контроля (512 ед.).

Скрининг изолятов показал, что из исследованных микромицетов рода *Alternaria* наиболее активный штамм, способный к синтезу лектинов, — изолят, полученный с зерна пшеницы (*Alternaria alternata* 4). Он был исследован нами с помощью молекулярно-генетического анализа.

Для установления видовой принадлежности изучаемого изолята, мы определили структуру его нуклеотидной последовательности района ITS и гена *tub2* (табл. 2).

Таблица 2

Нуклеотидная последовательность продукта ПЦР амплификации района ITS и гена *tub2* у изолята *Alternaria alternata* 4

Продукт амплификации	Нуклеотидные последовательности	Сходство с референсной последовательностью, %	Референсная последовательность (Ac. N. GenBank)
ITS1	TCTTGGTCATTTAGAGGAAGTA AAAGTCGTAACAAGTCTCCGT AGGTGAACCTGCGGAGGGATC ATTACASAAATATGAAGGCGG GCTGGAACCTCTCGGGGTACA GCCTTGCTGAATTATCACCCCTT GTCTTTGCGTACTTCTTGTTTCC TTGGTGGGTTCGCCACCACTA GGACAAACATAAACCTTTTGTA ATTGCAATCAGCGTCAGTAACA AATTAATAATTACAACCTTTCAA CAACGGATCTCTTGGTTCTGGC ATCGATGAAGAACGCAGCAA	100	Фрагмент гена ITS1 Ac.N. MZ577141.1 <i>Alternaria alternata</i> Aa14



Продукт амплификации	Нуклеотидные последовательности	Сходство с референсной последовательностью, %	Референсная последовательность (Ac. N. GenBank)
Фрагмент гена <i>b</i> -тубулина (<i>tub2</i>)	TGTGACACCTTTCCGACCGGCCA GTGCGTAAGCTCTTCTCCTCA AACATCCAGACGACAGCTAAT AGTGTTTTTCAGGGTAACCAAAT CGGTGCTGCCTTTTGGCAGACC ATCTCCGGCGAGCATGGCCTCG ACGGCTCTGGTGTCTACAACGG SACTTCAGACCTCCAGTTGGAG CGCATGAACGTCTACTTCAACG AAGTACGTCACTCGATATTCCA TACGGCAGATAAAAAGGCCAAT ACTGATCTATAGCAGGCGTCCA ACAACAAGTTCGTGCCCCGTGC CGTCCTCGTCGATCTCGAGCCC GGTACCATGGACGCCGTCCGCG CTGGTCCCTTCGGCCAGCTGTTC CGCCCTGACAACCTTCGTCTTGG CCAAATCCGGA	100	Фрагмент гена <i>b</i> -тубулина (<i>tub2</i>) Ac.N. MK412870.1 <i>Alternaria alternata</i> MFLUCC 18-1558

Анализ нуклеотидной последовательности района ITS и гена *tub2* с учетом морфологической характеристики исследуемого изолята позволил установить, что штамм принадлежит к отделу Ascomycota, классу Ascomycetes, подклассу Dothideomycetidae, порядку Pleosporales, семейству Pleosporaceae, виду *Alternaria alternata*.

Заключение

Проведенные исследования показали, что род *Alternaria* способен синтезировать как экзогенные, так и эндогенные лектины. Титр активности эндогенных лектинов на порядок выше экзогенных, как и у ряда других микромицетов.

Исследованные изоляты новых и музейных штаммов микромицетов рода *Alternaria* показали разный титр активности лектинов. Повысить чувствительность метода гемагглютинирующей реакции и титр активности лектинов удалось с помощью ферментов. В нашем случае лучшие результаты были получены при обработке эритроцитов нейроминидазой, как и в случае с определением активности мицелиальных лектинов рода *Fusarium*.

Скрининг изолятов на способность к синтезу активных лектинов выявил изолят *Alternaria alternata* 4 (*зерно*), который был способен к образованию лектинов с наибольшим титром активности (512 ед.). Для подтверждения его принадлежности к роду *Alternaria* и дальнейшей передачи нового изолята в GenBank был проведен молекулярно-генети-



ческий анализ. Результаты исследований показали, что выделенный изолят принадлежит к отделу Ascomycota, классу Ascomycetes, подклассу Dothideomycetidae, порядку Pleosporales, семейству Pleosporaceae, виду *Alternaria alternata*. Данный изолят, синтезирующий активные лектины, может быть использован в дальнейшем в качестве продуцента не только лектинов, но и других биологически активных веществ.

Проведенные нами исследований способности различных видов рода *Alternaria* позволяют расширить знания в области лектинологии микромицетов и открывают возможность их использования в биологии, а в дальнейшем и в медицине.

Список литературы

115

1. El-Maradny Y. A., El-Fakharany E. M., Abu-Serie M. M. et al. Lectins purified from medicinal and edible mushrooms: Insights into their antiviral activity against pathogenic viruses // J. Biol. Macromol. 2021. Vol. 179. P. 239–258. doi: 10.1016/j.jbimac.2021.03.015.

2. Santos M., Silvia T., Napoleao P. et al. Lectins: Function, structure, biological properties and potential applications // Research Trends. Current Topics in Peptide & Protein Research. 2014. Vol. 15. P. 41–62.

3. Багаева Т.В., Мухаммадиев Рин. С., Мухаммадиев Рин. С., Алимова Ф.К. Скрининг микромицетов по способности к синтезу лектинов // Микология и фитопатология. 2014. Т. 48, №2. С. 107–111. EDN: RYLIQX.

4. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* // Российская академия сельскохозяйственных наук ВИЗР. СПб., 2011. EDN: UBBHJV.

5. Fung F., Tappen D., Wood J. *Alternaria*-associated asthma // Appl. Occup. Environ. Hygiene. 2000. P. 924–927. doi: 10.1080/104732200750051157.

6. Далинова А.А., Салимова Д.П., Берестецкий А.О. Грибы рода *Alternaria* как продуценты биологически активных соединений и биогербицидов // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. Т. 56, № 3. С. 223–241. doi: 10.31857/S0555109920030022. EDN: EZMZUB.

7. Берестецкий А.О., Далинова А.А., Волосатова Н.С. Профили метаболитов и биологическая активность экстрактов из культуры гриба *Alternaria sonchi* S-102 при различных способах его культивирования // Прикладная биохимия и микробиология. 2019. Т. 55, №3. С. 271–281. doi: 10.1134/S0555109919030048. EDN: ZADCDJ.

8. Duke S. O., Owens D. K., Dayan F. E. Control: Sustainability, Hazards, and Risks in Cropping Systems Worldwide / eds. N. E. Korres, N. R. Burgos, S. O. Duke. Boca Raton, 2019. doi: 10.1201/9781315155913-8

9. Hugo F. J., Evandro A. M., Wildson S. M. B. et al. Molecular mechanisms involved in the antitumor activity of isolated lectins from marine organisms: A systematic review // Current Drug Targets. 2020. Vol. 21, №6. P. 616–625. doi: 10.2174/1389450120666191122113850.

10. Yu H., Shu J., Li Zh. Lectin microarrays for glycoproteomics: an overview of their use and potential // Exp. Rev. Proteomics. 2020. Vol. 17, №1. P. 27–39. doi: 10.1080/14789450.2020.1720512.



11. Lastovickova M., Strouhalova D., Bobalova J. Use of lectin-based affinity techniques in breast cancer glycoproteomics // *J. Proteome Res.* 2020. Vol. 19, №5. P. 1885–1899. doi: 10.1021/acs.jproteome.9b00818.
12. Fujii Y. Methods in molecular biology. Purification and functional characterization of the effects on cell signaling of Mytillectin // *Lectin Purific. & Anal. Chap.* 21. 2020. P. 201–213. doi: 10.1007/978-1-0716-0430-4_21.
13. Larroque M., Barriot R., Bottin A. et al. The unique architecture and function of cellulose-interacting proteins in oomycetes revealed by genomic and structural analyses // *BMC Genomics.* 2012. Vol. 13. P. 605–609. doi: 10.1186/1471-2164-13-605.
14. Мухаммадиев Рин. С., Мухаммадиев Рин. С., Скворцов Е. В. и др. Выделение, очистка и характеристика лектина *Fusarium solani* 4 // *Прикладная биохимия и микробиология.* 2021. Т. 57, №2. С. 145–151. doi: 10.31857/S0555109921020094. EDN: BDVBAD.
15. Луцук М. Д., Панасюк Е. Н., Луцук А. Д. Лектины. Львов, 1981.
16. Bhari R., Kaur B., Singh R. S. Lectin activity in mycelial extracts of *Fusarium* species // *Brazilian journal of microbiology.* 2016. P. 775–780. doi: 10.1016/j.bjm.2016.04.024.
17. Sambrook J., Russel D. W. Molecular cloning: a laboratory manual // Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2001.
18. Raja H. A., Miller A. N., Pearce C. J., Oberlies N. H. Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community // *J. Nat. Prod.* 2017. Vol. 80. P. 765–770. doi: 10.1021/acs.jnatprod.6b01085.
19. Brazee N. J., Hulvey J. P., Wick R. L. Evaluation of partial *tef1*, *rpb2*, and *nLSU* sequences for identification of isolates representing *Armillaria calveacens* and *Armillaria gallica* from northeastern North America // *Fungal Biol.* 2011. Vol. 115, №8. P. 741–749. doi: 10.1016/j.funbio.2011.05.008.

Об авторах

Михаил Рамисович Зинуров — соискатель ученой степени Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия.

E-mail: mihazinurov@gmail.com

SPIN-код: 7998-9647

Елена Евгеньевна Зинурова — канд. биол. наук, доц., МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России, Россия.

ORCID: 0000-0002-6639-2524

E-mail: lenazinurva@yandex.ru

SPIN-код: 3829-4775

Шамиль Завдатович Валидов — д-р биол. наук, зав. лабораторией, ФИЦ Казанский научный центр РАН, Россия.

E-mail: sh.validov@knc.ru

SPIN-код: 2226-1201

Михаил Дмитриевич Фролов — лаборант-исследователь, ФИЦ Казанский научный центр РАН, Россия.

E-mail: m.frolov@knc.ru

SPIN-код: 1992-8035



Мария Александровна Сысоева — д-р хим. наук, проф., Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия.

ORCID: 0000-0003-1535-8497

E-mail: SysoevaMA@corp.knrtu.ru

SPIN-код: 9378-3623

Татьяна Вадимовна Багаева — д-р биол. наук, проф., Казанский Федеральный Университет, Россия.

ORCID: 0000-0002-1672-5052

E-mail: tatbag@rambler.ru

SPIN-код: 4361-8670

*M. R. Zinurov¹, E. E. Zinurova², Sh. Z. Validov³, M. D. Frolov³,
M. A. Sysoeva¹, T. V. Bagaeva⁴*

SYNTHESIS OF LECTINS BY MICROMYCETES OF THE GENUS *ALTERNARIA*

¹ Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

² FSAEI HE I. M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia
(Sechenovskiy University), Moscow, Russia

³ FIC KazNC RAS, Kazan, Russia

⁴ Kazan Federal University, Kazan, Russia

Received 02 September 2025

Accepted 19 January 2026

doi: 10.5922/vestniknat-2026-2-7

To cite this article: Zinurov M. R., Zinurova E. E., Validov Sh. Z., Frolov M. D., Sysoeva M. A., Bagaeva T. V., 2026, Synthesis of lectins by micromycetes of the genus *Alternaria*, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural Sciences*, №2. P. 108–118. doi: 10.5922/vestniknat-2026-2-7.

Using the example of 10 micromycete strains, including museum strains of Alternaria alternata, Alternaria solani and Alternaria infectoria, as well as isolates obtained from natural samples (soil, potato tubers, and wheat seeds), the ability of micromycetes of the genus Alternaria to synthesize endogenous and exogenous lectins was established. Micromycetes of the genus Alternaria are capable of synthesizing both exogenous and endogenous lectins. It was established that the lectin activity of the studied Alternaria micromycete strains is significantly lower than that of micromycetes of the genus Fusarium. Nevertheless, it was possible to increase the lectin activity titer of Alternaria micromycetes by 2–8 times through treatment of the erythrocyte surface with neuraminidase. Among the new isolates of Alternaria micromycetes, the strain Alternaria alternata 4 (grain) synthesizing lectins with the highest activity titer (512 units) was selected. To confirm its belonging to the genus Alternaria, a molecular genetic analysis was performed, which demonstrated that the obtained strain belongs to the phylum Ascomycota, class Ascomycetes, subclass Dothideomycetidae, order Ple-



osporales, family Pleosporaceae, species *Alternaria alternata*. Comparison of the activity titers of exogenous and endogenous lectins demonstrated the predominance of intracellular lectin synthesis, making these forms the most promising for further research.

Keywords: Alternaria, lectins, micromycetes, synthesis, identification

The authors

Mikhail R. Zinurov, PhD applicant, Kazan National Research Technological University, Russia.

E-mail: mihazinurov@gmail.com

SPIN-code: 7998-9647

Dr Elena E. Zinurova, Associate Professor, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Russia.

ORCID: 0000-0002-6639-2524

E-mail: lenazinurva@yandex.ru

SPIN-code: 3829-4775

Prof. Shamil Z. Validov, Head of the Laboratory, Federal Research Center of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: sh.validov@knc.ru

SPIN-code: 2226-1201

Mikhail D. Frolov, Research Assistant, Federal Research Center of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: m.frolov@knc.ru

SPIN-code: 1992-8035

Prof. Maria A. Sysoeva, Kazan National Research Technological University, Russia.

ORCID: 0000-0003-1535-8497

E-mail: SysoevaMA@corp.knrntu.ru

SPIN-code: 9378-3623

Prof. Tatiana V. Bagaeva, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Russia.

ORCID: 0000-0002-1672-5052

E-mail address: tatbag@rambler.ru

SPIN-code: 4361-8670