

Т. В. ТЕПЛЯКОВА

Грибное Царство:

МИНИ-ХИЩНИКИ И МАКСИ-ЛЕКАРИ

Видимый лишь под микроскопом охотник с ловчей петлей, поджидающий в засаде добычу, во много раз больше его самого; странный черный нарост на стволе березы, помогающий при раке и коронавирусной инфекции; стайки аппетитных оранжевых шляпок на осенних пеньках... Все эти чудные и такие непохожие друг на друга создания – грибы, вездесущие и не слишком хорошо изученные организмы, лишь полвека назад выделенные из царства растений в самостоятельное царство живой природы.

Официально отнесенные к микроорганизмам, грибы уже много лет, наряду с бактериями и вирусами, являются объектами изучения ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор». Здесь на их основе разрабатывают биопрепараты для защиты растений и методы культивирования съедобных и лекарственных грибов, исследуют их противопаразитарные, противовирусные и противоопухолевые свойства. Более двадцати лет этой работой руководит автор статьи, Тамара Владимировна Теплякова – с 2002 г. бессменная заведующая лабораторией микологии, где собрана уникальная коллекция штаммов грибов, выделенных в чистую культуру из природных местообитаний

Всем знакомые представители царства грибов – это съедобные, в первую очередь *шляпочные*, грибы, которые можно увидеть на прилавке супермаркета или в лесу. Однако эти организмы отличаются поразительным разнообразием как по своему внешнему виду и размерам, так и по свойствам и функциям, которые они выполняют в биосфере.

Но и человек ценит грибы не только за гастрономические достоинства: их издавна используют в хлебопечении, сыроделии и виноделии, они – важная часть традиционной медицины. В наши дни грибы помогают бороться с вредителями сельскохозяйственных культур, служат сырьем для производства профилактических и лекарственных препаратов, применяемых для восстановления иммунной системы и терапии инфекционных и онкологических заболеваний.

Непосвященным разобраться во всех классификационных тонкостях грибного разнообразия невозможно, да и сами микологи для удобства делят все грибы, независимо от их систематической принадлежности, на две группы согласно размерам:

ТЕПЛЯКОВА Тамара Владимировна – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник и заведующая лабораторией микологии отдела биофизики и экологических исследований ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора (научоград Кольцово, Новосибирская обл.). Автор и соавтор более 300 научных работ, в том числе 5 монографий и 5 учебно-методических работ, и 17 патентов

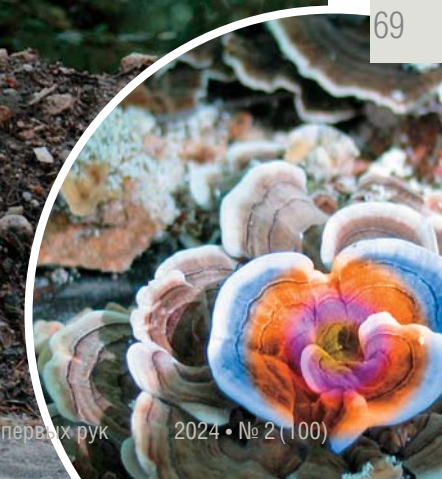
Ключевые слова: грибы, микромицеты, макромицеты, микофилы, хищные грибы, противовирусные препараты, противоопухолевые свойства, чага, ГНЦ ВБ «Вектор».

Key words: fungi, micromycetes, macromycetes, mycophiles, predatory fungi, antiviral drugs, antitumor properties chaga, SRC VB “Vector”

Вверху – микофильный гриб в культуре чаги и грибы-микромицеты из посевов образцов атмосферных аэрозолей. Фото из архива автора

Справа – гриб-макромицет, трутовик окаймленный, или сосновый (*Fomitopsis pinicola*). Public Domain

© Т. В. Теплякова, 2024



Результаты успешной охоты: почвенная нематода, сжатая ловчим кольцом гриба *Dactylariopsis brochopaga* (внизу), и нематода, попавшая в клейкие петли гриба *Arthrobotrys compacta* (справа). Световая микроскопия



Нематода

Ловчее кольцо

Клейкие петли

Нематода

По строению и обмену веществ грибы занимают промежуточное положение между растениями и животными. С первыми их роднит способность к верхушечному росту и образованию поперечных перегородок и наличие клеточной стенки, которой нет у животных. Но грибы не способны к фотосинтезу: для питания им нужны готовые органические вещества, причем в растворенном виде. При этом одни виды могут питаться «мертвой» органикой, тогда как другие занимаются паразитизмом либо вступают в симбиотические отношения с растениями

микро- и макромицеты (к которым относят и все съедобные грибы).

Большинство микромицетов можно увидеть лишь с помощью микроскопа. Однако, разрастаясь на подходящем субстрате, они становятся видимыми невооруженным глазом, образуя всем известные «плесени». Но эти грибы никогда не формируют крупных плодовых тел, как те, что обычно используются в кулинарии и медицине.

Грибы выходят на охоту

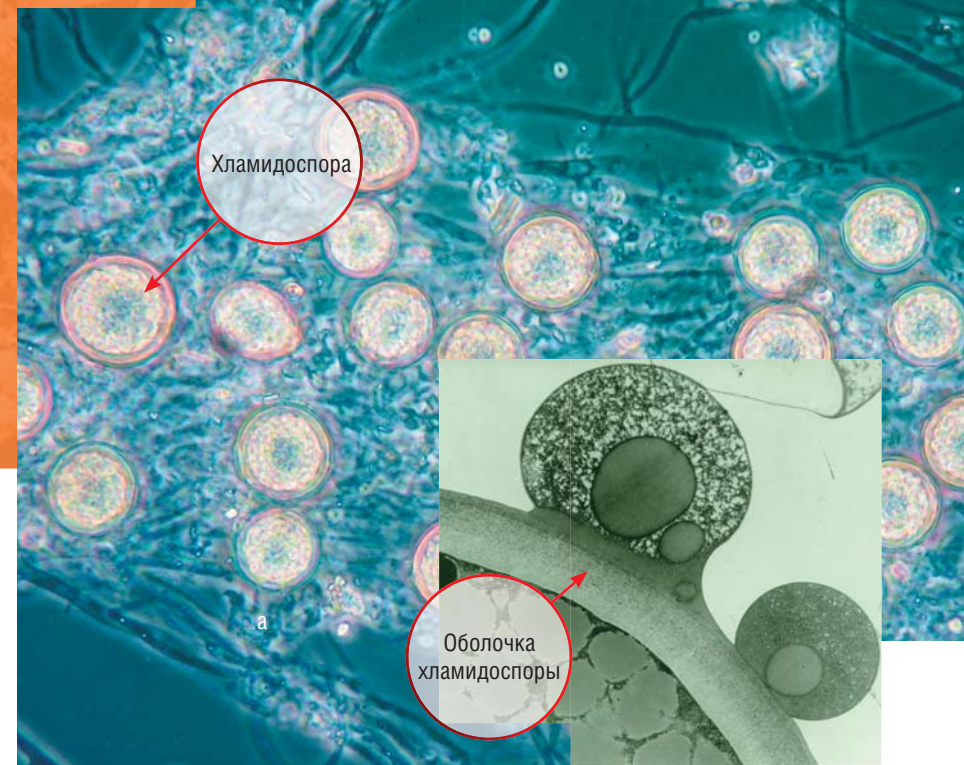
Среди микромицетов выделяется экологическая группа, эволюционно связанная с обычными обитателями почвы – нематодами (круглыми червями). Эти грибы, которых формально можно отнести к паразитам, по повадкам – настоящие хищники.

Среди множества многочисленных свободно живущих видов нематод есть и такие, которые существуют за счет других живых организмов, являясь возбудителями опасных гельминтозов растений и животных. Так, внедряясь в корни огурца, томата и других растений, они вызывают образование «опухолей», нарушая обмен веществ. Пораженные растения увядают, легко поддаются болезням и погибают.

Враги нематод – хищные грибы – обнаружены практически во всех частях мира. Это означает, что в природе они играют важную экологическую роль, утилизируя огромную массу нематод. Они также способствуют улучшению минерального питания растений, переводя фосфор в растворимое состояние: присутствие хищных грибов обеспечивает попадание фосфатов в корни напрямую.

Механизм хищничества микроскопических грибов-гифомицетов, независимо от типа ловушки (клейкие петли, сжимающиеся кольца, клейкие головки и т. д.), включает выброс аттрактивных и токсичных веществ, проникновение гиф гриба внутрь тела парализованной жертвы, выделение ферментов и антибиотиков для ее утилизации и предотвращения развития конкурирующих микроорганизмов

Для хищных грибов важнейшей жизненной формой является хламидоспора – клетка на покоящейся стадии, защищенная плотной оболочкой. Справа – хламидоспоры *Duddingtonia flagras*. Световая и электронная микроскопия



Хламидоспора

Оболочка хламидоспоры

Мицелий (вегетативное тело) хищных грибов представлен тончайшими паутинками нитей-гиф, диаметр которых в сотни раз меньше диаметра тела нематод. Однако на этих гифах формируются различные приспособления, к тому же начиненные «химическим оружием», с помощью которых они успешно отлавливают своих активно передвигающихся жертв.

Исследования хищных грибов с целью поиска штаммов, перспективных в качестве продуцентов биопрепарата против нематод, были начаты в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства еще в 1971 г.

Полученные к тому времени немногочисленные и противоречивые экспериментальные данные о нематофаговой эффективности хищных грибов ставили под сомнение возможность их успешного использования в биологической защите. Требовалось изучить многие стороны жизнедеятельности этих грибов, включая особенности поведения и взаимоотношения с другими микроорганизмами в культуре и почве, больше узнать о самом механизме хищничества, обосновать методы селекции и стабилизации эффективных штаммов.

Значимым шагом в этом направлении стало открытие сибирских микологов, что для хищных грибов важнейшей и в некоторых случаях основной жизненной формой является хламидоспора – крупное, с толстой оболочкой клеточное образование, которое, как ранее считалось, формируется только

в неблагоприятных условиях (Теплякова, 1999). Оказалось, что в почве хищные грибы не просто выживают за счет хламидоспор, но и эффективно распространяются с их помощью, поддерживая стабильную численность популяции. Поэтому лучшей основой биопрепаратов против нематод являются штаммы, способные формировать в почве и культуре большое количество хламидоспор, чьи защитные оболочки оказываются «не по зубам» клещам, амебам и другим представителям почвенной фауны, а также выдерживают длительное высушивание и действие других неблагоприятных факторов среды.

Поиск в природных популяциях позволил отобрать эффективные штаммы хищных грибов с высокой нематофаговой активностью. В первую очередь речь идет о *Arthrobotrys oligospora* 3062D, снижающем численность нематод в почве на 86 %. На основе этого штамма в 1990 г. был создан биопрепарат «Нематофагин-БЛ» и разработаны технологии его производства, в том числе с использованием мицелия глубинной культуры (Теплякова, 1999). Позже к нему добавился штамм *A. oligospora* F-1303, способный поражать яйца *картофельной нематоды* (Теплякова, 2019). В 2022 г. ООО «Микопро», работающий по лицензионному соглашению с Центром, зарегистрировал биопрепарат «Нематофагин-Микопро» на основе этого запатентованного штамма.

На сегодня препараты хищных грибов производятся на двух предприятиях, расположенных в наукограде Кольцово (ООО «Микопро», ООО Торговый дом «БИОНИКА»). Результаты их использования свидетельствуют, что при соблюдении технологии применения хищные грибы после внесения в почву не просто продолжают свое существование, но и увеличивают численность и, соответственно, эффективность своего действия.

Но область применения хищных грибов не ограничивается растениеводством. Эти грибы не размножаются в организме теплокровных животных, не токсичны и не вызывают инфекционного процесса, к тому же быстро выводятся. Эти свойства в совокупности с широким спектром биологически активных веществ, которые они выделяют, указывают на потенциальную возможность разработки на их основе противопаразитарных препаратов ветеринарного и медицинского назначения.

Испытания разных форм биопрепаратов на основе хищных грибов на различных сельскохозяйственных культурах показали, что у тепличного огурца урожайность повышалась на 2 кг и более на 1 м², а у восприимчивых к заражению сортов картофеля – в 1,5–2 раза. У земляники на 5–17% увеличивалась доля крупных ягод. Биопрепараты также оказывали стимулирующее влияние на рост и развитие других растений: от рассады цветов до саженцев сосны

Растения, почва под которыми была обработана сухой и жидкой формами биопрепарата на основе хищных грибов, в росте и развитии значительно опережали контрольные образцы



Колонии грибов из рассевов образцов атмосферного воздуха (вверху). Справа – мицелий микофильного гриба («белая паутина») на поверхности колонии гриба *Aspergillus*



Так, в лабораторных исследованиях была подтверждена нематофаговая активность штамма *Duddingtonia flagrans* F-882 в отношении круглых червей, являющихся возбудителями стронгилоидозов овец, маралов и лошадей. К тому же, как показали эксперименты, грибные хламидоспоры не теряют жизнеспособности при прохождении через пищеварительный тракт, и хищные грибы продолжают «работать» в экскрементах, оздоравливая окружающую среду.

Что касается человека, то в этом случае особенно актуален поиск эффективного и нетоксичного препарата против описторхоза, который вызывается не круглыми, а плоскими червями рода *Opisthorchis*. Совместно с новосибирским Институтом цитологии и генетики СО РАН было установлено, что метаболиты хищных грибов родов *Arthrobotrys* и *Duddingtonia* способны поражать описторхов на ранних (яйцо, личинка) стадиях их развития.

Но терапевтический потенциал хищных грибов не исчерпывается их противогельминтными свойствами. В экспериментах экстракты из биомассы глубинной культуры гриба *D. flagrans* смогли нейтрализовать вирусы герпеса и осповакцины, а прямое скормливание лабораторным мышам зерновой культуры этого гриба позволило резко снизить смертность от высокопатогенного гриппа птиц, опасного и для человека.

Более того: экстракт мицелия этого гриба сдерживал развитие экспериментальных онкологических моделей рака шейки матки и увеличил продолжительность жизни подопытных животных. Все эти данные говорят за то, что уникальные создания – хищные грибы – еще не раз удивят своих исследователей.

Против опухолей

Класс высших базидиальных грибов, к которым относятся шляпочные грибы и активные разрушители древесины, включает свыше 15 тыс. видов. И более сотни из них используются в традиционной медицине Китая, Кореи, Японии и других стран Юго-Восточной Азии.

В Европе лечебным свойствам грибов не придавалось такого большого значения, однако еще древнеримский ученый Диоскорид около 2 тыс. лет назад описывал медицинское применение листовничного трутовика. На Североамериканском континенте индейские шаманы использовали этот гриб от множества недугов, считая, что он обладает сверхъестественной силой. Трутовик был популярен и в России, где его применяли как кровоостанавливающее средство и лекарство от туберкулеза. Экспорт сухих плодовых тел этого гриба в Европу в 1879 г. составил около 8 тонн!

Одни из первых научных публикаций, посвященных лекарственным соединениям из грибов, появились в конце 1960-х гг. в Японии как «след» от ядерных взрывов в Хиросиме и Нагасаки. Эти работы представляли результаты исследований противоопухолевой активности водных экстрактов плодовых тел дереворазрушающих грибов (трутовика лакированного, шиитаке, чаги и др.), которые проводились на лабораторных животных с привитыми опухолями человека.

Оказалось, что противораковой активностью обладают полисахариды – высокомолекулярные органические соединения, состоящие из мономеров-моносахаридов. Эти вещества, выделенные из природного сырья, обычно представляют собой смесь различных молекул

ГРИБНОЙ ДОЖДЬ

Попадая из почвы в атмосферный воздух, микроскопические грибы разносятся в разных направлениях, что наполняет реальным содержанием метафорическое понятие «грибной дождь». Многие из этих грибов могут представлять угрозу для сельскохозяйственных культур, для здоровья животных и человека.

Среди грибов, обнаруженных в рассевах проб атмосферного воздуха, взятых сотрудниками ГНЦ ВБ «Вектор» в ходе биологического мониторинга атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири в 2008–2014 гг., были идентифицированы представители 19 родов, не считая неопознанных. В высотных пробах воздуха преобладали пигментированные формы: наличие в клеточных оболочках грибов таких пигментов, как меланин, способствует их защите от неблагоприятных внешних факторов, в первую очередь ультрафиолетового излучения (Сафатов, Теплякова, Белан и др., 2009; Воробьева, Теплякова, Сафатов и др. 2014). Доминирующими в «грибном аэрозоле» были грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* и *Alternaria*, потенциально опасные для человека; обнаружены также и фитопатогенные виды – возбудители опасных заболеваний сельскохозяйственных культур.

Наибольшее влияние на состав атмосферного аэрозоля Сибирского региона оказывают источники, расположенные в Средней Азии и Северо-Западном Казахстане. Так, считается, что массовое развитие бурой ржавчины на яровой пшенице в Западной Сибири произошло путем заноса возбудителя этой болезни с озимых посевов из южных районов европейской части страны. Сейчас в мире

распространяется агрессивная раса стеблевой ржавчины «Уганда 99», мигрирующая в направлении преобладающих ветров. Характерное отличие этого вида ржавчины в том, что она может практически полностью уничтожить посевы пшеницы. В ближайшее время, по мнению ученых, патоген способен достичь Средней Азии, откуда возможен его занос в Западную Сибирь.

Микроскопическое исследование колонии грибов, выросших из рассевов атмосферного воздуха, выявило частые случаи паразитирования одного вида гриба на другом. Такие микофильные грибы широко распространены в разных климатических зонах и во всех местообитаниях: они играют в природных экосистемах важную роль, способствуя разложению и минерализации грибных остатков и ограничивая численность популяций других грибов.

Микофилы – естественные враги фитопатогенных грибов, поэтому их используют в практике биологической защиты растений: широко известным продуцентом биопрепаратов являются грибы рода *Trichoderma*. С другой стороны, микофилы представляют серьезную угрозу для культивируемых съедобных грибов, таких как шампиньоны, значительно снижая урожайность.

Эти паразитические грибы могут играть отрицательную роль и в ряде других случаев, связанных с культивированием грибов: при поддержании коллекций грибных штаммов, когда колонии пересеиваются на новые питательные среды; при производстве коммерческого мицелия; при культивировании штаммов, служащих продуцентами биологически активных веществ



Трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum*) известен в России под японским именем «рейши». Обладает антиревматическими, противоопухолевыми и иммуномодулирующими свойствами. Выращивается в культуре для медицинских целей.
© CC BY 4.0/ Nina Filippova

Шиитаке (*Lentinus edodes*) по объему производства в мире обогнал такие традиционные культивируемые грибы, как шампиньон и вешенка. Его успешно выращивают на фермах, а специалист может делать это на даче и даже дома.
Фото Д. Минакова

с разной степенью полимеризации. Иногда полисахариды именуют по источнику, откуда они были впервые выделены. Так были названы и первые противоопухолевые полисахариды из грибов, например *лентинан* из шиитаке, (*Lentinus edodes*) и *шизофиллан* из щелелистника обыкновенного (*Schizophyllum commune*) (Wasser, 2002).

Полисахариды базидиальных грибов и их комплексы с белками сейчас рассматривают как новый тип противоопухолевых соединений. В отличие от обычной химиотерапии, эти вещества не токсичны, а их действие основано на повышении иммунитета.

Так, в экспериментах «в пробирке» и в опытах на животных было показано, что грибные экстракты и полисахариды значительно повышают выработку иммунными клетками цитокинов – небольших информационных молекул, играющих важную роль в реализации врожденного и адаптивного иммунитета. Они также индуцируют синтез *фактора некроза опухоли* и увеличивают фагоцитарную активность человеческих *нейтрофилов* – самой большой группы *лейкоцитов*, защитных клеток крови. Предполагается, что полисахариды, в частности β -D-глюканы, могут связываться со специфическими рецепторами поверхности *лимфоцитов*, что способствует увеличению активности ряда иммунных клеток (*макрофагов*, *T-лимфоцитов*, *клеток-киллеров*).

Эти биологически активные вещества можно извлекать не только из плодовых тел грибов, но и из грибного мицелия при его культивировании и даже из жидкости, в которой эти грибы выращивались. В этом смысле грибы являются доступным и неистощимым источником полисахаридов с противоопухолевыми и иммуностимулирующими свойствами.

При этом надо учитывать, что различные штаммы одного и того же вида гриба могут продуцировать полисахариды с различными свойствами. Например, протеогликан *крестин* был получен в Японии из штамма CM-101 трутовика *траметеса разноцветного*, а полисахаридпептид PSP – в Китае на основе штамма Cov 1 того же вида. Оба эти соединения имеют один и тот же полисахаридный компонент, связанный с разными белковыми молекулами.

В грибах обнаружены и другие углеводно-белковые соединения, обладающие противораковой активностью, например *гликопротеины*, углеводный компонент которых характеризуется нерегулярным строением. Так, в *зимнем опенке* образуются антиканцерогенные гликопротеины EA6 и *бактериостатический профлавин* (Wasser, 1999). Установлено, что в тех провинциях Японии, где традиционно выращивали и употребляли в пищу этот гриб, уровень риска заболеваний раком был намного ниже по сравнению со средними показателями в стране (Ikekawa, 2005). А согласно отчету американского *Point Institute* (2013), имеются данные о прямом противоопухолевом действии экстрактов из грибов.

В наши дни фармацевтические компании разных стран производят из грибов ряд противоопухолевых препаратов, которые используют в качестве дополнительной терапии к основному лечению – хирургическим операциям, химио- и радиотерапии. Доказано, что такое сочетанное применение химиопрепаратов и экстрактов лекарственных грибов может заметно повысить эффективность традиционной терапии.

Против вирусов

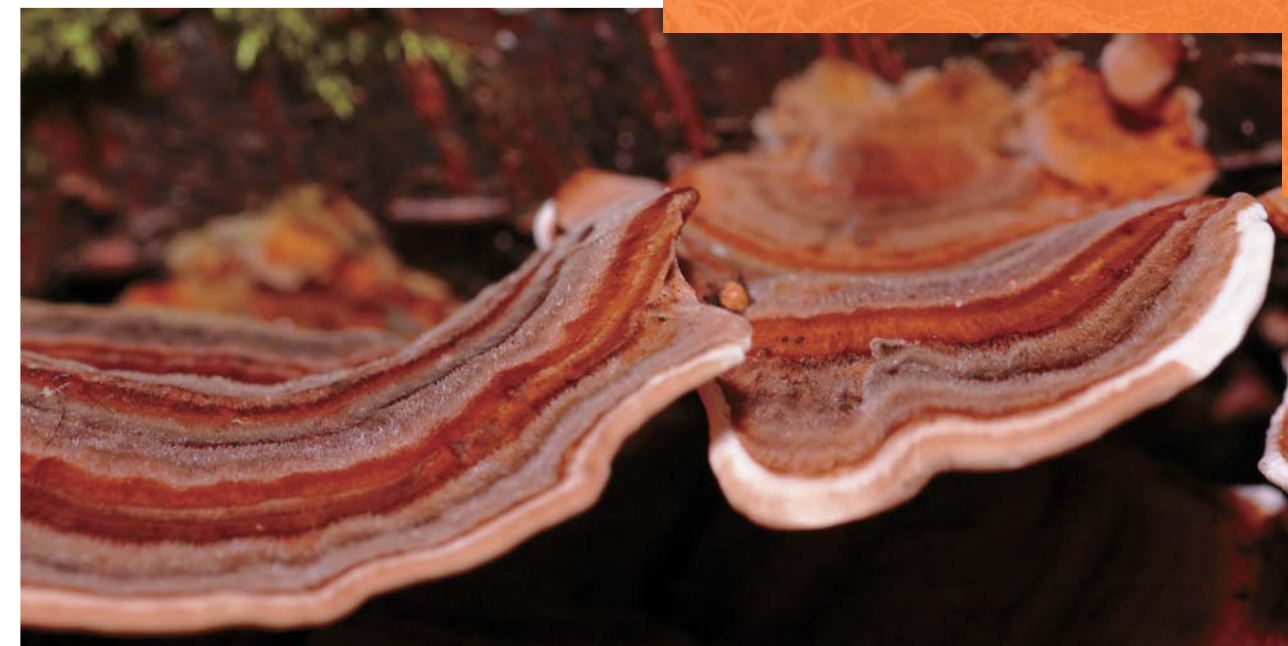
После установления противоопухолевой активности водных экстрактов, полисахаридов и других соединений из высших грибов в литературе стали появляться сведения о противовирусной активности тех же самых препаратов. Так, оказалось, что полисахарид лентинан из шиитаке проявлял антивирусную активность в отношении

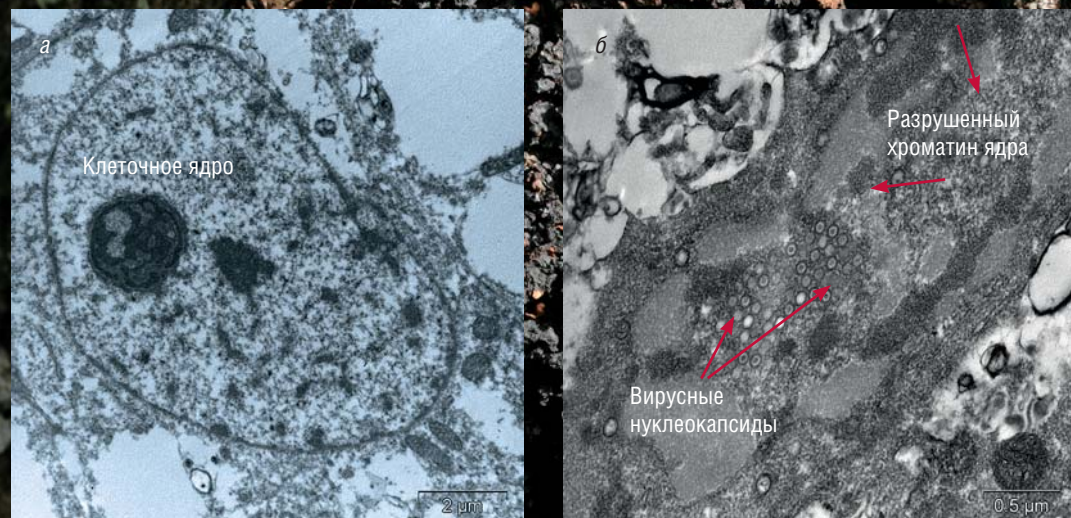
ряда вирусов, включая *вирус энцефалита*, *вирус гриппа типа А* и даже *вирус иммунодефицита человека* (Tochikura, 1988).

Поэтому работы по выделению в чистую культуру высших грибов в ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» были начаты, исходя из двух предпосылок. Во-первых, лесные экосистемы Западной Сибири богаты лекарственными видами грибов, о чем свидетельствовали публикации коллег-микологов из Центрального сибирского ботанического сада. Во-вторых, на «Векторе», располагавшем представительной коллекцией патогенных для человека вирусов, имелись все условия для работы с этими опасными агентами. Все это давало надежду на успешное проведение исследований по оценке противовирусной эффективности различных метаболитов грибов. Выбор проводился целенаправленно: в первую очередь отбирались виды, уже известные своими противоопухолевыми свойствами.

Так, начиная с 2008 г. в ГНЦ ВБ «Вектор» стала формироваться коллекция чистых культур сибирских высших грибов, на сегодня включающая 132 штамма

Водные экстракты из трутовика *траметеса разноцветного* (*Trametes versicolor*) проявляли в экспериментах активность против вируса герпеса 2-го типа, ВИЧ-1 и вирусов гриппа.
© CC BY-SA 2.0/ stanze





Противовирусная активность водного экстракта чаги была проверена на клеточной культуре Vero, зараженной вирусом герпеса. Предварительно обработанные экстрактом клетки не подверглись заражению (слева), а в контрольных имелись нарушения структуры клеточного ядра и многочисленные вирусные нуклеокапсиды (справа). Фото Е. Рябчиковой. Фото чаги: © CC BY-SA 2.0/ Björn S.

60 видов базидиальных грибов, которые были впервые выделены из природных местообитаний юга Западной Сибири.

Большинство из этих видов давно используется в народной медицине, а некоторые из них к тому же являются съедобными. К последним относятся разные виды *вешенок*, *навозник белый* или *лохматый*, *трутовик серно-желтый*, *опенок зимний* и т. д. Среди лекарственных несъедобных грибов – разные виды *трутовиков* (Теплякова, Косогова, 2014).

На основе результатов скрининга противовирусной активности более полутысячи образцов (водных экстрактов и отдельных соединений) из сибирских грибов были отобраны наиболее перспективные природные штаммы, активные в отношении *ВИЧ-1*, *вируса простого герпеса 2-го типа*, *Западного Нила*, а также гриппа разных субтипов и *ортопоксвирусов* (вирусов *натуральной оспы* и *осповакцины*).

Самый широкий спектр противовирусной активности продемонстрировали образцы из *чаги* (бесплодного нароста *трутовика скошенного*), которые подавляли все исследованные в работе вирусы. Терапевтическое действие чаги можно объяснить очень широким спектром биологически активных веществ, которые формируются при тесном взаимодействии березы и гриба. Среди них – не только высокомолекулярные водорастворимые пигменты *меланины* (до 30%), образующие хромогенный полифенолоксикарбоновый комплекс

с противоопухолевой активностью, но и *птерины* с цитостатическим действием; стероидные вещества, в том числе *инотодиол*, проявляющий антибластическую активность, а также полисахариды, органические кислоты, свободные фенолы, флавоноиды и др. В чаге много и микроэлементов, в первую очередь марганца, который служит активатором ферментов.

Имеющиеся в коллекции «Вектора» шесть штаммов чаги различаются по своим характеристикам и продуктивности биомассы. Подбор питательных сред и условий культивирования для штамма F 1244 позволил оптимизировать выход биомассы, которая при выращивании в ферментере может достигать 22,3 г/л в пересчете на сухое вещество. На основе этого штамма был разработан регламент получения меланина, обладающего широким спектром противовирусной активности (Теплякова, Kosogova, 2015; Ананько и др., 2015).

Противовирусные свойства чаги прошли проверку во время недавней пандемии коронавирусной инфекции. В 2020 г. вирусологи «Вектора» под руководством канд. биол. наук О. В. Пьянкова изучили противовирусную активность водных экстрактов аптечной чаги в отношении коронавируса SARS-CoV-2. В эксперименте на монослой клеток клеточной культуры наносили водные экстракты чаги (или полученный из нее меланин) в разных концентрациях, а через некоторое время – патогенный штамм коронавируса. Правильно приготовленные концентрированные экстракты

чаги показали высокую ингибирующую активность в отношении этого возбудителя. По итогам работы был получен патент на «Ингибитор репликации коронавируса SARS-CoV-2 на основе водного экстракта гриба *Inonotus obliquus*».

Результаты сибирских исследователей нашли подтверждение в работах ученых из Египта и Саудовской Аравии, которые оценили потенциальное взаимодействие компонентов чаги с рецептор-связывающим доменом поверхностного гликопротеина SARS-CoV-2. По мнению ученых, чага может быть эффективным природным противовирусным средством, которое способно дополнить существующие препараты против SARS-CoV-2.

К «похвальному слову» чаге можно добавить, что в экспериментах она продемонстрировала также высокую антибиотическую активность против некоторых бактерий и дрожжей. Водный экстракт чаги и образцы меланина подавляли рост в культуре штаммов дрожжей, включая высокопатогенный штамм *Candida sp. Ft-5*, выделенный от умершего больного с генерализованной кандидозной инфекцией.

Если к этому добавить известное выраженное защитное действие и низкую токсичность экстрактов и соединений из этого гриба, то можно говорить о перспективах создания на основе чаги комплексных лекарственных и профилактических препаратов не только противовирусного, но и антибактериального и антигрибкового действия.

Литература

Теплякова Т. В. В третьем царстве, грибном государстве // НАУКА из первых рук. 2010. № 3 (33). С. 104–113.

Теплякова Т. В. Гриб Фарма: грибы против вирусов и опухолей // НАУКА из первых рук. 2010. № 4 (34). С. 110–119.

Теплякова Т. В. Грибы выходят на охоту // НАУКА из первых рук. 2012. № 5 (47). С. 106–119.

Теплякова Т. В., Косогова Т. А. Высшие грибы Западной Сибири – перспективные объекты для биотехнологии лекарственных препаратов. Новосибирск, 2014. 298 с.

Теплякова Т. В., Пьянков О. В., Косогова Т. А. и др. Трутовик скошенный, чага *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát – перспективный гриб для противовирусных препаратов // Микология сегодня. М.: Нац. акад. микологии, 2022. Т. 4. С. 107–119.

За последние несколько десятилетий исследователям удалось проверить и документально подтвердить многие древние знания о лекарственных шляпочных грибах. Особую роль приобретает открытие новых видов и штаммов грибов с уникальными свойствами и введение их в культуру для медицинских целей.

Большое научное и практическое значение для разработки лечебных и лечебно-профилактических препаратов имеют штаммы грибов-базидиомицетов из коллекции ГНЦ ВБ «Вектор», которые были выделены из природных местообитаний Западной Сибири. Эта работа важна в связи с Международной конвенцией о сохранении биологического разнообразия, и ее нужно продолжить, делая акцент на поиске и изучении новых штаммов, которые можно будет успешно использовать в биотехнологических целях.

Данные, полученные новосибирскими учеными, свидетельствуют о возможности разработки и получения на основе биомассы мицелия грибов эффективных противовирусных и противоопухолевых препаратов. Биологически активные компоненты биомассы грибов (меланин, полисахариды, белки и др.) относятся к низкотоксичным, что делает это направление крайне перспективным. Дальнейшие исследования, включая проведение клинических испытаний, должны быть направлены на оценку эффективности «грибных» препаратов в профилактике и лечении конкретных заболеваний.

Чага – стерильная форма фитопатогенного гриба трутовика скошенного (*Inonotus obliquus*). На фото – культура гриба на поверхности жидкой среды

В публикации использованы фото из архива автора