

Таким образом, можно видеть, что между запасами древостоя и валежа при различных приближениях существует связь разной степени тесноты для биогеоценозов разных фаз динамики: от значительной для фазы климакса, при которой коэффициент детерминации $R^2 = 0.765$ – связь трактуется как «высокая, тесная», до $R^2 = 0.973$ – «связь очень высокая, очень тесная», почти функциональная для фазы демутации. Промежуточное положение занимают ельники дигрессивных положений.

Четвертая позиция. Функциональная синергетика дереворазрушающих грибов в динамических процессах лесных сообществ.

Дереворазрушающие грибы как гетеротрофная структура в составе коренного лесного сообщества выполняет триединую функцию. Биотрофные ДРГ вызывают поражение, ослабление и перевод деревьев в структуру древесного отпада. Грибы ксилотрофного комплекса выполняют функцию деструкции отмершей древесины до состояния гумуса почвы. В едином процессе эти две функции определяют третью и самую важную функцию ДРГ – в онтогенезе лесного сообщества оба комплекса ДРГ выполняют задачу согласования процессов накопления и разложения биомассы лесного биогеоценоза, поддерживая ее баланс в эволюционной динамике коренного лесного сообщества к состоянию оптимальной устойчивости. Огромную роль в этом процессе играют организмы других царств, вплоть до Архей и прокариотов.

Литература

Астапенко В.В. Что такое микоценоз, фитоценоз и биоценоз с позиций системного подхода // Микология и фитопатология. 1989. Т. 23. В. 5. С. 505 – 509.

Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л. Наука. 1984. 176 с
Исаев А.С., Суховольский В.Г., Хлебопрос Р.Г. Бзыкин А.И., Овчинникова Т.М. Моделирование лесообразовательного процесса: феноменологический подход // Мониторинг биологического разнообразия лесов России. М. Наука. 2008. 451 с.

Мазинг В.В. Консорция как элемент функциональной структуры биогеоценоза // Бюлл. МОИП Отд. биол. 1966. Т. 27. В. 2. С. 117-127.

Соловьев В.А. Микогенный ксилолиз, его экологическое и технологическое значение // М. Наука. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. 1992. С.140-171.

Стороженко В.Г. Устойчивые лесные сообщества. М. Гриф и К. 2007. 190 с.

Стороженко В.Г. Микоценоз и микоценология. Теория и эксперимент. Тула. Гриф и К. 2012. 192 с.

Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. М. Наука. 1964. 458 с

Черемисинов Н.А. Микоценоз – компонент лесного биогеоценоза // Микология и фитопатология. 1973. Т. 7. В. 1. С. 34-38.

ФИТОФТОРОЗЫ ДРЕВЕСНЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ДИАГНОСТИКИ

Сурина Т.А.¹, Зайцева Л.В.¹, Камченков А.В.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение
Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»),
t.a.surina@yandex.ru

PHYTOPHTHORA DISEASES OF WOODY AND ORNAMENTAL PLANTS AND DIAGNOSTIC METHODS.

Surina T.A.¹, Zaitseva L.V.¹, Kamchenkov A.V.¹

Phytophthora threatens biodiversity and sustainability of forest ecosystems worldwide. Due to its high virulence and ability to spread rapidly around the world, Phytophthora is one of the most important groups of plant pathogens. At the end of April 2025, surveys were conducted in parks and natural plantings of trees and shrubs in the Republic of Crimea. 34 water and soil samples were collected. A total of 40 isolates were isolated. The following were identified from the soil samples: Phytophthora plurivora Jung & Burgess, Phytophthora pseudocryptogea B. Safaiefarahani, R. Mostowfizadeh, G.E. Hardy & T.I. Burgess, Phytophthora palmivora (E.J. Butler) E.J. Butler.

Благодаря своей высокой вирулентности и способности быстро распространяться по всему миру, *Phytophthora* является одной из важнейших групп патогенов растений. Разрушительный потенциал заболеваний хорошо иллюстрирует внезапная гибель дуба в США (Barwell L.J. и др., 2020) и заболевания декоративных растений в Европе (Werres S. и др., 2001), вызванные *P. ramorum*. Виды *Phytophthora* хорошо адаптированы к различным растениям-хозяевам и средам обитания и производят несколько типов структур, специализированных для выживания, распространения или заражения. Ооспоры — это толстостенные, как правило, шаровидные структуры, которые обеспечивают длительное выживание в растительной ткани или почве. Хламидоспоры — это еще один тип толстостенных, долгосрочно выживающих спор, но они производятся бесполом путем. В присутствии воды, например, во время влажной погоды, хламидоспоры или ооспоры *Phytophthora* прорастают, образуя спорангиеносцы, несущие спорангии. У некоторых видов спорангии могут отделяться и переноситься ветром или брызгами воды на близлежащие растения. Спорангии высвобождают недолговечные одноклеточные жгутиковые зооспоры, которые могут плавать в тонких слоях воды на поверхности листьев или в заполненных водой порах почвы и могут накапливаться в лужах и прудах. Когда зооспоры попадают на подходящее для заражения место, они прекращают плавать, сбрасывают жгутики и развивают клеточную стенку (инцистируются). Цисты прорастают, образуя микроскопические нитевидные структуры, называемые гифами. Гифы позволяют патогену заражать и расти внутри клеток растения, чтобы получать пищу. Как только *Phytophthora* заражает растение, она производит больше хламидоспор, ооспор и/или спорангиев, тем самым завершая свой жизненный цикл.

Учитывая стремительный рост международной торговли быстрая точная идентификация патогенов имеет решающее значение для защиты природных экосистем от распространения разрушительных болезней, вызываемых *Phytophthora*. Одним из самых сложных аспектов работы с патогенами является их правильная идентификация, поскольку это требует обширной подготовки и опыта. Идентификация многих видов может быть относительно проста, но в то же время схожие морфологические особенности и внутривидовая изменчивость могут сделать род *Phytophthora* достаточно трудным для видовой идентификации. Самая надежная характеристика, часто используемая для начала морфологического определения вида — это толщина папиллы (сосочка) спорангия. Спорангии классифицируются на папиллярные (размер сосочка $\geq 3,5$ мкм), полупапиллярные (размер сосочка $< 3,5$ мкм)

и непапиллярные с очень небольшим утолщением зооспорангии. Еще одним полезным признаком для идентификации является наличие и длина ножки спорангиев: короткая – менее 5 мкм, средняя – между 5 и 20 мкм, длинная – более 20 мкм. Еще один признак, используемый при видовой идентификации – это тип пролиферации зооспорангиев (внутренняя, внешняя или вложенная). Форма спорангиев и размер являются важной характеристикой. Для идентификации также необходимо отмечать ветвление спорангиеносцев.

Классические методы выделения и идентификации возбудителей фитофторозов древесных растений проводятся на питательных средах и с использованием биоприманок. Однако при использовании этих методов необходимы хорошие знания биологии, морфологии возбудителей, важно учитывать пластичность признаков фитофторозов. Метод приманок основан на использовании приманки, привлекающей зооспоры, которая плавает в почвенно-водной суспензии. Зооспоры плывут вверх и заражают эти приманки, которые затем промывают под дистиллированной или водопроводной водой, высушивают и помещают участки с некрозом на селективные среды. Успех изоляции из почвы возрастает, когда поддерживается температура между 15 и 20°C и приманка не повреждена, что препятствует колонизации *Pythium* sp. и бактериями. Следует отметить, что популяция *Phytophthora* может варьировать в зависимости от сезона. Для приманки используются листья разных растений, так как каждый тип приманки более привлекателен для разнообразных видов *Phytophthora*. Листья камелии, рододендрона и дуба наиболее широко используются в последние годы.

Также существуют методики для выделения фитофтор из воды. Приманки с листьями помещают в сетчатый мешок и затапливают в воду в течение определенного периода времени. Время извлечения в значительной степени зависит от температуры воды: при температуре выше 15°C процесс инфицирования может быть довольно быстрым (от 3 до 7 дней). Листья вечнозеленых растений, таких как рододендрон, падуб или *Lithocarpus densiflorus* с толстыми кожистыми листьями лучше подходят для приманки по сравнению с хрупкими листьями, которые быстро колонизируются разнообразными организмами.

Одним из распространенных методов выявления фитофторозов древесных растений является выделение возбудителя в чистую культуру из зараженных частей растений. Выделение оомицетов проводят из пораженных частей растений или из некротизированных биоприманок, при этом в обоих случаях необходимо отобрать ткань с захватом здоровой и пораженной ткани (на границе некроза). Обеззараженные образцы пораженной ткани помещают на селективную среду P5ARP[H]. Чашки Петри инкубируют при 20°C, после появления мицелия, характерного для рода *Phytophthora*, делают пересев на морковный или V8 агар.

В последние годы все больше исследователей ссылаются на низкую эффективность и недостаточную достоверность классических методов диагностики. Наиболее современными и перспективными способами диагностики микроорганизмов являются молекулярно-генетические методы. Для идентификации на видовом и внутривидовом уровне используются разнообразные молекулярные методы, различающиеся по сложности. Наиболее точная идентификация изолятов на видовом уровне осуществляется путем анализа последовательностей специфических локусов. Чаще всего для целей идентификации используют регион ITS, так как для него существует большой набор исследованных последовательностей для многих описанных видов и типовых штаммов из известных коллекций. Тем не менее это не

оптимальный локус для тех видов, которые филогенетически тесно связаны. В последнее время для идентификации начали активно использовать альтернативные ядерные (60S ribosomal protein L10, β -tubulin, enolase, HS protein 90, large subunit rRNA, TlgA gene fusion, translation elongation factor 1 α) и митохондриальные (cox1, nad1, COX2, nad9, rps10 и SecY) локусы.

Целью нашего исследования является изучение видовой разнообразия видов рода *Phytophthora* на территории Российской Федерации.

В конце апреля 2025 года проводились обследования в парках и естественных насаждениях древесных и кустарниковых растений в Республике Крым. От пораженных растений с признаками фитофтороза отбирали поврежденные части с симптомами и почву в прикорневой части стебля. В некоторых точках были отобраны водные образцы. Для выделения видов *Phytophthora* из почвы и воды использовали приманочный тест с листьями растений хозяев. Выделение патогенов в чистые культуры проводили с использованием селективной среды и агар с кусочками моркови (Сурина Т.А., 2024). Выделение ДНК из чистых культур проводили набором «МагноПрайм® ФИТО» (НекстБИО) согласно инструкции производителя. С выделенными образцами ДНК проводили классическую ПЦР с праймерами YPh1F/YPh2R, которые амплифицируют продукт размером 470 п.н. гена Ypt1, специфичного для *Phytophthora* sp. Результаты амплификации регистрировали после проведения электрофореза в 1,5%-м агарозном геле, окрашенном бромистым этидием в гель-документирующей системе. Секвенирование образцов проводили по методу Сэнгера. ПЦР продукты, предназначенные для секвенирования, очищали с помощью коммерческого набора PCR GeneJET (Fermentas). Реакцию секвенирования проводили с применением реагентов BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) согласно инструкции производителя, с последующим разделением фрагментов на автоматическом генетическом анализаторе ABI PRISM 3500 (Applied Biosystems). Нуклеотидные последовательности участков генов изучаемых видов анализировали с помощью программного обеспечения «BioEdit» и базы данных NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>).

В результате проведенных обследований древесных и кустарниковых насаждений в Республике Крым было отобрано 5 образцов воды, 5 образцов древесины с симптомами язв и 29 почвенных образцов от деревьев и кустарников с признаками усыхания.

При проведении лабораторных исследований фрагментов древесины представители оомицетов выделены не были. Водные и почвенные образцы исследовались методом приманок. В качестве приманок были использованы листья рододендрона, азалии, сирени, дуба, клена, камелии, а также небольшие веточки хвойных деревьев. Во всех 34 образцах на листьях образовались некрозы. При выделении патогенов на селективной среде во всех образцах появился мицелий характерный для видов родов *Phytophthora* и *Pythium*. Всего было выделено около 40 изолятов. Видовая принадлежность большинства изолятов уточняется.

В образцах почвы отобранной от пиериса, азалии, падуба, османтуса в пгт. Понизовка была выделена *Phytophthora plurivora* Jung & Burgess. У растений наблюдалось усыхание побегов и некроз листьев. В парке Воронцовского дворца наблюдалось массовое усыхание и гибель сосен. Из почвенного образца была выделена *Phytophthora pseudocryptogea* B. Safaiefarahani, R. Mostowfizadeh, G.E. Hardy & T.I. Burgess. В почве, отобранной от усыхающего смолосемянника в г. Алупка была обнаружена *Phytophthora palmivora* (E.J.Butler) E.J.Butler.

Литература

Barwell L.J., Perez-Sierra A., Henricot B., Harris A., Burgess T.I., Hardy G., Scott P., Williams N., Cooke D.E.L., Green S., Chapman D.S., Purse B.V. Evolutionary trait-based approaches for predicting future global impacts of plant pathogens in the genus *Phytophthora* // *Journal of Applied Ecology*. - 2020. - №58 (4). – P. 718-730.

Rizzo D.M., Garbelotto M., Davidson J.M., Slaughter G.W., Koike S.T. *Phytophthora ramorum* as the Cause of Extensive Mortality of *Quercus* spp. and *Lithocarpus densiflorus* in California // *Plant Disease*. - 2002. - №86 (3). - P. 191-331.

Werres S., Marwitz R., Man In't Veld W.A., De Cock A. W. A. M., Bonants P. J. M., De Weerd M., Themann K., Ilieva E., Baayen R. P. *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum* // *Mycol. Res.* - 2001. - №105. – P. 1155-1165.

Сурина Т.А., Копина М.Б. Методы диагностики фитофторозов древесных и декоративных растений // Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин леса». Фитосанитария. Карантин растений. 2024;(1S): С. 76.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ЭНДЕМОВ И РЕЛИКТОВ ЛЕСНОЙ ФЛОРЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОГО КАВКАЗА

Тайсумов М. А.^{1,2,3}, Астамирова М. А.-М.^{1,2,3},
Байбатырова^{1,2}, Дудагова Э.Ш.²

^{1,2} Академия наук Чеченской Республики, Грозный,
academy_chr@mail.ru

^{1,2} Чеченский государственный педагогический
университет, Грозный, *chechgpi@mail.ru*

³КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН,
г. Грозный, *kniiran@mail.ru*

A BRIEF ANALYSIS OF ENDEMS AND RELICS OF FOREST FLORA OF THE EASTERN PART OF THE RUSSIAN CAUCASUS

The article provides information on endemic and relict species of forest coenoflora of the Russian Caucasus. It is concluded that the originality of the studied flora is 1.3% (including subendemics - 3.9%). The latest speciation is traced in such polymorphic genera as Rosa and Hieracium, forest species of which were formed on the Caucasian genetic basis. The speciation center for endemic species is mountainous Dagestan. The kinship of most endemics (including subendemics) is manifested with the eastern territories of the Ancient Middle-earth. Based on the above, it should be concluded that forest phytocenoses in general act as refugia for mesophilic relict sciophytes. These relics of the studied territory have different geographical origins, which is a consequence of migration processes that took place from the middle of the Tertiary period, leading to the displacement of floristic complexes both from the northern territories and from Transcaucasia and the adjacent parts of Asia Minor and Western Asia.