



ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ МИКОБИОТЫ

Материалы Международной научной конференции,
посвященной 80-летию ИЭРиЖ УрО РАН
и 300-летию Российской академии наук

Екатеринбург, 2024

Институт экологии растений и животных УрО РАН

Комиссия по инвазионным видам грибов Совета ботанических садов стран СНГ
при Международной ассоциации академий наук (МААН)

Свердловское областное отделение Всероссийского общества охраны природы

ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ МИКОБИОТЫ

Материалы международной научной конференции

Красноуфимск, 24 – 31 августа 2024 г.

Екатеринбург

Редакционно-издательский отдел ГАУК СО "СОУНБ им. В. Г. Белинского"

2024

УДК 582.28/.24(063)
ББК 28.591
ИЗ95

Редакционная коллегия:

Ответственный редактор – доктор биологических наук *А. Г. Ширяев*

доктор биологических наук *И. В. Змитрович*

кандидат биологических наук *О. С. Ширяева*

А. С. Будимиров

ИЗ95 Изучение и сохранение биоразнообразия природной и антропогенной микобиоты: материалы международной научной конференции. Красноуфимск, 25–31 августа 2024 г. Екатеринбург: Редакционно-издательский отдел ГАУК СО "СОУНБ им. В. Г. Белинского", 2024. – 160 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-6048653-0-9

В сборнике представлены материалы докладов участников Международной научной конференции «Изучение и сохранение биоразнообразия природной и антропогенной микобиоты», посвященной 300-летию Российской академии наук и 80-летию Института экологии растений и животных УрО РАН, в которых рассматривается широкий круг вопросов, касающихся биологического разнообразия, экологии, биохимии, генетики грибов и грибоподобных организмов естественных и антропогенных территорий России и других государств. Значительное число докладов посвящено вопросам биоразнообразия и экологии фитопатогенных грибов, роста числа инвазионных видов, разработке методов борьбы с ними.

Книга представлена для широкого круга специалистов – биологов и генетиков, микологов и экологов, фитопатологов и микробиологов, а также студентов и преподавателей университетов, сельскохозяйственных, педагогических, медицинских и лесохозяйственных вузов.

УДК 582.28/.24(063)

Все материалы публикуются в авторской редакции

ISBN 978-5-6048653-0-9

© Институт экологии растений и животных УрО РАН

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ МУЧНИСТОРОСЯНЫХ ГРИБОВ (*HELOTIALES*, *ERYSIPHACEAE*) НА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

© 2024 г. А.С. Будимиров^{1,*}

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 Екатеринбург, Россия

*e-mail: budimirov_as@ipae.uran.ru

Изучались чужеродные виды мучнисторосяных грибов (*Helotiales*, *Erysiphaceae*), паразитирующие на древесных растениях на Среднем и Южном Урале. Всего на Урале найдено 25 чужеродных видов мучнисторосяных на 42 древесных растениях-хозяевах. Неаборигенные таксоны составляют 50 и 38% от общего числа видов семейства на древесных хозяевах на Среднем и Южном Урале соответственно. Наиболее важным регионом-донором мучнисторосяных грибов и для Среднего, и для Южного Урала является Вост. Азия, откуда происходит ~50% чужеродных видов. 43% неаборигенных для Урала видов обнаружены в обеих его частях. Общие виды преимущественно являются известными инвазивными фитопатогенами. Чужеродные грибы паразитируют преимущественно на растениях-интродуцентах, составляющих 83% от общего числа видов-хозяев. Рост числа неаборигенных видов мог произойти благодаря климатическим изменениям и торговле живыми растениями.

Ключевые слова: биологические инвазии, изменение климата, интродукция, фитопатогенные микромицеты
DOI: 10.5281/zenodo.14180989

Мучнисторосяные грибы (отдел *Ascomycota*, порядок *Helotiales*, семейство *Erysiphaceae*) — одна из самых распространенных в мире групп фитопатогенных микромицетов. Около 900 их видов паразитирует на более чем 10 000 видах цветковых растений (Bradshaw et al., 2023), включая культурные и декоративные (Ячевский, 1927). Разнообразие мучнисторосяных грибов часто изучают именно на древесных растениях (Томошевич, 2012; Bulgakov, Shiryaev, 2022; Mieslerová et al., 2020), в том числе в силу большего удобства использования таких хозяев как модельных по сравнению с травянистыми. Поскольку многие представители *Erysiphaceae* демонстрируют активное распространение за пределы естественного ареала, при изучении их разнообразия на древесных хозяевах особое внимание уделяют чужеродным, особенно инвазивным, видам (Heluta, Gorlenko, 1984; Soto et al., 2024).

На Урале изучение видового богатства мучнисторосяных грибов, в том числе на древесных хозяевах, началось в конце XIX в. и продолжалось по 1960-е гг. (Ячевский, 1927; Степанова, Сирко, 1970), после чего

было возобновлено в XXI в. (Карелина, 2017; Bulgakov, Shiryaev, 2022). Целью данной работы было актуализировать списки чужеродных мучнисторосяных грибов на древесных растениях на Среднем и Южном Урале, определить основные регионы-доноры и долю чужеродных видов среди всех грибов семейства *Erysiphaceae*, поражающих древесные растения на Урале.

В данной работе под термином «древесные растения» подразумеваются собственно деревья, кустарники, кустарнички и одревесневающие лианы. К чужеродным видам отнесены мучнисторосяные грибы, для которых в источниках в качестве первичного ареала не указана территория Среднего и/или Южного Урала. В случае, если в литературе данные о филогеографии гриба отсутствуют, но присущие ему растения-хозяева естественно произрастают на Урале, он не учитывался как чужеродный. Также в качестве чужеродных не рассматривались виды, у специфичных хозяев которых проходит граница ареала по региону или его части. Таким образом, приводимая оценка доли

чужеродных видов является консервативной.

Для составления списка ранее известных для Урала мучнисторосяных грибов был проведен анализ литературы (Ячевский, 1927; Степанова, Сирко, 1970; Карелина, 2017; Bulgakov, Shiryaev, 2022). Совместно с сотрудниками музея ИЭРиЖ УрО РАН (SVER) был составлен каталог гербарных образцов мучнисторосяных грибов из регионов Среднего и Южного Урала. Названия организмов актуализированы по таксономическим базам Index Fungorum (для грибов) и POWO (для растений-хозяев).

Материал на Южном Урале (г. Уфа, Оренбург, Челябинск) собран автором в августе – сентябре 2023 г., на Среднем – в июле – октябре 2022–2023 гг. Растения-хозяева определялись на основе морфологических признаков. Для определения мучнисторосяных грибов хазмотеции и/или конидиеносцы изучали методом световой микроскопии. Всего было просмотрено 372 образца.

Всего на Среднем и Южном Урале было найдено 25 чужеродных видов семейства *Erysiphaceae* на 42 видах древесных растений. Список грибов представлен в табл. 1.

На Среднем Урале в XXI в. 69 древесных растений были описаны как хозяева грибов сем. *Erysiphaceae*, составляя 42% всех растений-хозяев. На Южном Урале мучнисторосяные в XXI в. были найдены на 31 виде древесных растений (37% всех хозяев).

На Среднем Урале на древесных растениях за все время наблюдения зафиксировано 46 видов мучнисторосяных грибов. Чужеродных видов среди них 23 (50%), 21 из которых был впервые найден в XXI в. На Южном Урале за все время наблюдения зафиксировано 32 вида мучнисторосяных грибов на древесных растениях. Доля чужеродных видов составляет 38% (12 видов); 9 видов были впервые обнаружены в XXI в., из них 7 впервые зарегистрированы в ходе данного исследования.

Также на Южном Урале были найдены *Erysiphe lonicerae* s. str. и *E. euonymi*, чужеродные для Среднего Урала; для южной его части эти виды не указаны как чужеродные – их статус на этой территории требует уточнения.

Как при рассмотрении Среднего и Южного Урала вместе, так и в обеих частях региона по отдельности, наиболее важным регионом-донором мучнисторосяных грибов является Вост. Азия, откуда происходит около половины чужеродных видов.

Десять неаборигенных для всего Урала видов грибов семейства *Erysiphaceae* (43% всех чужеродных для региона) найдены на Среднем и Южном Урале. Большая часть из них – агрессивные инвазивные фитопатогены, такие как *E. alphitoides* и *E. corylacearum*. В XX веке повсеместно по Уралу распространились лишь два из них – *E. alphitoides* и *Podosphaera mors-uvae*. На Южном Урале также был найден азиатский вид *Erysiphe ehrenbergii*. Примечательно, что три этих вида были зарегистрированы на Южном Урале на несколько десятилетий раньше, чем на Среднем и, возможно, распространялись в регионе с юга на север вместе с потеплением климата. Остальные виды, вероятно, были занесены позднее с древесными растениями-хозяевами (Liebhold et al., 2012). На Урале чужеродные виды грибов заражают аборигенные виды растений, но тяготеют к интродуцентам: из 42 видов древесных растений-хозяев, на которых паразитируют чужеродные мучнисторосяные грибы, интродуцентами являлись 35 (83%). При этом грибы развиваются как на симпатричных им интродуцентах, так и на растениях, происходящих из других биогеографических регионов.

Исследование выполнено в рамках госзадания ИЭРиЖ УрО РАН № 122021000092-9. Полевые работы, в ходе которых был собран материал, были поддержаны руководством ИЭРиЖ УрО РАН по результатам конкурса "Полевые исследования для сотрудников до 39 лет".

Таблица 1. Чужеродные виды мучнисторосяных грибов на древесных растениях Среднего и Южного Урала

Вид гриба	Субстрат	Часть Урала	Регион происхождения
<i>Erysiphe actinidiae</i> (Hara) U. Braun et S. Takam.	<i>Actinidia kolomikta</i> * (Maxim.) Maxim.	С (2020)	Вост. Азия
<i>E. alphitoides</i> (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam.	<i>Quercus robur</i> L., <i>Q. castaneifolia</i> * C.A.Mey.	С (1960), Ю (1913)	Вост. Азия
<i>E. azaleae</i> (U. Braun) U. Braun et S. Takam.	<i>Rhododendron luteum</i> * Sweet	С (2022)	Сев. Америка
<i>E. berberidis</i> DC.	<i>Berberis vulgaris</i> * L., <i>B. heteropoda</i> * Schrenk ex Fisch. et C.A.Mey., <i>Berberis thunbergii</i> * DC.	С (2016), Ю (2020)	Ср. Азия
<i>E. corylacearum</i> U. Braun et S. Takam.	<i>Corylus avellana</i> L., <i>C. heterophylla</i> * Fisch. ex Trautv.	С (2021), Ю (2023)	Вост. Азия
<i>E. ehrenbergii</i> (Lév.) U. Braun, M. Bradshaw et S. Takam.	<i>Lonicera caucasica</i> * Pall., <i>L. tatarica</i> L.	С (2020), Ю (1957)	Вост. Азия
<i>E. elevata</i> (Burrill) U. Braun et S. Takam.	<i>Catalpa bignonioides</i> * Walter	Ю (2007)	Сев. Америка
<i>E. euonymi</i> DC.	<i>Euonymus europaeus</i> * L.	С (2021)	Евразийский
<i>E. euonymicola</i> U. Braun	<i>Euonymus japonicus</i> * Thunb.	С (2022)	Вост. Азия
<i>E. flexuosa</i> (Peck) U. Braun et S. Takam.	<i>Aesculus hippocastanum</i> * L.	С (2022)	Сев. Америка
<i>E. juglandis</i> (Golovin) U. Braun et S. Takam.	<i>Juglans nigra</i> * L.	С (2022)	Вост. Азия
<i>E. kenjiana</i> (Homma) U. Braun et S. Takam.	<i>Ulmus pumila</i> * L.	Ю (2023)	Азия
<i>E. lauracearum</i> (Graniti et U. Braun) M. Bradshaw, U. Braun et Pfister	<i>Laurus nobilis</i> * L.	С (2023)	Средиземно-море
<i>E. loniceræ</i> DC. s. str.	<i>Lonicera reticulata</i> * Raf., <i>L. caprifolium</i> * L.	С (2021)	Евразия
<i>E. necator</i> Schwein.	<i>Vitis vinifera</i> * L., <i>V. amurensis</i> * Rupr.	С (2017)	Сев. Америка
<i>E. palczewskii</i> (Jacz.) U. Braun et S. Takam	<i>Caragana arborescens</i> * Lam., <i>Robinia pseudo-acacia</i> * L.	С (2016), Ю (2023)	Вост. Азия
<i>E. salmonii</i> (Syd. et P. Syd.) U. Braun et S. Takam.	<i>Fraxinus mandshurica</i> * Rupr., <i>Fraxinus pennsylvanica</i> * Marshall	С (2022), Ю (2023)	Вост. Азия
<i>E. sambucina</i> M. Bradshaw, U. Braun et Pfister	<i>Sambucus racemosa</i> * L., <i>S. sibirica</i> Nakai	С (2016), Ю (2023)	Вост. Азия
<i>E. schisandrae</i> (Sawada) U. Braun et S. Takam.	<i>Schisandra chinensis</i> * (Turcz.) Baill.	С (2020)	Вост. Азия
<i>E. syringae-japonicae</i> (U. Braun) U. Braun et S. Takam.	<i>Syringa josikaea</i> * J.Jacq. ex Rehb., <i>S. villosa</i> * Vahl, <i>S. vulgaris</i> * L., <i>Ligustrum vulgare</i> * L.	С (2014), Ю (2023)	Вост. Азия
<i>Phyllactinia actinidiae</i> (Jacz.) Bunkina	<i>Actinidia kolomikta</i> * (Maxim.) Maxim., <i>A. arguta</i> * (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq.	С (2020)	Вост. Азия
<i>P. fraxini</i> (DC.) Fuss	<i>Fraxinus excelsior</i> * L.	С (2022)	Средиземно-море
<i>Podosphaera amelanchieris</i> Maurizio	<i>Amelanchier alnifolia</i> * (Nutt.) Nutt. ex M. Roem., <i>A. ovalis</i> * Medik.	С (2023), Ю (2020)	Сев. Америка
<i>P. mors-uvæ</i> (Schwein.) U. Braun et S. Takam.	<i>Ribes uva-crispa</i> * L., <i>R. rubrum</i> L., <i>R. nigrum</i> L.	С (1956), Ю (1913)	Сев. Америка
<i>P. spiraeae</i> (Sawada) U. Braun et S. Takam.	<i>Spiraea chamaedryfolia</i> * L., <i>S. media</i> Schmidt	С (2020)	Вост. Азия

Примечание. Условные обозначения: С – Средний Урал; Ю – Южный Урал; звездочкой отмечены чужеродные для региона или его части растения; в скобках указан год первого обнаружения гриба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гелюта В.П., Горленко М.В. *Microsphaera palczewskii* Jacz. в СССР // Микология и фитопатология. 1984. Т. 18 (3). С. 177–182.
- Карелина Е.Д. Первое сообщение о мучнисторосяных грибах города Екатеринбурга // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2017. № 2 (200). С. 15–19.
- Степанова Н.Т., Сирко А.В. К флоре сумчатых и несовершенных грибов Урала // Споры растения Урала. Материалы по изучению флоры и растительности Урала. Труды Института экологии растений и животных. 1970. Т. 4 (70). С. 3–52.
- Томашевич М.А. Атлас патогенных микромицетов древесных растений Сибири. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2012. 250 с.
- Ячевский А.А. Карманный определитель грибов. Выпуск второй. Мучнисто-росяные грибы. Л.: Микол. лаборатория им. проф. А.А. Ячевского, Гос. ин-та опыт. агрономии, 1927. 626 с.
- Bradshaw M., Boufford D., Braun U. et al. An in-depth evaluation of powdery mildew hosts reveals one of the world's most common and widespread groups of fungal plant pathogens // *Plant Disease*. 2023. V. 108 (3). P. 576–581. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-23-1471-RE>
- Bulgakov T.S., Shiryayev A.G. Powdery mildews (*Erysiphaceae*) on woody plants in urban habitats of Sverdlovsk region (Russia) // *Mikologiya i fitopatologiya*. 2022. V. 56 (5). P. 323–331. <https://doi.org/10.31857/S002636482205004X>
- Liebhold A.M., Brockerhoff E.G., Garrett L.J. et al. Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US // *Front.Ecol.Environ.* 2012. V. 10 (3). P. 135–143. <https://doi.org/10.1890/110198>
- Mieslerová B., Sedlářová M., Michutová M. et al. Powdery mildews on trees and shrubs in botanical gardens, parks and urban green areas in the Czech Republic // *Forests*. 2020. V. 11 (9). P. 967–988. <https://doi:10.3390/f11090967>
- Soto I., Balzani P., Carneiro L. et al. Taming the terminological tempest in invasion science // *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2024. V.99 (4). P.1357–1390. <https://doi.org/10.1111/brv.13071>

Alien species of powdery mildew fungi (*Helotiales*, *Erysiphaceae*) on woody plants of the Middle and South Urals

A. S. Budimirov^a

^a *Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia*

Non-native powdery mildew fungi (*Helotiales*, *Erysiphaceae*) parasitizing woody plants in the Middle and South Urals were studied. Overall number of alien powdery mildew species found in the Urals is 25 with 42 woody plants registered as host species. Non-native taxons comprise 50 and 38% of all *Erysiphaceae* species parasitizing woody plants in the Middle and South Urals respectively. East Asia appears to be the most important source region of alien powdery mildew fungi for both Middle and South Urals with ≈50% of found alien species originating from the area. 43% of fungi non-native for both parts of the region were found in both the Middle and South Urals. These shared species are mostly well-known invasive plant pathogens. Alien fungi show a tendency to parasitize mostly introduced plants, as among all host species affected by alien fungi 83% were of non-native origin. Increase in number of alien fungi may have happened because of climate change and international live plant trade.

Keywords: biological invasions, climate change, phytopathogenic microfungi, plant introduction

Научное издание

ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ МИКОБИОТЫ

Материалы международной научной конференции
Красноуфимск, 24 – 31 августа 2024 г.

Редакторы *Змитрович И. В., Ширяев А. Г., Ширяева О. С., Будимиров А. С.*
Компьютерная верстка *Будимиров А. С.*