

УДК 632.4.01/.08

Мучнисторосные грибы (*Helotiales, Erysiphaceae*) на многолетних плодовых культурах в Свердловской области

А.С. Будимиров¹ 

¹Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, ул. 8 Марта, д. 202, Екатеринбург, Россия, info@ipae.uran.ru

Аннотация

Мучнисторосные грибы – широко распространённая группа патогенов плодовых культур, способная наносить значительный ущерб урожаям. Цель работы – описать видовой состав грибов-воздбудителей мучнистой росы, поражающих плодовые растения в Свердловской области. Изучены собственные сборы автора и материалы гербария ИЭРиЖ УрО РАН, а также проведён обзор литературы. Показано, что в Свердловской области 21 вид мучнисторосных грибов поражает 29 видов плодовых растений из 11 семейств. Большинство видов грибов являются чужеродными для региона. Большая часть грибов принадлежит к роду *Podosphaera*. Повсеместно встречающиеся, редкие и представленные единичными находками мучнисторосные грибы составляют в общем списке равные доли. Повсеместно распространённые возбудители мучнистой росы относятся к родам *Podosphaera* и *Erysiphe*. Впервые для региона указан вид *Podosphaera ruborum* (Rabenh.) M. Bradshaw, U. Braun et M. Liu, вызывающий мучнистую росу малины обыкновенной. Большинство видов растений-хозяев относятся к семейству Розовые. Больше видов мучнисторосных грибов может быть обнаружено на плодовых культурах в Свердловской области в ближайшем будущем в связи с климатическими изменениями, расширением ассортимента культур и заносом новых патогенных грибов.

Ключевые слова: фитопатология, микромицеты, Средний Урал, чужеродные виды

Powdery mildews (*Helotiales, Erysiphaceae*) on perennial fruit crops in Sverdlovsk Region (Russia)

A.S. Budimirov¹ 

¹Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 620144, 8 Marta street, 202, Ekaterinburg, Russia, info@ipae.uran.ru

Abstract

Powdery mildews are a widespread group of plant pathogens, capable of causing serious yield losses. This study aims to outline species composition of powdery mildew fungi infecting fruit crops in Sverdlovsk region of Russia. Original collections and IPAЕ UB RAS herbarium specimens were studied and literature analysis was conducted. The results reveal 21 species of powdery mildews infecting 29 species of host plants from 11 families in Sverdlovsk Region. Most of the fungi are alien to the region. The majority of fungal species belong to *Podosphaera* genus. Shares of abundant, rare and single-time collected powdery mildews are equal. Abundant species belong to *Podosphaera* and *Erysiphe* genera. Raspberry-infecting fungus *Podosphaera ruborum* (Rabenh.) M. Bradshaw, U. Braun et M. Liu is recorded in the region for the first time. The majority of host plant species belong to Rosaceae. More species of powdery mildews might be soon found on fruit crops in Sverdlovsk region due to climate change, introduction of new cultures and arrival of new pathogenic fungi.

Key words: phytopathology, micromycetes, the Middle Urals, alien species

Введение

Фитопатогенные грибы представляют одну из ключевых угроз продовольственной безопасности. Изменение климата ведёт к повышению агрессивности уже известных патогенов, проявлению патогенных свойств у эндофитных и сапротрофных видов, возникновению новых инфекционных заболеваний основных культур, а развитие перевозок живых растений и сельскохозяйственной продукции – к их дальнейшему распространению (Горленко, 1975; Ogden et al., 2019; Li et al., 2023).

Грибы-аскомицеты из семейства *Erysiphaceae* – возбудители мучнистой росы – чрезвычайно широко распространённая группа фитопатогенных микроорганизмов (Ячевский, 1927). Представители данного семейства заражают свыше 10000 видов цветковых растений, среди которых множество важных в экономическом отношении культур (Ячевский, 1927; Bradshaw et al., 2025b). Мучнисторосяные грибы должны быть объектом постоянного фитосанитарного контроля, поскольку многие их виды активно распространяются за пределами естественного ареала, вызывая эпифитотии в регионах, где ранее данная болезнь отсутствовала (Горленко, 1983; Bulgakov, Shiryayev, 2022; Bradshaw et al., 2025b). Следствием таких вспышек является массовая гибель растений в посадках и питомниках, снижение урожайности и жизнестойкости.

Борьба с мучнисторосяными грибами и профилактика их развития сопряжены с рядом трудностей. Главная из них – высокая скорость их адаптации к химическим препаратам и устойчивым сортам растений-хозяев, вновь становящихся восприимчивыми. Вследствие этого селекционеры и разработчики фунгицидов вынуждены продолжать поиск методов борьбы даже с патогенами, занесёнными более 100 лет назад (Gadoury et al., 2012; Чеботок, 2024). Другая проблема – подвижная систематика группы. Часто в литературе используются устаревшие названия мучнисторосяных грибов, под которыми иногда скрывается целый комплекс видов с разными предпочтениями в отношении растений-хозяев. Это делает затруднительной оценку видового богатства патогенов и диапазона находящихся под угрозой культур.

Первые находки мучнисторосяных грибов, поражающих плодовые культуры на Среднем Урале, относятся к началу XX века (Ячевский, 1927; Shiryayeva et al., 2025). Изучение видового состава мучнисторосяных грибов в регионе в XXI веке выявило присутствие большого числа аборигенных и чужеродных видов, поражающих важные культуры (Bulgakov, Shiryayev, 2022; Будимиров, 2024). До настоящего момента возбудители мучнистой росы на плодовых культурах на Среднем Урале не становились объектами направленных исследований. Цель работы – описать видовой состав мучнисторосяных грибов, поражающих плодовые культуры в Свердловской области, и оценить частоту их встречаемости в регионе.

Материалы и методы

К чужеродным были отнесены виды мучнисторосяных грибов, чей природный ареал по литературным данным географически удалён от Свердловской области и не включает её территорию. Грибы, у которых по территории области проходит северная или северо-восточная граница ареала, включены в число аборигенных видов.

К плодовым культурам отнесены многолетние древесные и травянистые растения (деревья, кустарники и полукустарники, лианы, травы), выращиваемые исключительно или в том числе ради получения от них сочных или сухих плодов, имеющих ценность для пищевой промышленности. Сюда включены в том числе виды, не являющиеся в настоящее время коммерческими культурами в условиях Среднего Урала, но выращиваемые в других регионах (например, барбарис).

В ходе исследования были изучены 86 образцов, включая собственные сборы автора, сборы А.Г. Ширяева и материалы микологического гербария ИЭРИЖ УрО РАН (SVER). Также при создании списка проанализированы литературные данные о поражении плодовых культур на территории области (Ячевский, 1927; Шумиленко, 1964; Bulgakov, Shiryaev, 2022; Shiryaev et al., 2022).

По частоте встречаемости грибы разделили на три категории. «Единичная находка» – гриб с территории области представлен единственным образцом, «Редко» – вид представлен несколькими образцами, собранными в разных точках и/или в разные годы, «Повсеместно» – гриб широко распространён в регионе и часто встречается на ассоциированных растениях-хозяевах. Для единичных находок дана ссылка на публикацию или гербарный номер в микологическом гербарии ИЭРИЖ УрО РАН (SVER (F)).

Морфологическое определение мучнисторосляных грибов проводили методом световой микроскопии. В дистиллированной воде изготавливали временный препарат анаморфной и/или телеоморфной стадии гриба и просматривали его в микроскоп Leica DM 2000. Названия грибов были проверены по таксономической базе данных Mycobank (<https://www.mycobank.org>). Названия растений даны по таксономической базе Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org>).

Результаты и их обсуждение

Мучнисторосляные грибы на плодовых культурах в Свердловской области

На территории Свердловской области за всю историю изучения группы выявлено 118 видов мучнисторосляных грибов из 11 родов, паразитирующих на 240 видах древесных и травянистых растений (данные автора). Среди них 21 вид из 4 родов заражает 29 видов плодовых растений. Список грибов и растений-хозяев представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Мучнисторосляные грибы и поражаемые ими плодовые культуры в Свердловской области

Гриб ¹	Плодовые растения-хозяева	А ² /Ч ³	Частота
<i>Arthrocladiella mougeotii</i> (Lév.) Vassilkov	<i>Lycium barbarum</i> L.	Ч (С)	Единичная находка (Shiryaeva et al., 2025)
<i>Erysiphe actinidiae</i> (Hara) U. Braun et S. Takam.	<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim.) Maxim.	Ч (ВА)	Редко
<i>E. berberidis</i> DC. (= <i>Microsphaera berberidis</i> (DC.) Cooke)	<i>Berberis vulgaris</i> L., <i>B. heteropoda</i> Schrenk ex Fisch. & C.A.Mey.	Ч (Е)	Повсеместно
<i>E. corylacearum</i> U. Braun et S. Takam.	<i>Corylus avellana</i> L., <i>C. heterophylla</i> Fisch. Ex Trautv.	Ч (ВА)	Повсеместно
<i>E. juglandis</i> (Golovin) U. Braun et S. Takam.	<i>Juglans nigra</i> L.	Ч (ВА)	Единичная находка (SVER (F) 86705)
<i>E. necator</i> Schwein. (= <i>Uncinula necator</i> (Schwein.) Burrill)	<i>Vitis vinifera</i> L., <i>V. amurensis</i> Rupr.	Ч (СА)	Редко
<i>E. schisandrae</i> (Sawada) U. Braun et S. Takam.	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	Ч (ВА)	Единичная находка (Shiryaev et al., 2022)
<i>E. viburni</i> Duby (= <i>E. hedwigii</i> (Lév.) U. Braun et S. Takam.)	<i>Viburnum opulus</i> L.	А	Повсеместно
<i>Phyllactinia actinidiae</i> (Jacz.) Bunkina	<i>Actinidia kolomikta</i> , <i>A. arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	Ч (ВА)	Единичная находка (Shiryaev et al., 2022)
<i>P. guttata</i> (Wallr.) Lév.	<i>Corylus avellana</i>	А	Редко
<i>P. mali</i> (Duby) Braun	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Ч (С)	Редко
<i>P. hippophaës</i> von Thümen	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	Ч (Е)	Единичная находка (SVER (F) 86746)

продолжение таблицы 1

Гриб ¹	Плодовые растения-хозяева	A ² /Ч ³	Частота
<i>Podosphaera amelanchieris</i> Maurizio	<i>Amelanchier × lamarckii</i> F.G.Schroed., <i>A. alnifolia</i> (Nutt.) Nutt. ex M.Roem.	Ч (СА)	Редко
<i>P. aucupariae</i> Erikss. (= <i>P. oxyacanthalae</i> (DC.) de Bary f. <i>sorbi</i> Jacz.)	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	А	Редко
<i>P. clandestina</i> (Wallr.) Lév. (= <i>P. oxyacanthalae</i> f. <i>crataegi</i> Jacz.)	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall., <i>C. mollis</i> (Torr. & A.Gray) Scheele	А	Повсеместно
<i>P. fragariae</i> (Harz) M. Bradshaw, D.N. Jin et U. Braun	<i>Fragaria vesca</i> L.	А	Редко
<i>P. leucotricha</i> (Ellis et Everh.) E.S. Salmon	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	Ч (Е)	Единичная находка (Shiryæva et al., 2025)
<i>P. mors-uvae</i> (Schwein.) U. Braun et S. Takam. (= <i>Sphaerotheca mors-uvae</i> (Schwein) Berkl. Et Curt.)	<i>Ribes uva-crispa</i> L., <i>R. rubrum</i> L., <i>R. nigrum</i> L.	Ч (СА)	Повсеместно
<i>P. pannosa</i> (Wallr.) de Bary (= <i>S. pannosa</i> (Wallr.) Lév.)	<i>Rosa acicularis</i> Lindl., <i>R. chinensis</i> Jacq., <i>R. cinnamomea</i> L.	А	Повсеместно
<i>P. ruborum</i> (Rabenh.) M. Bradshaw, U. Braun et M. Liu	<i>Rubus idaeus</i> L.	А	Единичная находка (данные автора)
<i>P. tridactyla</i> (Wallr.) de Bary s. str.	<i>Prunus padus</i> L.	А	Повсеместно

Примечания

1 В скобках даны часто используемые синонимы.

2 А – аборигенные виды.

3 Ч – чужеродные виды грибов, в скобках указан регион, где расположен природный ареал вида:

ВА – Восточная Азия, Е – Евразия помимо Среднего Урала, С – Средиземноморье, СА – Северная Америка.

Наибольшее число видов грибов относится к роду *Podosphaera* (9 видов / 42,86%), за ним следуют рода *Erysiphe* (7 / 33,3%), *Phyllactinia* (4 / 19,05%) и *Arthrocladiella* (1 / 4,76%). Данные о наличии в Свердловской области мучнистой росы малины (*Podosphaera ruborum*) приведены здесь впервые. Гриб в конидиальной стадии был собран автором 07.07.2025 г. в Юго-западном лесопарке г. Екатеринбурга на малине обыкновенной (*Rubus idaeus*) (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Листья малины обыкновенной (*Rubus idaeus*), пораженные мучнистой росой *Podosphaera ruborum*



Рисунок 2 – Конидиальные спороношения *Podosphaera ruborum* на листьях *Rubus idaeus*.
Длина масштабного отрезка – 50 мкм

Большая часть видов грибов являются чужеродными для Среднего Урала и были занесены в область вместе со своими растениями-хозяевами из других частей планеты, где располагается их природный ареал (рисунок 3).



Рисунок 3 – Доли аборигенных и чужеродных мучнисторосяных грибов, поражающих плодовые культуры в Свердловской области

Восточноазиатское происхождение большинства видов грибов на плодовых культурах согласуется с ранее сделанным выводом, согласно которому этот регион является важнейшим регионом-донором чужеродных мучнисторосяных на древесных растениях в Свердловской области (Bulgakov, Shiryaev, 2022). Повсеместно встречающиеся, редкие и представленные единичными находками виды распределились в равных долях – по 7 видов (33,3%). К повсеместно распространённым возбудителям мучнистой росы относятся виды родов *Erysiphe* и *Podosphaera*. Редкие и представленные единичными находками виды

относятся к родам *Arthrocladiella*, *Erysiphe*, *Phyllactinia* и *Podosphaera*. 29 видов растений-хозяев принадлежат к 18 родам 11 семейств. Из них 13 видов (44,83%) являются представителями семейства Розовые (*Rosaceae*). Такую высокую долю данного семейства можно объяснить, во-первых, тем, что к нему принадлежит значительное число плодовых культур. Во-вторых, семейство Розовые имеет тесные эволюционные связи с родом *Podosphaera* (Takamatsu et al., 2010), что также объясняет превалирование данного рода в представленном списке грибов. Большое число видов мучнисторосляных грибов, поражающих Розовые необходимо учитывать при составлении графиков обработки культур этого семейства фунгицидными препаратами, а также для прогнозирования фитосанитарной ситуации при наступлении засушливых периодов, способствующих распространению и развитию мучнистой росы (Ячевский, 1927).

Культуры, потенциально подверженные заражению мучнисторосляными грибами в Свердловской области

В представленный список мучнисторосляных грибов не вошли некоторые виды, способные заражать распространённые в Свердловской области плодовые культуры. Так, в регионе найден и широко распространён гриб-возбудитель мучнистой росы жимолости *Erysiphe ehrenbergii* (Lév.) U. Braun, M. Bradshaw et S. Takam. (Bulgakov, Shiryaev, 2022). Хотя до сих пор он не был собран с видов и гибридов жимолости со съедобными ягодами, известно, что он способен поражать в том числе и жимолость голубую (Bradshaw et al., 2020).

Некоторые из представленных в списке видов мучнисторосляных грибов являются патогенами для культур более экономически важных, чем те, на которых они были до сих пор обнаружены в регионе. *Podosphaera fragariae* в настоящее время достоверно известна лишь с земляники лесной, однако этот гриб способен заражать и землянику садовую (*Fragaria × ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier). *Phyllactinia malí* до сих пор была собрана лишь с боярышника, но в других регионах планеты известна как патоген яблонь, груш и ирги (Bradshaw et al., 2025a).

Важным аспектом изучения мучнисторосляных грибов на плодовых культурах в Свердловской области является комплексное действие, которое оказывает на систему «гриб-растение» глобальное изменение климата. Во-первых, устойчивое повышение среднегодовых температур, наблюдаемое на Среднем Урале в последние десятилетия, может в будущем позволить расширить спектр культур, выращиваемых в области в коммерческих масштабах. Таким образом, грибы, в настоящее время не угрожающие производительности сельхозпредприятий в перспективе могут начать оказывать значительное отрицательное влияние на получаемые с их специфичного растения-хозяина урожаи, в случае повышения его экономической значимости. Во-вторых, растения под действием абиотического стресса, вызванного аридизацией, могут стать более подверженными различным грибным болезням, в том числе мучнистой росе. Наконец, необходимо учитывать другие эффекты потепления на фитопатогенных микромицетов, такие как расширение на север ареалов теплолюбивых видов и повышение агрессивности аборигенных патогенов (Li et al., 2023). Всё это делает мониторинг мучнисторосляных грибов критически важным элементом защиты плодовых растений в современном мире.

Выводы

1. В Свердловской области 21 вид мучнисторосляных грибов поражает 29 видов плодовых растений из 11 семейств. Большинство видов грибов (61,9%) являются чужеродными для региона.

2. Большая часть грибов (42,86%) относится к роду *Podosphaera*, ассоциированного с широко используемыми в садоводстве растениями семейства Розовые.

3. Повсеместно встречающиеся, редкие и представленные единичными находками грибы составляют равные доли в общем списке видов (33,3%). Повсеместно распространённые возбудители мучнистой росы относятся к родам *Erysiphe* и *Podosphaera*; редкие и представленные единичными находками виды относятся к родам *Arthrocladiella*, *Erysiphe*, *Phyllactinia* и *Podosphaera*.

4. Впервые для региона указан вид *Podosphaera ruborum*, вызывающий мучнистую росу малины обыкновенной.

5. Среди всех семейств плодовых растений-хозяев наиболее часто поражаются Розовые, к которым относится 44,83% поражаемых видов.

6. Больше видов мучнисторосяных грибов может быть найдено на плодовых культурах в Свердловской области в ближайшем будущем в связи с продолжающимися климатическими изменениями, увеличением ассортимента выращиваемых культур и завозом посадочного материала, среди которого на территорию области могут попасть бессимптомно болеющие растения.

Благодарности

Автор выражает благодарность в.н.с. ИЭРиЖ УрО РАН, д.б.н. Ширяеву А.Г. за помощь в сборе образцов и написании текста статьи, а также двум анонимным рецензентам за комментарии к рукописи.

Acknowledgments

The author would like to thank A.G. Shiryaev, Dr.Biol.Sci. and leading researcher in the IPAЕ UB RAS for helping in collecting specimens and editing the manuscript and two anonymous reviewers for suggestions and editorial comments.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 25-26-00338.

Funding

The research was supported by the Russian Science Foundation project № 25-26-00338.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Будимиров А.С. Чужеродные виды мучнисторосяных грибов (*Helotiales*, *Erysiphaceae*) на древесных растениях Среднего и Южного Урала // Изучение и сохранение биоразнообразия природной и антропогенной микробиоты: материалы конференции. Екатеринбург: СОУНБ им. В. Г. Белинского, 2024. 10-13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14180988>
2. Горленко М.В. Миграции фитопатогенных микроорганизмов. М.: Издательство Московского университета, 1975. 108.
3. Горленко М.В. Мучнисторосяные грибы Московской области (Семейство *Erysiphaceae*). М.: Издательство Московского университета, 1983. 72.
4. Чеботок Е.М. Оценка устойчивости гибридного потомства смородины чёрной к американской мучнистой росе в условиях Среднего Урала // Современное садоводство. 2024. 2. 18-23. <https://elibrary.ru/mbrupy>.

5. Шумиленко Е.П. Патогенная микофлора цветочных растений на Среднем Урале // Записки Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества. 1964. 3. 167-173.
6. 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.
7. Bradshaw M., Braun U., Götz M., Takamatsu S. Taxonomy and phylogeny of the *Erysiphe lonicerae* complex (*Helotiales*, *Erysiphaceae*) on *Lonicera* spp. // Fungal Systematics and Evolution. 2020. 7, 1. 49-65. <https://doi.org/10.3114/fuse.2021.07.03>
8. Bradshaw M., Braun U., Khodaparast S.A. et al. Phylogeny and taxonomy of the genera of *Erysiphaceae*, part 7: *Phyllactinieae* // Mycologia. 2025a. 117, 4. 640-700. <https://doi.org/10.1080/00275514.2025.2476375>
9. Bradshaw M., Ivors K., Broome J.C. et al. An emerging fungal disease is spreading across the globe and affecting the blueberry industry // New Phytologist. 2025b. 246, 1. 103-112. <https://doi.org/10.1111/nph.20351>
10. Bulgakov T.S., Shiryaev A.G. Powdery mildews (*Erysiphaceae*) on woody plants in urban habitats of Sverdlovsk region (Russia) // Mycology and Phytopathology. 2022. 56, 5. 323-331. <https://doi.org/10.31857/S002636482205004X>
11. Gadoury D.M., Cadle-Davidson L., Wilcox W.F. et al. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph // Molecular plant pathology. 2012. 13, 1. 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00728.x>
12. Li P., Tedersoo L., Crowther T. et al. Global diversity and biogeography of potential phytopathogenic fungi in a changing world // Nature Communications. 2023. 14. 6482-6495. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42142-4>
13. Ogden N.H., Wilson J.R.U., Richardson D.M. et al. Emerging infectious diseases and biological invasions: a call for a One Health collaboration in science and management // Royal Society Open Science. 2019. 6, 3. 181577. <https://doi.org/10.1098/rsos.181577>
14. Shiryaev A.G., Zmitrovich I.V., Bulgakov T.S., Shiryaeva O.S., Dorofeyeva L.M. Global warming favors the development of a rich and heterogeneous mycobiota on alien vines in a boreal city under continental climate // Forests. 2022. 13, 2. 323-344. <https://doi.org/10.3390/f13020323>
15. Shiryaeva O.S., Surina T.A., Zmitrovich I.V., Budimirov A.S., Bulgakov T.S., Zaitseva I.V., Shiryaev A.G. New and rare fungi on alien woody plants in Sverdlovsk Region (the Middle Urals, Russia) // Mycology and Phytopathology. 2025. 59, 6. 519-528. <https://doi.org/10.31857/S0026364825060075>
16. Takamatsu S., Ninomi S., Harada M., Havrylenko M. Molecular phylogenetic analyses reveal a close evolutionary relationship between *Podosphaera* (*Erysiphales*: *Erysiphaceae*) and its rosaceous hosts // Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. 2010. 24. 38-48. <https://doi.org/10.3767/003158510X494596>

WEB-ссылки

Mycobank <https://www.mycobank.org/>

Plants of the World Online <https://pwn.science.kew.org/>

References

1. Budimirov, A.S. (2024). Alien species of powdery mildew fungi (*Helotiales*, *Erysiphaceae*) on woody plants of the Middle and South Urals. In *Study and Conservation of Biodiversity of Natural*

- and Anthropogenic Mycobiota: conference proceedings (pp. 10-13). SRSL named after V.G. Belinskiy. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14180988>. (In Russian, English abstract).
2. Gorlenko, M.V. (1975). *Migrations of Phytopathogenic Organisms*. Moscow University Press. (In Russian).
 3. Gorlenko, M.V. (1983). *Powdery Mildew Fungi of Moscow Region (Family Erysiphaceae)*. Moscow University Press. (In Russian).
 4. Chebotok, E.M. (2024). The assessment of the resistance of black currant hybrid offspring to American powdery mildew in the conditions of the Middle Urals. *Contemporary Horticulture*, 2, 18-23. <https://elibrary.ru/mbrupy>. (In Russian, English abstract).
 5. Shumilenco, E.P. (1964). Pathogenic mycoflora of flowering plants in the Middle Urals. *Notes of the Sverdlovsk Branch of the All-USSR Botanical Society*, 3, 167-173. (In Russian).
 6. Yachevsky, A.A. (1927). *Pocket Keybook of Fungi. Part 2: Powdery Mildew Fungi*. Mycological laboratory named after prof. A.A. Yachevsky of the State Institute of experimental agronomy. (In Russian).
 7. Bradshaw, M., Braun, U., Götz, M., & Takamatsu, S. (2020). Taxonomy and phylogeny of the *Erysiphe lonicerae* complex (*Helotiales, Erysiphaceae*) on *Lonicera* spp. *Fungal Systematics and Evolution*, 7(1), 49-65. <https://doi.org/10.3114/fuse.2021.07.03>
 8. Bradshaw, M., Braun, U., Khodaparast, S.A. et al. (2025a). Phylogeny and taxonomy of the genera of *Erysiphaceae*, part 7: Phyllactiniae. *Mycologia*, 117(4), 640-700. <https://doi.org/10.1080/00275514.2025.2476375>
 9. Bradshaw, M., Ivors, K., Broome, J.C. et al. (2025b). An emerging fungal disease is spreading across the globe and affecting the blueberry industry. *New Phytologist*, 246(1), 103-112. <https://doi.org/10.1111/nph.20351>
 10. Bulgakov, T.S., & Shiryaev, A.G. (2022). Powdery mildews (*Erysiphaceae*) on woody plants in urban habitats of Sverdlovsk region (Russia). *Mycology and Phytopathology*, 56(5), 323-331. <https://doi.org/10.31857/S002636482205004X>
 11. Gadoury, D.M., Cadle-Davidson, L., Wilcox, W.F. et al. (2012). Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. *Molecular Plant Pathology*, 13(1), 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00728.x>
 12. Li, P., Tedersoo, L., Crowther, T. et al. (2023). Global diversity and biogeography of potential phytopathogenic fungi in a changing world. *Nature Communications*, 14, 6482-6495. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42142-4>
 13. Ogden, N.H., Wilson, J.R.U., Richardson, D.M. et al. (2019). Emerging infectious diseases and biological invasions: a call for a One Health collaboration in science and management. *Royal Society Open Science*, 6(3), 181577. <https://doi.org/10.1098/rsos.181577>
 14. Shiryaev, A.G., Zmitrovich, I.V., Bulgakov, T.S., Shiryaeva, O.S., & Dorofeyeva, L.M. (2022). Global warming favors the development of a rich and heterogeneous mycobiota on alien vines in a boreal city under continental climate. *Forests*, 13(2), 323-344. <https://doi.org/10.3390/f13020323>
 15. Shiryaeva, O.S., Surina, T.A., Zmitrovich, I.V., Budimirov, A.S., Bulgakov, T.S., Zaitseva, I.V., & Shiryaev, A.G. (2025). New and rare fungi on alien woody plants in Sverdlovsk Region (the Middle Urals, Russia). *Mycology and Phytopathology*, 59(6), 519-528. <https://doi.org/10.31857/S0026364825060075>
 16. Takamatsu, S., Ninomi, S., Harada, M., & Havrylenko, M. (2010). Molecular phylogenetic analyses reveal a close evolutionary relationship between *Podosphaera* (*Erysiphales: Erysiphaceae*) and its rosaceous hosts. *Persoonia – Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 24, 38-48. <https://doi.org/10.3767/003158510X494596>

WEB-references

Mycobank <https://www.mycobank.org/>

Plants of the World Online <https://pwo.science.kew.org/>

Автор:

Александр Сергеевич Будимиров, аспирант, старший инженер лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты, Институт экологии растений и животных УрО РАН, budimirov.alex@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8899-9909

SPIN: 1532-6704

Author:

Aleksandr S. Budimirov, PhD student, senior engineer in vegetation and mycobiota diversity laboratory of the Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, budimirov.alex@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8899-9909

SPIN: 1532-6704

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.