

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ РОДА SYRINGA И ФИТОПАТОГЕНОВ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Приводятся результаты многолетних исследований возбудителей заболеваний листьев *Syringa josikaea* Jacq. и *S. vulgaris* L. в урбанизированной среде и коллекциях арборетумов Сибири. Дана биология, морфология и симптоматика шести фитопатогенов: *Erysiphe syringae* Schwein., *Heterosporium syringae* Oudem., *Septoria syringae* Sacc. & Speg., *Ascochyta syringae* Bres., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Leptoxylum fumago* (Woron.) R. C. Srivast.

Материалы и методы. Фитопатологические исследования растений рода *Syringa* L. проводили на территории пяти сибирских городов. Идентификации патогенов осуществляли стандартными методами.

Результаты. В условиях Сибири установлены различия в проявлении симптомов и морфологии отдельных патогенных микромицетов. Доказано, что возбудитель мучнистой росы стабильно формирует телеморфу на территории Сибири, в отличие от Европейской части России. Показано значение особенностей цикла развития гриба в конкретных условиях для разработки системы мероприятий по ограничению его распространенности и вредоносности.

Выводы. Установлено, что на сирени в условиях Сибири формирование патогенной микобиоты осуществляется двумя путями: перенос патогенов вместе с растениями-интродуцентами на новые территории и переход сапрофитных грибов к факультативному паразитизму.

Ключевые слова: взаимоотношения патоген-хозяин, фитопатогены листьев, грибы, *Syringa*, Сибирь, арборетум, урбанизированная среда.

М. А. Tomoshevich, I. G. Vorob'eva

INTERRELATIONS BETWEEN SYRINGA PLANTS AND PHYTOPATHOGENS IN SIBERIA

Abstract.

Background. The article presents the results of many research's years on leaf pathogens *Syringa josikaea* Jacq. and *S. vulgaris* L. in the urban environment and collections of Siberian arboretums. The biology, morphology and symptoms of 6 phytopathogens are given: *Erysiphe syringae* Schwein., *Heterosporium syringae* Oudem., *Septoria syringae* Sacc. & Speg., *Ascochyta syringae* Bres., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Leptoxylum fumago* (Woron.) R. C. Srivast.

¹ Работа выполнена в рамках проекта VI.52.1.2 «Анализ внутривидовой структуры ресурсных растений Азиатской России, отбор и сохранение генофонда». Номер государственной регистрации АААА-А17-117012610054-6.

© Томошевич М. А., Воробьева И. Г., 2020. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

Materials and methods. Phytopathological studies of plants of *Syringa* L. were carried out in 5 Siberian cities. Identification of pathogens was carried out by standard methods.

Results. In Siberia, differences in the manifestation of symptoms and morphology of individual pathogenic micromycetes were established. It has been proven that the powdery mildew pathogen stably forms a teleomorph in Siberia, in contrast to the European part of Russia. The significance of the features of the fungus development cycle in specific conditions is shown for the development of a system of measures to limit its spread and harmfulness.

Conclusions. It was found that the formation of pathogenic mycobiota on lilacs in Siberia is carried out in two ways: the transfer of pathogens together with plants-introducers to new territories and the transition of saprophytic fungi to optional parasitism.

Keywords: pathogen-host relationship, foliar pathogens, fungi, *Syringa*, Siberia, arboreta, cities.

Введение

В составе рода *Syringa* более 30 видов, растущих в Юго-Восточной Европе и Восточной Азии. Это высокодекоративные и красивоцветущие листопадные кустарники, которые широко используются для озеленения. В одиночных, групповых и аллеиных посадках в Сибирском регионе наиболее широко используются виды: *S. josikaea* Jacq., *S. vulgaris* L., реже – *S. amurensis*, *S. wolfi*. На основе двух видов сирени (*S. josikaea*, *S. vulgaris*) в России создано большое число сортов, представляющих большой интерес для садово-паркового строительства и озеленения городов Сибири. Некоторые из них являются уникальными, так как созданы на основе аналитической селекции и их сохранение в интродукционных центрах – одна из важных задач общей проблемы изучения и сохранения биологического многообразия [1].

Считается, что сирень по сравнению с другими декоративными растениями менее восприимчива к болезням. По данным литературы на сирени зарегистрированы болезни различной этиологии: грибные (пятнистости, вертициллезное увядание, фитофтороз, млечный блеск, мучнистая роса и др.), бактериальные (некроз), вирусные (кольцевая пятнистость, мозаики, скручивание листьев) и микоплазменные (метельчатость) [2–4]. Так, в Крыму на сирени обнаружены возбудители некроза коры – *Diplodia syringae* Auersw., трахеомикозного увядания *Verticillium albo-atrum* R., *Fusarium oxysporum* Schl.; фитофтороза – *Phytophthora cactorum* (Lib. & Coch.) Schroet.; аскохитоза – *Ascochyta orientalis* Bond; альтернариоза – *Alternaria tenuis* Nees; септориоза – *Septoria syringae* Sacc. & Speg; мучнистой росы – *Microsphaera syringae* Jacz. и бактериоза – *Pseudomonas syringae* van Hall. [5]. На Украине из всех обнаруженных возбудителей заболевания патоген *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. встречается больше всего – 22 %, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. – 12,3 %, *Phyllactinia suffulta* Sacc. f. *syringae* Jacz. и *Botrytis cinerea* Pers. – чуть больше 8 %, *Cercospora lilacis* (Desm.) Sacc., *Ascochyta syringae* Bres. и *Phyllosticta syringae* West. – менее 5 % и *Septoria syringae* Sacc. et. Speg. – 1,0 % [6].

Известно, что состав возбудителей заболеваний растений в разных регионах имеет свою специфику, что обусловлено различным составом аборигенной флоры, интродукционным генофондом, климатическими условиями. В этой связи для оценки потенциального вреда от фитопатогена необходимо

проведение комплексных исследований, включающих анализ биологии развития паразитных грибов и путей формирования патоккомплексов в конкретных эколого-географических условиях [7, 8].

В настоящей статье дается анализ патогенной микобиоты видов сирени в коллекциях арборетумов и урбанизированной среде Сибири.

Материалы и методы

Исследования по изучению патогенных микромицетов растений рода *Syringa* L. проводили на территории пяти сибирских городов: Новосибирск, Кемерово, Барнаул, Красноярск и Томск.

Мониторинг патогенов сирени осуществлялся в 59 различных городских объектах озеленения (парки, скверы, магистрали, бульвары и др.): Новосибирск – 22, Красноярск – 11, Кемерово и Барнаул – по 10, Томск – 8, а также в следующих дендрариях: Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск), Института леса имени В. Н. Сукачева СО РАН (г. Красноярск) на двух участках: «Погорельский бор» (Емельяновский район, 40 км севернее Красноярска) и в Академгородке; Южно-сибирского ботанического сада и Института садоводства имени Лисавенко (г. Барнаул).

Фитопатологические исследования проводились детально-маршрутным методом ежегодно с мая по сентябрь, каждые 10 дней в дендрарии ЦСБС СО РАН в течение 1997–2017 гг., в насаждениях Новосибирска – в 2004–2016 гг. В других городских посадках и дендрариях растения обследовались в 2006–2010 гг., ежегодно, минимум два раза за сезон.

При обнаружении заболеваний проводилось описание симптомов заболевания, отбор и закладка в гербарий пораженных частей растений для последующей идентификации патогена стандартными методами [9–11]. При работе использовали микроскопы фирмы Carl ZEISS Axio Lab и SteREO Discovery V12 с цветными цифровыми камерами высокого разрешения Axio-Cam MRc5 и с программой AxioVision 4.8 для обработки изображений. Идентификация грибов проводилась в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН и Ботаническом институте имени В. Л. Комарова РАН.

Результаты и обсуждение

Многолетние фитопатологические обследования в сибирском регионе двух видов сирени (*S. josikaea* Jacq., *S. vulgaris* L.) позволили выявить следующих возбудителей заболеваний листьев, встречающихся ежегодно или периодически и приводящих к снижению декоративности и устойчивости растений: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Ascochyta syringae* Bres., *Heterosporium syringae* Oudem., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Erysiphe syringae* Schwein. (син. *Microsphaera jaczewskii* U. Braun.), *Septoria syringae* Sacc. & Speg., *Leptoxyphium fumago* (Woron.) R. C. Srivast.

На протяжении всего периода исследований в арборетумах и во всех ландшафтных объектах, где произрастает *S. vulgaris*, отмечено поражение растений мучнистой росой.

На *S. josikaea* мучнистая роса отмечена только в городских насаждениях (в отдельных парках и скверах).

Первые признаки мучнистой росы (патоген – *Erysiphe syringae*) появились в середине июля, а максимальное развитие болезни наступало в конце

августа. В ходе наблюдений установлены различия в симптомах проявления болезни и морфологии патогена. Чаще всего грибок формировал налет белого, серого или грязно-серого цвета с обеих сторон листа. На верхней стороне он войлочный (очагами) или паутинистый (по всей пластинке) (рис. 1), а с нижней – паутинистый исчезающий. Конидиальное спороношение образовывалось ограниченно или отсутствовало вовсе.



Рис. 1. Признаки поражения мучнистой росой листьев сирени обыкновенной:
 а – сплошной паутинистый налет (Новосибирск 14.09.08);
 б – локальный (в виде пятен) налет (Кемерово 16.09.08)

Формирование плодовых тел было приурочено к середине августа. В отдельных случаях закладка плодовых тел наблюдалась позже (третья декада августа – первая декада сентября). Клейстотеции (94–105 мкм в диаметре) закладывались обильно на верхней, нижней или с обеих сторон листа. Преимущественно они располагались группами, в отдельных случаях – равномерно по всей поверхности. Придатки 8–15, экваториальные, прямые, бесцветные. Полное четырех-, пятидихотомическое ветвление придатков грибок формировал в единичных случаях (рис. 2, а). Такой тип ветвления придатков наблюдали в дендрариях или крупных парках. В остальных случаях преобладало одно-, трехдихотомическое ветвление (рис. 2, б). Сумки (2–7), эллипсоидальные, 45 × 30 мкм. Аскоспоры эллипсоидальные, 18,8 × 7,5 мкм. Часто споры не были сформированы к концу вегетации.

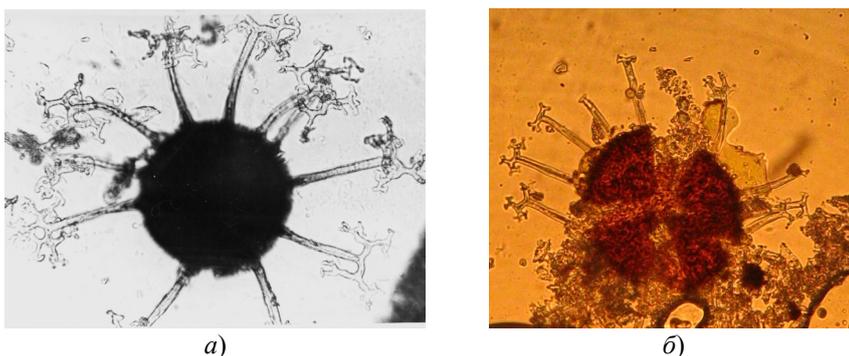


Рис. 2. Придатки плодового тела микромицета *Erysiphe syringae*:
 а – 4–5 дихотомическое ветвление; б – 1–3 дихотомическое ветвление

Редукция придатков плодовых тел и незрелость телеморфы в большинстве городских насаждений, вероятно, связаны с тем, что возбудитель мучнистой росы чувствителен к атмосферным загрязнениям. На это указывают работы ряда авторов, в которых показано, что в условиях техногенного загрязнения развитие грибов, в том числе и возбудителя мучнистой росы, ингибируется [12–14].

В последние годы отмечено появление мучнистой росы на сирени венгерской (рис. 3).

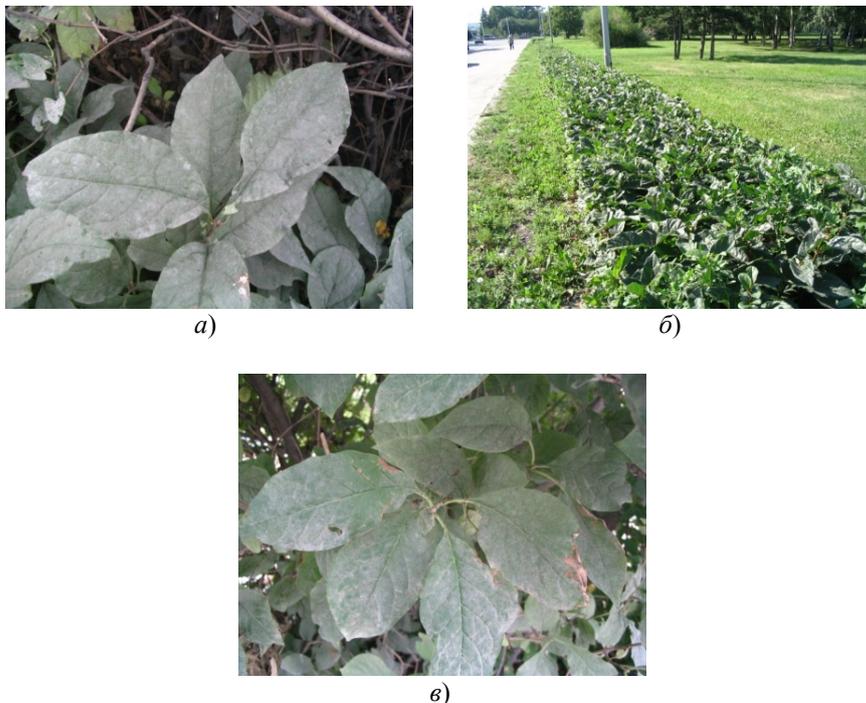


Рис. 3. Признаки поражения листьев мучнистой росой сирени венгерской:
а – Новосибирск 27.07.06; б – Барнаул 27.07.08; в – Томск 16.08.07

Исследованиями авторов данной статьи доказано, что в условиях Сибири гриб стабильно образует большое количество клейстотециев [18]. При этом в ряде европейских стран патоген *E. syringae* редко формирует плодовые тела и распространяется, преимущественно, в анаморфной стадии [15–17]. Имеются сведения об экспансии в Европу азиатского *K*-типа возбудителя мучнистой росы, связанной в том числе с интродукцией сирени [19]. Так, молекулярный анализ 139 образцов мучнисто-росяных грибов рода *Syngia*, собранных в Северной Америке, Европе и Азии, выявил наличие двух типов патогенов (*K*- и *S*-типы), трудно отличающихся по морфологическим признакам. При этом отмечается, что *K*-тип характеризуется обильным образованием клейстотециев и преобладает в Центральной Азии, а *S*-тип – формирует очень скудное сумчатое плодоношение и распространен в Европе. Исследователи Сико с соавторами [19] указывают на продвижение азиатского *K*-типа в Европу в конце прошлого века и постепенное вытеснение им *S*-типа (рис. 4).



Рис. 4. Распространение K-типа и S-типа мучнисто-росяных грибов на сирени

По мнению авторов, именно этим можно объяснить разницу в развитии анаморфы и телеморфы мучнисто-росяного гриба в Сибири и Европе.

Патоген *Heterosporium syringae* вызывает бурю пятнистость листьев (гетероспориоз) и обнаружен в посадках сирени обыкновенной и венгерской в арборетуме и на урбанизированных территориях г. Новосибирска. Болезнь проявлялась в начале августа, ежегодно. Распространение и интенсивность заболевания достигало пика уже во второй декаде августа при благоприятных условиях (повышенная влажность воздуха и умеренно теплая погода).

Зафиксированы различные варианты проявления заболевания (рис. 5). Фитопатоген формировал пепельного, бурого или темно-бурого цвета с широкой темно-коричневой каймой пятна вытянутой (реже округлой) формы вдоль жилок или по краям листа. Часто некротическая ткань в центре пятна светлела. Конидиеносцы пучками, простые, изогнутые, в нижней части немного утолщенные, $43\text{--}92 \times 4\text{--}7$ мкм, оливково-коричневые. Конидии овальные (удлиненно-яйцевидные), вначале бесцветные, затем коричневые, с 0–3 перегородками, $10\text{--}22 \times 8,2$ мкм, мелкощетинистые. Гриб характеризуется обильным открытым спороношением с обеих сторон листа, что способствует быстрому его распространению воздушно-капельным путем и усилению вредоносности заболевания в короткие сроки. При сильном поражении пораженные листья засыхают. Ослабление растений, вызванное фитопатогеном, отражается на активности и продолжительности цветения в следующем году.

Микромицет *Septoria syringae*, вызывающий септориоз листьев, обнаружен в посадках сортовой сирени обыкновенной, в основном в арборетумах Института садоводства имени Лисавенко, ЦСБС СО РАН и Института леса имени В. Н. Сукачева.

Заболевание проявлялось ежегодно с обеих сторон листа, в виде слегка охряно-желтых с темной каймой пятен различной формы (рис. 6, а, б). Пикниды разбросанные, приплюснутые, образовывались на пятнах на верхней стороне листа, $61,39\text{--}87,86$ мкм в диаметре, открывающиеся широким отверсти-

ем. Ткань оболочки пикниды паренхиматическая, состоящая из широких охряных клеток. Конидии цилиндрические, палочковидные, на обоих концах закругленные, прямые или слегка изогнутые, с одной неясной перегородкой, $18,52-24,21 \times 1,3-2,7$ мкм (рис. 6, в, з). При благоприятных условиях распространение и интенсивность болезни достигали максимума уже к концу июля, вызывая полное опадение листьев. Гриб зимовал на опавших листьях.



Рис. 5. Признаки поражения листьев сирени обыкновенной возбудителем *Heterosporium syringae*

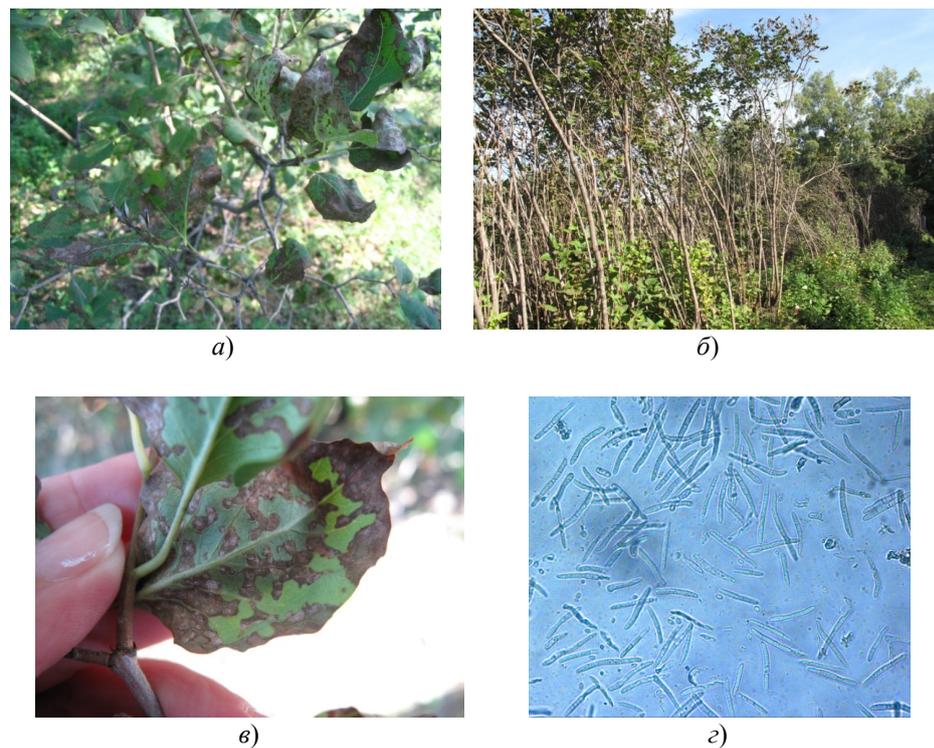


Рис. 6. Развитие септориоза листьев на сирени обыкновенной:
а – Институт Леса имени В. Н. Сукачева 24.08.07;
б – Институт садоводства имени Лисавенко 08.08.10;
в – пикниды на листе; з – споры гриба

Аскохитоз листьев (патоген *Ascochyta syringae*) обнаружен в коллекции сортовых сиреней Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Данное заболевание появилось на указанной территории в последние годы и проявляется периодически. На верхней стороне листьев фиксировались угловатые, светло-коричневые пятна, окаймленные коричневым ободком. В центре пятен формируются пикниды, шаровидные, блестящие, выступающие на поверхности пораженной ткани, 88–125,0 × 150,0–176 мкм в диаметре, с округлым устьищем до 26,5 мкм. Споры бесцветные, эллипсоидальные, цилиндрические с закругленными концами, одноклеточные или с перегородкой 9,9–13,95 × 4,5–5,4 мкм (рис. 8). Пораженные листья желтеют и сохнут. Развитие заболевания наблюдалось в августе-сентябре.



Рис. 8. Микромицет *Ascochyta syringae*:
а – поражение листьев; б – спороношение гриба

Микромицет *Leptoxyphium fumago* развивался на листьях и побегах сирени в конце июля – начале августа. Листья и побеги покрывались черным «сажистым» налетом, что приводило к резкому сокращению ассимиляционной поверхности листьев, снижению декоративности растений и, как следствие, ослаблению растений. Нередко совместно с фумаго развивались виды рода *Stemphylium* Wallr.

Ежегодно в городских посадках и периодически в арборетумах на сирени обнаруживали сапротрофные грибы *A. alternata*, *C. herbarum*, которые формировали свое спороношение вблизи структур грибов *H. syringae* или *L. fumago*, усиливая при этом развитие болезней. Отмечается, что массовое развитие сапротрофных грибов становится одним из источников формирования патоконплекса сиреней в условиях Сибири, поскольку процесс адаптации сапротрофных грибов к питанию на живых растениях в природе осуществляется достаточно широко [20–22].

В отличие от сирени обыкновенной и венгерской на сирени амурской (*S. amurensis*) в течение 15 лет исследований не выявлено листовых патогенов в условиях Сибири, хотя в естественном ареале вида (Дальний Восток) на нем отмечен целый комплекс микромицетов, которые ежегодно вызывают сильное развитие болезней (*Erysiphe syringae* Schwein. (син. *Microsphaera jaczewskii* U. Braun.)), *Phyllosticta syringae* West., *Septoria syringae* Sacc. & Speg.) [23, 24]. Этот факт еще раз подтверждает мысль о том, при интродукции

в новых эколого-географических условиях на растениях формируется определенный состав возбудителей заболеваний, отличный от ареала произрастания культуры (естественных мест обитания).

Многими авторами отмечено, что большинство агрессивных чужеродных видов, в том числе и фитопатогенов, зачастую не представляют опасность в своем регионе, так как поражаемые ими виды растений часто более устойчивы, чем виды интродуцированные или они находятся под контролем естественных врагов [25–29].

Изучение динамики патогенной микобиоты древесных растений в Сибири позволило выявить основные источники ее формирования: переход возбудителей заболеваний с аборигенных растений на интродуценты; перенос патогенов вместе с растениями-интродуцентами на новые территории; переход сапротрофных грибов к факультативному паразитизму; освоение грибами новых питающих растений из близких родов [30]. Авторами данной статьи установлено, что в условиях Сибири формирование патогенной микобиоты сирени осуществляется преимущественно двумя путями: перенос патогенов вместе с растениями-интродуцентами и переход сапротрофных грибов к факультативному паразитизму.

Для сохранения биоразнообразия и поддержания декоративности коллекции растений необходимо сдерживать распространение и развитие фитопатогенов. При этом большое значение имеет уточнение жизненного цикла грибов в конкретных условиях. Авторскими исследованиями установлено, что в сибирском регионе гриб *Erysiphe syringae* может развиваться по полному и сокращенному циклам.

Летом на экзофитной грибнице формируются конидии (анаморфная стадия) патогена, которые в течение всего вегетационного периода растений дают несколько генераций, вызывая новые заражения листьев и побегов. По полному циклу развития гриб во второй половине вегетации формирует клейстотеции (телеморфная стадия), которые зимуют на опавшей листве. На следующий год весной из плодовых тел выходят аски с аскоспорами, которые заражают молодые, распускающиеся листья. По сокращенному циклу зимовка патогена может проходить в виде покоящегося мицелия в почках зараженных побегов, на что указывают ряд авторов [31, 32].

Изучение циклов развития отдельных заболеваний сирени, распространенности и вредоносности заболевания позволяет научно обоснованно применять фундаментальные и оперативные методы защиты растений. Среди фундаментальных методов особое значение принадлежит профилактическим, в том числе агротехническим мероприятиям. В частности, проведенные авторами исследования указывают на необходимость проведения обязательной осенней уборки листвы, которая содержит в себе значительный запас инфекции. В борьбе с пятнистостями листьев уборку опавшей листвы необходимо проводить осенью, а не ранней весной. Следует ограничивать постоянную стрижку кустарников, которая вызывает усиление развития болезней. В связи с этим сирень рекомендуется ограниченно использовать в бордюрных посадках. Особое внимание требуется обращать на фитосанитарное состояние посадочного материала. К сожалению, в отдельных случаях, при обновлении посадок в ландшафтных объектах городов, которое активно ведется в последнее время, используются саженцы с признаками заболеваний.

Таким образом, проведенные многолетние исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего мониторинга возбудителей болезней сирени в коллекциях арборетумов Сибири и урбанизированной среде, что позволит проследить динамику видового состава патогенов, изменения в их циклах развития, установить их экологические ниши, обосновать мероприятия для ограничения распространения и вредоносности фитопатогенов и поддержания биоразнообразия коллекций.

Библиографический список

1. **Коропачинский, И. Ю.** Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская, М. А. Томошевич // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 147–170. (**Koropachinskii, I. Yu.** Immediate tasks of introduction of woody plants in Asian Russia / I. Yu. Koropachinskii, T. N. Vstovskaya, M. A. Tomoshevich // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Т. 4, № 2. – С. 107–125).
2. **Лунева, З. С.** Сирень / З. С. Лунева. – Москва : Агропромиздат, 1989.
3. **Келдыш, М. А.** Болезни и вредители сирени / М. А. Келдыш, О. Н. Червякова // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 58–61.
4. **Стрекалов, И. Ф.** Сирень / И. Ф. Стрекалов, Н. И. Потапова. – Москва : Фитон+, 2002.
5. **Иванова, О. В.** Фитосанитарное состояние коллекций цветочно-декоративных культур Никитского ботанического сада / О. В. Иванова // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 147.
6. **Pikovskiy, M. Y.** Pathogenic microflora of Syringa L. plants / M. Y. Pikovskiy, O. V. Kolesnichenko, V. I. Melnyk, S. M. Hrysiuk // Биоресурсы и природопользование. – 2019. – Т. 11, № 1-2. – С. 26–33.
7. **Томошевич, М. А.** Сопряженный анализ арборифлоры и патогенной микобиоты г. Новосибирска / М. А. Томошевич, Е. В. Банаев // Вестник ИрГСХА. – 2011. – Вып. 44, ч. 1. – С. 144–151.
8. **Томошевич, М. А.** О закономерностях структуры комплексов патогенных микромицетов листьев древесных растений в урбэко системах Сибири / М. А. Томошевич, Е. В. Банаев // Сибирский экологический журнал. – 2013. – Т. XX, № 4. – С. 515–522. (**Tomoshevich, M. A.** Concerning Regularities in the Structure of Pathogenic Micromycetes on Leaves of Woody Plants in Urban Ecosystems of Siberia / M. A. Tomoshevich, E. V. Banaev // Contemporary Problems of Ecology. – 2013. – Vol. 6, № 4. – P. 396–401. – DOI 10.1134/S1995425513040124).
9. **Хохряков, М. К.** Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / М. К. Хохряков. – Ленинград : Изд-во ВИЗР, 1976. – 65 с.
10. **Дудка, И. А.** Методы экспериментальной микологии : справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер. – Киев : Наукова думка, 1982. – 550 с.
11. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / пер. с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 224 с.
12. **Grzywacz, A.** The impact of industrial air pollutants on the occurrence of several important pathogenic fungi of forest trees in Poland / A. Grzywacz, J. Wazny // Eur. J. For. Pathol. – 1973. – Vol. 3. – P. 129–141.
13. **Гордиенко, П. В.** Антропогенное воздействие на развитие грибных болезней леса / П. В. Гордиенко, М. В. Горленко // Микология и фитопатология. – 1987. – Т. 21, вып. 4. – С. 377–386.
14. **Югасова, Г.** Результаты изучения микофлоры городских насаждений / Г. Югасова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1992. – Вып. 165. – С. 64–71.
15. **Braun, U.** The powdery mildews (Erysiphales) of Europe / U. Braun. – Jena ; Stuttgart ; New York : G. Fisher, 1995. – 337 p.

16. **Савинцева, З. Д.** Мучнисторосяные грибы Кабардино-Балкарии / З. Д. Савинцева // *Новости систематики низших растений*. – Ленинград : Наука, 1983. – Т. 20. – С. 101–106.
17. **Стефанович, А. И.** Мучнисто-росяные грибы Белоруссии, развивающиеся в конидиальной стадии / А. И. Стефанович // *Ботаника*. – 1983. – Вып. 25. – С. 184–188.
18. **Томошевич, М. А.** Болезни сирени в насаждениях городов Сибири / М. А. Томошевич, И. Г. Воробьева // *Защита и карантин растений*. – 2010. – № 5. – С. 51.
19. Molecular evidence in support of recent migration of a powdery mildew fungus on *Syringa* spp. into Europe from East Asia / Y. Seko, A. Bolay, L. Kiss, V. Heluta, B. Grigaliunaite, S. Takamatsu // *Plant Pathology*. – 2008. – Vol. 57. – P. 243–250.
20. **Горленко, С. В.** Формирование микофлоры интродуцированных растений : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Горленко С. В. – Минск, 1974. – 53 с.
21. **Валиева, Б. Г.** Микобиота и основные болезни растений-интродуцентов ботанических садов, парков Казахстана / Б. Г. Валиева. – Алматы : Онер, 2009. – 352 с.
22. **Воробьева, И. Г.** Сравнительный анализ патогенных микромицетов древесных растений в урбанизированной среде г. Новосибирска. Ч. 1. Скверы и парки / И. Г. Воробьева, М. А. Томошевич // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. – 2011. – Вып. 14/1, № 3 (98). – С. 100–104.
23. **Бункина, И. А.** Микофлора и грибные болезни зеленых насаждений городов и поселков Дальнего Востока / И. А. Бункина, Э. З. Коваль, Е. С. Нелен. – Владивосток, 1971. – 78 с.
24. **Коваль, Э. З.** Грибные болезни древесных и кустарниковых пород в городах Приморья / Э. З. Коваль // *Бюллетень Главного ботанического сада*. – 1960. – Вып. 37. – С. 85–92.
25. **Anagnostakis, S. L.** Chestnut blight: the classical problem of an introduced pathogen / S. L. Anagnostakis // *Mycologia*. – 1987. – Vol. 79. – P. 23–37.
26. **Kenis, M.** How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions? / M. Kenis, W. Rabitsch, M.-A. Auger-Rozenberg, A. Roques // *Bull. Entomol. Res.* – 2007. – Vol. 97. – P. 489–502.
27. **Tomoshevich, M.** Foliar fungal pathogens of European woody plants in Siberia: an early warning of potential threats? / M. Tomoshevich, N. Kirichenko, K. Holmes, M. Kenis // *Forest Pathology*. – 2013. – Vol. 43, № 5. – P. 345–359. – DOI 10.1111/efp.12036.
28. **Brasier, C. M.** Rapid evolutionary changes in a globally invading fungal pathogen (Dutch elm disease) / C. M. Brasier, K. W. Buck // *Biol. Invasions*. – 2013. – P. 223–233.
29. **Ижевский, С. С.** Инвазия азиатских насекомых-фитофагов в европейскую часть России / С. С. Ижевский // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 9. – С. 35–39.
30. **Tomoshevich, M. A.** Interrelations between Alien and Native Foliar Fungal Pathogens and Woody Plants in Siberia / M. A. Tomoshevich // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2019. – Vol. 12, № 6. – P. 642–657. – DOI 10.1134/S1995425519060143.
31. **Власов, А. А.** Возбудители мучнистой росы дуба в европейской части СССР / А. А. Власов // *Труды института леса*. – Москва, 1954. – Т. XVI. – С. 144–177.
32. Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Т. 2. Аскомицеты: Эризифальные, клавиципитальные, гелоциальные / отв. ред. З. М. Азбукина. – Ленинград : Наука, 1991. – 394 с.

References

1. Koropachinskiy I. Yu., Vstovskaya T. N., Tomoshevich M. A. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian ecological journal]. 2011, vol. 18, no. 2, pp. 147–170. [In Russian]
2. Luneva Z. S. *Siren'* [Lilac (*Syringa*)]. Moscow: Agropromizdat, 1989. [In Russian]

3. Keldysh M. A., Chervyakova O. N. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant protection and quarantine]. 1998, no. 4, pp. 58–61. [In Russian]
4. Strekalov I. F., Potapova N. I. *Siren'* [Lilac (Syringa)]. Moscow: Fiton+, 2002. [In Russian]
5. Ivanova O. V. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Proceedings of the State Nikitsky Botanical Gardens]. 2018, vol. 147. [In Russian]
6. Pikovskyi M. Y., Kolesnichenko O. V., Melnyk V. I., Hrysiuk S. M. *Bioresursy i prirodopol'zovanie* [Bioresources and nature management]. 2019, vol. 11, no. 1-2, pp. 26–33. [In Russian]
7. Tomoshevich M. A., Banaev E. V. *Vestnik IrGSKhA* [Bulletin of Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky]. 2011, iss. 44, part 1, pp. 144–151. [In Russian]
8. Tomoshevich M. A., Banaev E. V. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian ecological journal]. 2013, vol. XX, no. 4, pp. 515–522. [In Russian]
9. Khokhryakov M. K. *Metodicheskie ukazaniya po eksperimental'nomu izucheniyu fitopatogennykh gribov* [Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi]. Leningrad: Izd-vo VIZR, 1976, 65 p. [In Russian]
10. Dudka I. A., Vasser S. P. *Metody eksperimental'noy mikologii: spravochnik* [Experimental mycology methods: a handbook]. Kiev: Naukova dumka, 1982, 550 p. [In Russian]
11. *Metody opredeleniya bolezney i vreditel'nykh sel'skokhozyaystvennykh rasteniy* [Methods for determining diseases and pests of agricultural plants]; transl. from Germ. by K. V. Popkova, V. A. Shmygli. Moscow: Agropromizdat, 1987, 224 p. [In Russian]
12. Grzywacz A., Wazny J. *Eur. J. For. Pathol.* 1973, vol. 3, pp. 129–141.
13. Gordienko P. V., Gorlenko M. V. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and phytopathology]. 1987, vol. 21, iss. 4, pp. 377–386. [In Russian]
14. Yugasova G. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of Moscow Botanical Garden]. 1992, iss. 165, pp. 64–71. [In Russian]
15. Braun U. *The powdery mildews (Erysiphales) of Europe*. Jena; Stuttgart; New York: G. Fisher, 1995, 337 p.
16. Savintseva Z. D. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy* [Lower plant taxonomy news]. Leningrad: Nauka, 1983, vol. 20, pp. 101–106. [In Russian]
17. Stefanovich A. I. *Botanika* [Botany]. 1983, iss. 25, pp. 184–188.
18. Tomoshevich M. A., Vorob'eva I. G. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant protection and quarantine]. 2010, no. 5, p. 51. [In Russian]
19. Seko Y., Bolay A., Kiss L., Heluta V., Grigaliunaite B., Takamatsu S. *Plant Pathology*. 2008, vol. 57, pp. 243–250.
20. Gorlenko S. V. *Formirovanie mikoflory introdutsirovannykh rasteniy: avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Formation of mycoflora of introduced plants: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Minsk, 1974, 53 p. [In Russian]
21. Valieva B. G. *Mikobiota i osnovnye bolezni rasteniy-introdutsentov botanicheskikh sadov, parkov Kazakhstana* [Mycobiota and main diseases of introduced plants of botanical gardens, parks of Kazakhstan]. Almaty: Oner, 2009, 352 p. [In Russian]
22. Vorob'eva I. G., Tomoshevich M. A. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Belgorod State University]. 2011, iss. 14/1, no. 3 (98), pp. 100–104. [In Russian]
23. Bunkina I. A., Koval' E. Z., Nelen E. S. *Mikoflora i gribnye bolezni zelenykh nasazhdeniy gorodov i poselkov Dal'nego Vostoka* [Microflora and fungal diseases of green spaces of cities and villages of the Far East]. Vladivostok, 1971, 78 p. [In Russian]
24. Koval' E. Z. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of Moscow Botanical Garden]. 1960, iss. 37, pp. 85–92.
25. Anagnostakis S. L. *Mycologia* [Mycology]. 1987, vol. 79, pp. 23–37.

26. Kenis M., Rabitsch W., Auger-Rozenberg M.-A., Roques A. *Bull. Entomol. Res.* 2007, vol. 97, pp. 489–502.
27. Tomoshevich M., Kirichenko N., Holmes K., Kenis M. *Forest Pathology.* 2013, vol. 43, no. 5, pp. 345–359. DOI 10.1111/efp. 12036.
28. Brasier C. M., Buck K. W. *Biol. Invasions.* 2013, pp. 223–233.
29. Izhevskiy S. S. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant protection and quarantine]. 2013, no. 9, pp. 35–39. [In Russian]
30. Tomoshevich M. A. *Contemporary Problems of Ecology.* 2019, vol. 12, no. 6, pp. 642–657. DOI 10.1134/S1995425519060143.
31. Vlasov A. A. *Trudy instituta lesa* [Proceedings of the Forest Institute]. Moscow, 1954, vol. XVI, pp. 144–177. [In Russian]
32. *Nizshie rasteniya, griby i mokhoobraznye sovetskogo Dal'nego Vostoka. Griby. T. 2. Askomitsety: Erizifal'nye, klavitsipital'nye, gelotsial'nye* [Lower plants, mushrooms and bryophytes of the Soviet Far East. Mushrooms. Volume 2. Ascomycetes: Erycephalic, clavipital, gelocial]. Execut. ed. Z. M. Azbukina. Leningrad: Nauka, 1991, 394 p. [In Russian]

Томошевич Мария Анатольевна

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория дендрологии, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101)

E-mail: arysa9@mail.ru

Tomoshevich Mariya Anatol'evna

Doctor of biological sciences, leading researcher, laboratory dendrology, Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101 Zolotodolinskaya street, Novosibirsk, Russia)

Воробьева Ирина Геннадьевна

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория дендрологии, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101)

E-mail: vorobig@ngs.ru

Vorob'eva Irina Gennad'evna

Doctor of biological sciences, leading researcher, laboratory dendrology, Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101 Zolotodolinskaya street, Novosibirsk, Russia)

Образец цитирования:

Томошевич, М. А. Взаимоотношения растений рода *Syringa* и фитопатогенов в условиях Сибири / М. А. Томошевич, И. Г. Воробьева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 4 (32). – С. 54–66. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-4-6.