

О закономерностях структуры комплексов патогенных микромицетов листьев древесных растений в урбоэкосистемах Сибири

М. А. ТОМОШЕВИЧ, Е. В. БАНАЕВ

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, Золотогорная, 101
E-mail: arysa9@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты исследования патогенных микромицетов, развивающихся на листьях древесных растений в урбоэкосистемах южной части западно-сибирского региона. Выявлен 101 вид патогена. Установлено наличие общих закономерностей в структуре комплексов микромицетов для пяти городов Сибири и различных объектов озеленения.

Ключевые слова: патогенные микромицеты, древесные растения, патоконтакты, урбоэкосистема.

Анализ механизмов адаптации организмов к новым условиям среды обитания имеет важное теоретическое и практическое значение. На устойчивость древесных растений-интродуцентов при переносе их в условия Сибири оказывает влияние целый комплекс факторов, в том числе различные заболевания и вредители.

Существуют данные о возможном возникновении новых вариантов паразитарных комплексов и возрастании их инфекционного потенциала *ex situ* [1–4]. В то же время имеются сведения о более высокой устойчивости инорайонных растений, по крайней мере на первых этапах интродукции, за счет различий в фазах онтогенеза растений и местных вредных видов, отсутствия на новом месте сингенетических патогенов и ряда других факторов [5]. Ранее нами получены данные, подтверждающие эту информацию. При обследовании различных объектов озеленения г. Новосибирска выявлено, что на интродуцентах, за исключением чрезвычайно широко пред-

ставленных в посадках и натурализовавшихся видов, встречается меньшее число патогенов по сравнению с видами-аборигенами [6]. В данной работе представлен анализ структуры комплексов патогенных микромицетов на древесных растениях в Сибирском регионе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследования объектов озеленения различного функционального назначения в городах Новосибирск, Красноярск, Кемерово, Барнаул и Томск осуществляли маршрутным методом с 2004 по 2011 г. Фитопатологические наблюдения проводили только на листовых породах (без учета внутривидовых форм). В Новосибирске исследования проводили подекадно в течение всего вегетационного периода. При обнаружении заболеваний вели учет, описание и отбор пораженных частей для определения возбудителей болезней [7]. Работы по идентификации грибов выполняли в ЦСБС СО РАН и БИН РАН.

Уровень сходства – различия объектов озеленения определяли по коэффициенту сходства Сёрнсена – Чекановского (K_{sc}). Связь между числами видов микромицетов и видов растений определяли корреляционным анализом, а особенности структуры комплекса микромицетов – при помощи многомерного шкалирования, где в качестве меры сходства использовали евклидово расстояние (пакет STATISTICA 8.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований выявлен 101 вид возбудителей болезней листьев. Наиболее широкий спектр патогенной микобиоты обнаружен в Новосибирске (86 видов), а наименьший – в Томске, Кемерово и Барнауле (29, 29 и 27 видов соответственно).

Из 101 вида патогенов только 15 присутствовали во всех зеленых насаждениях обследованных городов: 8 видов мучнисто-росяных грибов (*Erysiphe adunca* (Wall.) Fr., *E. alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam., *E. berberidis* (DC.) Lev., *E. syringae* Schwein, *Phyllactinia guttata* (Wallr.: Fr.) Lev., *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary, *P. tridactyla* (Wallr.) de Bary, *Sawadaea tulasnei* (Fueckel) Homma); 6 видов, вызывающих различные пятнистости листьев (*Cercospora rosicola* Pass., *Gnomonia intermedia* Rehm, *Mycosphaerella microsora* Syd., *M. populi* (Auersw.) J. Schrot., *Pollaccia radiosa* (Lib.) E. Bald. & Cif., *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter.) и сапротрофный гриб (*Leptoxylum fumago* (Woron.) R. C. Srinivast).

Многие растения служили субстратом для нескольких видов микромицетов. Больше всего грибов найдено на различных видах тополя (14), розы (9), барбариса и боярышника (по 8), березы, караганы, липы и яблони (по 7).

Наибольшее сходство видового состава микромицетов установлено между городами Барнаул и Кемерово ($K_{sc} = 0,75$), Барнаул и Томск ($K_{sc} = 0,68$), Красноярск и Томск ($K_{sc} = 0,65$), наименьшее – Новосибирск и Барнаул ($K_{sc} = 0,48$), Новосибирск и Томск ($K_{sc} = 0,5$), Новосибирск и Кемерово ($K_{sc} = 0,5$). При этом наиболее высокий уровень сходства обеспечивают лишь мучнисто-росяные грибы ($K_{sc} = 0,7-0,9$).

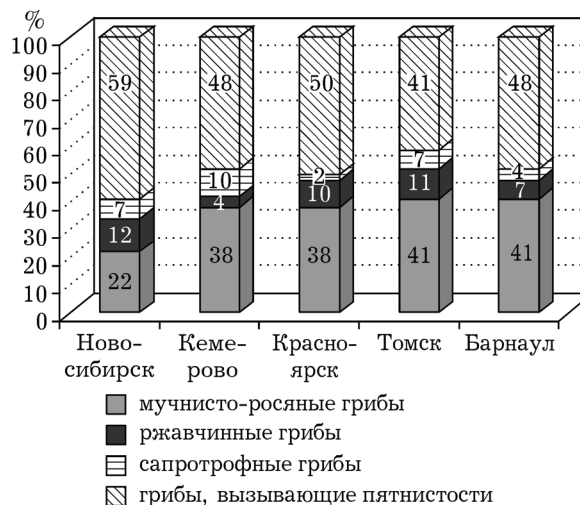


Рис. 1. Структура комплексов микромицетов в городах Сибири

Несмотря на имеющиеся видовые различия, следует отметить общие закономерности в структуре патогенных комплексов (рис. 1). Во всех зеленых насаждениях городов преобладают микромицеты, вызывающие пятнистости листьев (41–59 %), и мучнисто-росяные грибы (22–40 %). Доля ржавчинных грибов обычно не превышает 4–12 %, а сапротрофных – 10 %.

Более детальный анализ патогенных комплексов проведен в зеленых насаждениях Новосибирска, где на 98 видах древесных растений (51 род, 24 семейства) выявлено 86 возбудителей болезней листьев, из которых 51 вид вызывает различные пятнистости, 20 – мучнисто-росяные грибы, 11 – ржавчинные, 4 – сапротрофные грибы.

Наибольшее разнообразие патогенов (35 видов) зарегистрировано на растениях из семейства Rosaceae, что в значительной мере обусловлено их широким использованием на городских объектах (29 видов, 14 родов). Меньшее число видов грибов отмечено на растениях из семейств Salicaceae (15), Fabaceae и Berberidaceae (по 8), Betulaceae и Malvaceae (по 7), Adoxaceae (4). Не зафиксировано патогенов на древесных растениях десяти семейств: Rutaceae, Ericaceae, Ranunculaceae, Celastraceae, Hydrangeaceae, Cornaceae, Juglandaceae, Tamaricaceae, Vitaceae, Elaeagnaceae. Не обнаружены они в родах *Alnus* Mill., *Clematis* L., *Corylus* L., *Elaeagnus* L., *Euonymus* L., *Forsythia* Vahl., *Fraxinus* L.,

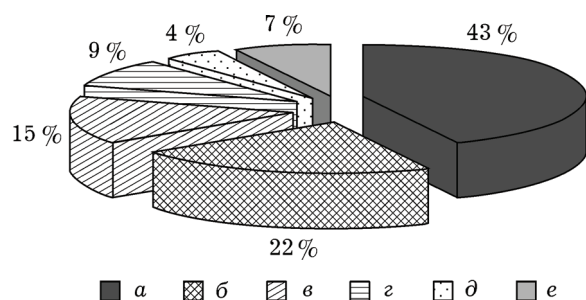


Рис. 2. Соотношение устойчивых и поражаемых микромицетами древесных растений в посадках г. Новосибирска: а – растения без признаков заболеваний; б – поражены одним патогеном; в – 2; г – 3–4; д – 5–6; е – 7 и более патогенами

Hippophae L., *Phellodendron* Rupr., *Philadelphus* L., *Pyrus* L., *Rhododendron* L., *Robinia* L., *Swida* Opiz.

Почти половина используемых в городском озеленении видов древесных растений (43 %) не подвергается заражению микромицетами, пятая часть (22 %) поражается только одним патогеном и столько же (20 %) – тремя и более видами (рис. 2).

Наиболее широкий спектр патогенной микобиоты установлен в сквере Славы, Нарымском сквере и в парке на набережной р. Обь (31, 29 и 26 видов соответственно), а наименьший – в сквере у Театра оперы и балета (6 видов) (см. таблицу).

Аналогичным образом варьирует и породный состав поражаемых растений. Наибольшее их число наблюдается в сквере Славы и парке на набережной р. Обь (по 24 вида), а также в Нарымском сквере (22 вида), наименьшее – в сквере у Театра оперы и балета (5 видов).

Несмотря на прямую зависимость между числом видов растений и числом видов патогенов на том или ином объекте города (коэффициент корреляции $r = 0,83$ по общему числу видов растений и $r = 0,93$ – по поражаемым видам при уровне значимости $p < 0,05$), между парками и скверами не выявлено значительного сходства по видовой структуре микромицетов.

Высокое видовой сходство растений и микромицетов одновременно выявлено толь-

Количественный состав древесных растений и патогенов на объектах озеленения г. Новосибирска

| № п/п | Объект озеленения | Число видов растений | | Число видов-патогенов |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|-----------------------|
| | | общее | поражаемых | |
| Железнодорожный район | | | | |
| 1 | Нарымский сквер | 36 | 22 | 29 |
| Центральный район | | | | |
| 2 | Первомайский сквер | 22 | 13 | 13 |
| 3 | ПКиО “Центральный” | 32 | 15 | 14 |
| 4 | Сквер у Театра оперы и балета | 14 | 5 | 6 |
| Заельцовский район | | | | |
| 5 | ПКиО “Заельцовский бор” | 26 | 17 | 21 |
| Ленинский район | | | | |
| 6 | Сквер Славы | 57 | 24 | 31 |
| 7 | Сквер Сибиряков-Гвардейцев | 27 | 15 | 18 |
| Советский район | | | | |
| 8 | Парк “У моря Обского” | 26 | 10 | 15 |
| Калининский район | | | | |
| 9 | Павловский сквер | 31 | 14 | 14 |
| Октябрьский район | | | | |
| 10 | Парк на Набережной р. Обь | 44 | 24 | 26 |
| Дзержинский район | | | | |
| 11 | ПКиО “Березовая роща” | 26 | 9 | 12 |
| Кировский район | | | | |
| 12 | Бульвар по ул. Петухова | 29 | 16 | 23 |

ко в одном случае – между Павловским сквером и ПКиО “Центральный” (по растениям $K_{sc} = 0,76$; по микромицетам $K_{sc} = 0,64$). Достоверное сходство состава грибов обнаружено лишь в двух вариантах сравнения ($K_{sc} = 0,60-0,64$).

В некоторой степени этот факт объясняется высокой вариабельностью породного состава растений на объектах озеленения Новосибирска, поскольку из 86 видов растений только 11 встречаются во всех исследованных парках. Достоверное сходство по общему видовому списку растений выявлено в 15 вариантах сравнения из 66 ($K_{sc} = 0,66-0,80$), а по поражаемым растениям – в восьми ($K_{sc} = 0,7-0,8$).

На сходство-различие объектов по видовому разнообразию патогенов оказывают влияние многие факторы – экологические условия конкретного местообитания, погодные условия вегетативного сезона и др. Однако из всего разнообразия причин, обуславливающих наблюдаемые различия, следует отметить наличие или отсутствие на отдельных объектах редко встречающихся видов растений (*Frangula alnus* Mill., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, *Populus suaveolens* Fisch. и др.), поражаемых узкоспециализированными микромицетами (*Puccinia coronata* Corda, *Podosphaera aphanis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam., *Melampsora laricis-populina* Kleb.), а также “редких” видов патогенов (*Cylindrosporium salicinum* (Peck) Dearn., *Davidiella variabile* Crous, K. Schub. & U. Braun и др.), выявленных за весь период исследования однократно.

Кроме того, значительные “шумы” в сходстве объектов вносят патогены, вызывающие ржавчину и пятнистости, распространение которых по паркам весьма неравномерное. Например, на *Rosa acicularis* Lindl., встречающейся довольно широко, зафиксировано три вида ржавчинных грибов. При этом *Phragmidium fusiforme* J. Schrot. обнаружен в двух парках, а *Ph. rosae-rugosae* Kasai. и *Ph. tuberculatum* J. Mull. – только в одном. Аналогичный пример можно привести по *Crataegus sanguinea* Pall., который высажен во всех двенадцати парках и скверах. На этом растении нами обнаружено пять патогенов, вызывающих пятнистости. Однако *Phyllosticta crataegicola* Sacc. найден только в трех парках, а *Ascochyta crataegi* Fuckel, *Coryneum*

foliicola Fuckel, *Gloeosporium crataeginum* Sacc. и *Septoria crataegicola* Bondartsev & Tranzschel – лишь в одном. При этом все виды обнаружены в разных парках.

Несколько большее сходство между парками и скверами выявлено по мучнисто-росяным грибам (в двенадцати случаях $K_{sc} = 0,70-0,84$). Определенное сходство по микромицетам дают также некоторые сапротрофные грибы, являющиеся по своей природе полифагами. Например, *Leptoxylum fumago*, поражающий в Новосибирске листья и побеги 30 видов растений, обнаружен во всех парках, однако не всегда на одном и том же виде. Так, на всех двенадцати городских объектах произрастают *Betula pendula* (береза повислая), *Crataegus sanguinea* (боярышник кроваво-красный), *Malus baccata* (яблоня ягодная), *Tilia cordata* Mill. (липа сердцевидная), *Ulmus laevis* Pall. (вяз гладкий). При этом липа была поражена в десяти парках, боярышник – в пяти, яблоня – в четырех, вяз – в трех, а береза – в двух (рис. 3).

В общей структуре комплекса микромицетов на различных объектах Новосибирска существуют те же закономерности, что и в структуре комплексов сибирских городов. Во всех парках и скверах преобладают мучнисто-росяные грибы и микромицеты, вызывающие пятнистости листьев (рис. 4). Доля сапротрофных и ржавчинных грибов обычно не превышает 10–20 %.

Наиболее специфичным составом микромицетов отличаются ПКиО “Центральный” (3), сквер у Театра оперы и балета (4) и ПКиО “Заельцовский бор” (5) (рис. 5). В первом парке высока доля мучнисто-росяных грибов, во втором – сапротрофных, в третьем – патогенов, вызывающих различные пятнистости листьев. Необходимо оговориться, что высокую долю сапротрофов (два из шести микромицетов), отмеченную в пункте 4, следует отнести к артефактам, связанным с незначительным числом видов растений в этом сквере – всего 14. На трех объектах города (4, 9, 11) не встречаются ржавчинные грибы.

Наличие значительного числа грибов, вызывающих различные пятнистости листьев в насаждениях города, связано с их видовым разнообразием и экологической пластичностью. Аналогичные результаты получе-

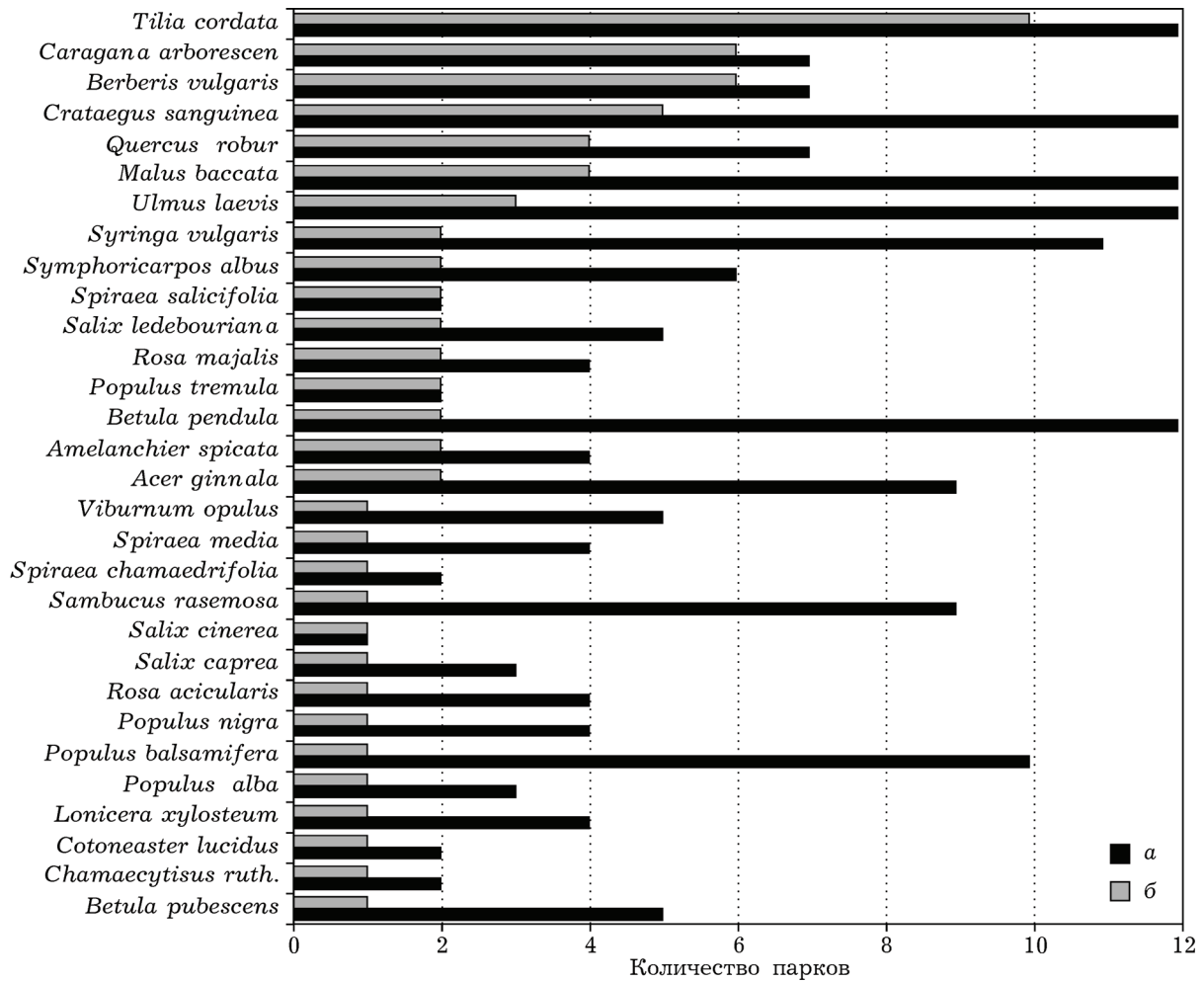


Рис. 3. Встречаемость гриба *Leptoxurhium fumago* и растения-хозяина на городских объектах г. Новосибирска: а – растение; б – патоген

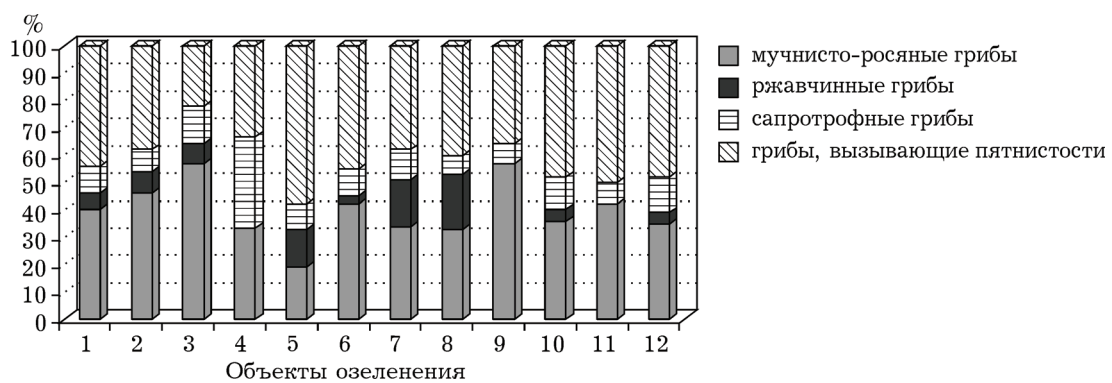


Рис. 4. Структура комплексов патогенных микромицетов в городских объектах различного функционального назначения: 1 – Нарымский сквер; 2 – Первомайский сквер; 3 – ПКиО “Центральный”; 4 – сквер у Театра оперы и балета; 5 – ПКиО “Заельцовский бор”; 6 – сквер Славы; 7 – сквер Сибириков-Гвардейцев; 8 – Парк “У моря Обского”; 9 – Павловский сквер; 10 – Парк на Набережной р. Обь; 11 – ПКиО “Березовая роща”; 12 – Бульвар по ул. Петухова

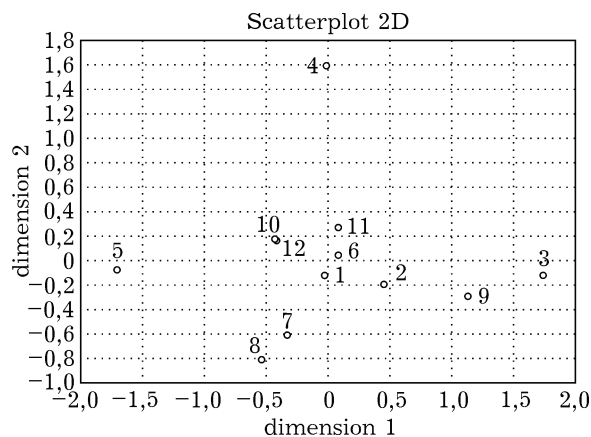


Рис. 5. Распределение парков в двумерном пространстве в зависимости от доли влияния групп микромицетов

ны и в других регионах, например в городах Ленинградской области, Дальнего Востока России, Украины, Казахстана и др. [8–11].

Широкое распространение мучнисто-росяных грибов обусловлено особенностями их экологии. В частности, большинство видов порядка Erysiphales способны зимовать в виде мицелия в веточках и почках древесных растений (*Podosphaera pannosa*, *P. tridactyla*, *Sawadaea tulasnei*), а также передаваться семенами (*Erysiphe alphitoides*, *E. berberidis*). Кроме того, все мучнисто-росяные грибы являются ксерофитами, что немаловажно в городских условиях.

Именно сухость воздуха сдерживает развитие ржавчинных грибов, которые чаще встречаются в крупных парках “лесного типа” или в насаждениях, расположенных на набережных. Кроме того, большинство обнаруженных ржавчинников являются разнохозяйными видами и при отсутствии одного из хозяев не проявляются на данном объекте. Эти данные подтверждаются другими исследователями [12, 13].

Сапротрофные грибы развиваются на различных субстратах и поселяются обычно на ослабленных растениях вместе с другими грибами или в местах повреждения насекомыми. Среди сапротрофных грибов наиболее широко встречающимся, причем не только в Сибири [1, 14, 15], является гриб *Leptoxylum fumago*. Широкое распространение этого “сажистого” гриба объясняется большим количеством тли в городских посадках. Эпифит-

ные сапротрофы, вызывающие образование “черни” на поверхности листьев, к которым относится *Leptoxylum fumago*, питаются сахаристыми веществами, выделяемыми тлей и другими вредителями или растениями при неправильном обмене веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в пяти сибирских городах выявлен 101 вид микромицетов – возбудителей болезней листьев древесных растений. Наибольшее их число (86 видов) встречается на объектах озеленения Новосибирска, что связано с более широким ассортиментом использованных растений в озеленении города.

При этом из 98 видов обследованных древесных растений в Новосибирске почти половина (43 %) не подвергается заражению микромицетами. В то же время 7 % видов поражаются семью и более патогенами.

Установлено, что во всех городских зеленых насаждениях формируется сходный комплекс патогенов, в котором преобладают микромицеты, вызывающие пятнистости листьев, и мучнисто-росяные грибы. Доля сапротрофных и ржавчинных грибов обычно не превышает 10–20 %. Видовой состав возбудителей болезней на различных городских объектах озеленения специфичный и зависит от целого ряда показателей – видового разнообразия древесных растений, биологии видов-патогенов, экологических условий объектов и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горленко С. В. Усиление патогенных свойств сапротрофных грибов как источник формирования микрофлоры интродуцентов // Интродукция растений и оптимизация окружающей среды средствами озеленения. Минск: Наука и техника, 1977. С. 209–213.
2. Келдыш М. А., Помазков Ю. И., Червякова О. Н. Особенности формирования и развития патоккомплексов древесных растений // Мат-лы Международ. конф. “Проблемы современной дендрологии”. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2009. С. 755–758.
3. Lebeda A., Mieslerova B., Sedlaova M. First report of *Erysiphe palczewskii* on *Caragana arborescens* in the Czech Republic // Plant Pathology. 2008. Vol. 57. P. 779.
4. Markovskaja S. New pathogens on leaves of *Alnus* spp. in Lithuania // Fungi and lichens in the Baltics and Beyond. XVIII Symposium of the baltic mycologists and lichenologists. Nordic lichen society meeting. Lithuania, Dubingiai, Vilnius, 2011. P. 17.

5. Горленко С. В. Защита растений в интродукции и зеленом строительстве // Защита растений-интродуцентов от вредных организмов. Киев: Наук. думка, 1987. С. 14–18.
6. Томошевич М. А., Банаев Е. В. Сопряженный анализ арборифлоры и патогенной микобиоты г. Новосибирска // Вестн. ИрГСХА, 2011. Вып. 44, ч. 1. С. 144–152.
7. Дудка И. А., Вассер С. П. Методы экспериментальной микологии: справочник. Киев: Наук. думка, 1982. 550 с.
8. Стасевич Л. И. Патогенные грибы кустарников в зеленых насаждениях городов Запада УССР // Микология и фитопатология. 1985. Т. 19, вып. 2. С. 167–171.
9. Тихомирова И. Н., Тобиас А. В. Микромицеты растений в садах и парках Санкт-Петербурга. I // Там же. 1999. Т. 33, вып. 2. С. 87–94.
10. Бункина И. А., Коваль Э. З., Нелен Е. С. Микофлора и грибные болезни зеленых насаждений городов и поселков Дальнего Востока. Владивосток, 1971. 78 с.
11. Валиева Б. Г. Микобиота и основные болезни растений-интродуцентов ботанических садов, парков Казахстана. Алматы: Онер, 2009. 352 с.
12. Морозова Т. И. Болезни древесных и кустарниковых пород в городских насаждениях // Сб. статей, посвя. 100 лет со дня рождения Н. А. Еповой. Иркутск, 2003. С. 94–97.
13. Ежов О. Н. Грибные болезни в зеленых насаждениях Архангельской области // Мат-лы VIII Междунар. конф. “Проблемы лесной фитопатологии и микологии”. Ульяновск, 2012. С. 246–251.
14. Snieskiene V., Balezentiene L., Stankeviciene A., Meskauskiene V. Intensity of fungal diseases of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) across urban greeneries of Lithuania // J. of Food Agriculture & Environment. 2012. Vol. 10, iss. 2. P. 988–993.
15. Терехова Н. В. Причины ослабления молодых древесных растений в насаждениях Москвы и разработка методов ранней диагностики их состояния: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 22 с.

On the Regularities of the Structure of Pathogenic Micromycete Complexes of the Leaves of Woody Plants in the Urban Ecosystems of Siberia

M. A. TOMOSHEVICH, E. V. BANAIEV

*Central Siberian Botanical Garden SB RAS
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101
E-mail: arysa9@mail.ru*

Results of the studies of pathogenic micromycetes developing on the leaves of woody plants in the urban ecosystems of the southern part of the West Siberian region are presented. The number of pathogenic species revealed was 101. The existence of common regularities in the structure of micromycete complexes for five Siberian cities and for different gardening objects was established.

Key words: pathogenic micromycetes, woody plants, pathogenic complexes, urban ecosystem.