

PECULIARITIES OF SALT MOVEMENT
IN THE PROFILE OF RECLAIMED ALKALINE BARABA

Semendiaeva N. V., Elizarov N. V.

Key words: sodium black alkali, mineralized ground waters, degree and features of mineralization, salt concentration of the water extract.

Abstract. The experiment on the crust black alkali was conducted in the microplot trial which was started in 1986 in the controlling variant with no gypsum, 45 t/ha plaster and 56 t/ha gypsum. The trial was in the gypsum bed since 1996. The researchers continued observing the level of the bed, mineralization of the ground waters and salt concentration in the soil in 2006–2015. The ground waters were 45 sm deep when establishing the trial; in 1987 they deeped to 120 sm and 233–266 sm in the period 1988–2012. This related with their dynamics and climate conditions. In the first years, the gypsum had an impact on sodium cations exchange with calcium cations of ameliorant in the soil. This contributed to significant increasing of concentration of soluble saline and sodium sulfates that moved to the ground waters. The next years the authors observed desalinization of reclaimed black alkali. The significant and urgent groundwater surge (up to 50 sm) in 2013 influenced the soil salinization and increased the concentration of bicarbonates, carbonates especially sodium carbonates that resulted in additional salinization of the reclaimed black alkali. In spring there was a slight desalinization whereas salt concentration was increased in autumn.

УДК 582.623.2:582.28:71 (571.14)

ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА ЛИСТЬЕВ РОДА *POPULUS* L.
В ЛАНДШАФТНЫХ ОБЪЕКТАХ КРУПНЫХ ГОРОДОВ СИБИРИ

М. А. Томошевич, кандидат биологических наук
И. Г. Воробьева, доктор биологических наук, доцент
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
E-mail: arysa9@mail.ru

Ключевые слова: патогенные микромицеты, биоразнообразие, род *Populus*, биология грибов, патоконплексы, урбозкосистема, устойчивость растений

Реферат. Представлены результаты многолетнего мониторинга и инвентаризации видового состава патогенной микобиоты листьев 6 видов тополей, наиболее широко используемых в ландшафтных объектах крупных городов Сибири. Идентифицировано 14 видов микромицетов. Установлен более широкий видовой состав возбудителей заболеваний по сравнению с европейской частью РФ и странами ближнего зарубежья. Приведены сроки появления патогенов, описана их биология. По частоте встречаемости превалируют *Erysiphe adunca*, *Melampsora laricis-populina* и *Mycosphaerella populi*. Наиболее широко видовой состав патогенной микобиоты представлен в Новосибирске и Красноярске. Высокое сходство микобиоты установлено в объектах озеленения городов Кемерово и Барнаула ($K_{\text{жс}}=0,7$), Кемерово и Томска ($K_{\text{жс}}=0,7$), Новосибирска и Томска ($K_{\text{жс}}=0,6$), Новосибирска и Кемерово, Новосибирска и Красноярска, Красноярска и Кемерово ($K_{\text{жс}}=0,5$). Сходство видового состава патогенной микобиоты листьев на *P. alba* было самым высоким в Кемерове и Барнауле ($K_{\text{жс}}=0,7$), на *P. balsamifera* – в Красноярске и Барнауле, Красноярске и Томске, Кемерове и Барнауле ($K_{\text{жс}}=0,8$), Новосибирске и Томске ($K_{\text{жс}}=0,7$), на *P. nigra* – в Новосибирске и Красноярске, Новосибирске и Барнауле ($K_{\text{жс}}=0,5$). Коэффициент общности видов филлофильных грибов на *P. laurifolia* изменялся от 0,3 до 0,5. Показано, что в условиях Сибири патогенные микромицеты могут развиваться в составе патоконплексов. На тополе белом формируется 4 типа патоконплексов, из которых три – двухкомпонентные и один – четырехкомпонентный. На тополе бальзамическом установлено 7 типов двух-, трех- и пятикомпонентных патоконплексов; на тополе лавролистном – один тип, а на тополе черном – два типа. Во всех патоконплексах, выявленных на тополях белом, бальзамическом и лавролистном, развивался возбудитель септориоза.

Род *Populus* L. относится к семейству короткоживущих ивовых и, по разным источникам, включает от 20 до 80 (110) видов, распространенных большей частью в Голарктике. Согласно данным Международной комиссии по культуре тополя, виды рода объединены в 5 секций: *Turanga*, *Leuce*, *Aigeiros*, *Tacamahaca*, *Leucoides*. В Азиатской России произрастает 11 видов. В естественных условиях они растут по берегам рек, образуя пойменные леса. В культуре многие виды тополя широко используются как быстрорастущие, легко размножаемые, образующие большую биомассу дерева. Отдельные виды выполняют роль биологического фильтра, обладают высокой пыле-, дымо- и газоустойчивостью, декоративностью, что послужило их широкому использованию для создания защитных насаждений и в озеленении городов России в одиночных, групповых, аллейных посадках и массивах [1–3].

Создание монокультурных посадок на больших территориях, как правило, способствует более интенсивному развитию болезней. Изучение заболеваний тополя и биологии их возбудителей ведется с середины прошлого столетия. Так, на Украине на тополях отмечено 22 возбудителя грибных и бактериальных заболеваний [4]. В Беларуси выявлено 27 фитопатогенов, из них 14 видов поражают листья [5]. Исследования по инвентаризации патогенной микобиоты листьев тополей в г. Минске показали, что на растениях развиваются 9 видов грибов: *Fusicladium radiosum* Lind., *Gloeosporium tremulae* (Lib.) Passer., *Marssonina populi* (Lib.) P. Magn., *Melampsora populina* (Pers.) Lév., *M. tremulae* Tul., *Phyllosticta acinerea* Pass., *Septoria populi* Desm., *Taphrina populina* (Fr.: Fr.) Fr., *Uncinula adunca* (Wallr.: Fr.) Lév. Наиболее часто встречались *Uncinula adunca*, *Melampsora populina*, *M. tremulae*, *Marssonina populi*. В Ростовской области на тополях зарегистрировано 18 видов фитопатогенных грибов, среди которых наиболее широко представлены возбудители пятнистостей листьев [6–7]. В Кыргызстане на видах рода *Populus* L. развиваются ржавчинные, мучнисто-росяные и несовершенные грибы. Наибольший ущерб наносят *Marssonina populi* (Lib.) Magnus, *Septoria populi* Desm. и *Melampsora tremula* Tul. [8].

Видовой состав грибов, поражающих листья тополей в городских насаждениях Москвы и Подмосковья, включает *Taphrina aurea*, *Uncinula adunca*, *Melampsora allii-populina* Kleb., *M. pini-torqua* Rostr., *Pollaccia radiosa* (Lib.) E. Bald.

& Cif., *Ascochyta populina*, *Marssonina populi*, *Septoria populi* [9]. Наиболее распространенными патогенами в садах и парках Санкт-Петербурга являются возбудители филлостиктоза и ржавчины, реже встречается марсония и глеоспориоз [10].

Среди многочисленных возбудителей заболеваний на тополе наиболее детально исследователями изучена ржавчина тополей. Сведения о биологии, распространении, вредности возбудителей имеются в ряде публикаций [4, 11–13]. Согласно данным С. В. Басовой и И. И. Минкевич, на тополях паразитирует 11 основных видов рода *Melampsora*. Заболевание снижает декоративность и устойчивость к низким температурам, а также уменьшает прирост тополей [12]. Однако по данным Н. Н. Колемасовой, ржавчинные грибы, отмеченные на тополях, произрастающих в парках Пушкина и Павловска, практически не влияют на их фитосанитарное состояние [14].

Проведенный анализ данных литературы показал, что видовой состав патогенов листьев тополя в разных географических зонах имеет свою специфику. Выведение новых гибридов рода *Populus*, а также усиленный обмен (интродукция) различных видов тополя способствует возникновению новых патоккомплексов, усилению вирулентности или агрессивности некоторых патогенов.

Цель исследования – изучение биоразнообразия и мониторинг патогенной микобиоты листьев различных видов тополя в крупных городах Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фитопатологическое обследование 6 видов рода *Populus* L. (*P. alba* L., *P. balsamifera* L., *P. laurifolia* Ledeb., *P. nigra* L., *P. suaveolens* Fisch., *P. tremula* L.) проведено в пяти крупных сибирских городах: Новосибирске, Кемерове, Красноярске, Барнауле, Томске. Исследования в насаждениях Новосибирска проводили ежегодно в 2002–2012 гг. в течение мая–сентября каждые 10 дней. В посадках других городов растения обследовали ежегодно в 2006–2010 гг., минимум два раза за сезон в ходе систематических выездов на места исследования. Мониторинг проводился в 59 различных объектах озеленения (Новосибирск – 22, Красноярск – 11, Кемерово и Барнаул – по 10, Томск – 8). Число обследованных индивидуумов растений отдельного вида зависело от их представленности в объектах озеленения. На деревьях осматривали по 500–

1000 листьев в нижней части кроны. При обнаружении заболеваний вели учет, описание и отбор, гербаризирование пораженных частей для определения возбудителей болезней [15].

Идентификация микромицетов выполнена в ЦСБС СО РАН. Латинские названия грибов и сокращения авторов при грибных таксонах приведены в соответствии с публикацией CABI с IndexFungorum (<http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp>). Уровень сходства-различия объектов озеленения и состава патогенов определяли с использованием коэффициента Жаккара ($K_{ж}$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Многолетнее изучение патогенной микобиоты листьев отдельных видов тополей в ландшафтных объектах крупных городов Сибири позволило идентифицировать 14 патогенных микромицетов. По частоте встречаемости преобладали анаморфные стадии аскомицетов, ранее относившиеся к несовершенным грибам. Среди мучнисто-росяных грибов отмечен лишь один возбудитель заболевания (*Erysiphe adunca* (Wallr.) Fr.), а среди ржавчинных – два (*Melampsora laricis-populina* Kleb. и *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst.) [16].

Появление и развитие патогенов на листьях тополя регистрировали в течение всего летнего периода. По многолетним наблюдениям, первые признаки налета *Erysiphe adunca* обнаруживаются в середине июня. Гриб формирует грибницу и конидиальное спороношение с верхней стороны листа вдоль жилок или в виде сплошного серо-белого или грязно-белого пленчатого либо мучнистого налета. Клейстотеции разбросанные или в группах, закладываются во второй половине вегетации (вторая декада июля) с обеих сторон листа (преимущественно с верхней). В условиях Сибири к концу вегетации содержимое плодовых тел, как правило, не дифференцировано.

Сроки появления возбудителей заболевания ржавчины несколько различаются. Симптомы поражения листьев урединиями *Melampsora populnea* регистрируются в начале июня, а *Melampsora laricis-populina* – в начале июля. Летнее спороношение в виде многочисленных, мелких, оранжевых, порошащих подушечек, часто сплошь покрывающих всю поверхность листа, формируется с обеих сторон листа. В августе закладывается осенне-зимнее спороношение, которое имеет

вид мелких, продолговатых, плоских, темно-коричневых, почти черных подушечек, сильно набухающих во влажных условиях. Массовое распространение и развитие ржавчины ведет к преждевременному опадению листьев и значительно снижает декоративность тополей.

Среди анаморфных стадий аскомицетов раннее появление фиксируется у *Gloeosporium tremulae* (Lib.) Pass. Первые симптомы поражения листьев появляются в июне. На верхней стороне листа появляются крупные округлые или неправильной формы пятна – серо-бурые или грязно-бурые, окруженные темной расплывчатой каймой, в середине бледнеющие до светло-серых. Нередко пятна занимают всю листовую пластинку, что вызывает преждевременное отмирание и опадение листьев.

Mycosphaerella populi (Auersw.) J. Schröt. [= *Septoria populi* Desm.] вызывает белую пятнистость (септориз) листьев тополя. Болезнь проявляется на листьях в начале или середине июля в виде белых или светло-серых с тонкой бурой каймой, мелких (диаметр 1–3 мм), округлых или угловатых двусторонних пятен. Нередко отмечается появление бурых пятен, центр которых впоследствии становится бело-серым. При сильном развитии пятна сливаются. Пикнидиальное спороношение закладывается в центре пятен. Зимует грибок на опавших листьях, формируя сумчатое спороношение. В годы, благоприятные для развития гриба, происходит преждевременное массовое опадение листьев.

Остальные возбудители различных пятнистостей (*Gloeosporium populi-nigrae* Gonz. Frag., *Marssonina castagnei* Sacc., *Septogloeum populi-perdum* Moesz & Smarods) фиксируются в конце июля–августе. Гриб *Gloeosporium populi-nigrae* формирует немногочисленные серо-бурые пятна угловатой формы, не резко ограниченные, сливающиеся. Часто поселяется на отмирающих листьях. Патоген *Marssonina castagnei* образует на листьях кругловатые темно-коричневые пятна, часто бледнее в центре, позже сливающиеся в каштановые пятна, которые охватывают всю листовую пластинку. Сильное развитие болезни приводит к потере декоративности и преждевременному опадению листьев. Микромицет *Septogloeum populi-perdum* формирует пятна неправильной формы с обеих сторон листа, диаметром 5–7 мм, кое-где разрывающиеся, пепельно-бурые, неясно зональные.

Возбудители парши листьев *Pollaccia radiosa* (Lib.) E. Bald. & Cif. [= *Fusicladium radiosum*

(Lib.) Lind] и *Fusicladium martianoffianum* (Thüm.) K. Schub. & U. Braun появляются в конце июля – начале августа. На листьях образуются округлые пятна, реже неправильные, иногда расплывчатые, различной величины (1–10 мм в диаметре), бурые, впоследствии сливающиеся. На пятнах формируются мелкие дерновинки, дымчато-бархатистые подушечки, состоящие из конидиеносцев и конидий. Пораженные листья преждевременно опадают. Поражаются также и побеги, которые чернеют, засыхают и погибают в виде крючка, иногда ломаются. Гриб зимует в виде мицелия на опавших листьях или на пораженных побегах. Микромицет *Fusicladium martianoffianum* в Сибири обнаруживается эпизодически, чаще в местах произрастания тополя лавролистного.

Leptoxylum fumago (Woron.) R. C. Srivast. [= *Fumago vagans* Pers.] вызывает «чернь» листьев тополей. В Сибири распространен повсеместно на многих видах древесных растений. Первые симптомы заболевания в виде сажистого налета появляются в июле, в отдельные годы – в июне. При ежегодном развитии наблюдается снижение декоративности и ослабление растений.

Грибы-космополиты *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. и *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link встречались на пятнах разной этиологии, формировали свое спороношение рядом со спороношениями других грибов, усиливая при этом развитие болезни.

Анализ распространения патогенных грибов на видах тополя в городах Сибири показал, что во всех обследованных объектах озеленения городов наиболее часто встречаются три вида – *Erysiphe adunca*, *Melampsora laricis-populina* и *Mycosphaerella populi* (табл. 1). Микромицеты *Leptoxylum fumago*, *Melampsora populnea* и *Pollaccia radiosa* отмечены в четырех городах. Виды *Cladosporium herbarum*, *Fusicladium martianoffianum*, *Gloeosporium populi-nigrae*, *G. tremulae*, *Pollaccia radiosa* были зарегистрированы в двух городах, а виды *Alternaria alternata*, *Phyllosticta populina*, *Septogloeum populiperdum* – только в одном. Установлено, что 50% выделенных грибов поражали один вид растения-хозяина, 14 – 2 вида, 22 – 4 вида, 14% – 5 видов.

Наиболее широко видовой состав патогенной микобиоты представлен в Новосибирске

Таблица 1

Распределение патогенных грибов на видах рода *Populus*

Вид патогена	Новосибирск	Красноярск	Кемерово	Барнаул	Томск
<i>Alternaria alternata</i>	<i>P. alba</i>	-	-	-	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i>	-	-	-	<i>P. alba</i>
<i>Erysiphe adunca</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i> <i>P. tremula</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i> <i>P. tremula</i>	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. laurifolia</i>
<i>Fusicladium martianoffianum</i>	<i>P. balsamifera</i>	-	-	-	<i>P. balsamifera</i>
<i>Gloeosporium populi-nigrae</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i>	-	-	-	-
<i>Gloeosporium tremulae</i>	<i>P. tremula</i>	<i>P. tremula</i>	-	-	-
<i>Leptoxylum fumago</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i> <i>P. tremula</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. tremula</i>	<i>P. alba</i>	-	<i>P. balsamifera</i>
<i>Marssonina castagnei</i>	-	<i>P. alba</i>	-	-	-
<i>Melampsora laricis-populina</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i> <i>P. suaveolens</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. laurifolia</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. laurifolia</i>	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. balsamifera</i>
<i>Melampsora populnea</i>	<i>P. alba</i> <i>P. tremula</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. alba</i>	-
<i>Mycosphaerella populi</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. laurifolia</i>	<i>P. balsamifera</i> <i>P. nigra</i>	<i>P. alba</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. laurifolia</i>
<i>Phyllosticta populina</i>	-	<i>P. alba</i>	-	-	-
<i>Pollaccia radiosa</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. balsamifera</i>	-	<i>P. alba</i>
<i>Septogloeum populiperdum</i>	<i>P. tremula</i>	-	-	-	-

и Красноярске (12 и 9 видов соответственно). В Барнауле зарегистрировано всего 4 вида грибов. Ландшафтные объекты Томска и Кемерово занимают промежуточное положение, в них обнаружено 7 и 6 видов соответственно.

Анализ коэффициентов сходства видового состава микромицетов по городам выявил следующую картину. Установлено высокое сходство микобиоты в объектах озеленения городов Кемерово и Барнаула ($K_{\text{ж}}=0,7$), Кемерово и Томска ($K_{\text{ж}}=0,7$), Новосибирска и Томска ($K_{\text{ж}}=0,6$), Новосибирска и Кемерово,

Новосибирска и Красноярска, Красноярска и Кемерово ($K_{\text{ж}}=0,5$). Сходство видового состава грибов, ассоциированных с листьями тополей, в Барнауле и Красноярске было самым низким ($K_{\text{ж}}=0,25$).

Встречаемость видов рода *Populus* в насаждениях объектов озеленения городов Сибири варьирует от единичного до обычного (табл. 2). Повсеместно (обычно) во всех пяти городах встречается лишь *Populus balsamifera*. Единично в посадках отмечены *P. suaveolens* (г. Новосибирск), *P. tremula* L. (г. Новосибирск и Красноярск).

Таблица 2

Сопреженный анализ встречаемости растений-хозяев и патогенных микромицетов в объектах озеленения

Род, вид растения	Встречаемость растений	Род, вид патогенного микромицета	Встречаемость микромицета
1	2	3	4
Новосибирск			
<i>Populus alba</i>	Обычно	<i>Alternaria alternata</i> <i>Cladosporium herbarum</i> <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Mycosphaerella populi</i> <i>Pollaccia radiosa</i>	Единично Редко Единично Часто Часто Единично
<i>P. balsamifera</i>	Обычно	<i>Cladosporium herbarum</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Erysiphe adunca</i> <i>Fusicladium martianoffianum</i> <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> <i>Melampsora laricis-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Единично Часто Обычно Единично Единично Обычно Обычно
<i>P. nigra</i>	Обычно	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora laricis-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Часто Часто Единично Часто
<i>P. suaveolens</i>	Единично	<i>Melampsora laricis-populina</i>	Обычно
<i>P. tremula</i>	Единично	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Gloeosporium tremulae</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Septogloeum populiperdum</i>	Обычно Обычно Часто Единично Единично
Красноярск			
<i>P. alba</i>	Часто	<i>Marssonina castagnei</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Mycosphaerella populi</i> <i>Phyllosticta populina</i> <i>Pollaccia radiosa</i>	Единично Часто Редко Единично Единично
<i>P. balsamifera</i>	Обычно	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora larici-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Обычно Часто Обычно Обычно
<i>P. laurifolia</i>	Часто	<i>Melampsora larici-populina</i>	Обычно
<i>P. nigra</i>	Часто	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Часто Редко

1	2	3	4
<i>P. tremula</i>	Единично	<i>Gloeosporium tremulae</i> <i>Erysiphe adunca</i> <i>Leptoxylum fumago</i>	Обычно Часто Единично
Кемерово			
<i>P. alba</i>	Обычно	<i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Обычно Обычно Единично
<i>P. balsamifera</i>	Обычно	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Melampsora larici-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i> <i>Pollaccia radiosa</i>	Обычно Часто Обычно Часто
<i>P. laurifolia</i>	Обычно	<i>Melampsora larici-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Обычно Редко
Барнаул			
<i>P. alba</i>	Обычно	<i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora populnea</i>	Часто Часто
<i>P. balsamifera</i>	Обычно	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Melampsora larici-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Обычно Часто Часто
<i>P. nigra</i>	Часто	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Часто Единично
Томск			
<i>P. alba</i>	Часто	<i>Cladosporium herbarum</i> <i>Mycosphaerella populi</i> <i>Pollaccia radiosa</i>	Единично Единично Редко
<i>P. balsamifera</i>	Обычно	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Fusicladium martianoffianum</i> <i>Melampsora larici-populina</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Обычно Единично Часто Часто Обычно
<i>P. laurifolia</i>	Единично	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	Часто Единично

Примечание. Встречаемость живых организмов в посадках оценивалась по следующей шкале: обычно (повсеместно) – 81–100%; часто – 41–80; редко – 11–40; единично – 1–10%.

Встречаемость патогенов также варьирует в зависимости от города и вида растения. Так, в городских насаждениях Новосибирска на листьях тополей белого и бальзамического наиболее часто отмечали развитие *Melampsora populnea*, *Mycosphaerella populi* и *Leptoxylum fumago* (см. табл. 2). В Красноярске на указанных видах по частоте встречаемости преобладали *Melampsora populnea* и *Leptoxylum fumago*; в Кемерове – *Melampsora larici-populina*, *Pollaccia radiosa*; в Барнауле – *Leptoxylum fumago*, *Melampsora populnea*, *Melampsora larici-populina*, *Mycosphaerella populi*; в Томске – *Melampsora larici-populina*, *Leptoxylum fumago*. Узкоспециализированный вид *Gloeosporium tremulae* обнаружен повсеместно (обычно) на *P. tremula* только в объектах озеленения городов Новосибирска и Красноярска.

Фитопатологические обследования показали, что тополь белый (*P. alba*) поражается ржавчиной (*Melampsora populnea*) в Новосибирске, Красноярске, Кемерове и Барнауле. Пятнистости листьев, вызываемые *Marssonina castagnei* и *Phyllosticta populina*, встречались на данном виде только в Красноярске. Высокое сходство видового состава патогенной микобиоты листьев *P. alba* в ландшафтных объектах исследуемых городов установлено в Кемерове и Барнауле ($K_{\text{ж}}=0,7$), в остальных случаях оно было незначительным, коэффициент флористической общности варьировал от 0,3 до 0,1. В Барнауле и Томске общих видов не выявлено.

К широко распространенным возбудителям заболеваний тополя бальзамического (*P. balsamifera*) отнесены *Erysiphe adunca*, *Melampsora larici-populina*, *Mycosphaerella populi*, которые встречались

во всех обследованных городах. Гриб *Leptoxylum fumago* поражал листья указанного вида в трех городах, а *Cladosporium herbarum* отмечен только в зеленых насаждениях Новосибирска. Коэффициент сходства видового состава на *P. balsamifera* по городам варьировал от 0,4 до 0,8. Наиболее высоким он был в Красноярске и Барнауле, Красноярске и Томске, Кемерове и Барнауле ($K_{ж}=0,8$), Новосибирске и Томске ($K_{ж}=0,7$).

Коэффициент сходства возбудителей болезней листьев *P. nigra* L. в Новосибирске и Красноярске, Новосибирске и Барнауле был равен 0,5, а в Красноярске и Барнауле – 1.

Коэффициент общности видов филлофильных грибов на *P. laurifolia* изменялся от 0,3 до 0,5. В Красноярске и Томске общих видов обнаружено не было.

Имеются сведения, что в отдельных областях, например, в Ростовской, белые тополя более устойчивы по сравнению с черными. В условиях городов данной области наиболее устойчив тополь бальзамический. Данный факт связывается с происхождением видов тополя из районов Евразии с резко-континентальным климатом и высокой устойчивостью к абиотическим и антропогенным факторам [6]. В ходе анализа видового состава патогенных микромицетов листьев различных видов тополя в условиях Сибири установлено, что наиболее разнообразная грибная биота представлена на *P. alba* и *P. balsamifera* (9 и 7 видов соответственно); на видах *P. tremula*, *P. nigra* и *P. laurifolia* встречается 5, 4 и 3 вида соответственно, а на *P. suaveolens* – только один (табл. 3).

Таблица 3

Видовой состав патогенов и патоконплексы листьев рода *Populus*

Вид растения	Вид патогена	Патоконплексы
<i>Populus alba</i>	<i>Alternaria alternata</i> <i>Cladosporium herbarum</i> <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Marssonina castagnei</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Mycosphaerella populi</i> <i>Phyllosticta populina</i> <i>Pollaccia radiosa</i> <i>Oidium spp.</i>	1. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> + <i>Alternaria alternata</i> + <i>Cladosporium herbarum</i> 2. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Phyllosticta populina</i> 3. <i>Oidium spp.</i> + <i>Mycosphaerella populi</i> 4. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Cladosporium herbarum</i>
<i>Populus balsamifera</i>	<i>Cladosporium herbarum</i> <i>Erysiphe adunca</i> <i>Fusicladium martianoffianum</i> <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora laricis-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	1. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Cladosporium herbarum</i> + <i>Gloeosporium populi-nigrae</i> + <i>Fusicladium martianoffianum</i> 2. <i>Melampsora laricis-populina</i> + <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Cladosporium herbarum</i> 3. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Erysiphe adunca</i> 4. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Melampsora laricis-populina</i> 5. <i>Mycosphaerella populi</i> + <i>Melampsora laricis-populina</i> 6. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Melampsora laricis-populina</i> 7. <i>Fusicladium martianoffianum</i> + <i>Mycosphaerella populi</i>
<i>Populus laurifolia</i>	<i>Fusicladium martianoffianum</i> <i>Melampsora laricis-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	1. <i>Fusicladium martianoffianum</i> + <i>Mycosphaerella populi</i>
<i>Populus nigra</i>	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora laricis-populina</i> <i>Mycosphaerella populi</i>	1. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Melampsora laricis-populina</i> 2. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Mycosphaerella populi</i>
<i>Populus suaveolens</i>	<i>Melampsora laricis-populina</i>	-
<i>Populus tremula</i>	<i>Erysiphe adunca</i> <i>Gloeosporium tremulae</i> <i>Leptoxylum fumago</i> <i>Melampsora populnea</i> <i>Septogloeum populiperdum</i>	1. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Gloeosporium tremulae</i> + <i>Melampsora populnea</i> + <i>Septogloeum populiperdum</i> 2. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Leptoxylum fumago</i> 3. <i>Erysiphe adunca</i> + <i>Gloeosporium tremulae</i> 4. <i>Gloeosporium tremulae</i> + <i>Melampsora populnea</i> + <i>Leptoxylum fumago</i>

Несмотря на то, что отдельные виды тополей характеризуются широким видовым составом патогенных микромицетов, коэффициент флористической общности варьировал в пределах 0,2–0,4. Наибольшее сходство видового состава грибов отмечено для вида *P. balsamifera* с видами *P. alba*, *P. nigra* и *P. tremula*, наименьшее – для вида *P. alba* с видами *P. nigra* и *P. tremula*.

Патогенные микромицеты могут развиваться на листьях растений отдельно или в составе патоккомплексов. Так, нами обнаружено, что на тополе белом формируется 4 типа патоккомплексов, из которых три типа – двухкомпонентные и один – четырехкомпонентный. На тополе бальзамическом установлено 7 типов двух-, трех- и пятикомпонентных комплексов микромицетов, среди которых наиболее часто встречались *Mycosphaerella populi* + *Erysiphe adunca* и *Mycosphaerella populi* + *Erysiphe adunca* + *Melampsora laricis-populina*. Наличие пятикомпонентного патоккомплекса *Erysiphe adunca* + *Mycosphaerella populi* + *Cladosporium herbarum* + *Gloeosporium populi-nigrae* + *Fusicladium martianoffianum* на листьях растений отмечали единично. На тополе лавролистном зарегистрирован один тип патоккомплекса, причем возбудитель ржавчины (*Melampsora laricis-populina*) всегда развивался отдельно. На тополе черном выявлено два типа двухкомпонентных комплексов. Отдельно от других микромицетов развивался возбудитель «черни» листьев – *Leptoxylum fumago*. На *P. tremula* может возникать 4 типа двух-, трех- и четырехкомпонентных патоккомплексов. Во всех патоккомплексах, выявленных на тополях белом, бальзамическом и лавролистном, развивался возбудитель септориоза (*Mycosphaerella populi*). Для сравнения в условиях Белоруссии на *P. alba* установлен один тип патоккомплекса – *Melampsora tremulae* + *Marssonina populi*, а на *P. tremula* – четыре типа: *Uncinula adunca* + *Melampsora tremulae*; *Melampsora tremulae* + *Gloeosporium tremulae*; *Melampsora*

tremulae + *Marssonina populi*; *Uncinula adunca* + *Melampsora tremulae* + *Gloeosporium tremulae* [17].

Выявленные комплексы патогенных микромицетов на листьях рода *Populus* в условиях Сибири свидетельствуют о формировании в каждом городе специфических патоккомплексов.

Наши данные согласуются с ранее выдвинутым тезисом о том, что формирование патогенной микобиоты в различных типах ландшафтных объектов идет по-разному, в результате чего видовой состав фитопатогенов, их распространенность и интенсивность развития болезней в насаждениях одного и того же района могут существенно отличаться [18–19].

Таким образом, анализ источников литературы и собственные исследования показали, что в крупных городах Сибири на видах рода *Populus* формируется более широкий видовой состав возбудителей заболеваний по сравнению с европейской частью РФ и странами ближнего зарубежья.

ВЫВОДЫ

1. Видовой состав патогенной микобиоты листьев 6 видов рода *Populus*, наиболее широко распространенных в ландшафтных объектах крупных городов Сибири, представлен 14 видами.
2. В большинстве объектов озеленения городов Сибири на видах тополя установлен специфический патоккомплекс и его формирование находится на разных стадиях завершенности.
3. В условиях Сибири наиболее широкий видовой состав возбудителей заболеваний формируется на тополе белом и тополе бальзамическом.
4. На тополе бальзамическом зафиксировано семь типов двух-, трех- и пятикомпонентных патоккомплексов. Несмотря на большое разнообразие патоккомплексов в условиях крупных сибирских городов данный вид является более толерантным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коропачинский И. Ю. Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Гео, 2012. – С. 78–87.
2. Бакулин В. Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сиб. экол. журн. – 2005. – № 4. – С. 563–571.
3. Бакулин В. Т. Тополь белый в Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2012. – 117 с.
4. Лесовский А. В. Ржавчина тополей на Украине и биологическое обоснование мер борьбы с ней: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Харьков, 1964. – 24 с.
5. Васильева В. И. Болезни тополей в условиях БССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1966. – 19 с.

6. Булгаков Т.С. Патогенная микобиота древесных растений Ростовской области // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботан. ин-те им. В.Л. Комарова. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 77–81.
 7. Булгаков Т.С. Грибные патогены тополей в Ростове-на-Дону и крупных городах Ростовской области // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. / под ред. Е.А. Памфилова. – Брянск: БГИТА, 2006. – Вып. 13. – С. 142–144.
 8. Приходько С.Л. Микофлора и грибные болезни основных лесообразующих пород Кыргызстана // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботан. ин-те им. В.Л. Комарова. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 113–116.
 9. Соколова Э.С. Видовой состав грибов-дендротрофов в городских насаждениях Москвы и Подмоскovie // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесн. вестн. – 1999. – № 2. – С. 140–151.
 10. Колемасова Н.Н. Грибные болезни листьев деревьев и кустарников в садах и парках Санкт-Петербурга // Лесн. вестн. – 2000. – № 6. – С. 119–124.
 11. Басова С.В. Листовая ржавчина тополя: лекция. – Л.: ЛТА, 1990. – 44 с.
 12. Минкевич И.И. Прогноз развития листовой ржавчины тополя (возбудитель *Melampsora populina* (Pers) Lev.) в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. – 2012. – № 199. – С. 64–72.
 13. Русанов В.А. Ржавчинные грибы Ростовской области // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботан. ин-те им. В.Л. Комарова. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 156–160.
 14. Колемасова Н.Н. Дендротрофная микобиота и фитосанитарное состояние парков Пушкина и Павловска: Мониторинг состояния зеленого фонда города: тр. конф. // Лесн. вестн. – 1999. – № 2. – С. 68–69.
 15. Методы экспериментальной микологии: справочник / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1982. – С. 439.
 16. Томошевич М.А. Атлас патогенных микромицетов древесных растений Сибири. – Новосибирск: Гео, 2012. – 250 с.
 17. Храмцов А.К. Микромицеты, паразитирующие на листьях тополей города Минска // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: тр. междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботан. ин-те им. В.Л. Комарова. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 282–286.
 18. Томошевич М.А., Банаев Е.В. Сопряженный анализ арборифлоры и патогенной микобиоты г. Новосибирска // Вестн. ИрГСХА. – 2011. – Вып. 44. – С. 144–151.
 19. Томошевич М.А., Банаев Е.В. О закономерностях структуры комплексов патогенных микромицетов листьев древесных растений в урбоэкосистемах Сибири // Сиб. экол. журн. – 2013. – Т. 20, № 4. – С. 515–522.
1. Koropachinskiy I.Yu. *Drevesnye rasteniya Aziatskoy Rossii*. Novosibirsk: Geo, 2012. pp. 78–87.
 2. Bakulin V.T. *Ispol'zovanie topolya v ozelenenii promyshlennykh gorodov Sibiri: kratkiy analiz problemy* [Sib. ekol. zhurn.], no. 4 (2005): 563–571.
 3. Bakulin V.T. *Topol' belyy v Zapadnoy Sibiri*. Novosibirsk: Geo, 2012. 117 p.
 4. Lesovskiy A.V. *Rzhavchina topoley na Ukraine i biologicheskoe obosnovanie mer bor'by s neyu* [Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk]. Khar'kov, 1964. 24 p.
 5. Vasil'eva V.I. *Bolezni topoley v usloviyakh BSSR* [Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk]. Minsk, 1966. 19 p.
 6. Bulgakov T.S. *Patogennaya mikobiota drevesnykh rasteniy Rostovskoy oblasti* [Griby v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh]. Sankt-Peterburg, T. 2 (2005): 77–81.
 7. Bulgakov T.S. *Gribnye patogeny topoley v Rostove-na-Donu i krupnykh gorodakh Rostovskoy oblasti* [Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa]. Bryansk: BGITA, Vyp. 13 (2006): 142–144.
 8. Prihod'ko S.L. *Mikoflora i gribnye bolezni osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Kyrgyzstana* [Griby v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh], T. 2 (2005): 113–116.
 9. Sokolova E.S. *Vidovoy sostav gribov-dendrotrofov v gorodskikh nasazhdeniyakh Moskvy i Podmoskov'ya* [Vestn. Mosk. gos. un-ta lesa – Lesn. vestn.], no. 2 (1999): 140–151.
 10. Kolemaseva N.N. *Gribnye bolezni list'ev derev'ev i kustarnikov v sadakh i parkakh Sankt-Peterburga* [Lesn. vestn.], no. 6 (2000): 119–124.

11. Basova S. V. *Listovaya rzhavchina topolya* [Lektsiya]. Leningrad: LTA, 1990. 44 p.
12. Minkevich I. I. *Prognoz razvitiya listovoy rzhavchiny topolya (vozbuditel' Melampsora populina (Pers) Lev.) v zelenykh nasazhdeniyakh Sankt-Peterburga* [Izv. S.-Peterburg. lesotekhn. akad.], no. 199 (2012): 64–72.
13. Rusanov V. A. *Rzhavchinnye griby Rostovskoy oblasti* [Griby v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh]. Sankt-Peterburg, T. 2 (2005): 156–160.
14. Kolesova N. N. *Dendrotrufnaya mikrobiota i fitosanitarnoe sostoyanie parkov Pushkina i Pavlovsk: Monitoring sostoyaniya zelenogo fonda goroda* [Lesn. vestn.], no. 2 (1999): 68–69.
15. Dudka I. A., Vasser S. P., Ellanskaya I. A. [i dr.] *Metody eksperimental'noy mikologii*. Kiev: Nauk. dumka, 1982. pp. 439.
16. Tomoshevich M. A. *Atlas patogennykh mikromitsetov drevesnykh rasteniy Sibiri*. Novosibirsk: Geo, 2012. 250 p.
17. Khramtsov A. K. *Mikromitsety, parazitiruyushchie na list'yakh topoley goroda Minska* [Griby v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh]. Sankt-Peterburg, T. 2 (2005): 282–286.
18. Tomoshevich M. A., Banaev E. V. *Sopryazhennyy analiz arboriflory i patogennoy mikrobioty g. Novosibirsk* [Vestn. IrGSKhA], Vyp. 44 (2011): 144–151.
19. Tomoshevich M. A., Banaev E. V. *O zakonornostyakh struktury kompleksov patogennykh mikromitsetov list'ev drevesnykh rasteniy v urboekosistemakh Sibiri* [Sib. ekol. zhurn.], T. 20, no. 4 (2013): 515–522.

PATHOGENIC MYCOBIOTA OF *POPULUS* L. LEAVES IN THE LANDSCAPE OF SIBERIAN MEGAPOLISES

Tomoshevich M. A., Vorobyeva I. G.

Key words: pathogenic micromycetes, biodiversity, *Populus*, biology of fungi, pathocomplexes, urban ecosystem, plant sustainability.

Abstract. The article shows the results of many years monitoring of species composition of pathogenic micobiota of *Populus* leaves which are used in the landscape of Siberian megalopolises. The authors highlight 14 micromycetes and wide spectrum of species that cause diseases in comparison with the central part of Russian and bordering countries. The paper shows the periods of pathogens appearance and describes their biology. The most frequent are *Erysiphe adunca*, *Melampsora laricis-populina* and *Mycosphaerella populi*. The most wide-spread pathogenic micobiota is observed in Novosibirsk and Krasnoyarsk. The researchers outline similarity of micobiota in landscaping of Kemerovo and Barnaul ($K_{zh} = 0.7$), Kemerovo and Tomsk ($K_{zh} = 0.7$), Novosibirsk and Tomsk ($K_{zh} = 0.6$), Novosibirsk and Kemerovo, Novosibirsk and Krasnoyarsk, Krasnoyarsk and Kemerovo ($K_{zh} = 0.5$). The highest similarity of species composition of pathogenic micobiota of *P.* leaves was observed in Kemerovo and Barnaul ($K_{zh} = 0.7$); *P. balsamifera* – in Krasnoyarsk and Barnaul, Krasnoyarsk and Tomsk, Kemerovo and Barnaul ($K_{zh} = 0.8$), Novosibirsk and Tomsk ($K_{zh} = 0.7$); *P. nigra* – in Novosibirsk and Krasnoyarsk, Novosibirsk and Barnaul ($K_{zh} = 0.5$). The index of similarity of fungi on *P. laurifolia* ranged from 0.3 to 0.5. The paper shows that pathogenic micomycetes can develop in pathocomplexes in the conditions of Siberia. There are 4 types of pathocomplexes formed on the *Populus alba*; three of them are two-component and one of them is four-component. There are 7 types of two-component, three-component and five-component pathocomplexes on the *Populus balsamifera*; one type on the *Populus Laurifolia* Lbd; two types on the *Populus nigra*. The authors observed the *Septoria* blight in all the pathogenic complexes explored on the poplars.