

УДК [582.284+574.472](470.56)

МИКОБИОТА ЛЕСОПОЛОС СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)

¹Сафонов М.А., ²Маленкова А.С.

¹ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург,
e-mail: safonovmaxim@yandex.ru;

²МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 2 пос. Переволоцкий», Переволоцк,
e-mail: malenkova.an@yandex.ru

Искусственные лесные насаждения являются важными элементами ландшафтной структуры степных регионов, выполняя хозяйственные и экологические функции. В частности, они являются местообитаниями для многих видов растений, грибов, насекомых и животных, не типичных для степной биоты. Многолетние исследования дереворазрушающих грибов искусственных лесных насаждений в пределах степной зоны Южного Урала (Оренбургская область) позволили выявить 164 вида, относящихся к 78 родам, 33 семействам и 18 порядкам отдела Basidiomycota. Максимальное количество видов отмечено в березовых искусственных насаждениях; минимальное – в насаждениях лиственницы. Сравнение биоты грибов искусственных и естественных насаждений одинакового породного состава показало, что наиболее сходны микобиота искусственных и естественных насаждений березы, а наименее – сосны. В искусственных древостоях сосны отмечены виды, не обнаруженные в естественных сосняках (*Dacryobolus sudans*, *Diplomitoporus crustulinus*, *Hyphodontia breviseta*, *H. nespori*, *H. sambuci*, *H. spathulata*, *Leucogyrophana mollusca*, *L. pulverulenta*, *Peniophora pini*, *Postia lateritia*, *Skeletocutis carneogrisea*, *Steccherinum subcrinale*, *Tubulicrinis borealis*, *Tubulicrinis propinquus* и др.). В березовых посадках идет формирование микоценозов, максимально близких к естественным, чему способствует наличие в регионе нативной микобиоты березняков; наиболее специфичной является микобиота сосновых искусственных насаждений. Полученные данные следует учитывать при оценке состояния искусственных лесных экосистем региона, так как они являются косвенным индикатором успешности развития этих экосистем.

Ключевые слова: дереворазрушающие грибы, микобиота, микоценозы, лесополосы, искусственные насаждения, степная зона, Южный Урал

MYCOBIOTA OF ARTIFICIAL TREE STANDS OF STEPPE ZONE OF THE SOUTH URALS (ORENBURG REGION)

¹Safonov M.A., ²Malenkova A.S.

¹Orenburg State Pedagogical University, Orenburg,
e-mail: safonovmaxim@yandex.ru;

²MBOU «Secondary school № 2 settlement Perevolotskiy», Perevolotskiy,
e-mail: malenkova.an@yandex.ru

Artificial forests are important elements of the landscape structure of steppe regions, fulfilling the economic and ecological functions. In particular, they are habitats for many species of plants, fungi, insects and animals that are not typical for the steppe biota. Long-term studies of wood-destroying fungi of artificial forest plantations in steppe zone of the South Urals (Orenburg region) allowed to reveal 164 species belonging to 78 genera, 33 families and 18 orders of the division Basidiomycota. The maximum number of species recorded in birch artificial plantations; the minimum is in plantings of larch. Comparison of fungal biota of artificial and natural plantations of the same trees species composition showed that the most similar are of the mycobiotas of artificial and natural stands of birch, and the least similar – of pine tree stands. In artificial stands of pine marked species not found in natural pine forests (*Dacryobolus sudans*, *Diplomitoporus crustulinus*, *Hyphodontia breviseta*, *H. nespori*, *H. sambuci*, *H. spathulata*, *Leucogyrophana mollusca*, *L. pulverulenta*, *Peniophora pini*, *Postia lateritia*, *Skeletocutis carneogrisea*, *Steccherinum subcrinale*, *Tubulicrinis borealis*, *Tubulicrinis propinquus* and etc.). In birch plantations is the formation of mycocenoses, maximally close to the natural ones, which contributes to the region's birch native mycobiota; the most specific one is mycobiota of pine plantations. The data obtained should be considered when assessing the state of artificial forest ecosystems in the region, as they are the indirect indicator of the success of the development of these ecosystems.

Keywords: wood-destroying fungi, mycobiota, mycocenoses, artificial plantings, steppe zone, South Ural

Степная зона Евразии отличается низкой лесистостью, определяемой ее природно-климатическими условиями. Малое количество лесов существенно затрудняет ведение хозяйства в степной зоне, так как увеличивается ветровая и водная эрозия при распашке земель, обостряется проблема засух и суховеев. Для решения этой проблемы, начиная с середины 19 века,

в степной зоне России и Украины начали проводиться работы по созданию лесополос и других искусственных насаждений, которые выступают в качестве регулятора, сглаживающего экстремальные условия во времени и в пространстве [19].

В условиях интенсивной антропогенной трансформации степных экосистем возрастает значение резерватов биологического

разнообразия, как фактора сохранения разнообразия региональной биоты и повышения ее устойчивости. Традиционным показателем устойчивости экосистем считается уровень биоразнообразия. На современном этапе освоения степей наблюдается банализация флоры и фауны и исчезновение видов, имеющих наибольшую биологическую ценность. Искусственные лесные насаждения, создавая гетерогенность локальных условий, формируют специфические условия микроместообитаний, служащие убежищами исходно степной биоты.

Существование искусственных насаждений в условиях степной и лесостепной зон сказывается не только на жизнеспособности древесных и кустарниковых растений, посаженных человеком; под пологом насаждений, а также в приопушечной зоне, формируются специфические сообщества травянистых растений, в лесонасаждениях формируется своеобразная энтомофауна, орнитофауна и микобиота [2, 6, 9, 10 и др.].

Важное значение для развития искусственных лесных насаждений имеют грибы-макромицеты и, реципрокно, велико влияние характеристик лесополос на видовой состав и структуру сообществ этих грибов.

Целенаправленные работы по изучению грибов-макромицетов степной зоны Евразии были начаты в степной зоне Украины [6]. Начиная с 50-х годов XX века проводились исследования видового состава и закономерностей распространения грибов разных экологических групп в лесных насаждениях степной зоны Украины, и, в том числе, в полезащитных полосах [1, 8, 11, 12 и др.].

Помимо указанных работ, данные о биоте базидиомицетов полезащитных лесополос различных районов бывшего СССР приводятся в работах Б.П. Василькова [5], Л.Г. Буровой [4], П.В. Дервянкина [7] и ряде других публикаций. Однако следует отметить, что исследования грибов лесополос и других искусственных насаждений именно степной зоны остаются достаточно немногочисленными.

Целью проведенных нами многолетних исследований было выяснение роли антропогенных лесных экосистем в формировании общего разнообразия микобиоты Оренбургской области, как части степной зоны Южного Урала а также выяснение характерных структурных черт микоценозов этих насаждений в сравнении с нативными насаждениями того же породного состава.

Объектами исследований являлись базидиальные дереворазрушающие грибы – макромицеты, являющиеся частью наиболее многочисленной экологической группы грибов – сапротрофов, играющих ведущую роль в системе редуцентов [14]. Их разнообразие определяется разнообразием и распространенностью субстрата – мертвой органики. Ксилотрофные грибы-макромицеты – типичные обитатели лесных экосистем, для которых субстратом является древесина. Они способствуют отпаду старых деревьев и осуществляют деструкцию отмершей древесины, обеспечивая круговорот веществ в экосистемах.

Особый интерес к этой группе грибов определяется их ролью в функционировании лесных экосистем, в которых они обеспечивают круговорот вещества и энергии, переводя сложные органические соединения в более простые формы, делая их доступными для других живых организмов. При этом главный вклад в деструкцию древесных остатков вносят ксилотрофные грибы [14]. Дереворазрушающие грибы оказывают прямое влияние на лесные экосистемы, участвуя в круговороте веществ посредством разложения лигнин-целлюлозных соединений и продуцирования за счет этого собственной биомассы. Эти же функции грибов оказывают косвенное влияние на жизнедеятельность человека, обеспечивая существование лесных экосистем, являющихся источником кислорода, а также источником многочисленных древесных и недревесных продуктов, используемых человеком.

Большая часть этих грибов до недавнего времени объединялись в порядок Aphyllophorales. В современных системах их относят к нескольким порядкам (Coriariales, Fomitopsidales, Hyphodermatales, Perenniporiales, Schizophyllales и др.) [20, 21]. Ксилотрофные грибы отличаются по морфологии плодовых тел, но их объединяет способность разлагать лигнин и целлюлозу за счет выработки соответствующих ферментов.

Экологическая функция дереворазрушающих грибов в лесных экосистемах характеризуется рядом параметров. Прежде всего, это приуроченность к различным субстратам. Большая часть представителей этой группы развивается на древесине, находящейся на различных стадиях разложения – от свежего отпада до почти гумифицированных остатков [3]. Относительно небольшое число видов растет на живых

стволах и вызывает стволовые и корневые гнили деревьев преимущественно зрелого возраста.

Многие афиллофороидные дереворазрушающие грибы обладают более-менее жесткими крупными многолетними базидиомами или базидиомами, которые сохраняются на субстрате и после окончания споруляции, тогда как плодовые тела агарикоидных грибов появляются с определенной периодичностью, определяемой их феноритмотипом [17], и быстро загнивают. В связи с этим, ксилотрофные грибы являются более удобным объектом для мониторинга, и продолжительное существование их базидиом способствует более полному выявлению видового состава мицелиоценозов.

Важнейшая роль, выполняемая этой группой грибов и их вклад в устойчивое функционирование лесных экосистем определяют значимость изучения именно этой группы организмов, как одного из ведущих факторов формирования и существования искусственных лесных насаждений.

Материалы и методы исследования

Для изучения биоты дереворазрушающих грибов в 1993-2013 гг. были обследованы ряд искусственных насаждений разного видового состава в разных районах Оренбургской области. В общей сложности были обследованы искусственные насаждения на площади более 120 га. Площадь отдельных обследованных площадок колебалась от 0,25 до 2 га, исходя из площади, реально занимаемой тем или иным насаждением. Основными принципами выбора насаждений для исследований была их репрезентативность. При этом в микологических исследованиях, из-за значительного разнообразия состава лесонасаждений, использовались укрупненные формализованные типы насаждений, по аналогии с группами, выделенными С.П. Вассер, И.М. Солдатовой [6] при изучении микобиоты степных насаждений Украины (монодоминантные, полидоминантные насаждения).

Сбор образцов производился методом маршрутного учета. На маршруте производилось описание биотопов, растительности и субстратов, на которых обитали грибы. Оценка численности грибов основывалась на определении в 2-х метровой полосе учета количества древесных остатков, на которых развивается тот или иной вид; за образец принималась единица субстрата, на которой отмечались базидиомы данного вида [14]. В общей сложности было собрано и определено более 1900 образцов плодовых тел. Идентификация собранных образцов была произведена автором с использованием русскоязычной и зарубежной определительной литературы. При анализе использовались определенные и не идентифицированные ранее материалы, хранящиеся в коллекции ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет».

При описании грибов была использована система высших базидиальных грибов, опубликованная в книге «Nordic Macromycetes» [20, 21].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных исследований в биоте дереворазрушающих грибов искусственных насаждений Южного Приуралья было выявлено 164 вида, относящихся к 78 родам, 33 семействам и 18 порядкам отдела Basidiomycota. По таксономическим пропорциям она достаточно близка к региональной микобиоте (Сафонов, 2007). К числу наиболее крупных порядков относятся *Hyphodermatales*, *Fomitopsidales*, *Coriolales*, *Polyporales*, *Agaricales*. На их долю приходится 58,0% видов.

Наиболее крупными семействами микобиоты, образующими ее ядро, являются *Chaetoporellaceae*, *Coriolaceae*, *Phaeolaceae*; на их долю приходится 29,3% видов микобиоты. Доля маловидовых семейств составляет 11%. Спектр ведущих семейств в целом соответствует таковому в региональной микобиоте [16]. Крупнейшими родами микобиоты являются *Hyphodontia* (12 видов), *Postia* (10), *Hyphoderma* (6), *Steccherinum* (6), *Trametes* (6), *Phlebia* (5), *Phellinus* (5), *Polyporus* (5).

В изученной микобиоте преобладают виды-эвритрофы 2 порядка (Мухин, 1993). Из них 16 видов обитают только на древесине хвойных древесных растений (преимущественно *Pinus sylvestris*), а остальные – на лиственных. К числу эвритрофов 2 порядка, обитающих только на хвойных, в первую очередь следует отнести виды рода *Postia*. Из обнаруженных видов только 18 могут быть отнесены к стенотрофам, т.е. видам, которые на протяженности всего ареала или в большей его части заселяют древесину одного рода древесных растений или ограниченного спектра таких растений. К таким видам, в частности, относятся *Sarcodontia crocea*, типичная для сухостойных яблонь; обитающие на древесине березы *Inonotus obliquus*, *Lenzites betulinus*, *Piptoporus betulinus* и ряд других видов.

Подавляющее большинство отмеченных видов грибов являются сапротрофами. На живых деревьях более или менее постоянно отмечались 8% видов. Из них лишь 6 видов могут быть достаточно уверенно отнесены к биотрофам, в частности, это трутовик настоящий (*Fomes fomentarius*), трутовик чешуйчатый (*Polyporus squamosus*), сливовый трутовик (*Phellinus tuberculatus*), опенок зимний (*Flammulina velutipes*), серно-желтый трутовик (*Laetiporus sulphureus*). Эти виды являются активными фитопатогенами

как в искусственных, так и в естественных насаждениях региона [15, 16].

Распределение грибов по отдельным лесным массивам определяется рядом факторов, к которым относятся, в первую очередь, качественные и количественные характеристики трофического ресурса (древесины), условия местообитания и т.п. Соответственно, распределение отмеченных нами видов грибов по разным группам искусственных насаждений также было неравномерным. Максимальное количество видов отмечено в березовых лесополосах; большая часть видов отмечена в многорядных березовых лесополосах. Наиболее бедной является микобиота лиственных посадок, в которых были отмечены только 3 вида грибов. В ряде изученных искусственных насаждений дереворазрушающие грибы почти полностью отсутствовали и были представлены 1-2 видами.

Анализ сходства видового состава грибов разных типов насаждений с использованием коэффициента Сьеренсена-Чекановского показал существенные различия между этими насаждениями (максимальный показатель – 0,545). Низкое сходство видового состава грибов разных насаж-

дений обуславливается, в частности, различиями в пространственном размещении насаждений (положение в рельефе, размещение в той или иной природной зоне), а также возрастом насаждений, их типом, сформированностью травянистого покрова и т.д.

Особый интерес представляет вопрос о сходстве видового состава грибов искусственных и естественных насаждений в пределах региона, так как логично предположить, что именно естественные лесные экосистемы являются источником поступления спор грибов в формирующиеся искусственные лесные экосистемы. Вследствие этого, конечным результатом формирования квазинатуральных, устойчивых антропогенных насаждений должно стать и формирование сообществ грибов, структурные характеристики которых близки к таковым в нативных лесах. Так как разнообразие породного состава искусственных насаждений значительно ниже разнообразия типов естественных лесов региона, мы провели сравнение некоторых значимых характеристик сообществ ксилотрофных грибов березовых, сосновых и широколиственных насаждений разного генезиса (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики комплексов ксилотрофных грибов разных типов искусственных насаждений

Характеристики	Типы насаждений		
	Березовые	Сосновые	Широколиственные
Количество видов, шт	91	40	31
Таксономические пропорции	1: 2,04:3,79	1:1,5:2,36	1:1,53:2,07
Сходство с естественными насаждениями ($K_{сч}$)	80,4	31,3	43,1
Индекс Шеннона	1,07-2,90	2,06-2,47	1,43-2,11
Индекс Симпсона	0,08-0,38	0,1-0,15	0,18-0,33
Доля стенотрофных видов, %	0 – 25	5,8 – 61,5	0-28,6

Анализ показал, что сравниваемые комплексы отличаются по ряду характеристик, а в сравнении с естественными древостоями наибольшим сходством обладает микобиота искусственных насаждений березы, а наименьшим – сосны. В тоже время в искусственных сосняках сохраняется высокая степень специфичности микобиоты. Так, значительное число видов, отмеченных в искусственных насаждениях сосны, не был ранее отмечен в сосняках Оренбургского Приуралья, и они являются новыми для региона: *Antrodia gossypia* (Speg.) Ryv.,

Athelia salicum, *Dacryobolus sudans* (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr., *Diplomitoporus crustulinus* (Fibres.) Dom., *Hyphodontia breviseta* (Karst.) Erikss., *H. nespори* (Bres.) J. Erikss. & Hjortstam, *H. sambuci* (Pers.) J. Erikss., *H. spathulata* (Fr.) Parm., *Leucogyrophana mollusca* (Fr.) Pouzar, *L. pulverulenta* (Fr.) Ginns, *Peniophora pini* (Schleich.:Fr.) Boidin, *Peniophorella tsugae* (Burt) K. H. Larss, *Phanerochaete calotricha* (Karst.) Erikss., *Phlebia tristis* (Litsch. & Lund.) Parm., *Postia caesia* (Shrad.: Fr.) P.Karst, *Postia lateritia* Renwall., *Skeletocutis carneogrisea* A.David.,

Steccherinum subcrinale (Peck) Ryv., *Tubulicrinis borealis* J. Erikss., *Tubulicrinis propinquus* (Bourdot & Galzin) Donk.

Исходя из вышеприведенного предположения, что по мере формирования среды в искусственных лесных экосистемах должна происходить и трансформация микобиоты в сторону увеличения ее типичности,

было проведено сравнение между возрастом искусственных насаждений и видовым богатством и разнообразием. Корреляционный анализ показал наличие определенных значимых связей между возрастом древостоев с одной стороны, и видовым разнообразием и индексами разнообразия с другой (табл. 2).

Таблица 2

Связь между возрастом искусственных насаждений и характеристиками микоценозов дереворазрушающих грибов (коэффициента корреляции Пирсона)

Показатели	Возраст насаждений	
	Значение коэффициента корреляции	Уровень значимости (p)
Количество видов	0,75	< 0,0001
Индекс Шеннона	0,75	< 0,0001
Индекс Симпсона	-0,49	< 0,01

Это можно интерпретировать следующим образом: по мере увеличения возраста искусственных древостоев возрастает уровень сформированности их фитocenотической среды, увеличивается количество потенциальных субстратов для дереворазрушающих грибов и расширяется спектр их типов. Следствием этого становится более активное заселение таких искусственных насаждений ксилотрофными грибами. Также достаточно достоверна связь между возрастом древостоев и видовым разнообразием.

Обобщая полученные нами данные, можно сделать вывод, что биота дереворазрушающих грибов искусственных лесных насаждений в сравнении с микобиотой естественных массивов относительно обеднена, как в отношении количества видов, так и в отношении количества особей одного и того же вида. Подобная тенденция отмечалась ранее Б.П. Васильковым [5], указывавшим, что эта тенденция заметнее проявляется по мере продвижения к югу и юго-востоку, т.е. с увеличением континентальности климата.

С точки зрения анализа тенденций формирования микобиоты, искусственные насаждения разного породного состава заметно отличаются. В березовых посадках идет формирование микоценозов, максимально близких к естественным, чему способствует наличие в регионе нативной микобиоты березняков; наиболее специфичной является микобиота сосновых искусственных насаждений, которая существенно отлича-

ется от биоты грибов естественных сосняков региона, за счет присутствия в ней ряд специфичных видов. Общую тенденцию формирования биоты дереворазрушающих грибов искусственных насаждений можно сформулировать следующим образом: по мере формирования и развития лесополос формируется и микобиота, в которой происходит переход от тривиальных или случайных видов к видам, в той или иной степени специфичным для формационной микобиоты основной лесобразующей породы в лесных культурах.

Полученные нами данные следует учитывать при оценке состояния искусственных лесных экосистем региона, так как они являются косвенным индикатором успешности развития этих экосистем. Кроме того, искусственные насаждения, особенно старовозрастные насаждения сосны [18], необходимо рассматривать в качестве перспективных площадок для организации в них постоянного микологического мониторинга и, возможно, лесокультурных памятников природы регионального значения.

Список литературы

1. Бейлин И.Г. Санитарное состояние полезных насаждений и мероприятия по предупреждению массовых заболеваний в них // Вопросы полезного лесоразведения. М., 1951. – С. 45-52.
2. Белик В.П. Вопросы формирования орнитофауны искусственных лесов степного Предкавказья и сопредельных территорий: дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1985. – 23 с.
3. Бондарцева, М.А. Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиоми-

- цетов в лесных экосистемах / М.А. Бондарцева // Грибные сообщества лесных экосистем. – М.,–Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. – С. 9-25.
4. Бурова Л.Г. Формирование группировок макромицетов в культурах сосны разного возраста // Лесоведение, 1973. № 1. – С. 38-45.
5. Васильков, Б.П. Очерк географического распространения шляпочных грибов в СССР / Б.П.Васильков. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 86 с.
6. Вассер С.П., Солдатова И.М. Высшие базидиомицеты степной зоны Украины (порядки Russulales, Agaricales, Boletales и Aphyllorphorales). – Киев: Наукова думка, 1977. – 353 с.
7. Деревянкин, П.В. О циркуляции патогенов в искусственных агро-лесных ценозах / П.В. Деревянкин // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. тр. Т.2 – Ставрополь: АГРУС. – 2005. – С. 282-284.
8. Добровольский И.А., Сосин П.Е. Материалы к микофлоре лесных насаждений в степях УССР // Искусственные леса степной зоны Украины. – Харьков: Изд-во Харьковского ун-та, 1960.
9. Засоба В.В. Формирование основных компонентов биоты в искусственных лесных массивах Ростовской области // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2009, № 5. – С. 88-93.
10. Засоба В.В., Данилов Р.Ю. Фитоценозы искусственных лесных биоценозов степной зоны Краснодарского края // Экология та ноосферологія, 2008. Т. 19, № 3-4. – С. 31-39.
11. Зерова М.Я., Воробьев Д.В. Микориза и проблема полезащитного лесоразведения в условиях степи Украинской ССР // Тр. комплексной научн. экспед. по вопр. полезащитного лесоразведения. – 1952. Т. 2, вып. 2.
12. Клошник П.И. О повышении устойчивости древесных насаждений степной зоны к грибным болезням // Бюллетень МОИП, отд. Биол., 1958. – 63, 1.
13. Кузьмина Т.С., Мухин Ю.П. Структурно-функциональная оптимизация агролесомелиоративных эколого-экономических систем // Вестник ВолГУ, Серия 3. Экономика. Экология. Вып. 3. 1998. – С. 108-115.
14. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. – 231 с.
15. Сафонов М.А. Структура сообществ ксилотрофных грибов. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 269 с.
16. Сафонов М.А. Редуценты лесов Южного Приуралья: материалы к микобиоте и энтомофауне Оренбургской области. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 136 с.
17. Сафонов М.А. Феноэкология базидиальных грибов в условиях Южного Приуралья // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 8 – С. 119-125
18. Сафонов М.А., Маленкова А.С. Дереворазрушающие грибы искусственных хвойных насаждений в Южном Приуралье // Вестник ОГУ, № 12 (131), декабрь 2011. – С. 140-143.
19. Чегодаева Н.Д., Каргин И.Ф., Астрадамов В.И. Влияние полезащитных лесных полос на водно-физические свойства почвы и состав населения жуэелиц прилегающих полей. – Саранск: Мордовское книжное изд-во, 2005. – 125 с.
20. Nordic Macromycetes. V.2: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales. – Gopenhagen: Nordsvamp, 1992. – 382 p.
21. Nordic Macromycetes. V.3: Heterobasidioid, Aphyllorphoroid and Gasteromycetoid basidiomycetes. – Gopenhagen: Nordsvamp, 1997. – P. 383-620.