

**М. А. Сафонов****Синантропизация биоты грибов-макромицетов в Южном Предуралье**

Синантропизация — глобальный фактор изменения биоразнообразия, вследствие чего существует общность подходов к оценке синантропизации разных компонентов биоты. На основе многолетних наблюдений обозначены тенденции синантропизации микобиоты и оценено влияние антропогенных изменений на видовой состав и структуру биоты грибов-макромицетов Южного Предуралья. Основное следствие синантропизации микобиоты — увеличение доли сапротрофных видов с низкой субстратной специфичностью. Наличие адвентивных видов связано с искусственными сосновыми насаждениями и посадками плодовых деревьев. Стратегия контроля синантропизации микобиоты включает мониторинг видового состава и нарушений структурных и функциональных особенностей сообществ.

**Ключевые слова:** синантропизация, грибы-макромицеты, адвентивные виды, древоразрушающие грибы, Южное Предуралье.

Деятельность человека — фактор глобальной трансформации биоты. Все экосистемы планеты испытывают прямое или косвенное антропогенное влияние. Его негативные последствия не всегда заметно проявляются из-за удаленности природных объектов от основных источников эмиссии загрязняющих веществ или благодаря способности биосистем к самовосстановлению [4], однако во многих случаях антропогенные воздействия приводят к деградации экосистем, нарушению структуры и функций сообществ, обеднению биоты [32]. Процесс перестройки экосистем в результате антропогенной деятельности можно определить как синантропизацию, понимая под ней адаптацию живых систем надорганизменного уровня к условиям среды, созданным или видоизмененным в результате деятельности человека.

Синантропизация затрагивает все компоненты экосистем. Объектами при изучении синантропизации могут быть флора и растительность [1; 6—8; 34; 35 и др.], микобиота [12; 14; 15; 36; 37 и др.], фауна [9; 19; 40; 41 и др.]. Показатели степени синантропизации разнообразны и включают учет появления и изменения численности в сообществах синантропных видов, замену естественных растительных сообществ производными и синантропными, уменьшение разнообразия, обеднение состава, упрощение структуры, снижение продуктивности и стабильности сообществ [6; 7; 25]. Один из актуальных аспектов синантропизации — возрастание числа и доли инвазивных видов, меняющих естественные сообщества путем замещения аборигенных видов [11; 16; 39 и др.].

Высокий уровень антропогенной трансформации экосистем степной и лесостепной зон Южного Предуралья обусловил цель нашей работы — изучить современные тенденции синантропизации микобиоты и оценить влияние антропогенных изменений на видовой состав и структуру биоты грибов-макромицетов Южного Предуралья.

**Материалы и методы**

Использованы данные многолетних (1994—2016) исследований видового состава и структуры биоты грибов-макромицетов, проведенных в 20 административных районах Оренбургской области, расположенных в лесостепной и степной зонах Южного Предуралья. Всего обследовано более 500 га лесов разного типа и собрано более 7 тыс. образцов плодовых тел грибов с последующей идентификацией их видовой принадлежности. При описании систематического положения видов и надвидовых таксонов использована современная система грибов базы Index Fungorum (по состоянию на январь 2018 г.). Используются данные о распространении, численности и экологии 405 видов грибов-макро-

© Сафонов М. А., 2018

мицетов из 152 родов и 48 семейств, относящихся к 12 порядкам класса *Agaricomycetes* отдела *Basidiomycota*. Подавляющее большинство видов относятся к древоразрушающим базидиомицетам [38]. Анализируемый список составляет почти половину (47,7%) от прогнозируемого разнообразия грибов региона [23].

### Результаты и обсуждение

Оценку синантропизации нужно соотносить с конкретными формами антропогенных влияний на экосистемы и биоту. В отношении микобиоты к таким воздействиям следует отнести:

- 1) изменения экосистем — автогенные, связанные со старением и изменением видового состава лесов, и аллогенные — антропогенные;
- 2) инвазию видов;
- 3) интродукцию древесных растений, которая оказывает косвенное влияние на микобиоту.

Основные показатели антропогенной трансформации микобиоты по В. А. Мухину [12]: число синантропных видов, ценогические позиции синантропов и их активность, соотношение пришлых (антропомикеты) и местных (апомикеты) синантропных видов.

Эти показатели позволяют объективно оценить количественные и качественные преобразования сообществ грибов лесных экосистем при разных антропогенных нагрузках.

**Критерии выделения синантропных видов грибов.** Одно из следствий синантропизации — появление обширной группы видов, для которых деятельность человека является положительным фактором. Численность таких видов при усилении антропогенных нагрузок увеличивается [12]. В отношении базидиальных древоразрушающих грибов в качестве показателя синантропности часто рассматривается изменение доли фитопатогенных видов; их значительную численность можно интерпретировать как показатель неустойчивого состояния лесной экосистемы [28].

В. Г. Стороженко [30] отмечал увеличение численности возбудителей корневых, комлевых и стволовых гнилей (корневая губка, опенок осенний, трутовик Швейница) при возрастании рекреационной нагрузки на леса. Н. Н. Гаврицкова [5] также отмечает возрастание обилия фитопатогенных видов (*Fomitoporia robusta* (P. Karst.) Fiasson & Niemela, *Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & Borisov) при антропогенной нагрузке. Но по ее данным, опенок осенний не увеличивает, а сокращает численность в условиях антропогенного пресса. Наши исследования показали, что для лесных экосистем региона также характерно увеличение обилия фитопатогенных грибов при антропогенной нагрузке [26; 28; 29].

Большая часть синантропных видов — местные, приспособленные к существованию в антропогенных местообитаниях. К таким видам В. А. Мухин относил *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *T. versicolor* (L.) Lloyd, *Schizophyllum commune* Fr. и ряд других [13; 14]. Причина повышения их обилия при антропогенной нагрузке — широкая экологическая валентность в отношении субстрата и других факторов. Из-за этого при снижении конкуренции со стороны других видов и появления значительного числа субстратов, пригодных для колонизации, эти грибы достаточно быстро «проявляются» в сообществе.

Рассуждая о синантропной микобиоте, А. Н. Петров, Е. А. Матосова [15] рассматривают ее как совокупность видов грибов, дифференцированно реагирующих на разные воздействия, т.е. синантропная микобиота в их трактовке — биота, существующая в настоящее время в антропогенных местообитаниях, в первую очередь урбанизированных. Основываясь на приуроченности видов к разным природно-антропогенным средам и в

зависимости от степени синантропизации по классификации Г. И. Плешановой [17; 18], они распределили грибы по группам:

- приспособленные «к обитанию в субприродной среде, испытывающей эпизодические антропогенные воздействия и сохраняющей экологическое равновесие главным образом за счет саморегуляции (слабая синантропизация)»;

- адаптированные «к квазиприродной среде, подвергающейся регулярному антропогенному воздействию и сохраняющей равновесие благодаря активному вмешательству человека (сильная синантропизация)»;

- внедренные «в артеприродную среду, само существование которой обеспечивается постоянной деятельностью человека (полная синантропизация)» [15, с. 23].

Сравнение распределения видов грибов по группам синантропности в Южном Прибайкалье и в Южном Приуралье показало, что тенденции изменения численности в регионах совпадают только для отдельных видов. Например, *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., рассматриваемый в Южном Прибайкалье как синантроп, в условиях Оренбургской области обычный фоновый вид, встречающийся в лесах с разным уровнем антропогенной деградации. *Volvariella bombycina* (Schaeff.: Fr.) Sing. — артеприродный вид в обоих регионах. *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. снижает активность с увеличением антропогенной нагрузки во многих регионах страны [13] и т.д.

В Южном Приуралье к синантропным грибам с увеличивающейся численностью в антропогенных местообитаниях можно отнести: *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., часто встречающийся на ослабленных вязах, тополях и ясенях в городе; *Schizophyllum commune*, активно заселяющий древесину многих родов древесных растений; своеобразную группу грибов, заселяющих старовозрастные яблони в садах области (*Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl., *S. spumea* (Sowerby) Spirin, *Aurantioporus fissilis* (Berk. & M. A. Curtis) H. Jahn ex Ryvarden и ряд других) [21].

Судя по всему, синантропность отдельных видов варьирует по регионам, по типам леса и т.д. Поэтому для оценки синантропизации микобиоты необходимы регионально адаптированные шкалы.

**Изменение микобиоты вследствие трансформации естественных лесов.** Важная причина синантропизации микобиоты — изменение площадей и видового состава лесов. Многие грибы, особенно трутовые, приурочены к древостоям высоких классов возраста. Омоложение лесов из-за рубок ухода или порослевого возобновления приводит к исчезновению из локальных биот таких видов грибов. Из-за закономерных естественных смен и антропогенного вмешательства в микобиоте постепенно сокращается пул видов с крупными плодовыми телами, развивающимися на крупномерном валеже и сухостойных деревьях (*Abortiporus biennis* (Bull.) Singer, *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murill, виды родов *Fomitoporia*, *Phellinus* и др.). Соответственно возрастает доля видов, преимущественно встречающихся на мелких и средних ветвях широкого спектра родов древесных растений (кортициоидные грибы; виды родов *Daedaleopsis*, *Datronia*, *Stereum*, *Trametes* и др.). Сходная тенденция наблюдается и в отношении стенотрофных видов, субстратным преферендумом которых является, например, древесина дуба [22]. Вследствие смены коренных дубрав производными полидоминантными кленово-липово-вязовыми лесами вклад кверцетальных видов в разнообразие микобиоты снижается [3].

Собственно адвентивные виды, активно внедряющиеся в естественную микобиоту, в регионе не выявлены. Единственная причина появления нетипичных видов грибов — создание искусственных насаждений — лесополос, садов, зеленых насаждений.

**Микобиота искусственных лесных насаждений.** Искусственные лесные насаждения разных типов и состава широко распространены в регионе и исходно являются ан-

тропогенными. Однако устойчивые, длительно существующие искусственные насаждения — это и рефугиумы для видов насекомых, растений, грибов, нетипичных для степной зоны и даже занесенных в списки редких видов [27]. Для многих видов ксилотрофных грибов в искусственных древостоях формируются уникальные экологические ниши. Вследствие этого в микоценозах посадок есть некоторые виды, не отмеченные даже в естественных древостоях [27].

В искусственных насаждениях региона отмечено 195 видов грибов, относящихся к 88 родам, 36 семействам отдела *Basidiomycota*, что составляет 48,2% всех видов. Некоторые виды искусственных насаждений не встречались в естественных лесах, например *Antrodia gossypia* (Speg.) Ryvardeen, *Amylocorticiellum subillaqueatum* (Litsch.) Spirin et Zmitr., *A. subincarnatum* (Peck.) Pouzar, *Anomoporia albolutescens* (Romell) Pouzar, *Athelia lutescens* (J. Erikss. & Ryvaren) Zmitr. & Spirin, *Athelia salicum* Pers., *Diplomitoporus crustulinus* (Bres.) Domański, *Hyphoderma sibiricum* (Parmasto) J. Erikss. & A. Strid, *Hyphodontia spathulata* (Schrad.) Parmasto, *H. subalutacea* (P. Karst.) J. Erikss., *Phlebiella sulphurea* (Pers.: Fr.) Ginns & Lefebvre, *Phlebia cretacea* (Bourdot & Galzin) J. Erikss. & Hjortstam, *P. tristis* (Litsch. & S. Lundell) Parmasto, *Postia lateritia* Renwall., *Skeletocutis carneogrisea* A. David, *Tomentella subtetacea* Bourdot & Galzin, *T. terrestris* (Berk. & Broome) M. J. Larssen, *Tubulicrinis borealis* J. Erikss., *T. globisporus* K. H. Larss. & Hjortstam, *T. hirtellus* (Bourdot & Galzin) J. Erikss., *T. propinquus* (Bourdot & Galzin) Donk и др. [24; 27].

Искусственные насаждения Оренбургского Предуралья, особенно сосновые, — уникальные местообитания для некоторых грибов. Такие местообитания, следовательно, способствуют сохранению видового разнообразия региональной микобиоты. Поэтому эффективно развивающиеся искусственные насаждения должны рассматриваться не только как элемент оптимизации сельскохозяйственного производства, но и как элемент ландшафтного каркаса территории, обеспечивающего распространение и расселение некоторых древоразрушающих грибов.

Разнообразие грибов на вегетирующих и сухостойных деревьях и пнях плодовых деревьев (яблоня, слива, вишня) в регионе составляет лишь 19 видов [21]. Из них 5 видов (*Aurantiporus fissilis* (Berk. & M. A. Curtis) H. Jahn ex Ryvardeen, *Ceriporia purpurea* (Fr.) Donk., *Byssocorticium pulchrum* (S. Lundell) M. P. Christ., *Junghuhnia collabens* (Fr.) Ryvardeen, *Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl.) встречаются только в культурных насаждениях, т.е. могут считаться синантропными. Однако в то же время эти виды могут рассматриваться как редкие, малочисленные [20].

Некоторые культурные насаждения, например заброшенные яблоневые сады, интересны тем, что в них помимо «синантропных» есть и другие редкие виды, представленные в регионе отдельными находками, но связанные не исключительно с культурными древесными (*Antrodia malicola* (Berk. & M. A. Curtis) Donk, *Abortiporus biennis* (Bull.) Singer, *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin) [10].

**Микобиота городских насаждений.** Особая группа искусственных древостоев — городские насаждения. Урбоэкосистемы — специфичная среда для биоты, в том числе для грибов. Их отличает незначительное видовое и размерное разнообразие деревьев. Из-за малого числа зеленых насаждений в населенных пунктах и ухода за ними в городах мало валежа.

Присутствие в городских посадках видов-интродуцентов (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Larix sibirica* Ledeb., виды родов *Acer*, *Populus*, *Ulmus*) не оказывает положительного влияния на разнообразие микобиоты. Число грибов, разлагающих древесину этих деревьев, невелико, и они не проявляют субстратспецифичности.



В городских посадках большая часть грибов-макромицетов отмечена на стволах вегетирующих деревьев. Это, например, *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. Реже встречаются такие виды, как *Fomes fomentarius* (L.) Fr. (на вязах и тополях), *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. (на усыхающих ветвях вяза и клена татарского), *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murill (на дубе), *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. (на вязе). Эти виды могут быть обозначены как рудералы, поскольку являются обычными участниками биоты древоразрушающих грибов городских насаждений [2; 31; 33]. Прочие виды, отмеченные в городских условиях, обитают на пнях. Некоторые из них, в частности *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Schizophyllum commune* Fr., достаточно обычны для городских местообитаний, устойчивы к поллютантам, о чем свидетельствуют их находки в зеленых насаждениях разных городов в разных странах [31; 33].

Важный фактор, лимитирующий распространение микоризообразующих грибов, — уплотнение почвы. Чаще всего в городских посадках встречаются гумусовые сапротрофы — представители родов *Agaricus*, *Coprinus*, *Hebeloma*, *Lycoperdon*, *Tricholoma*.

### Заключение

Главный признак синантропизации микобиоты — увеличение численности синантропных видов, в частности относительной численности сапротрофных грибов с низкой избирательностью в отношении видовой принадлежности субстрата. Эта тенденция связана с изменением видового состава древостоев. Привнесение в дендрофлору региона древесных интродуцентов не приводит к обогащению микобиоты новыми видами. Появление адвентивных видов грибов главным образом связано с лесоразведением, следствием которого является наличие в регионе значительных площадей приспевающих и спелых сосняков. Своеобразный пул видов связан с насаждениями плодовых деревьев. Т.е. искусственные насаждения, являясь антропогенными экосистемами, вносят существенный вклад в увеличение биоразнообразия региональной микобиоты. Городские насаждения отличаются низким видовым разнообразием грибов-макромицетов, что определяется малым ассортиментом древесных растений, используемых в этих насаждениях, а также отличиями в устойчивости отдельных видов к техногенным загрязнениям.

Дать суммарную оценку уровня синантропизации региональной биоты грибов-макромицетов достаточно трудно, особенно если подходить к этой оценке с учетом ее практического использования для принятия управленческих решений в сфере природопользования и охраны природы. Можно резюмировать, что синантропизация микобиоты, как и биоты в целом, — закономерный процесс, который невозможно инвертировать. Стратегия изучения синантропизации биоты заключается в контроле тенденций этого процесса, т.е. мониторинге видового состава для оценки банализации биоты и обнаружения инвазии агрессивных видов, нарушений структурного и функционального своеобразия сообществ.

### Список использованной литературы

1. Абрамова Л. М. Синантропизация растительности: закономерности и возможности управления процессом (на примере Республики Башкортостан) : дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2004. 430 с.
2. Арефьев С. П. Распространение грибов-биоагрессоров при антропогенной трансформации Западно-Сибирской тайги // Финно-угорский мир: состояние природы и региональная стратегия защиты окружающей среды : тез. докл. междунар. конф., Сыктывкар, 2—5 июня 1997 г. Сыктывкар, 1997. С. 7.
3. Богомолова О. И., Сафонов М. А. Экологическое значение древоразрушающих грибов в дубравах поймы реки Урал [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2012. № 3 (3). С. 6—11. URL: [http://vestospu.ru/archive/2012/stat/bogomolova\\_safonov\\_2012\\_3.pdf](http://vestospu.ru/archive/2012/stat/bogomolova_safonov_2012_3.pdf).

4. Бузмаков С. А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 46—50.
5. Гаврицкова Н. Н. Структура микобиоты в рекреационных лесах Республики Марий-Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 3 (23). С. 67—77.
6. Горчаковский П. Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Ботанический журнал. 1979. Т. 64, № 12. С. 1697—1714.
7. Горчаковский П. Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3—16.
8. Горчаковский П. Л., Козлова Е. В. Синантропизация растительного покрова в условиях заповедного режима // Экология. 1998. № 3. С. 171—177.
9. Ильях М. П. Синантропизация и урбанизация хищных птиц и сов Предкавказья // Вестник Ставропольского государственного университета. 2005. № 42. С. 71—79.
10. Маленкова А. С. Дереворазрушающие грибы искусственных насаждений Южного Приуралья : дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2013. 235 с.
11. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63, № 6. С. 500—508.
12. Мухин В. А. Синантропизация микобиоты как основной процесс ее современных эволюционных преобразований // Проблемы лесопатологического мониторинга в таежных лесах европейской части СССР : тез. докл. I Всесоюз. конф. Петрозаводск : Карельский НЦ АН СССР, 1991. С. 44.
13. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург : УИФ «Наука», 1993. 231 с.
14. Мухин В. А., Веселкин Д. В., Брындина Е. В., Храмова О. А., Ушакова Н. В. Основные закономерности современного этапа эволюции микобиоты лесных сообществ // Грибные сообщества лесных экосистем. М. ; Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2000. С. 26—36.
15. Петров А. Н., Матосова Е. А. Синантропная микобиота Южного Прибайкалья: Agaricale s.l. // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Биология. Экология. 2011. Т. 4, № 3. С. 23—29.
16. Пикалова Е. В., Сафонов М. А. Распространение и биология *Ambrosia trifida* L. в Центральном Оренбуржье // 4<sup>th</sup> International Scientific Conference “Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development”: Papers of the 4<sup>th</sup> International Scientific Conference. Stuttgart, Germany. November 4—5. 2013. P. 3—4.
17. Плешанова Г. И. Развитие представлений об антропогенном изменении природной среды на примере синантропных насекомых // Энтомологические проблемы Байкальской Сибири. Новосибирск : Наука, 1998. С. 63—69.
18. Плешанова Г. И. Экология синантропных насекомых Восточной Сибири: явление синантропизации, экологические закономерности формирования фауны, система мониторинга и защиты. Иркутск : Ин-т географии СО РАН, 2005. 166 с.
19. Резанов А. А., Резанов А. Г. Синантропизация птиц как популяционное явление: классификации, индекс синантропизации и критерии его оценки // Труды Мензбирова орнитологического общества. 2011. Т. 1. С. 55—69.
20. Сафонов М. А. Редкие виды грибов Оренбургской области: проблемы выявления, изучения и охраны. Оренбург : Изд-во ОГПУ, 2003. 100 с.
21. Сафонов М. А. Грибы, обитающие на древесине плодовых деревьев в Оренбургской области [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2012. № 2 (2). С. 8—11. URL: [http://vestospu.ru/archive/2012/stat/safonov\\_m\\_a\\_2012\\_2.pdf](http://vestospu.ru/archive/2012/stat/safonov_m_a_2012_2.pdf).
22. Сафонов М. А. Субстратная специализация дереворазрушающих грибов и ее локальное варьирование [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 3 (7). С. 44—52. URL: [http://vestospu.ru/archive/2013/articles/safonov\\_m\\_a\\_2013\\_3\\_1.pdf](http://vestospu.ru/archive/2013/articles/safonov_m_a_2013_3_1.pdf).
23. Сафонов М. А. Факторы выявления видового состава дереворазрушающих базидиальных грибов [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2016. № 1 (17). С. 70—75. URL: [http://vestospu.ru/archive/2016/articles/8\\_17\\_2016.pdf](http://vestospu.ru/archive/2016/articles/8_17_2016.pdf).
24. Сафонов М. А. Базидиальные грибы, обнаруженные на древесине сосны в Южном Предуралье [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2016. № 2 (18). С. 88—97. URL: [http://vestospu.ru/archive/2016/articles/9\\_18\\_2016.pdf](http://vestospu.ru/archive/2016/articles/9_18_2016.pdf).
25. Сафонов М. А. Биоразнообразие растений и грибов: история и современные тенденции динамики // Экологическая среда и биоразнообразие Оренбуржья в XXI веке: прогноз изменений и стратегия выживания : коллективная монография. Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2017. С. 70—95.

26. Сафонов М. А., Сафонова Т. И. Варьирование характеристик микоценозов в зависимости от уровня антропогенной нагрузки // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 332—334.
27. Сафонов М. А., Маленкова А. С., Русаков А. В., Ленева Е. А. Биота искусственных лесов Оренбургского Предуралья. Оренбург : ООО «Университет», 2013. 176 с.
28. Сафонов М. А., Маленкова А. С. Изменения функциональной структуры сообществ дереворазрушающих грибов как отражение состояния древостоев // Международный журнал фундаментальных и прикладных исследований. 2014. № 8. С. 72—77.
29. Сафонов М. А., Остапенко А. В. Влияние экологических факторов на распространение стволовых гнилей осины // Научная жизнь. 2017. № 1. С. 76—85.
30. Стороженко В. Г. Стратегии и функции грибных сообществ лесных экосистем // Грибные сообщества лесных экосистем : сб. науч. тр. М. ; Петрозаводск : Карельский НЦ РАН, 2000. С. 37—41.
31. Юпина Г. А. Дереворазрушающие грибы антропогенных территорий // Микология и фитопатология. 1987. Т. 21, № 3. С. 224—225.
32. Chopra K., Leemans R., Kumar P., Simons H. Ecosystems and human well-being: policy responses (Vol. 3). Washington, DC : Island Press, 2005. 137 p.
33. Gaper J. Drevokazné huby poškodzujúce dreveniny y uličných výsadbách // Vzťahy najdôležit. škodl. činitetov lesn. drev. a lesn. prostred.: Zb. ref. semin. medzinár. účast., Zvolen, 17—18 sept., 1985. Zvolen, 1985. S. 109—115.
34. Kornaš J. Plant invasions in Central Europe: historical and ecological aspects // Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Dordrecht : Springer, 1990. P. 19—36.
35. Lososova Z., Simonova D. Changes during the 20<sup>th</sup> century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic) // Preslia. 2008. Vol. 80. P. 291—305.
36. Łuszczynski J. Diversity of Basidiomycetes in various ecosystems of the Góry Świętokrzyskie Mts. Łódź, 2007. 218 p. (Monographiae Botanicae. 2007. Vol. 97).
37. Motiejūnaitė J., Brackel W. von, Stončius D., Preikša Ž. Contribution to the Lithuanian flora of lichens and allied fungi. III // Botanica Lithuanica. 2011. Vol. 17, N. 1. P. 39—46.
38. Safonov M. A. Check list of wood-destroying basidiomycetes of Orenburg Cisurals (Russia) // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyy nauchnyy zhurnal = Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal. 2015. № 2 (14). P. 29—46. URL: [http://vestospu.ru/eng\\_vers/archive/2015/articles/4\\_14\\_2015.pdf](http://vestospu.ru/eng_vers/archive/2015/articles/4_14_2015.pdf).
39. Shochat E., Lerman S., Anderies J., Warren P., Faeth S., Nilon Ch. Invasion, competition, and biodiversity loss in urban ecosystems // BioScience. 2010. Vol. 60, N. 3. P. 199—208.
40. Shochat E., Lerman S., Fernández-Juricic E. Birds in urban ecosystems: population dynamics, community structure, biodiversity, and conservation // Urban ecosystem ecology / Eds.: J. Aitkenhead-Peterson and A. Volder. Madison : American Society of Agronomy : Crop Science Society of America : Soil Science Society of America, 2010. Chapter 4. P. 75—86. (Agronomy Monograph 55)
41. Trojan P., Górská D., Wegner E. Processes of synanthropization of competitive animal associations // Memorabilia Zoologica. 1982. Vol. 37. P. 125—135.

Поступила в редакцию 22.01.2018

**Сафонов Максим Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор  
Оренбургский государственный педагогический университет  
Российская Федерация, 460014, г. Оренбург, ул. Советская, 19  
E-mail: [safonovmaxim@yandex.ru](mailto:safonovmaxim@yandex.ru)

UDC 582.4:632.34(470.56)

**M. A. Safonov****Synantropization of macromycetes biota in Southern Urals**

Synantropization is a global factor of biodiversity change, so there is a commonality of approaches to the assessment of synantropization of different biota components. Based on years of observations the main tendencies of the synantropization of the mycobiota are marked as well as the influence of anthropogenic changes on the species composition and macromycetes biota structure of the Southern Urals is observed. The main consequence of mycobiota synantropization is the increase in the proportion of saprotrophic species with low substrate specificity. The presence of adventive species is associated with artificial pine plantations and planting of fruit trees. Control strategy of mycobiota synantropization includes monitoring of species composition and disturbances of the structural and functional characteristics of communities.

**Key words:** synantropization, macrofungi, adventive species, wood-destroying fungi, Southern Urals.

**Safonov Maksim Anatolievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Orenburg State Pedagogical University  
Russian Federation, 460014, Orenburg, ul. Sovetskaya, 19  
Email: safonovmaxim@yandex.ru

**References**

1. Abramova L. M. *Sinantropizatsiya rastitel'nosti: zakonomernosti i vozmozhnosti upravleniya protsessom (na primere Respubliki Bashkortostan): dis. ... d-ra biol. nauk* [Synantropization of vegetation: regularities and possibilities of process control (on the example of the Republic of Bashkortostan). Dr. Dis.]. Ufa, 2004. 430 p. (In Russian)
2. Aref'ev S. P. Rasprostranenie gribov-biozagryaznitatelei pri antropogennoi transformatsii Zapadno-Sibirskoi taigi [Distribution of fungal contaminators in the anthropogenic transformation of the West Siberian taiga]. *Finno-ugorskii mir: sostoyanie prirody i regional'naya strategiya zashchity okruzhayushchei sredy: tez. dokl. mezhdunar. konf., Syktyvkar, 2—5 iyunya 1997 g.* [Finno-Ugric World: the state of nature and the regional strategy for protecting the environment: abstracts of Intern. conf., Syktyvkar, June 2—5, 1997]. Syktyvkar, 1997, pp. 7. (In Russian)
3. Bogomolova O. I., Safonov M. A. Ekologicheskoe znachenie derevorazrushayushchikh gribov v dubravakh poimyy reki Ural [Ecological value of wood-destroying fungi in inundable oak-woods of the Ural River]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2012, no. 3 (3), pp. 6—11. Available at: [http://vestospu.ru/archive/2012/stat/bogomolova\\_safonov\\_2012\\_3.pdf](http://vestospu.ru/archive/2012/stat/bogomolova_safonov_2012_3.pdf). (In Russian)
4. Buzmakov S. A. Antropogennaya transformatsiya prirodnoi sredy [Anthropogenic transformation of the natural environment]. *Geograficheskii vestnik*, 2012, no. 4 (23), pp. 46—50. (In Russian)
5. Gavritskova N. N. Struktura mikrobioty v rekreatsionnykh lesakh Respubliki Marii-El [Structure of mycobiota in the recreational forests of the Republic of Mari El]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2014, no. 3 (23), pp. 67—77. (In Russian)
6. Gorchakovskii P. L. Tendentsii antropogennykh izmenenii rastitel'nogo pokrova Zemli [Tendencies of anthropogenic changes in the vegetative cover of the Earth]. *Botanicheskii zhurnal*, 1979, vol. 64, no. 12, pp. 1697—1714. (In Russian)
7. Gorchakovskii P. L. Antropogennyye izmeneniya rastitel'nosti: monitoring, otsenka, prognozirovaniye [Anthropogenic changes in vegetation: monitoring, assessment, prediction]. *Ekologiya*, 1984, no. 5, pp. 3—16. (In Russian)
8. Gorchakovskii P. L., Kozlova E. V. Sinantropizatsiya rastitel'nogo pokrova v usloviyakh zapovednogo rezhima [Synantropization of vegetation cover under protected regime conditions]. *Ekologiya*, 1998, no. 3, pp. 171—177. (In Russian)
9. Il'yukh M. P. Sinantropizatsiya i urbanizatsiya khishchnykh ptits i sov Predkavkaz'ya [Synantropization and urbanization of birds of prey and owls of Ciscaucasia]. *Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2005, no. 42, pp. 71—79. (In Russian)



10. Malenkova A. S. *Derevorazrushayushchie griby iskusstvennykh nasazhdenii Yuzhnogo Priural'ya: dis. ... kand. biol. nauk* [Tree-destroying fungi of artificial plantings of the Southern Urals. Cand. Dis.]. Orenburg, 2013. 235 p. (In Russian)
11. Mirkin B. M., Naumova L. G. Adventivizatsiya rastitel'nosti v prizme idei sovremennoi ekologii [The adventitization of vegetation within the ideas of modern ecology]. *Zhurnal obshchei biologii*, 2002, vol. 63, no. 6, pp. 500—508. (In Russian)
12. Mukhin V. A. Sinantropizatsiya mikobioty kak osnovnoi protsess ee sovremennykh evolyutsionnykh preobrazovaniy [Synanthropization of mycobiota as the main process of its modern evolutionary transformations]. *Problemy lesopatologicheskogo monitoringa v taezhnykh lesakh evropeiskoi chasti SSSR: tez. dokl. I Vsesoyuz. konf.* [Problems of forest pathological monitoring in taiga forests of the European part of the USSR: abstracts of I All-Union conf.] Petrozavodsk, Karel'skii NTs AN SSSR Publ., 1991, pp. 44. (In Russian)
13. Mukhin V. A. *Biota ksilotrofnykh bazidiomisetov Zapadno-Sibirskoi ravniny* [Biota of xylophilic basidiomycetes of the West Siberian Plain]. Ekaterinburg, UIF "Nauka" Publ., 1993. 231 p. (In Russian)
14. Mukhin V. A., Veselkin D. V., Bryndina E. V., Khramova O. A., Ushakova N. V. Osnovnye zakonomernosti sovremennogo etapa evolyutsii mikobioty lesnykh soobshchestv [The main regularities of the present stage of the evolution of forest communities mycobiota]. *Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem* [Fungal communities of forest ecosystems]. Moscow, Petrozavodsk, Karel'skii NTs RAN Publ., 2000, pp. 26—36. (In Russian)
15. Petrov A. N., Matosova E. A. Sinantropnaya mikobiota Yuzhnogo Pribaikal'ya: Agaricale s.l. [The synanthropic mycobiota of the Southern Baikal region: Agaricale s.l.]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologiya. Ekologiya*, 2011, vol. 4, no. 3, pp. 23—29. (In Russian)
16. Pikalova E. V., Safonov M. A. Rasprostranenie i biologiya Ambrosia trifida L. v Tsentral'nom Orenburzh'e [Distribution and biology of Ambrosia trifida L. in Central Orenburg region]. *4<sup>th</sup> International Scientific Conference "Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development"*. Stuttgart, Germany. Nov. 4—5, 2013, pp. 3—4. (In Russian)
17. Pleshanova G. I. Razvitie predstavlenii ob antropogennom izmenenii prirodnoi sredy na primere sinantropnykh nasekomykh [Development of ideas about anthropogenic change of the natural environment on the example of synanthropic insects]. *Entomologicheskie problemy Baikalskoi Sibiri* [Entomological problems of Baikal Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1998, pp. 63—69. (In Russian)
18. Pleshanova G. I. *Ekologiya sinantropnykh nasekomykh Vostochnoi Sibiri: yavlenie sinantropizatsii, ekologicheskie zakonomernosti formirovaniya fauny, sistema monitoringa i zashchity* [Ecology of synanthropic insects of Eastern Siberia: phenomenon of synanthropization, ecological patterns of fauna formation, monitoring and protection system]. Irkutsk, In-t geografii SO RAN Publ., 2005. 166 p. (In Russian)
19. Rezanov A. A., Rezanov A. G. Sinantropizatsiya ptits kak populyatsionnoe yavlenie: klassifikatsii, indeks sinantropizatsii i kriterii ego otsenki [Synanthropization of birds as a population phenomenon: classifications, the index of synanthropization and criteria for its evaluation]. *Trudy Menzbirovskogo ornitologicheskogo obshchestva*, 2011, vol. 1, pp. 55—69. (In Russian)
20. Safonov M. A. *Redkie vidy gribov Orenburgskoi oblasti: problemy vyyavleniya, izucheniya i okhrany* [Rare species of fungi of the Orenburg region: problems of detection, study and protection]. Orenburg, OGPU Publ., 2003. 100 p. (In Russian)
21. Safonov M. A. Griby, obitayushchie na drevesine plodovykh derev'ev v Orenburgskoi oblasti [Fruit trees fungi of the Orenburg region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2012, no. 2 (2), pp. 8—11. Available at: [http://vestospu.ru/archive/2012/stat/safonov\\_m\\_a\\_2012\\_2.pdf](http://vestospu.ru/archive/2012/stat/safonov_m_a_2012_2.pdf). (In Russian)
22. Safonov M. A. Substratnaya spetsializatsiya derevorazrushayushchikh gribov i ee lokal'noe var'irovanie [Substrate specificity of wood-destroying fungi and its local variation]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2013, no. 3 (7), pp. 44—52. Available at: [http://vestospu.ru/archive/2013/articles/safonov\\_m\\_a\\_2013\\_3\\_1.pdf](http://vestospu.ru/archive/2013/articles/safonov_m_a_2013_3_1.pdf). (In Russian)
23. Safonov M. A. Faktory vyyavleniya vidovogo sostava drevorazrushayushchikh bazidial'nykh gribov [Factors determining the identification of the species composition of the biota of wooddestroying basidiomycetes]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2016, no. 1 (17), pp. 70—75. Available at: [http://vestospu.ru/archive/2016/articles/8\\_17\\_2016.pdf](http://vestospu.ru/archive/2016/articles/8_17_2016.pdf). (In Russian)
24. Safonov M. A. Bazidial'nye griby, obnaruzhennyye na drevesine sosny v Yuzhnom Predural'e [Basidiomycetes on pine wood in Southern Cis-Urals]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific*

*Journal*, 2016, no. 2 (18), pp. 88—97. Available at: [http://vestospu.ru/archive/2016/articles/9\\_18\\_2016.pdf](http://vestospu.ru/archive/2016/articles/9_18_2016.pdf). (In Russian)

25. Safonov M. A. Bioraznoobrazie rastenii i gribov: istoriya i sovremennye tendentsii dinamiki [Biodiversity of plants and fungi: history and current dynamic trends]. *Ekologicheskaya sreda i bioraznoobrazie Orenburzh'ya v XXI veke: prognoz izmenenii i strategiya vyzhivaniya: kollektivnaya monografiya* [The ecological environment and biodiversity of the Orenburg region in the 21<sup>st</sup> century: the forecast of changes and the survival strategy: a collective monograph]. Orenburg, OOO IPK “Universitet” Publ., 2017, pp. 70—95. (In Russian)

26. Safonov M. A., Safonova T. I. Var'irovanie kharakteristik mikotsenozov v zavisimosti ot urovnya antropogennoi nagruzki [Varying the characteristics of mycocenes depending on the level of anthropogenic load]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 6 (100), pp. 332—334. (In Russian)

27. Safonov M. A., Malenkova A. S., Rusakov A. V., Leneva E. A. *Biota iskusstvennykh lesov Orenburgskogo Predural'ya* [Biota of artificial forests of the Orenburg Cis-Urals]. Orenburg, OOO “Universitet” Publ., 2013. 176 p. (In Russian)

28. Safonov M. A., Malenkova A. S. Izmeneniya funktsional'noi struktury soobshchestv derevorazrushayushchikh gribov kak otrazhenie sostoyaniya drevostoev [Changes in the functional structure of wood-destroying fungi communities as a reflection of the state of stands]. *Mezhdunarodnyi zhurnal fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy*, 2014, no. 8, pp. 72—77. (In Russian)

29. Safonov M. A., Ostapenko A. V. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rasprostranenie stvolovykh gnilei osiny [The influence of environmental factors on the spread of stem rot of aspen]. *Nauchnaya zhizn'*, 2017, no. 1, pp. 76—85. (In Russian)

30. Storozhenko V. G. Strategii i funktsii gribnykh soobshchestv lesnykh ekosistem [Strategies and functions of fungal communities of forest ecosystems]. *Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem: sb. nauch. tr.* [Fungal communities of forest ecosystems: a collection of scientific works]. Moscow, Petrozavodsk, Karel'skii NTs RAN Publ., 2000, pp. 37—41. (In Russian)

31. Yupina G. A. Derevorazrushayushchie griby antropogennykh territorii [Tree-destroying fungi of anthropogenic territories]. *Mikologiya i fitopatologiya*, 1987, vol. 21, no. 3, pp. 224—225. (In Russian)

32. Chopra K., Leemans R., Kumar P., Simons H. *Ecosystems and human well-being: policy responses*. Vol. 3. Washington, DC, Island Press, 2005. 137 p.

33. Gaper J. Drevokazné huby poškodzujuce dreviny y uličných výsadbách. *Vztahy najdôležit. škodl. činitetov lesn. drev. a lesn. prostred.: Zb. ref. semin. medzinár. účast., Zvolen, 17—18 sept., 1985*. Zvolen, 1985, ss. 109—115.

34. Kornaš J. Plant invasions in Central Europe: historical and ecological aspects. *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Dordrecht, Springer, 1990, pp. 19—36.

35. Lososova Z., Simonova D. Changes during the 20<sup>th</sup> century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic). *Preslia*, 2008, vol. 80, pp. 291—305.

36. Łuszczynski J. *Diversity of Basidiomycetes in various ecosystems of the Góry Świętokrzyskie Mts. Łódź*, 2007. 218 p. (Monographiae Botanicae. 2007. Vol. 97).

37. Motiejūnaitė J., Brackel W. von, Stončius D., Preikša Ž. Contribution to the Lithuanian flora of lichens and allied fungi. III. *Botanica Lithuanica*, 2011, vol. 17, no. 1, pp. 39—46.

38. Safonov M. A. Check list of wood-destroying basidiomycetes of Orenburg Cisurals (Russia). *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyy nauchnyy zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2015, no. 2 (14), pp. 29—46. Available at: [http://vestospu.ru/eng\\_vers/archive/2015/articles/4\\_14\\_2015.pdf](http://vestospu.ru/eng_vers/archive/2015/articles/4_14_2015.pdf).

39. Shochat E., Lerman S., Anderies J., Warren P., Faeth S., Nilon Ch. Invasion, competition, and biodiversity loss in urban ecosystems. *BioScience*, 2010, vol. 60, no. 3, pp. 199—208.

40. Shochat E., Lerman S., Fernández-Juricic E. Birds in urban ecosystems: population dynamics, community structure, biodiversity, and conservation. *Urban ecosystem ecology. Eds.: J. Aitkenhead-Peterson and A. Volder*. Madison, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2010, chap. 4, pp. 75—86. (Agronomy Monograph 55)

41. Trojan P., Górska D., Wegner E. Processes of synanthropization of competitive animal associations. *Memorabilia Zoologica*, 1982, vol. 37, pp. 125—135.