

УДК 574.472 + 574.42: 582.284

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ЛОКАЛЬНОЙ МИКОБИОТЫ В ЛЕСАХ ПРЕДГОРИЙ ЮЖНОГО УРАЛА

Сафонов М.А., Сафонова Т.И., Каменева И.Н.

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

Система редуцентов и, в частности, микобиота, остается одним из наименее изученных блоков лесных экосистем Южного Урала. С целью выяснения особенностей динамики видовой разнообразия микобиоты и решения проблемы полноты выявления ее видовой состава в 1994–2012 годах проводился мониторинг видовой состава дереворазрушающих базидиальных грибов в низкорослых лесах Тюльганского района Оренбургской области. Отмечена тенденция постоянного увеличения видовой разнообразия грибов наряду с периодическими 10-летними циклами колебаний числа выявленных видов и обнаруженных плодовых тел. Анализ показал достоверную отрицательную корреляцию между количеством выявленных видов и температурой максимально теплого месяца. Исходя из встречаемости по годам, выделены группы видов: постоянные, периодически появляющиеся, появляющиеся только в оптимальных условиях, случайные. Отмечено, что на изменение видовой состава микобиоты большое влияние оказывают не только климатические факторы, но и сукцессии разных типов. Предложен 5-летний срок проведения мониторинга разнообразия микобиоты для объективизации данных при создании охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: мониторинг, биоразнообразие грибов, дереворазрушающие грибы, локальная микобиота, климатические факторы, сукцессии грибных сообществ, Южный Урал

LONG-TERM CHANGES OF LOCAL MYCOBIOTA SPECIES STRUCTURE IN THE FOOTHILLS FORESTS OF THE SOUTHERN URALS

Safonov M.A., Safonova T.I., Kameneva I.N.

Orenburg state pedagogical University, Orenburg, e-mail: safonovmaxim@yandex.ru

System of reducers and, in particular, mycobiota, remains one of the least studied blocks of forest ecosystems of the Southern Urals. To clarify the peculiarities of the species diversity of mycobiota and solve the problem of completeness of the revelation of its species composition in years 1994–2012 the monitoring of composition of wood-destroying basidiomycetes of lowland forests of the Tjulgan district of the Orenburg region was carried out. The tendency of constant increase of fungal diversity along with periodic 10-year cycles fluctuations in the number of species and basidioms number is marked. Analysis showed reliable negative correlation between the number of species and maximum temperature of the warm months. On the basis of occurrence by year, groups of species are marked: regular, occasional, appearing only in optimal conditions, random. It is noted that changes in the species composition of mycobiota greatly influenced not only by climatic factors, but also by the succession of different types. Proposed 5 year term monitoring of the diversity of mycobiota to evaluate data to the establishment of protected natural territories.

Keywords: monitoring, fungal biodiversity, wood-destroying fungi, local mycobiota, climatic factors, succession of

Основой изучения и сохранения глобального биоразнообразия является инвентаризация видовой состава региональных биот с целью выяснения механизмов и условий их устойчивого функционирования. Несмотря на значительные усилия по инвентаризации биоразнообразия регионов России, во многих регионах уровень изученности видовой состава и структурных особенностей биоты недостаточен. В особенности это касается групп живых организмов, которые по тем или иным причинам остаются аутсайдерами с точки зрения объектов исследований. К таким организмам, в частности, относятся грибы, являющиеся неотъемлемой частью системы редуцентов.

Роль редуцентов и в особенности деструкторов в экосистемах исключительна. Деструкторы и детритофаги являются главными потребителями растений на суше; они обеспечивают переработку мортмассы и возвращение биогенных элементов в круговорот, в чем крайне «заинтересованы»

экосистемы [13]. Кроме того, они являются вторичными продуцентами, обеспечивают перераспределение органического вещества и косвенно влияют на изменение структуры фитоценозов [1]. Основную часть системы редуцентов составляют бактерии, грибы и беспозвоночные. Часто эти организмы совместно осуществляют механическое и химическое разрушение детрита, но в определенных условиях, например, в лесных экосистемах на первое место по объемам осваиваемого детрита выходят базидиальные грибы, которые способны самостоятельно, практически без участия других организмов, осуществлять полную деструкцию растительной органики.

Изучению особенностей биологии этой группы грибов уделяется значительное внимание в современной микологической науке, однако многие регионы остаются «белыми пятнами» с точки зрения выявления видовой состава ксилотрофных базидиомицетов, их экологии, закономерностей их

распространения и особенностей функционирования их сообществ.

В отношении грибов-макромицетов являются актуальными все проблемы, связанные с выявлением их разнообразия и динамики, характерные в целом для растительного царства, в частности, проблемы полноты выявления видового состава, применения метода локальных флор и т.п. [11, 12 и др.]. Необходимость применения особых подходов к оценке разнообразия споровых растений отмечал Б.А. Юрцев [12], указывавший, что они отличаются от прочей флоры намного более обширными ареалами, но сильнее дифференцированы по микронизмам.

Материалы и методы исследования

В рамках работ по исследованию структурных особенностей биоты грибов-макромицетов Южного Приуралья в пределах Оренбургской области [2], с 1994 по 2012 гг. проводилось ежегодное изучение видового состава дереворазрушающих базидиомицетов, обитающих в лесах предгорий Южного Урала (Тюльганский район Оренбургской области). Здесь представлены широколиственные леса с доминированием *Quercus robur* L., *Ulmus laevis* Pall., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill.; по распадкам и в нижней части пологих склонов широко распространены березняки и осинники; в поймах рек и ручьев – ольшаники с доминированием *Alnus*

glutinosa (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench, ивняки и тополевики. Относительно невысокий уровень антропогенной нагрузки на леса района, обусловленный спецификой размещения населения и отсутствием подъездных путей, определяет повышенный интерес к изучению всех компонентов этих лесных экосистем и, в частности, грибов-макромицетов. Большая часть работ проводилась в лесах в окрестностях с. Ташла в радиусе 10 км от села; чаще всего исследования проводились в конце июня – начале июля.

Результаты исследования и их обсуждение

В итоге проведенных исследований было учтено 2722 плодовых тела, идентифицированных как 189 видов, относящихся к 86 родам, 30 семействам и 19 порядкам базидиальных дереворазрушающих грибов. В ходе исследований мы отметили существенное варьирование видового разнообразия локальной микобиоты, а также явную неравномерность встречаемости отдельных видов по годам.

Можно было бы предположить, что проведение методически одинаковых многолетних исследований видового состава биоты должно обеспечить выявление полного состава видов, однако анализ (рис. 1) показывает устойчивую тенденцию к повышению общего богатства микобиоты.

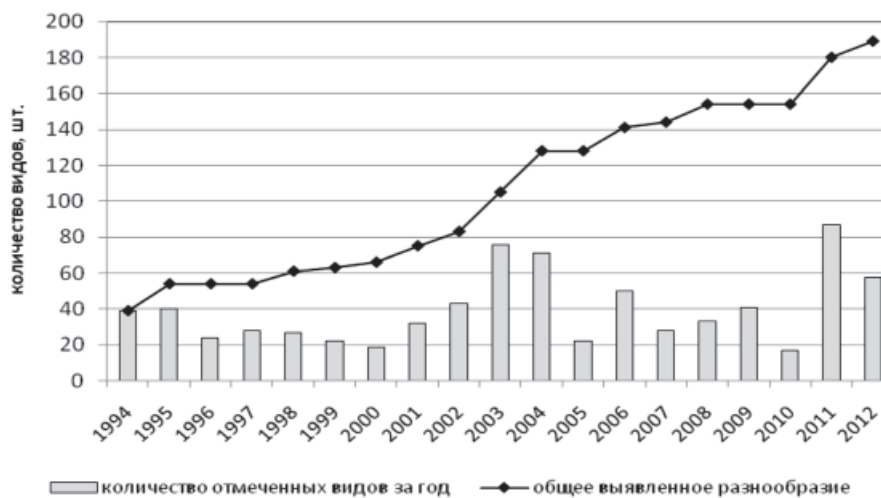


Рис. 1. Изменение видового разнообразия локальной микобиоты по годам

Отмеченное нарастание общего выявленного разнообразия происходит на фоне периодических колебаний числа выявленных видов. При этом меняется не только видовой состав грибов в изучаемых лесных экосистемах, но столь же регулярно варьируется и количество отмеченных плодовых тел (коэффициент корреляции Спирмена – 0,73) (рис. 2).

Таким образом, наблюдается периодическое варьирование как видового разно-

образия, так и относительной численности видов с периодом 10 лет. Полагая, что эта периодичность должна быть обусловлена периодичностью влияния факторов среды, мы провели корреляционный анализ изменчивости показателей микобиоты и климатических показателей района исследований, которые могли бы оказать существенное влияние на развитие грибов и формирование плодовых тел, а именно: температуры

мая, июня, июля, августа; средняя температура теплых месяцев, среднемесячная температура за год; температура максимально теплого месяца; относительная влажность

за теплые месяцы; относительная влажность за год; минимальная, максимальная, средняя годовая температура (данные архива <http://thermograph.ru>).

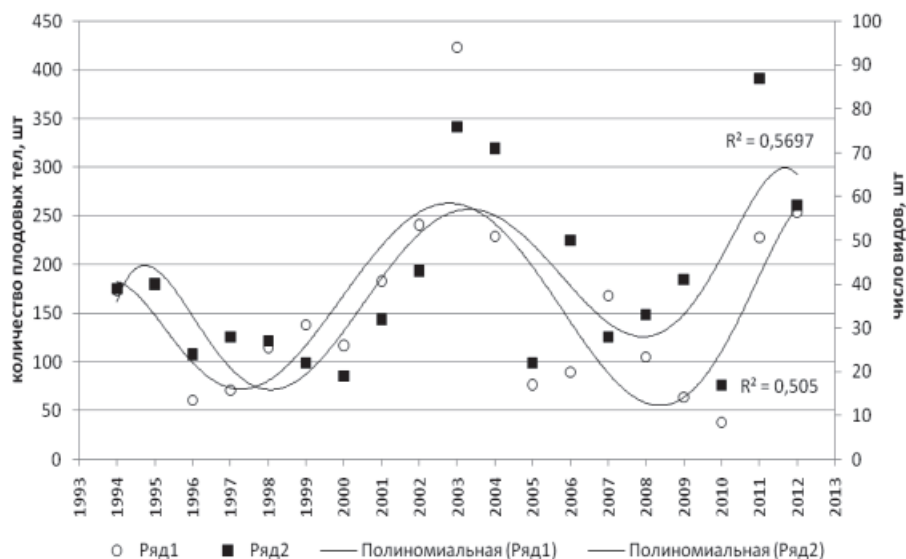


Рис. 2. Варьирование количества плодовых тел и видового разнообразия по годам наблюдений (аппроксимация полиномиальной функцией). Ряд 1 – количество плодовых тел; Ряд 2 – число видов

Исходя из общепринятых воззрений на экологические потребности грибов, можно было бы предположить, что ключевым фактором, определяющим их разнообразие и встречаемость, является относительная влажность и количество осадков. Однако проведенные ранее в регионе исследования показали, что у разных видов грибов ключевые факторы отличаются [5]. В рамках проводимого исследования корреляция между количеством осадков и характеристиками микобиоты также была не значима (коэффициент корреляции менее 0,5). Это выглядит вполне логичным, если учесть сложность рельефа района исследований, разную крутизну и экспозицию склонов, различия конкретных лесорастительных условий и характеристик древостоев и т.п., что определяет широкое варьирование показателей увлажнения по территории.

Наиболее достоверная отрицательная корреляция (–0,65) была выявлена между видовым разнообразием микобиоты и температурой максимально теплого месяца. Можно предположить, что высокие температуры препятствуют функционированию в субстрате мицелиев многих видов и они не имеют возможности формировать плодовые тела.

Между комплексами видов разных лет отмечено достаточно высокое сходство

(средняя преобладанность видового состава составляет 45,9%). Соответственно, некоторые виды должны постоянно отмечаться в микобиоте, а появление других должно подчиняться закономерностям изменения условий среды или появляться в годы с нетипичными условиями.

Исходя из встречаемости в ходе многолетнего мониторинга, мы выделили несколько групп видов. Первая из них – виды, являющиеся постоянными компонентами микобиоты; к этой группе можно отнести 13,8% видов. Это виды с высоким потенциалом выявления [3], стримитической или димитической гифальной системой, формирующие крупные и/или многолетние базидиомы, в частности, *Bjerkandera adusta*, *Cerrena unicolor*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma lipsiense*, *Phellinus igniarius*, *Polyporus squamosus*, виды рода *Trametes* и др. Постоянное присутствие в микоценозах некоторых других видов, вероятно, определяется постоянным наличием предпочитаемых ими субстратов (*Daedalea quercina*, *Fomitoporia robusta*, *Hymenochaete tabacina*, *Phellinus alni*, *Phellinus tremulae*, *Piptoporus betulinus* и др.).

12,7% видов отмечались в микобиоте периодически; появление их базидиом или значительное возрастание численности,

по-видимому, следует связывать с периодичностью климатических показателей. К ним, в частности, относятся *Daedaleopsis septentrionalis*, *Laetiporus sulphureus*, *Lenzites betulina*, *Polyporus arcularius*, *Skeletocutis nivea*, *Tyromyces chioneus* и др.

Значительный интерес представляет малочисленная группа видов, которые были отмечены только в периоды «пиков» видового разнообразия микобиоты. К ним, в частности, относятся некоторые агарикоидные дереворазрушающие грибы (виды рода *Lentinus*), а также *Ceriporia viridians*, *Inocutis rheades*, *Inonotus radiatus*, *Phlebia tremellosa*, *Spongipellis spumeus* и ряд других видов, которые, судя по всему, требуют более оптимальных условий увлажнения для развития базидиом.

И, наконец, 34,4% видов могут быть отнесены к малочисленным, т.е. за все время исследований они были представлены единичными находками. Вероятно, эти или случайные виды, не типичные для локальной микобиоты (виды родов *Antrodia*, *Ceriporiopsis*, *Huiphoderma*, *Huiphodontia*, *Pluteus*, *Postia*, *Steccherinum*) или редкие, требующие особого внимания в целях определения их природоохранного статуса (*Hericium coralloides*, *Ischnoderma resinum*, *Russuloporellus fulgens*, *Sarcodontia crocea*, *Tyromyces fumidiceps*, *T. kmetii*) [9].

Обсуждая возможные причины «волн» видового разнообразия в рассматриваемой микобиоте, необходимо учесть, что помимо климатических факторов, влияние которых на видовую структуру было рассмотрено выше, на разнообразие влияют и широкий спектр иных — эндогенных и экзогенных факторов. В частности, различия видового состава могут быть связаны с сукцессионными преобразованиями лесных экосистем и их микоценозов. Влияние разных типов сукцессий на видовой состав и структуру сообществ грибов не однотипно и зависит как от причин сукцессий, так и от структуры конкретных древостоев. Наши исследования охватывали значительную территорию, в пределах которой происходили дигрессии и демутиации сообществ разных типов (эксплуатационные, пирогенные, зоогенные и др.) [4, 7]. Тенденции изменения видового состава в рамках этих сукцессий отличаются [8, 10], что в итоге создает сложную картину динамики микобиоты, из которой трудно четко вычленивать отдельные процессы.

Воспринимая картину динамики локальной микобиоты в целом, можно сделать практический вывод, направленный на оптимизацию системы сохранения биоразнообразия лесных экосистем региона

и микобиоты в частности. Для получения объективной картины видового богатства и выявления местообитаний редких и малочисленных видов в лесных массивах, перспективных для создания особо охраняемых территорий, необходимо проведение в них целенаправленных микологических исследований как минимум в течение 5 лет, с тем, чтобы выявить достоверный уровень видового разнообразия. В этом случае в поле зрения специалистов попадет большая часть видов и создаваемая модель ООПТ станет более адекватной [6].

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта губернатора и правительства Оренбургской области «Комплексная экологическая оценка состояния биоты искусственных лесных насаждений Оренбургского Приуралья» (2013 г.)

Список литературы

1. Рафес М.П. Роль и значение растительноядных насекомых в лесу. — М.: Наука, 1968. — 233 с.
2. Сафонов М.А. Структура сообществ ксилотрофных грибов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 269 с.
3. Сафонов М.А. Ресурсный потенциал биоты ксилотрофных грибов // Вестник ОГУ. — 2005. — № 9(47). — С. 159–163.
4. Сафонов М.А. Пирогенные сукцессии микоценозов ксилотрофных грибов // Сибирский экологический журнал. — 2006. — № 3. — т. 13. — С. 325–329.
5. Сафонов М.А. Феноэкология базидиальных грибов в условиях Южного Приуралья // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 8 — С. 119–125.
6. Сафонов М.А., Каменева И.Н. Концептуальная модель микологического заказника как формы сохранения разнообразия микобиоты // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. — Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>. — 2013. — № 1 (5). — С. 40–45.
7. Сафонов М.А., Сафонова Т.И. Сукцессии микоценозов ксилотрофных грибов в эксплуатируемых лесах Южного Приуралья // Вестник ОГУ. — 2008. — № 87. — С. 123–126.
8. Сафонов М.А., Сафонова Т.И. Варьирование характеристик микоценозов в зависимости от уровня антропогенной нагрузки // Вестник ОГУ. — 2009. — № 6 (100). — С. 332–334.
9. Сафонов М.А., Сафонова Т.И. Теоретические и практические подходы сохранения биоразнообразия микобиоты Южного Приуралья // Вестник ОГУ. — 2010. — № 6 (112). — С. 29–33.
10. Сафонова Т.И. Сукцессии базидиальных грибов на древесине березы в Южном Приуралье // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. — Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>. — 2013. — № 2 (6). — С. 44–48.
11. Юрцев Б.А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор // Ботанический журнал. — 1975. — Т.60. — № 1. — С. 69–83.
12. Юрцев Б.А. Мониторинг биоразнообразия на уровне локальных флор // Ботанический журнал. — 1997. — Т.82. — № 6. — С. 62–69.
13. Shurin J.B., Gruner D.S., Hillebrand H. All wet or dried up? Real differences between aquatic and terrestrial food webs // Proc. Roy. Soc. London. — 2006. — Vol. 273. — P. 1–9.

References

1. Rafes, M.P. Rol i znachenie rastitelnojadnykh nasekomykh v lesu [Role and importance of herbivorous insects in the forest]. M.: Nauka, 1968. 233 p.

2. Safonov M.A. Struktura soobshchestv ksilotrofnnykh gribov [Community structure of xylophilic fungi]. Ekaterinburg: Ural branch of RAS, 2003. 269 p.

3. Safonov M.A. Resursnyi potentsial bioty ksilotrofnnykh gribov [Resource potential of the biota of xylophilic fungi distribution] // Vestnik of the Orenburg state University, 9(47), 2005. pp. 159–163.

4. Safonov M.A. Pirogennye suksessii mikotsenozov ksilotrofnnykh gribov [Pyrogenic successions of xylophilic fungi mycocenoses] // Siberian ecological journal. 2006. no. 3. Vol. 13. pp. 325–329.

5. Safonov M.A. Fenoeekologiya bazidiomicetov v usloviyakh Yuznogo Urala [Phenocology of basidiomycetes at the conditions of Southern Ural] // Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya. 2013. no. 8. pp. 119–125.

6. Safonov M.A., Kameneva I.N. Kotseptualnaya model mikologicheskogo zakaznika kak formy sokhraneniya raznoobraziya mikrobioty [Conceptual model of the mycological reserve as a form of conservation of mycobiota diversity] // Vestnik of the Orenburg State Pedagogical University. The electronic scientific journal (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>, 2013. no. 1 (5). pp. 40–45.

7. Safonov M.A., Safonova T.I. Suksessii mikotsenozov ksilotrofnnykh gribov v ekspluatiruemykh lesakh Yuznogo Priuralya [Succession of xylophilic fungi mycocenoses in the exploitable forests of the Southern Ural] // Vestnik of the Orenburg state University. 2008. no. 87. pp. 123–126.

8. Safonov M.A., Safonova T.I. Varjirovanie kharakteristik mikotsenozov ksilotrofnnykh gribov v zavisimosti ot urovnya antropogennoi nagruzki [Variation of mycocenoses characteris-

tics depending on the level of anthropogenic load] // Vestnik of the Orenburg state University. 2009. no. 6 (100). pp. 332–334.

9. Safonov M.A., Safonova T.I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sokhraneniya bioraznoobraziya mikrobioty Yuznogo Priuralya [Theoretical and practical approaches of mycobiota biodiversity conservation at the Southern Urals] // Vestnik of the Orenburg state University, no. 6 (112), 2010. pp. 29–33.

10. Safonova T.I. Suksessii basidialnykh gribov na drevesine breezy v Yuzhnom Priuralie [Succession of basidiomycetes on birch wood at the Southern Preurals] // Vestnik of the Orenburg State Pedagogical University. The electronic scientific journal (Online). ISSN 2303-9922. <http://www.vestospu.ru>, 2013. no. 2 (6). pp. 44–48.

11. Yurtsev B.A. Nekotorye tendentsii razvitiya metoda konkretnykh flor [Some trends in the development of the method of concrete flor] // Botanical journal. T.60. 1975, no. 1. pp. 69–83.

12. Yurtsev B.A. Monitoring bioraznoobraziya na urovne lokalnykh flor [Monitoring of biodiversity at the local floras] // Botanical journal. Vol. 82. 1997, no. 6. pp. 62–69.

13. Shurin J.B., Gruner D.S., Hillebrand H. All wet or dried up? Real differences between aquatic and terrestrial food webs // Proc. Roy. Soc. London, 2006. Vol. 273. pp. 1–9.

Рецензенты:

Мирошников С.А., д.б.н., профессор, директор Всероссийского НИИ мясного скотоводства, г. Оренбург;

Паршина Т.Ю., д.б.н., доцент, профессор кафедры зоологии, экологии и анатомии, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 22.07.2013.