

Список использованных источников

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights.
2. Levidow, L. et al. Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. *Agric. Water Manag.* 146, 84–94 (2014).
3. UNESCO., [UNESCO] United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2001a) *Securing the Food Supply*. Paris.
4. Bepery, C., Sozol, M. S. S., Rahman, M. M., Alam, M. M., & Rahman, M. N. Framework for internet of things in remote soil monitoring. In 23rd International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT) (2020).
5. Kang, D. H. P., Chen, M. & Ogunseitan, O. A. Potential environmental and human health impacts of rechargeable lithium batteries in electronic waste. *Environ. Sci. Technol.* 47, 5495–5503 (2013).

УДК 634.98

Я.А. Шапорова

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ АГАРИКОИДНЫХ МИКОРИЗООБРАЗУЮЩИХ ГРИБОВ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ НА ПРИМЕРЕ НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Аннотация. Исследования на протяжении в период с 2013–2023 гг. в сосновых типах леса на территории НУОЛХ показали, что существенных изменений по видовому составу доминирующих агарикоидных микоризообразующих грибов не произошло, однако их обилие и сроки плодоношения существенно изменились, что неблагоприятно сказывается на формировании их биологического запаса.

Ya.AI. Shaparava

Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF AGARICOID MYCORRHIZA-FORMING FUNGI IN PINE FORESTS USING

THE EXAMPLE OF THE NEGORELOE FORESTRY EXPERIMENTAL STATION

Abstract. Research during the period from 2013–2023. in pine forest types on the territory of the Negoreloe Forestry Experimental Station showed that there were no significant changes in the species composition of the dominant agaricoid mycorrhiza-forming fungi, however, their abundance and timing of fruiting have changed significantly, which adversely affects the formation of their biological stock.

Негорельский учебно-опытный лесхоз (НУОЛХ) является филиалом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет». Расположен на территории Дзержинского и Узденского районов Минской области. Общая площадь лесхоза 17 107,6 га. По лесорастительному районированию Республики Беларусь, территория лесхоза относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, подзоне елово-грабовых дубрав Неманско-Предполесского лесорастительного района, Неманского комплекса лесных массивов в соответствии с существующим лесорастительным районированием территории Республики Беларусь, проведенным И.Д. Юркевичем и В.С. Гельтманом в 1965 г. В большей степени леса лесхоза представлены суходольными типами леса – 87,2 %, болотные леса занимают 12,8 % покрытых лесом земель. В лесах филиала УО БГТУ «Негорельский учебно-опытный лесхоз» наблюдается увеличение площадей приспевающих, спелых и перестойных насаждений, в тоже время отмечается снижение площади молодняков и средневозрастных насаждений.

Изучение всех компонентов экосистем является одним из направлений, раскрывающих механизм их устойчивости и функционирования. Грибы являются обязательным компонентом для полноценного формирования лесного сообщества. Ряд ученых в своих работах доказывают, что отбор связи гриб-дерево происходил постепенно как по отношению к отдельным древесным породам, так и к их сочетаниям [1]. Установлено, что встречаемость грибов в значительной степени определяется не только составом, но и условиями роста насаждений. Эти вопросы являются перспективными для исследований, поскольку тесно связаны с микорризацией древесных растений при лесоразведении. В странах Западной Европы с 80-х годов прошлого столетия эктомикоризные грибы включены в систему экологического мониторинга за состоянием лесов [2].

С конца 1980-х годов на территории Беларуси начали интенсивно проявляться современные процессы изменения климата. Средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха, начиная с 1989 г.,

составила $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет, что превышает средние значения по земному шару, находящиеся в пределах $0,1-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет. Незначительный недобор осадков наблюдается в августе и существенный – в июне и сентябре. Начиная с 2000 г., по территории страны 1–3 раза за 20 лет отмечаются длительные (30 дней и более) периоды, на протяжении которых сумма осадков составляла 0,1 мм и менее. Наиболее часто такие засушливые периоды отмечаются по югу страны (на территории Брестской и Гомельской областей) и характерны для теплого периода года (преимущественно август – октябрь) [3]. Данные климатические особенности очень сильно отражаются на плодоношении, в первую очередь, агарикоидных микоризообразующих грибов.

Благоприятными для плодоношения грибов являются годы, когда зима «мягкая», с хорошо выраженным снежным покровом, умеренным количеством осадков в мае, и обильными августовскими дождями после сухой жаркой погоды в июле, а осень – теплая, с достаточным количеством осадков, без ранних заморозков. Исходя из выше изложенного, следует, что климатический фактор будет определяющим в формировании ресурсного потенциала дикорастущих микоризообразующих грибов.

С 2010 г. в целом по стране, и по Негорельскому учебно-опытному лесхозу в частности, урожайными на грибы были только два года 2012 и 2017. Годы с низким урожаем характеризуются показателями количества выпавших осадков в мае ниже нормы, резкими суточными перепадами температур, ранним наступлением осенних заморозков [4]. Крайне не грибными были годы 2015, 2016, 2019 и 2023 г.

В последние годы стала прослеживаться тенденция к тому, что четко выраженных грибоносных волн (слоев) нет.

Каждый тип леса имеет свой микологический профиль. Визуально он определяется видами, которые доминируют по обилию и общественности базидиом. Образование последних, обуславливается совокупностью биотических, абиотических и антропогенного факторов. Прямой корреляции между биомассой базидиом и массой мицелия в почве не существует, но установлено, что массовое образование плодовых тел является реакцией проявления активности мицелия на складывающиеся условия. Следовательно, видовой состав доминантов служит важным показателем микологической характеристики биогеоценозов. Смена доминирующих видов свидетельствует о сукцессионных процессах происходящих в ценозах, об устойчивости тех или иных видов к стрессовым явлениям, т.е. об их экологической приспособляемости.

Существует прямая зависимость между видовым составом грибов и той растительностью, среди которой они произрастают. Большинство видов агарикоидных микоризообразующих грибов приурочены лишь к одной или нескольким определенным ассоциациям и даже к определенному возрасту древостоя в последних, а также к определенным почвенно-грунтовым условиям. Таким образом, специфику роста и развития микоризных грибов, можно проследить на основе такой структурной единицы фитоценоцикла, которая учитывала и отражала бы все вышеперечисленные особенности. Такой единицей является тип леса, поскольку под ним понимается «совокупность лесных участков сходных по климатическим и почвенно-грунтовым условиям, а потому с такими же основными растительными сообществами».

Нами выделены доминантные виды агарикоидных микоризообразующих грибов в различных типах сосновых лесов, расположенных на территории НУОЛХ (таблица).

Наибольшее количество видов содержат роды *Russula* (13), *Cortinarius* (12) и *Amanita* (8).

Только в одном из типов соснового леса доминантами выступают 13 видов агарикоидных грибов, 31 вид – в двух-трех типах леса, виды: *Lactarius rufus* (Scop.) Fr., *Rozites caperata* (Pers.: Fr.) P. Karst., *Russula decolorans* (Fr.) Fr., *Russula fragilis* Fr., *Russula paludosa* Britzelm, *Russula xerampelina* (Schaeff.) Fr., *Tricholoma sudum* (Fr.) Quél., *Suillus variegatus* (Fr.) Kuntze, *Xerocomus badius* (Fr.) Kühner ex Gilb. являются доминантами в четырех и более типах соснового леса.

В пространственном распределении базидиомы доминантных видов имеют рассеянно-групповой характер и появляются одними из первых после наступления соответствующих условий для плодоношения.

Одними из объективных критериев благоприятности эдафических условий для формирования комплекса доминантных видов микоризообразующих агарикоидных грибов являются родовые коэффициенты [5]. Их значения обратно пропорциональны разнообразию экологических условий.

Анализ родовых коэффициентов показывает, что наилучшие условия для роста и развития изучаемой группы грибов в НУОЛХ складываются в сосняках мшистых. Установлено, что по мере возрастания или уменьшения увлажнения почвогрунтов значения родовых коэффициентов увеличиваются, так же прослеживается корреляция между родовыми коэффициентами грибов в типах сосновых лесов близких по эдафо-фитоценоотическим условиям.

Переход к более оптимальным условиям произрастания в целом ведет к обогащению группы симбиотрофов, однако резко снижается процент доминантных видов (таблица).

Таблица - Численная характеристика доминирующих микоризообразующих агарикоидных грибов в различных типах сосновых лесов НУОЛХ

Тип соснового леса	К-во доминирующих видов	Родовой коэффициент $K = (p/v)100$	% дом. видов от количества видов, встречающихся в данном типе леса	% дом. видов от общего количества видов, встречающихся в сосновой формации
Вересковый/ 41,6 га	15	53,3	22,4	6,3
Брусничный/16,7 га	11	54,5	12,5	4,5
Мшистый/3659,8 га	38	23,7	18,9	15,8
Орляковый/ 4207,1 га	7	85,7	12,9	2,9
Кисличный/610,1 га	6	83,3	31,6	2,5
Черничный/490,3 га	25	36	20,8	10,4
Осок.-сфагновый/56,9 га	8	62,5	30,8	3,3

Молодняки сосны, в целом, как и другие породы в аналогичном возрасте, произрастают в пессимальных условиях обитания. На данном этапе становления лесного ценоза происходит интенсивное формирование корневой системы, идет напряженная конкуренция за свет, элементы минерального питания и влагу. Жесточайшие условия произрастания древесной породы зеркально отражаются на видовом составе симбионтов. Успешно конкурировать и развиваться здесь может очень ограниченное число видов микоризообразующих агарикоидных грибов, все они экологически широковалентны (обладают широкой амплитудой колебаний по одному или ряду факторов).

Доминантами в молодых насаждениях сосны являются следующие виды симбиотрофов: *Paxillus involutus* (Batsch) Fr., *Suillus bovinus* (Pers.) Roussel, *Suillus luteus* (L.) Roussel, *Suillus granulatus* (L.) Roussel, *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K. Mill., *Amanita muscaria* (L.) Lam.

Если сравнивать полученные данные для сосновых типов леса на территории НУОЛХ с ранее проводимыми (2000–2010 гг.), то значительных изменений по видовому составу доминирующих агарикоидных макромицетов не установлено, однако четко прослеживается тенденция к изменению их обилия и сроков

плодоношения, что существенно будет отражаться на потенциальном биологическом и эксплуатационном запасах последних.

Список использованных источников

1. Эволюция и систематика грибов. Теоретические и прикладные аспекты. – Л.: Наука, 1984. – 198 с.
2. Шубин В.И. О плодоношении эктомикоризных грибов // Хвойные бореальной зоны. Т. 26, № 1. – С. 29–32.
3. Белгидромет. Усовершенствование климатической политики в Беларуси. О реализации регионального проекта «ЕС для климата» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.belgidromet.by/ru/news-ru/view/> дата обращения: 14.11.2023).
4. Шапорова Я.А. Особенности формирования ресурсов агарикоидных грибов Беларуси // Лесное хозяйство: тезисы 86-й науч.-техн. конференции проф.-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января–12 февраля 2022 г.; Минск : БГТУ, 2022. – С. 366–369.
5. Сержанина Г.И. Макромицеты как компоненты сосновых фитоценозов Белоруссии // Микол. и фитопатол. – Т. 11, вып. 4. – 1977. – С. 280–293.

УДК 332.362

Е.А. Яковлева

Воронежский государственный лесотехнический университет
им. Г.Ф. Морозова
Воронеж, Россия

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ДВОЙНОГО УГЛЕРОДА

Аннотация. В статье раскрыт механизм реализации стратегии двойного углерода, включающий сокращение выбросов углерода с помощью различных средств, и увеличение поглотителей углерода за счет развития технологий секвестрации углерода или биологических поглотителей углерода. Сделаны выводы о проблемах, на которые следует обратить внимание при реализации стратегии двойного углерода.

El.A. Yakovleva

Voronezh State Forestry Engineering University Named after G.F. Morozov
Voronezh, Russia