

БИОЛОГИЧЕСКОЕ И СТРУКТУРНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БИОТЫ ДЕРЕВООБИТАЮЩИХ МАКРОМИЦЕТОВ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ / НЕПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНЫХ РУБОК НА УЧАСТКАХ МАССОВОГО УСЫХАНИЯ ЕЛИ В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ

ЖДАНОВИЧ С.А.¹, ЮРЧЕНКО Е.О.²

¹УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, zhsa82@mail.ru

²УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, eugene_yu@tut.by

In this research the influence of the management regimen on the biodiversity and trophic structure of wood-inhabiting macrofungi was studied in the dying spruce forests of the Belovezhskaya Pushcha. High rates of biological and systematic diversity of wood-inhabiting macrofungi were found out in forests without sanitary cuttings.

Absence of sanitary cuttings in spruce forests didn't increase the number of pathogenic and opportunistic species of wood-inhabiting macrofungi, compared to the forests with these cuttings carried out.

ВВЕДЕНИЕ

Периодическое, более или менее массовое усыхание еловых лесов Европы и в том числе Беларуси – явление вполне закономерное и прогнозируемое. Основным фактором ослабления ельников является комплекс неблагоприятных для ели метеорологических явлений, важнейшая роль среди которых принадлежит высоким температурам с одновременным дефицитом осадков в летние месяцы (июнь-август). В засушливые периоды активизируются возбудители корневых и комлевых гнилей ели, главным образом – корневая губка ели (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen) и опенок темный (*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink), которые являются причиной хронического ослабления еловых древостоев. В этих условиях ель быстро теряет энтомоустойчивость и заселяется комплексом стволовых вредителей с преобладанием короеда-типографа (*Ips typographus* L.), которые, собственно, и становятся причиной гибели деревьев. Толчком роста численности стволовых вредителей могут стать также ветровально-буреломные явления, в результате которых для них образуется избыточная кормовая база в виде свежего ветровала и бурелома ели.

В связи с тем, что «вредящая» стадия жизненного цикла большинства стволовых вредителей ели, в основном проходит под корой заселенных ими деревьев, наиболее эффективным методом сокращения их численности является вырубка свежезаселенных деревьев, до вылета из-под коры молодого поколения жуков. Вырубка таких деревьев производится при проведении санитарных рубок. Однако в момент четкого проявления признаков

заселения деревьев стволовыми вредителями их молодое поколение, как правило, уже готовится вылететь, поэтому санитарные рубки часто могут проводиться, когда короеды уже покинули отработанные ими деревья. В этом случае лесозащитный эффект санитарных рубок существенно снижается и цель их проведения фактически сводится к своевременному использованию древесины поврежденных деревьев, поддержанию в соответствии с категорией и назначением лесов надлежащего санитарного, эстетического и пожароустойчивого состояния. Проведение санитарных рубок и уборки захламенности оправдано в эксплуатационных, рекреационно-оздоровительных и защитных лесах. Напротив, в лесах особо охраняемых природных территорий их проведение, особенно с «опозданием», может не только не улучшить лесопатологическое состояние насаждений, но и отрицательно сказаться на биологическом разнообразии, прежде всего, деревообитающих грибов, как наиболее тесно связанных с крупными древесными остатками (сухостоем и валежом) организмов.

Целью настоящей работы было изучение влияния санитарных рубок в усыхающих еловых лесах Беловежской пуши на биологическое разнообразие, таксономический состав и трофическую структуру деревообитающих макромицетов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили на 10 постоянных пробных площадях (ППП), заложенных сотрудниками научного отдела ГПУ «НП «Беловежская пушча» в еловых насаждениях, в разное время и в различной степени затронутых процессами усыхания ели, вследствие формирования в них очагов стволовых вредителей. Типологический спектр насаждений на момент усыхания был представлен в основном ельниками черничными (ППП 1, 3, 10, 12, 13, 14), а также ельниками кисличными (ППП 8, 9), ельником орляковым (ППП 4) и мшистым (ППП 2). Возраст елового элемента леса в насаждениях на ППП был в пределах 110-180 лет. Массовое усыхание ели в насаждениях пробных площадей протекало в 1992-1993 гг. (ППП 2, 3, 4) и 2002-2003 гг. (ППП 1, 8, 9, 10, 12, 13, 14).

Хозяйственное воздействие на указанные еловые насаждения после их усыхания характеризовалось двумя противоположными режимами:

«А» – непроведение любых рубок леса в насаждениях, расположенных в абсолютно заповедной зоне (ППП 1, 3, 8, 9);

«В» – проведение санитарных рубок в насаждениях, расположенных в зоне регулируемого использования (ППП 2, 4, 10, 12, 13, 14).

С целью выявления видового состава деревообитающих макромицетов на ППП проводилось выборочное обследование крупных древесных остатков (КДО), к которым относили сухостойные и валежные деревья, а также их части (в том числе пни) с диаметром в комлевой части не менее 8 см. Для

валежа и пней устанавливали стадию разложения на основании шкалы разложения валежной древесины, модифицированной нами [1] на основе шкалы стадий разложения валежа ели, предложенной В.Г. Стороженко [2].

Объем выборки на ППП составлял 5 единиц КДО каждой древесной породы для каждой стадии разложения. В насаждениях незатронутых рубками обследовали преимущественно валеж, который был преобладающей категорией КДО в насаждениях данной группы. В ельниках, пройденных рубками, обследовали послерубочные пни, крупные порубочные остатки и естественно образовавшийся после рубки валеж.

Учет грибов осуществляли по наличию плодовых тел. За одну регистрацию принимали один вид гриба, отмеченный на одной единице КДО. Встречаемость деревообитающих макромицетов рассчитывалась, как отношение числа регистраций на одной из категорий КДО к общему числу регистраций, выраженное в процентах.

Сбор, дезинсекция и гербаризация образцов грибов осуществлялась в соответствии с рекомендациями, приведенными в [3, 4, 5]. Препараты мицелия и генеративных элементов грибов для микроскопического анализа готовились с использованием 3% раствора КОН, реактива Мельцера (IKI) и метилового синего (Cotton Blue). Изучение микроструктур образцов грибов осуществлялась с помощью светового микроскопа, определение видов – с использованием справочников и определителей [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Названия таксонов приводятся в соответствии с [14].

Количественную оценку биологического разнообразия деревообитающих макромицетов осуществляли в разрезе двух режимов хозяйственного воздействия с использованием следующих показателей.

Видовое богатство (N) определялось, как суммарное число таксонов деревообитающих макромицетов, выявленных на ППП для каждого режима хозяйственного воздействия.

Индекс Шеннона (H) рассчитывался по формуле (1).

$$H = - \sum_{i=1}^N s_i \ln s_i \quad (1)$$

где s_i – отношение числа регистраций i -го вида (c_i) к общему числу регистраций видов (c_{tot}), N – суммарное число видов (видовое богатство) для режима хозяйственного воздействия.

Индекс Пилу (E) – показатель выровненности рассчитывался по формуле (2).

$$E = \frac{H}{H_{max}}, \quad H_{max} = \ln N, \quad (2)$$

где H – индекс Шеннона.

Индекс Симпсона (S) – показатель доминирования рассчитывался по формуле (3).

$$S = \sum_{i=1}^N s_i^2 \quad (3)$$

Оценка бета-разнообразия (сходства) биот деревообитающих макромицетов для двух режимов хозяйственного воздействия выполнялась с использованием коэффициентов Жаккара.

Коэффициент сходства видового состава Жаккара (J^1) рассчитывался по формуле (4).

$$J^1 = \frac{N_{(A+B)}}{N_A + N_B - N_{(A+B)}}, \quad (4)$$

где $N_{(A+B)}$ – число видов, общее для двух сравниваемых режимов хозяйственного воздействия A и B , N_A , N_B – видовое богатство соответственно для режимов хозяйственного воздействия A и B .

Для сравнения между собой микобиот насаждений с различным режимом хозяйственного воздействия с учетом встречаемости видов рассчитывался *количественный коэффициент Жаккара* (J^2) по формуле (5).

$$J^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \min[c_{iA}, c_{iB}]}{\sum_{i=1}^N (c_{iA} + c_{iB} - \min[c_{iA}, c_{iB}])}, \quad (5)$$

где c_{iA} , c_{iB} – число регистраций i -го вида для сравниваемых режимов хозяйственного воздействия A и B , $\min[c_{iA}, c_{iB}]$ – наименьшее число регистраций одного и того же вида для двух сравниваемых режимов хозяйственного воздействия.

Выделение из списка, выявленных на ППП деревообитающих макромицетов, редких видов выполнялось на основании анализа предварительного Европейского Красного списка макромицетов, находящихся под угрозой исчезновения [15], а также официальных Красных книг (списков) ряда стран Европы [16, 17, 18], областей и республик Европейской части Российской Федерации [19], отдельных научных изданий и публикаций, содержащих сведения по категориям риска исчезновения видов деревообитающих макромицетов для конкретной страны [20, 21, 22]. К редким относили виды, которые не менее чем в трех странах Европы относятся к одной из следующих категорий: регионально исчезнувшие, находящиеся на грани полного исчезновения, исчезающие, уязвимые, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому в соответствии с категориями и критериями Международного союза охраны природы (IUCN) [23, 24, 25] или согласующимися с ними национальными категориями.

Выделение из списка, выявленных на ППП деревообитающих макромицетов, видов-индикаторов биологически ценных лесов осуществлялось на основании пособия по определению видов [26].

Для изучения трофической структуры, выявленных деревообитающих макромицетов, на основании собственных наблюдений и литературных

данных по экологии грибов, каждый вид относили к одной из следующих трофических групп [27]:

- факультативные кислотрофы (поражающие преимущественно живые деревья, однако при определенных условиях способные заселять или продолжать свое развитие и на древесных остатках);

- факультативные биотрофы (развивающиеся преимущественно на древесных остатках и способные поражать только усыхающие, поврежденные, реже сильно ослабленные деревья);

- кислотрофы (развивающиеся исключительно на древесных остатках, вызывая при этом деструктивный (бурая гниль) или коррозионный (белая гниль) тип разложения древесины);

- сапротрофы (развивающиеся на различных органических остатках (включая древесные) и почве;

- ксилотрофы (развивающиеся преимущественно на древесных остатках, не являясь при этом активными деструкторами древесины, а утилизирующие продукты ее ферментативного разложения);

- облигатные симбиотрофы (образующие микоризу с высшими сосудистыми растениями, с которыми связаны трофически и не способные к другому типу питания);

- факультативные симбиотрофы (образующие микоризу с высшими сосудистыми растениями, с которыми связаны трофически, а также способные к сапрофитии);

- микопаразиты (паразитирующие на мицелии других дереворазрушающих грибов и связанные с древесными остатками только топически).

Математическая и статистическая обработка результатов исследования выполнена в MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Запас и структура КДО при различных режимах хозяйственного воздействия на усыхающие еловые насаждения.

Анализ запаса и структуры КДО выполнен на основе лесоводственно-таксационных данных и материалов картирования и перечета КДО на ППП, предоставленных научным отделом Беловежской пущи.

Режим хозяйственного воздействия в усыхающих еловых насаждениях оказал существенное влияние на запас и структуру КДО в них. Наиболее наглядно это влияние отражают абсолютные и относительные (в % от растущей части древостоя) величины запаса валежа и пней, распределение запаса валежа и пней по категориям крупности и стадиям разложения. Так, средний абсолютный запас валежа в усохших еловых насаждениях, незатронутых рубками, составил 338 м³/га (271-393 м³/га), естественных пней – 22 м³/га (5-32 м³/га), что в сумме составило 207% от запаса растущей части древостоя. Распределение запаса КДО по стадиям разложения в насаждениях данного

режима было неравномерным, преобладали КДО 3 или 4 стадии, в зависимости от времени, прошедшего с момента усыхания.

В усохших ельниках, пройденных санитарными рубками, средние абсолютные запасы валежа и пней составили 23 и 11 м³/га соответственно, или 22% от запаса растущей части древостоя (таблица 1).

Таблица 1 – Запас и распределение КДО по стадиям разложения в усохших еловых насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия

| № ППП | Категория КДО | Запас растущей части древостоя, м ³ /га | Запас КДО | | Распределение запаса КДО по стадиям разложения, % | | | | |
|---|---------------|--|--------------------|-----------------------------------|---|------|-------|------|-----|
| | | | м ³ /га | % запаса растущей части древостоя | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Усохшие еловые насаждения, незатронутые рубками | | | | | | | | | |
| ППП 1 | валеж | 223 | 271 | 131 | нет данных | | | | |
| | пни* | | 21 | | - | - | 100,0 | - | - |
| ППП 3 | валеж | 178 | 296 | 169 | - | 6,2 | 26,9 | 62,9 | 4,0 |
| | пни* | | 5 | | - | - | 18,6 | 78,4 | 2,9 |
| ППП 8 | валеж | 289 | 393 | 147 | - | 2,9 | 87,6 | 9,5 | 2,9 |
| | пни* | | 32 | | - | - | 96,5 | 3,5 | - |
| ППП 9 | валеж | 111 | 393 | 379 | - | 2,7 | 28,0 | 68,0 | 1,3 |
| | пни* | | 28 | | - | 41,6 | 57,5 | 0,9 | - |
| Среднее по ППП | валеж | 200 | 338 | 207 | - | 3,9 | 47,5 | 46,8 | 2,7 |
| | пни* | | 22 | | - | 10,4 | 68,2 | 20,7 | 0,7 |
| Усохшие еловые насаждения, пройденные санитарными рубками | | | | | | | | | |
| ППП 2 | валеж | 300 | 9 | 6 | - | 13,2 | 86,8 | - | - |
| | пни | | 10 | | - | - | 100,0 | - | - |
| ППП 4 | валеж | 217 | 22 | 14 | - | 41,8 | 15,6 | 42,6 | - |
| | пни | | 9 | | - | - | 100,0 | - | - |
| ППП 10 | валеж | 114 | 24 | 33 | 0,3 | - | 94,1 | 5,6 | - |
| | пни | | 14 | | - | - | 72,8 | 27,2 | - |
| ППП 12 | валеж | 186 | 40 | 26 | 1,4 | 26,5 | 33,2 | 39,0 | - |
| | пни | | 9 | | - | 7,0 | 84,6 | 8,4 | - |
| ППП 13 | валеж | 70 | 9 | 33 | - | 16,7 | 83,3 | - | - |
| | пни | | 14 | | - | 27,3 | 71,9 | 0,8 | - |
| ППП 14 | валеж | 238 | 36 | 20 | 19,0 | 0,2 | 74,1 | 5,8 | 0,8 |
| | пни | | 12 | | - | 5,6 | 80,7 | 13,7 | - |
| Среднее по ППП | валеж | 188 | 23 | 22 | 3,5 | 16,4 | 64,5 | 15,5 | 0,1 |
| | пни | | 11 | | - | 6,7 | 85,0 | 8,4 | - |

В структуре запаса валежа и пней насаждений данного режима преобладали КДО 3 стадии разложения, что указывает на близкий период их

образования. Вероятно, усыхание отдельных деревьев продолжилось и после проведения санитарных рубок, но в силу незначительного объема рубки повторно не проводились, и сухостой, оставленный на площади, через определенное время перешел в категорию валежа. На это указывают и данные научного отдела Беловежской пушчи, полученные в ходе изучения динамических процессов в древостоях ППП после усыхания ели.

Значительное участие в структуре запаса валежа на отдельных ППП (ППП 4, 12) более продвинутых (по сравнению с преобладающей стадией разложения пней) стадий разложения указывает на образование этого валежа до проведения санитарных рубок и на отсутствие уборки захламленности (по крайней мере ликвидной) при их проведении.

Таким образом, несистематическое проведение санитарных рубок и отсутствие или ограниченная уборка захламленности при их проведении позволили накопиться на отдельных ППП сравнительно высокому (до 40 м³/га) запасу валежа. В еловых насаждениях, не подверженных воздействию санитарных рубок, в структуре запаса валежа на всех ППП преобладали наиболее крупные (более 30 см в диаметре) фракции. Суммарный объем валежа диаметром до 20 см по всем ППП не превышал 5% от его общего запаса и лишь на ППП 1 он составил 6,3% (рисунок 1).

На большинстве ППП в насаждениях, пройденных санитарными рубками, по запасу также преобладал валеж более 30 см в диаметре. Лишь на ППП 10 и ППП 14 он составил менее половины от общего запаса валежа в насаждениях (рисунок 2).

Такое распределение запаса валежа по категориям крупности вполне закономерно, поскольку усохшие ельники на всех ППП были представлены высоковозрастными и высокопродуктивными древостоями.

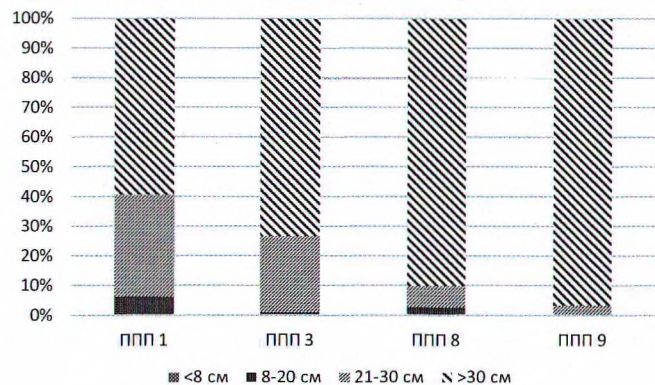


Рисунок 1 – Процентное распределение запаса валежа по категориям крупности на ППП (режим А)

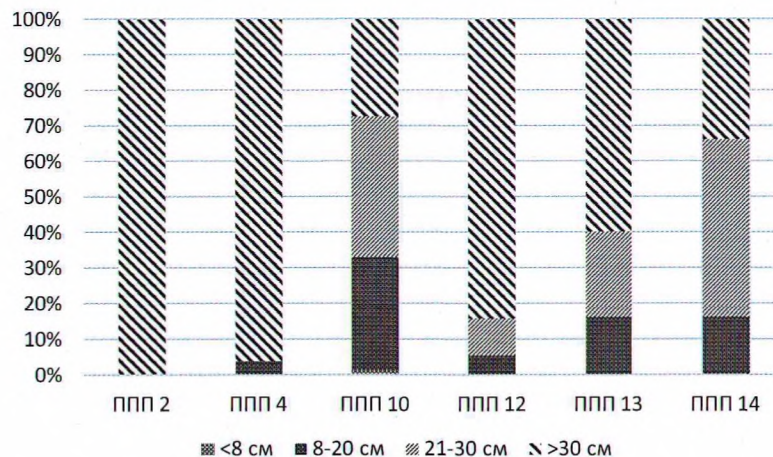


Рисунок 2 – Процентное распределение запаса валежа по категориям крупности на ППП (режим В)

Таксономическая структура и систематическое разнообразие биоты деревообитающих макромицетов при различных режимах хозяйственного воздействия на усыхающие еловые насаждения.

Биота деревообитающих макромицетов, выявленных на ППП в насаждениях незатронутых рубками, представлена 64 видами, относящимися к 53 родам, 28 семействам, 14 порядкам, 2 отделам.

Ведущими по числу видов являются порядки *Polyporales* (18 видов), *Hymenochaetales* (15 видов) и *Agaricales* (9 видов), что составляет 66% выявленного видового состава. Остальные порядки включают не более 4 видов. Биота деревообитающих макромицетов, выявленных на ППП в насаждениях, пройденных санитарными рубками, представлена 50 видами, относящимися к 44 родам, 30 семействам, 15 порядкам, 2 отделам. Ведущими по числу видов являются порядки *Polyporales* (12 видов), *Hymenochaetales* (7 видов) и *Agaricales* (7 видов), что составляет 52% выявленного видового состава. Остальные порядки включают не более 4 видов (таблица 2).

Таким образом, таксономическая структура биоты деревообитающих макромицетов в насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия мало отличалась, как по количеству систематических классификационных единиц, так и по спектру преобладающих по числу видов порядков. Это вполне объяснимо, так как при любом режиме хозяйственного воздействия основу деревообитающей микобиоты составляют ксилотрофные виды, которым принадлежит основная роль в деструкции КДО, большинство этих видов как раз и входит в порядки *Polyporales*, *Hymenochaetales* и, частично, *Agaricales*.

Таблица 2 – Таксономическая структура биоты деревообитающих макромицетов, выявленных на ППП с различным режимом хозяйственного воздействия

| Отдел, порядок | Число видов | |
|----------------------|-------------|-----------|
| | Режим А | Режим В |
| 1 | 2 | 3 |
| ASCOMYCOTA | 1 | 1 |
| Pezizales | 1 | - |
| Xylariales | - | 1 |
| BASIDIOMYCOTA | 63 | 49 |
| Agaricales | 9 | 7 |
| Amylocorticiales | 1 | 2 |
| Atheliales | 4 | 2 |
| Auriculariales | 3 | 1 |
| Boletales | 1 | 4 |
| Cantharellales | 4 | 3 |
| Dacrymycetales | - | 2 |
| Gloeophyllales | 2 | 2 |
| Gomphales | 1 | - |
| Hymenochaetales | 15 | 7 |
| Polyporales | 18 | 12 |
| Russulales | 1 | 3 |
| Thelephorales | 2 | 2 |
| Trechisporales | 2 | 2 |
| Всего: | 64 | 50 |

Анализ таксономического состава биоты деревообитающих макромицетов показал, что видовое богатство и другие показатели систематического разнообразия (число видов и родов в семействе, число видов в роде) были выше в насаждениях, незатронутых рубками (таблица 3).

Влияние режима хозяйственного воздействия на биологическое разнообразие деревообитающих макромицетов.

Таблица 3 – Показатели систематического разнообразия биоты деревообитающих макромицетов при различных режимах хозяйственного воздействия

| Режим хозяйственного воздействия | Количество | | | Пропорции биоты | | |
|----------------------------------|------------|-------|----------|-----------------|-----|-----|
| | видов | родов | семейств | в/с | р/с | в/р |
| А | 64 | 53 | 28 | 2,3 | 1,9 | 1,2 |
| В | 50 | 44 | 30 | 1,7 | 1,5 | 1,1 |

Примечание: в/с – количество видов в семействе, р/с – количество родов в семействе, в/р – количество видов в роде.

Количественная оценка биологического разнообразия биоты деревообитающих макромицетов в насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия показала, что по всем показателям уровень биологического разнообразия был выше в насаждениях незатронутых рубками, хотя различия и не столь существенны: индекс Шеннона составил 3,74, а в насаждениях, где проводились санитарные рубки, значение индекса Шеннона – 3,44.

В обоих случаях видовой состав деревообитающих макромицетов характеризовался высокой выравненностью (индекс Пилу – 0,90 и 0,88 соответственно) и отсутствием доминирования каких-либо видов (индекс Симпсона – 0,032 и 0,038 соответственно) (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели биологического разнообразия биоты деревообитающих макромицетов при различных режимах хозяйственного воздействия

| Режим хозяйственного воздействия | Показатели и индексы биологического разнообразия | | | | | |
|----------------------------------|--|------|------|-------|------|------|
| | N | H | E | S | J' | J'' |
| А | 64 | 3,74 | 0,90 | 0,032 | 0,28 | 0,22 |
| В | 50 | 3,44 | 0,88 | 0,038 | | |

Примечание: N – видовое богатство, H – индекс Шеннона, E – индекс Пилу, S – индекс Симпсона, J' – коэффициент сходства видовой состава Жаккара, J'' – количественный коэффициент Жаккара.

Незначительные различия в общем биологическом разнообразии деревообитающих макромицетов в насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия могут быть связаны со следующими причинами:

– все усыхающие ельники были представлены высоковозрастными древостоями, при вырубке которых оставались крупные пни (более 50 см в диаметре), которые в силу своих размеров продолжительное время могут оставаться подходящим субстратом для многих видов деревообитающих макромицетов;

– проведение санитарных рубок в усыхающих ельниках не было систематическим, что позволило накопиться в результате естественного отпада сравнительно высокому запасу валежа на некоторых ППП, что способствовало увеличению разнообразия субстрата и, как следствие, увеличению биологического разнообразия деревообитающих макромицетов;

– расположение участков еловых насаждений, пройденных рубками, рядом с ельниками заповедной зоны, характеризующимися высокой видовой насыщенностью деревообитающей микобиоты, способствовало заселению подходящего древесного субстрата широким спектром деревообитающих макромицетов.

Вместе с тем, в силу различных условий, складывающихся на различных категориях КДО, видовой состав деревообитающих макромицетов в

насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия является в определенной степени специфичным, о чем свидетельствует довольно низкое сходство видовой состава (0,29 по коэффициенту сходства видовой состава Жаккара и 0,22 по количественному коэффициенту Жаккара).

Видоспецифичность биоты деревообитающих макромицетов в насаждениях с различным режимом хозяйственного воздействия отчасти может объясняться следующим:

– в насаждениях, пройденных санитарными рубками, наличие специфического субстрата, такого как послерубочные пни сосны, определяло присутствие видов, приуроченных к данному субстрату (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. и *Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns.), которые отсутствовали в насаждениях незатронутых санитарными рубками;

– насаждения, пройденные санитарными рубками, характеризовались присутствием видов-индикаторов механической нарушенности леса (*Lenzites betulina* (L.) Fr. и *Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév.), которые не были отмечены в насаждениях заповедной зоны, несмотря на наличие КДО той же древесной породы;

– обилие крупномерного валежа в насаждениях, незатронутых санитарными рубками, способствовало появлению большего числа индикаторных и редких видов, требовательных к количеству и размеру (диаметру) древесного субстрата;

– отдельные виды были единично отмечены на минорных субстратах, отсутствующих на других ППП (например, *Fomitiporia punctata* (P. Karst.) Murrill – на сухостое ивы).

Остальные различия видовой состава, вероятно, определялись варьированием размерно-качественных характеристик КДО, их размещением на площади, условиями микроклимата, а также другими трудно поддающимися оценке факторами.

Влияние режима хозяйственного воздействия на видовое богатство индикаторных и редких деревообитающих макромицетов.

В насаждениях, незатронутых санитарными рубками, выявлено 17 видов деревообитающих макромицетов, являющихся редкими и индикаторами высоковозрастных лесов с минимальной антропогенной нарушенностью. В насаждениях, пройденных санитарными рубками, количество индикаторных и редких видов было почти в три раза меньше (6 видов). Видовой состав, выявленных индикаторных и редких деревообитающих макромицетов, приводится в таблице 5.

Таблица 5 – Видовой состав выявленных индикаторных и редких видов

| Название вида | И | Р | А | В |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| <i>Amylocorticium subincarnatum</i> (Peck) Pouzar | - | + | + | + |
| <i>Amylocystis lapponica</i> (Romell) Bondartsev & Singer | + | + | + | - |
| <i>Anomoloma myceliosum</i> (Peck) Niemellä & K.H. Larss. | - | + | - | + |
| <i>Chrysomphalina grossula</i> (Pers.) Norvell, Redhead & Ammirati | - | + | + | - |
| <i>Crustoderma dryinum</i> (Berk. & M.A. Curtis) Parmasto | + | + | + | - |
| <i>Erastia salmonicolor</i> (Berk. & M.A. Curtis) Niemelä & Kinnunen | + | + | + | - |
| <i>Flaviporus citrinellus</i> (Niemellä & Ryvarde) Ginns | + | + | + | + |
| <i>Gyromitra infula</i> (Schaeff.) Quél. | | + | + | - |
| <i>Leptoporus mollis</i> (Pers.) Quél. | + | + | + | - |
| <i>Mucronella calva</i> (Alb. & Schwein.) Fr. | - | + | - | + |
| <i>Parmastomyces mollissimus</i> (Maire) Pouzar | + | - | + | - |
| <i>Phellinidium ferrugineofuscum</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä | + | + | + | - |
| <i>Phellinus nigrolimitatus</i> (Romell) Niemelä, T. Wagner & M. Fisch. | + | + | + | - |
| <i>Phellinus viticola</i> (Schwein.) Donk | + | + | + | - |
| <i>Phlebia subulata</i> J. Erikss. & Hjortstam | - | + | + | - |
| <i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.) P. Karst. | - | + | + | |
| <i>Рычнопореллус фульгенс</i> (Fr.) Donk | + | + | + | - |
| <i>Rhodofomes roseus</i> (Alb. & Schwein.) Vlasák | + | + | + | + |
| <i>Rhodonía placenta</i> (Fr.) Niemelä, K.H. Larss. & Schigel | + | + | + | - |
| <i>Serpula himantioides</i> (Fr.) P. Karst. | + | - | - | + |
| Итого: | 13 | 18 | 17 | 6 |

Примечания: И – индикаторный вид; Р – редкий вид; А – насаждения, незатронутые санитарными рубками; В – насаждения, пройденные санитарными рубками.

Анализ влияния режима хозяйственного воздействия на видовое богатство деревообитающих макромицетов, выполненный на основе оценки корреляции между абсолютным запасом валежа и видовым богатством (общим, индикаторных и редких видов) на ППП показал, что в наибольшей степени с запасом валежа положительно связано видовое богатство индикаторных и редких видов, особенно в насаждениях, пройденных санитарными рубками (рисунок 3).

Корреляция запаса валежа с общим видовым богатством при анализе всех ППП была умеренной, при анализе только ППП в насаждениях после санитарных рубок – низкой.

Причиной более сильной связи запаса валежа с видовым богатством индикаторных и редких видов деревообитающих макромицетов является их приуроченность к наиболее крупным фракциям валежа, составляющим, как было показано выше (рисунки 1, 2), наибольшую долю в общем объеме валежа почти на всех ППП, независимо от режима хозяйственного воздействия.

Изучение встречаемости деревообитающих макромицетов на КДО различных категорий показало, что 72,3% регистраций видов приходилось на валеж, причем их встречаемость возрастала по мере увеличения его размера. Такая же динамика встречаемости была отмечена для естественных и послерубочных пней (таблица 6).

Еще большее значение имело наличие крупномерного валежа для индикаторных и редких видов – более 90% их регистраций приходилось на валеж, в том числе более 80% – на валеж диаметром более 20 см и 50% – на валеж диаметром более 30 см (таблицы 7, 8).

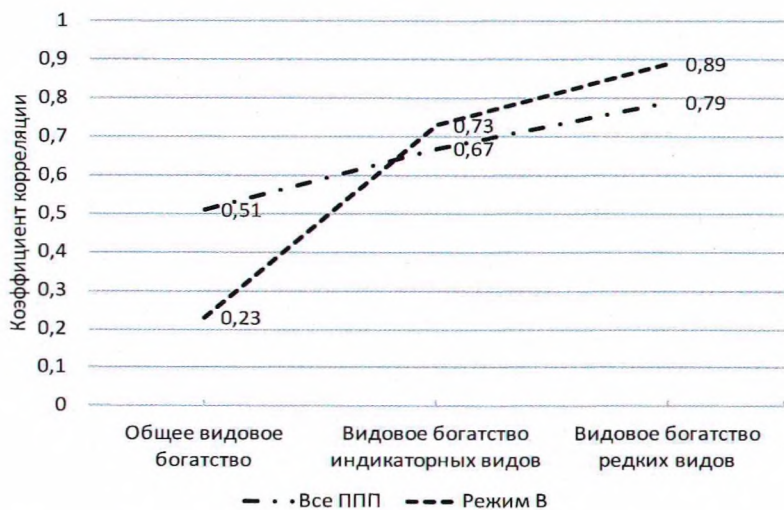


Рисунок 3 – Корреляция видового богатства макромицетов с абсолютным запасом валежа на ППП

Таблица 6 – Встречаемость (%) деревообитающих макромицетов на КДО различных категорий

| Категория КДО | Категории крупности КДО | | | Итого: |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 8-20 см | 21-30 см | >30 см | |
| Валеж | 12,6 | 19,8 | 39,9 | 72,3 |
| Естественные пни | 0,0 | 0,8 | 5,1 | 5,9 |
| Послерубочные пни | 0,4 | 1,6 | 19,4 | 21,3 |
| Сухостой | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| Итого: | 13,4 | 22,1 | 64,4 | 100,0 |

Таблица 7 – Встречаемость (%) индикаторных видов деревообитающих макромицетов на КДО различных категорий

| Категория КДО | Категории крупности КДО | | | Итого: |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 8-20 см | 21-30 см | >30 см | |
| Валеж | 8,3 | 38,9 | 50,0 | 97,2 |
| Послерубочные пни | 0,0 | 0,0 | 2,8 | 2,8 |
| Итого: | 8,3 | 38,9 | 52,8 | 100,0 |

Таблица 8 – Встречаемость (%) редких видов деревообитающих макромицетов на КДО различных категорий

| Категория КДО | Категории крупности КДО | | | Итого: |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 8-20 см | 21-30 см | >30 см | |
| Валеж | 8,7 | 34,8 | 50,0 | 93,5 |
| Естественные пни | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 2,2 |
| Послерубочные пни | 0,0 | 2,2 | 2,2 | 4,3 |
| Итого: | 8,7 | 37,0 | 54,3 | 100,0 |

Таким образом, очевидно, что видовое богатство и встречаемость деревообитающих макромицетов, особенно индикаторных и редких видов, определяется запасом валежа диаметром более 20 см.

Трофическая структура биоты деревообитающих макромицетов при различных режимах хозяйственного воздействия на усыхающие еловые насаждения.

По результатам изучения трофической приуроченности выявленных деревообитающих макромицетов установлено, что преобладающими трофическими группами являются ксилотрофы и ксилофильные сапротрофы (рисунки 4, 5).

В целом непатогенная биота деревообитающих макромицетов (ксилотрофы, ксилофильные сапротрофы, сапротрофы, факультативные симбиотрофы) включала 95% видов в насаждениях, развивающихся без воздействия санитарных рубок и 88% – в насаждениях, пройденных санитарными рубками.

Грибы факультативной группы, способные при определенных условиях заселять живые деревья, составили 5 и 12% видов соответственно.

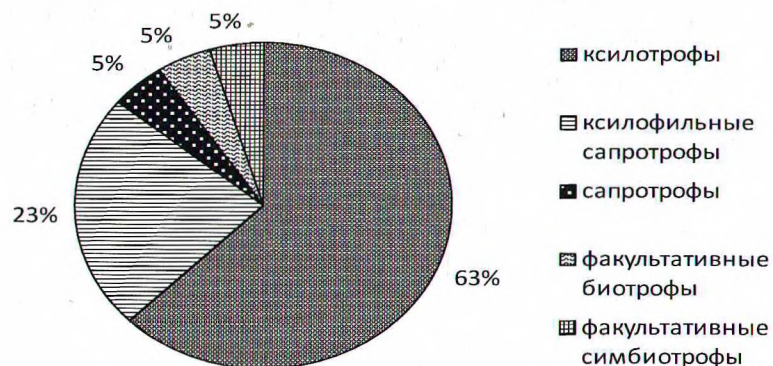


Рисунок 4 – Распределение (%) видового состава деревообитающих макромицетов по трофическим группам (режим А)

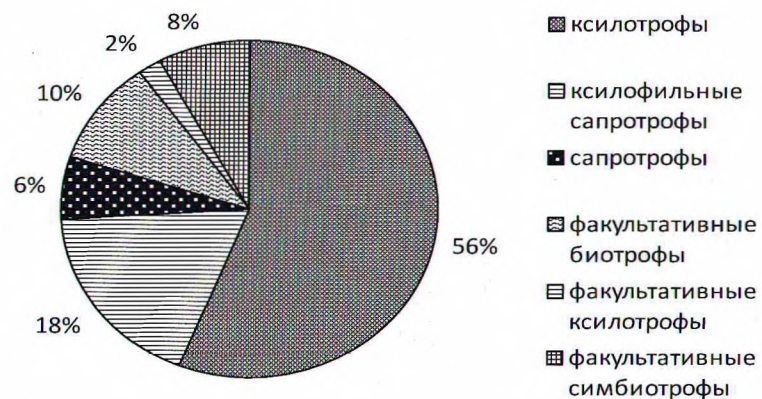


Рисунок 5 – Распределение (%) видового состава деревообитающих макромицетов по трофическим группам (режим В)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на результатах проведенных нами исследований биоты деревообитающих макромицетов в усохших еловых насаждениях Беловежской пушчи с различным режимом хозяйственного воздействия, можно сделать следующие выводы:

1. Насаждения, незатронутые санитарными рубками, характеризуются более высокими показателями биологического и систематического разнообразия деревообитающих макромицетов.

2. Видовой состав деревообитающих макромицетов насаждений, незатронутых и пройденных санитарными рубками, характеризуется низким сходством, что обусловлено влиянием рубок на запас и структуру КДО.

3. Видовое богатство индикаторных и редких деревообитающих макромицетов положительно коррелирует с запасом валежа в насаждениях, при этом наибольшая встречаемость этих видов отмечена на валеже крупных фракций диаметром более 20 см.

4. Отсутствие санитарных рубок в усыхающих еловых насаждениях не привело к увеличению числа патогенных и условно патогенных видов деревообитающих макромицетов по сравнению с насаждениями, в которых эти рубки проводились.

Работа выполнена в рамках проекта «Природоохранный проект для Беловежской пушчи».

ЛИТЕРАТУРА

1. Пугачевский, А. В. Запасы, размерная структура и степень разложения древесных остатков в некоторых типах сосновых, еловых и березовых лесов / А. В. Пугачевский, С. А. Жданович // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. – Минск, 2007. – Вып. 15. – С. 366-370.
2. Стороженко, В. Г. Датировка разложения валежа ели / В. Г. Стороженко // Экология. – 1990. – № 6. – С. 66-69.
3. Дудка, И. А. Грибы: справочник миколога и грибника / И. А. Дудка, С. П. Вассер. – Киев: Наукова думка, 1987. – 536 с.
4. Комарова, Э. П. Определитель трутовых грибов БССР / Э. П. Комарова. – Минск: Наука и техника, 1964. – 344 с.
5. Ниемеля, Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России / Т. Ниемеля. – Хельсинки: Notrolina 8, 2001. – 120 с.
6. Ryvardeen, L. Poroid fungi of Europe / L. Ryvardeen, I. Melo // Synopsis Fungorum. – 2014. – Vol. 31. – 455 p.
7. Бондарцев, А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М., Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1953. – 1107 с.
8. Бондарцева, М. А. Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Вып. 1. / М. А. Бондарцева. – Л.: Наука, 1986. – 191 с.
9. Бондарцева, М. А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. / М. А. Бондарцева. – СПб.: Наука, 1998. – 391 с.
10. Юрчанка, Я. А. Грибы рода *Peniophora* (Basidiomycota) Усходняй Еўропы = The genus *Peniophora* (Basidiomycota) of Eastern Europe: марфалогія, таксаномія, экалогія, распаўсюджанне / Я. А. Юрчанка. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 337 с.
11. Сержанина, Г. И. Шляпочные грибы Белоруссии / Г. И. Сержанина. – Минск: Наука и техника, 1984. – 407 с.
12. Пармасто, Э. Х. Определитель рогатиковых грибов СССР сем. Clavariaceae / Э. Х. Пармасто. – М., Л.: Наука, 1965. – 166 с.
13. Райтвийр, А. Г. Определитель гетеробазидиальных грибов (Heterobasidiomycetidae) СССР / А. Г. Райтвийр. – Л.: Наука, 1967. – 114 с.
14. Index Fungorum [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.indexfungorum.org>. – Date of access: 05.11.2018.

15. European Red List of endangered macrofungi [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.eccf.eu/candlist-subtotals.xls>. – Date of access: 05.11.2018.
16. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Гл. редколлегия : И. М. Качановский (предисл.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
17. Lietuvos raudonoji knyga / [V. Račomavičius (vyr. red.) ir kt.]. – Kaunas : Lututė, 2007. – 800 p.
18. Holec, J. Červený seznam hub (makromycetů) České republiky [Red list of fungi (macrofungi) of the Czech Republic] / J. Holec, M. Beran [et al.]. – Praha, 24 : Příroda, 2006. – 282 p.
19. Сайт информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ» [Electronic resource]. – Mode of access: <http://oopr.aari.ru/rb-data>. – Date of access: 05.11.2018.
20. Evans, S. The Red Data List of Threatened British Fungi : Preliminary Assessment / S. Evans, A. Henrici, B. Ing // Unpublished report. British Mycological Society. – 2006 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.britmycolsoc.org.uk/mycology/conservation/red-data-list/>. – Date of access: 05.11.2018.
21. Gyosheva, M. M. Red List of fungi in Bulgaria / M. M. Gyosheva, C. M. Denchev // MYCOLOGIA BALKANICA. – 2006. – Vol. 3. – P. 81-87.
22. Kotiranta, H. Aphylophoroid fungi of Finland. A check-list with ecology, distribution, and threat categories / H. Kotiranta, R. Saarenoksa, I. Kytövuori. – Helsinki : Norrlinna 19, 2009. – 223 p.
23. IUCN. (2012). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. – Gland, Switzerland and Cambridge, UK : IUCN, 2012. – 32 p.
24. IUCN. (2012). Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. – Gland, Switzerland and Cambridge, UK : IUCN. – 41 p.
25. Lucas, G. The IUCN plant red data book : comprising red data sheets on 250 selected plants threatened on a world scale / G. Lucas, H. Synge. – Morges : IUCN, 1978. – 540 p.
26. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Том 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / Отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. – СПб., 2009. – 258 с.
27. Жданович, С. А. Структурный анализ биоты деревообитающих макромицетов на крупных древесных остатках в малонарушенных лесах Беларуси / С. А. Жданович // Вестник фонда фундаментальных исследований. – 2017. – № 3(81). – С. 136-151.