

УДК 574.47+504.058

Удалов А.А., Будыш А.В., Медведев А.Г.*(г. Тверь)*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА УХТА-ТОРЖОК МЕТОДАМИ МИКОИНДИКАЦИИ

Аннотация. Выявлены тенденции изменений лесных экосистем, расположенных в зоне воздействия магистрального газопровода Ухта-Торжок в границах Тверской и Ярославской областей. Проведено геоботаническое картирование исследуемой территории. В качестве биоиндикаторов трансформации лесных сообществ использованы трутовые грибы. Наибольшие изменения ксилотрофной микобиоты отмечены в ельниках, березняках и осинниках кисличной, черничной и травяно-дубравной серий. Наблюдаемые изменения в лесных сообществах следует связать с изменением гидрологического режима и подтоплением значительной части исследуемой территории.

Ключевые слова: лесные экосистемы, биоиндикация, ксилотрофные грибы, видовой состав, степень синантропизации, магистральный газопровод.

A. Udalov, A. Budysh, A. Medvedev*(Tver)*

ASSESSMENT OF FOREST ECOSYSTEMS THROUGH MYCOINDICATION METHOD AT UKHTA-TORZHOK GAS MAIN

Abstract. The authors revealed the patterns of changes in forest ecosystems located in the zone of influence of the Ukhta-Torzhok gas main. The geobotanical mapping of the area under study is performed. Polypores were used as bioindicators of xylum transformations. The greatest changes in wood-inhabiting mycobiota occurred in the spruce forests, birch forests and aspen forests, which belong to the wood sorrel, bilberry and grass-oak series. Probable cause of the observed changes in forest communities are the changes in the hydrological regime and the underflooding of the most part of the territory.

Key words: forest ecosystems, bioindication, polypores, species composition, degradation degree, gas main.

Грибные сообщества (микоценозы) составляют неотъемлемый компонент лесных экосистем, в значительной мере определяемый составом и структурой древостоя. В последние годы многие исследователи делают попытки использовать грибы-макромицеты в целях биомониторинга [1, с. 135–146; 2,

с. 91–105; 6, с. 194–196; 7, с. 5–12; 10, с. 224, 225]. Важность микологического мониторинга заключается в том, что он позволяет не только фиксировать изменение каких-либо параметров среды, но и оценивать степень влияния этих изменений на состояние и функционирование экосистемы в целом.

Целью нашего исследования было изучить влияние мероприятий, осуществляемых при строительстве и эксплуатации газопровода, на биоту ксилотрофных макромицетов с последующей оценкой общей антропогенной нагрузки на лесные массивы в зоне прохождения газопровода методами микоиндикации.

Краткая характеристика объекта исследования

Исследовались лесные территории в зоне воздействия магистрального газопровода Ухта–Торжок (на участке с 2440,0 по 2516,5 км).

Рассматриваемый участок газопровода [9, с. 40–48] расположен в пределах двух субъектов Российской Федерации – Ярославской области (Мышкинский район) и Тверской области (Кесовогорский район).

Кесовогорский район находится в восточной части Тверской области. Участок трассы расположен на возвышенной равнине, главной осью которой является районный центр – пос. Кесова Гора. Равнина имеет отметки около 150 м и более, сложена лессовидными покровными суглинками. Для участка характерны глубоко врезанные долины. Водоразделы узкие, изрезаны оврагами.

Мышкинский район располагается в западной части Ярославской области, районный центр г. Мышкин. Территория Мышкинского участка принадлежит к двум озерно-ледниковым равнинам: Корожечнинской (на западе) и Угличской (на востоке). Первая может быть охарактеризована, как высокая волнистая равнина, вторая – как низкая, плоская.

Климат района исследования – умеренно-континентальный. Наиболее интенсивна циркуляция воздуха при западном переносе, вызывающем вторжение океанических воздушных масс из Атлантики в виде юго-западных и западных ветров.

В табл. 1 приведены основные климатические характеристики участков трассы газопровода.

Таблица 1

Климатическая характеристика участков трассы газопровода

Участок	Кол-во осадков в год, мм	t июля, °С	t января, °С	Вегетацион. период, дней	Высота снежного покрова, см	Число дней со снежным покровом
Мышкинский	620 – 700	+17,5	-10,5/-11	170	60 – 70	152
Кесовогорский	600 – 650	+17,5	-10,5	172	35 – 40	150

Гидрографическая сеть территории принадлежит бассейну р. Волга – ее левые притоки. Главной рекой участка является р. Корожечна, общая длина которой составляет 147 км, площадь ее водосбора – 1690 км². Долина этой реки выражена довольно четко, повсеместно прослеживается пойма и первая надпойменная терраса. Реки района отличаются высоким типом паводка, незначительно регулируемого лесами и озерами. Весенний сток рек составляет 50–65% от годового. Модуль стока составляет около 6,0 л/сек с площади 1 км².

Наиболее распространенными почвами на обоих участках трассы газопровода являются дерново-подзолистые. В зависимости от обводненности участков, на них, в той или иной мере, развиты почвы низинных и верховых болот. В целом переувлажненные, заболоченные и болотные почвы составляют 25–50% от общей площади территории.

С биогеографической точки зрения исследованная территория расположена в лесной зоне на границе южной тайги и зоны смешанных лесов. В травяно-кустарничковом ярусе многих ассоциаций значительное участие принимают неморальные виды. После сведения леса энергично происходит процесс заболачивания территории делянок, препятствуя возобновлению лесных насаждений. В ряде случаев на месте уничтоженных еловых лесов энергично разрастается серая ольха.

Хозяйственное использование исследуемой территории связано с трубопроводным транспортом, ЖКХ, сельскохозяйственными и лесозаготовительными предприятиями. Среди значимых источников воздействия на окружающую среду выделяется нефтеперекачивающая станция «Инякино», расположенная в 5 км к западу-юго-западу от пос. Кесова Гора.

Воздействие существующих ниток магистрального газопровода на окружающую среду преимущественно связано с недоучетом экологических факторов при проектировании. В частности, в местах затрудненного естественного дренажа, на участках, сложенных с поверхности грунтами тяжелого состава, при пересечении газопроводом естественных дрен наблюдается заболачивание территории. На территориях, где осуществляется укладка труб (ремонтные работы), в процессе строительных работ и после них вследствие уничтожения дернового слоя отмечается усиление плоскостной и так называемой «дорожной» эрозии. Эти участки отмечаются повсеместно на склонах с крутизной более 3°. Такие процессы особенно активизируются в местах перехода через долины рек (например, р. Катка). Взвешенные вещества вместе с талыми и ливневыми водами попадают в поверхностные водотоки, увеличивая тем самым их мутность.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили исследования, проведенные авторами с 2003 по 2012 гг. в лесных массивах, примыкающих к трассе газопровода Ухта-Торжок (на участке с 2440,0 по 2516,5 км). В ходе исследования проводилось изучение видового состава ксилотрофных грибов маршрутным методом и велся количественный подсчет единиц субстрата, на которых обнаружены базидиомы. Размеры территории изысканий составили ориентировочно по 1 км в обе стороны от нитки газопровода, в соответствии с зоной предполагаемого влияния газопровода согласно материалам ОВОС [9, с. 7, 8].

Учет велся на произвольном маршруте по непересекающейся траектории, равномерно охватывающей участок. Длина маршрута определялась исходя из обилия грибов, обычно не менее 1 км с набором не менее 100 отдельных древесных субстратов, заселенных грибами. За учетную единицу вида при оценке его обилия принималась единица субстрата с базидиомами. Подсчитывать число особей при проведении крупномасштабных территориальных исследований не имеет смысла, поскольку это потребовало бы выделения чистых культур грибов с последующей проверкой их индивидуальности генетическими методами, что технически сложно, трудоемко и мало информативно. Мы понимаем, что каждая единица субстрата может быть колонизирована несколькими особями данного вида. С другой стороны, несколько субстратов (например сухостойные или живые деревья) могут быть заселены с генетической точки зрения одной грибной особью. Мы присоединяемся к мнению В.А. Мухина и его последователей [8, с. 120–122], что для оценки роли трутовика в функционировании лесных экосистем гораздо важнее определить количество единиц субстрата, оккупированных этим видом.

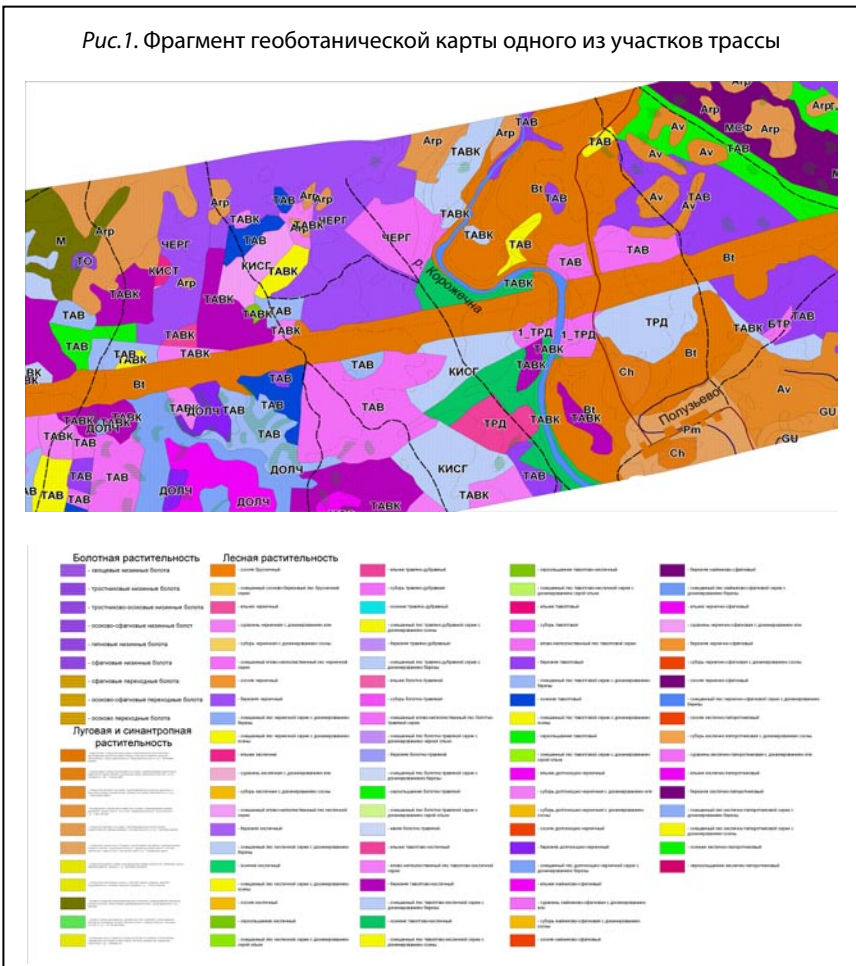
Обследовались все древесные субстраты при движении по маршруту в двухметровой полосе учета. Регистрация видов велась последовательно от комлевой части древесного субстрата к вершине. При невозможности определения вида трутовика в полевых условиях ему присваивался числовой код, после чего образец гербаризировался для последующей идентификации в камеральных условиях. Сбор, описание и микроскопическое исследование материала проводилось по стандартным методикам [3, с. 108–116; 11, с. 58–65]. Определение трутовых грибов проводилось по отечественным [3; 4, с. 1–391; 5, с. 1–192] и зарубежным [11, с. 1–387; 12, с. 388–743] определителям.

В предполевой период изучались материалы лесной таксации и планы лесонасаждений, предоставленные участковыми лесничествами. На основании изученных материалов и результатов собственных полевых изыска-

ний с применением ГИС-технологий была создана подробная геоботаническая карта на участок трассы газопровода от г. Мышкин (Ярославская обл.) до п. Кесовой Горы (Тверская область) масштаба 1:25000. Контурами с буквенным кодовым обозначением и цветной заливкой на карте были выделены типы растительных сообществ, распространенных в зоне влияния трассы газопровода (рис.1).

Аналитические камеральные работы затрагивали анализ состояния популяций грибов-индикаторов в ксилотицинозах различных ассоциаций, а также анализ концентрации доминирования в этих ассоциациях (по Симпсону).

Рис.1. Фрагмент геоботанической карты одного из участков трассы



При различных уровнях антропогенного воздействия наблюдается упрощение видовой и изменение пространственно-временной и экоморфной организации ксилобиоценозов, происходит перестройка видового состава.

Для оценки степени антропогенной нагрузки на лесные экосистемы использовали индекс синантропизации сообщества трутовых грибов, рассчитываемый на основе индексов синантропии входящих в это сообщество видов:

$$I_s = \sum_{i=1}^5 \frac{a_i \cdot k_i}{N \cdot 5} \quad (1),$$

где I_s – индекс синантропизации сообщества; k_i – индикационный балл группы, отражающий степень синантропии трутовых грибов, объединенных в одну группу на основании сходства индексов синантропии; a_i – число находок трутовых грибов из группы i на исследуемой территории; N – общее число находок трутовиков на исследуемой территории (за вычетом видов, не имеющих индикационной ценности).

По мере увеличения степени антропогенной нагрузки на сообщество в нем возрастает доля гемерофилов и, как следствие, увеличивается I_s , который теоретически может принимать значение от 0,2 (если все виды в сообществе – крайние гемерофобы) до 1 (если в сообществе присутствуют только крайние гемерофилы).

В значительной степени на антропогенную нагрузку реагирует и показатель концентрации доминирования в сообществе ксилотрофных грибов и кривая спектра доминирования.

Теоретической основой для использования показателя концентрации доминирования в качестве биоиндикаторного признака является хорошо известное в экологии второе правило А. Тинемана. Оно гласит: чем значимее отклонения факторов окружающей среды от оптимальных, тем беднее видовой состав сообщества и выше численность отдельных видов. В результате антропогенных нарушений в естественных лесных экосистемах нарушается природная гетерогенность, мозаичность, определяемая эндогенными процессами в биоценозе, и абиотические факторы среды становятся более гомогенными. Качественный состав экологических ниш в биоценозе обедняется, что приводит к сохранению сравнительно небольшого числа доминантных видов и исчезновению минорных видов. Это отражается на изменении концентрации доминирования в сообществах организмов, показателем которой является индекс Симпсона.

Показатель концентрации доминирования (показатель Симпсона) рассчитывают по формуле:

$$\sum \frac{n_i \times (n_i - 1)}{N \times (N - 1)} \quad (2),$$

где: n_i – число единиц субстрата, на которых обнаружен вид; N – общее число единиц субстрата, на которых были обнаружены ксилотрофные грибы.

Показатель Симпсона рассчитывается отдельно для каждой ассоциации.

Результаты и их обсуждения

Сложный изрезанный рельеф исследуемой территории в сочетании с неоднородностью почвенного покрова, наличием заболоченных и переувлажненных участков создают большую пестроту растительного покрова и вызывают исключительную дробность, мелкоконтурность лесных угодий в пределах района исследования. В границах Кесовогорского района лесистость зоны предполагаемого воздействия газопровода составляет около 54%, в границах Мышкинского района – более 60%. О составе типов леса и относительной представленности разных серий и разных ассоциаций свидетельствуют данные табл. 2.

Таблица 2

Участие основных лесообразующих пород в сложении ассоциаций (типов леса) в пределах района исследования

Породы	% от занимаемой площади	
	Кесовогорский участок трассы	Мышкинский участок трассы
Береза	51,1	54,0
Ель	24,5	6,3
Осина	12,1	8,7
Ольха	12,0	30,4
Сосна	0,3	0,6

На всем участке нитки газопровода среди лесообразующих пород доминирует береза (более 50%). В Кесовогорском районе Тверской области значительную площадь (24,5%) занимают еловые леса. На территории Мышкинского района Ярославской области ельники распространены гораздо скромнее (всего 8,7%), зато значительные площади занимают сероольшанники (30,4%). В обоих районах отмечено слабое участие сосны в формировании древостоев, что следует связать со спецификой почвенных условий.

Среди исследуемых лесных сообществ было диагностировано 8 серий лесных сообществ: кисличная (КИС), таволгово-кисличная (ТАВК), черничная (ЧЕР), таволговая (ТАВ), болотно-травяная (БТР), травяно-дубравная (ТРД), долгомошно-черничная (ДОЛЧ), майниково-сфаговая (МСФ).

Преобладающей ассоциацией среди лесных сообществ с доминированием ели выступает ельник кисличный (30,9% в Кесовогорском районе и 21,8 – в Мышкинском).

Для березовых лесов, преобладающих по занимаемой площади, в Кесовогорском районе наиболее характерными оказались березняки таволговые (23,8%), а для Мышкинского района – таволгово-кисличные (34,5%).

Среди сероошаников в Кесовогорском районе также преобладают сообщества таволговой серии (60,5%), а в Мышкинском – таволгово-кисличной (77,7%).

О составе типов леса и относительной представленности разных серий и разных ассоциаций свидетельствуют данные табл. 3.

Таблица 3

Состав типов леса (в% от всей площади, занимаемой сообществами с доминированием соответствующей лесообразующей породы)

Серия	Основные лесообразующие породы							
	Береза		Ель		Ольха		Осина	
	К*	М*	К	М	К	М	К	М
КИС	11,8	34,2	30,9	28,1	-	0,2	9,9	15,3
ТАВК	22,0	34,5	9,4	11,3	27,7	77,7	21,2	22,9
ТАВ	23,8	5,8	2,4	14,1	60,5	15,6	7,5	19,2
ЧЕР	8,6	7,1	14,7	16,9	-	-	-	1,2
БТР	20,2	10,2	0,4	-	11,8	6,5	39,8	20,0
ТРД	3,8	2,6	12,5	8,5	-	-	21,6	21,4
ДОЛЧ	5,6	5,2	1,2		-	-	-	-
МСФ	4,2	0,4	28,5	21,1	-	-	-	-

В ходе исследования в различных лесных ассоциациях были зарегистрированы 56 видов ксилотрофных макромицетов: *Antrodia serialis* (Fr.) Donk, *Bjerkandera adusta* (Willd.: Fr.) Karst., *B. fumosa* (Pers.: Fr.) Karst., *Cerrena unicolor* (Bull.: Fr.) Murr., *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar, *Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) Schrot., *D. tricolor* (Bull.: Fr.) Bond. et Sing., *Datronia mollis* (Som.: Fr.) Donk, *Exidia glandulosa* (Bull.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr., *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst., *F. rosea* (Alb. et Schwein et Fr.) Karst., *Ganoderma lipsiense* (Batsch) Atk., *Gloeophyllum sepiarium* (Wulf.: Fr.) Karst., *Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres., *Haploporus nidulans* (Fr.) Karst., *Haploporus odoratus* (Som.: Fr.) Bond. et

Sing., *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *Hymenochaete tabacina* (Sow.: Fr.) Lev., *Inonotus obliquus* (Pers.: Fr.) Pil., *In. radiatus* (Sow.: Fr.) Karst., *In. rheades* (Pers.) Karst., *Irpex lacteus* Fr., *Lenzites betulina* (Fr.) Fr., *Oligoporus fragilis* (Fr.) Gilb. et Ryv., *Ol. stipticus* Gilb. et Ryv., *Oxiporus corticola* (Fr.) Ryv., *Panellus stipticus* (Fr.) Karst., *Phellinus alni* (Bond.) Parm., *Ph. chrysoloma* (Fr.) Donk, *Ph. conchatus* (Pers.: Fr.) Quel., *Ph. igniarius* (L.: Fr.) Quel., *Ph. tremulae* (Bond.) Bond. et Borissov, *Ph. punctatus* (Fr.) Pil., *Piptoporus betulinus* (Bull: Fr.) Karst., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm., *Polyporus brumalis* Pers.: Fr., *P. ciliatus* Fr., *P. varius* Fr., *Рычнорпорус цинбаринус* (Jacq.: Fr.) Karst., *Schizophyllum commune* Fr., *Skeletocutis amorpha* (Fr.) Kotl. et Pouzar, *Skeletocutis lenis* (Karst.) Niem., *Stereum hirsutum* (Fr.) Fr., *S. subtomentosum* Pouzar, *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *T. hirsuta* (Wulf.: Fr.) Pil., *T. ochracea* (Pers.) Gilb. et Ryv., *T. suaveolens* (L.: Fr.) Fr., *T. pubescens* (Schum.: Fr.) Pil., *T. versicolor* (L.: Fr.) Pil., *Trichaptum abietinum* (Dicks.: Fr.) Ryv., *Tr. bifforme* (Fr.) Ryv., *Tr. fusco-violaceum* (Ehrenb.: Fr.) Ryv., *Tyromyces chioneus* (Fr.) Karst., *Vararia investiens* (Schwein.) Karst.

Комплексы доминантных видов формационных микобиот ксилотрофных макромицетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Комплексы доминантных видов ксилотрофных грибов
лесных формаций района исследования

Формация или группа формаций	Доминант	Субдоминанты
Ельники	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.: Fr.) Karst.	<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.: Fr.) Ryv. <i>Trichaptum fusco-violaceum</i> (Ehrenb.: Fr.) Ryv. <i>Fomitopsis rosea</i> (Alb. et Schwein. et Fr.) Karst
Березово-осиновые леса	<i>Fomes fomentarius</i> (L.: Fr.) Fr. <i>Phellinus tremulae</i> (Bond.) Bond.: Borissov	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull: Fr.) Karst. <i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryv. <i>Phellinus igniarius</i> (L.: Fr.) Quel. <i>Trametes ochracea</i> (Pers.) Gilb. et Ryv.
Ольшаники	<i>Fomes fomentarius</i> (L.: Fr.) Fr. <i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolt.: Fr.) Schrot.	<i>Phellinus igniarius</i> (L.: Fr.) Quel. <i>Inonotus radiatus</i> (Sow.: Fr.) Karst. <i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.: Fr.) Karst. <i>Trametes versicolor</i> (L.: Fr.) Pil.

Из приведенной таблицы видно, что в микобиоте доминируют четыре вида: трутовик настоящий (*Fomes fomentarius*), трутовик окаймленный (*Fomitopsis pinicola*), трутовик ложный (*Phellinus igniarius*) и трутовик бугристый (*Daedaleopsis confragosa*). Данные виды относятся к типичным доминантам южно-таежных лесов.

Обнаруженные виды грибов различаются по степени их специализации к субстрату. **Облигатные стенотрофы развиваются на древесине строго определенной породы. Это *Lenzites betulina*, *Phellinus alni*, *Phellinus pini*, *Phellinus tremulae*, *Piptoporus betulinus* и др.**

Эвритрофные виды второго порядка, проявляющие высокую субстратную связанность в своем существовании с различными представителями лиственных или хвойных пород, однако проявляют субстратную специализацию, отдавая предпочтение одной из пород в качестве основной и используя остальные породы как случайные. Обозначенная группа достаточно неоднородна и включает в себя три подгруппы:

- виды, развивающиеся на хвойных породах (*Trichaptum abietinum*);
- виды, развивающиеся на лиственных породах, и связанные в своем существовании с ограниченным (4 и менее) кругом древесных пород, т. е. «эвритрофы с узким субстратным спектром» (*Inonotus rheades*, *Daedaleopsis tricolor*, *Fomes fomentarius*);
- виды, развивающиеся на лиственных породах, и связанные в своем существовании с широким кругом (5 и более) древесных пород (*Inonotus obliquus*, *Bjerkandera adusta*, *Cerrena unicolor*, *Daedaleopsis confragosa*).

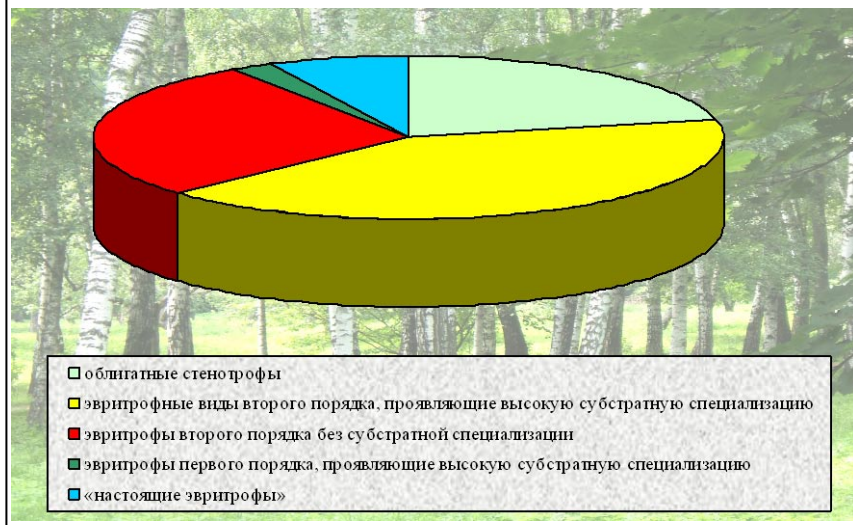
Среди эвритрофных видов второго порядка без субстратной специализации можно выделить две подгруппы: **виды, развивающиеся на хвойных (*Antrodia serialis*, *Gloeophyllum sepiarium*)** и **виды, развивающиеся на лиственных породах (*Phellinus punctatus*, *Irpex lacteus*, *Trametes hirsuta*).**

Четвертую группу составили эвритрофы первого порядка, проявляющие высокую субстратную специализацию. Они развиваются и на хвойных, и на лиственных, однако отдают предпочтение определенным породам. Данная группа представлена 3 видами. Например *Oxiporus corticola* связан, главным образом с осиной, хотя может поселяться и на березе, ольхе, сосне, реже – на других породах.

Группу «настоящие эвритрофы» составляют **виды, развивающиеся на древесине большинства лесообразующих пород, как лиственных, так и хвойных, и проявляющие крайнюю степень трофической пластичности (*Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma lipsiense*).**

Распределение видов трутовых грибов района исследования по группам экологической трофности представлено на рис. 2.

Рис. 2. Группы ксилотрофных грибов района исследования, выделенные по степени специализации к субстрату



Для оценки степени антропогенной нагрузки на лесные экосистемы воспользуемся индексом синантропизации сообщества трутовых грибов (1), рассчитываемый на основе индексов синантропии входящих в это сообщество видов [7, с. 124–128]. Индекс синантропии может иметь значения от +100 до –100. При равной доле числа находок вида во всех трех типах местообитаний (т.е. «независимости» вида от хозяйственной деятельности человека) индекс принимает значение +16,7. В табл. 5 приводятся значения индексов синантропии грибов, обнаруженных в ходе исследования и обладающих индикаторным значением.

Таблица 5

Индексы синантропии S_i трутовых грибов

Название вида	S_i	Индикационный балл
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Donk	51	4
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.: Fr.) Karst.	67	5
<i>Cerrena unicolor</i> (Bull.: Fr.) Murr.	62	5
<i>Daedaleopsis tricolor</i> (Bull.: Fr.) Bond. et Sing.	23	3
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolt.: Fr.) Schrot.	29	3
<i>Datronia mollis</i> (Som.: Fr.) Donk .	24	3
<i>Fomes fomentarius</i> (L.: Fr.) Fr.	28	3

Продление таб. 5. Начало на стр. 11

Название вида	S_i	Индикационный балл
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.: Fr.) Karst.	18	3
<i>Ganoderma lipsiense</i> (Batsch) Atk.	49	4
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf.: Fr.) Karst.	74	5
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr.) Bres.	-8	2
<i>Hapalopilus nidulans</i> (Fr.) Karst.	-12	2
<i>Haploporus odoros</i> (Som.: Fr.) Bond. et Sing.	-56	1
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	29	3
<i>Inonotus obliquus</i> (Pers.: Fr.) Pil.	16	3
<i>Inonotus radiatus</i> (Sow.: Fr.) Karst.	-4	2
<i>Inonotus rheades</i> (Pers.) Karst.	-8	2
<i>Irpex lacteus</i> Fr.	61	5
<i>Lenzites betulina</i> (Fr.) Fr.	41	4
<i>Oligoporus fragilis</i> (Fr.) Gilb. et Ryv.	15	3
<i>Oligoporus stipticus</i> Gilb. et Ryv.	14	3
<i>Oxiporus corticola</i> (Fr.) Ryv.	38	4
<i>Phellinus alni</i> (Bond.) Parm.	25	3
<i>Phellinus conchatus</i> (Pers.: Fr.) Quel.	29	3
<i>Phellinus igniarius</i> (L.: Fr.) Quel.	14	3
<i>Phellinus punctatus</i> (Fr.) Pil.	28	3
<i>Phellinus tremulae</i> (Bond.) Bond.: Borissov	30	3
<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull: Fr.) Karst.	36	4
<i>Polyporus brumalis</i> Pers.: Fr.	-6	2
<i>Polyporus ciliatus</i> Fr.	27	3
<i>Polyporus varius</i> Fr.	14	3
<i>Рыснопорус киннабаринус</i> (Jacq.: Fr.) Karst.	30	3
<i>Skeletocutis lenis</i> (Karst.) Niem.	22	3
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	28	3
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulf.: Fr.) Pil.	68	5
<i>Trametes pubescens</i> (Schum.: Fr.) Pil.	67	5
<i>Trametes suaveolens</i> (L.: Fr.) Fr.	15	3
<i>Trametes versicolor</i> (L.: Fr.) Pil.	72	5
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.: Fr.) Ryv.	51	4
<i>Trichaptum fusco-violaceum</i> (Ehrenb.: Fr.) Ryv.	30	3

С учетом количества находок индикаторных видов в разных типах лесных сообществ, по формуле 1 находим индекс синантропизации для исследованных ассоциаций в зоне потенциального воздействия магистрального газопровода. Сравним полученные данные со значениями для аналогичных ассоциаций вне зоны предполагаемого антропогенного воздействия (табл. 6).

Таблица 6

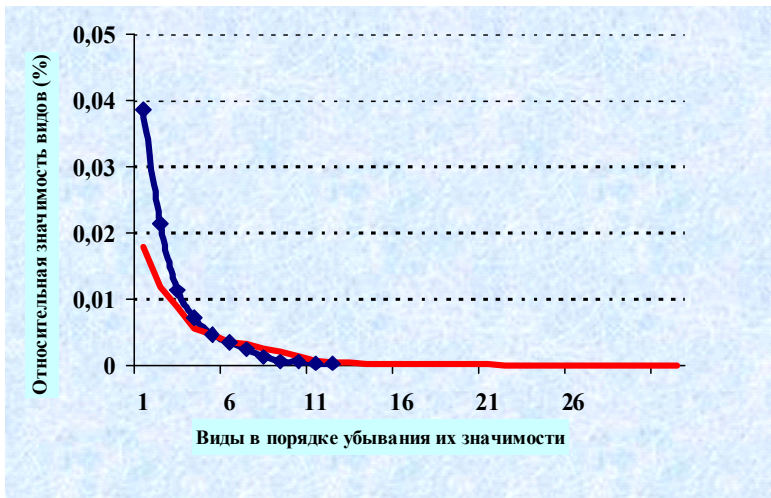
Сводные данные о значениях биоиндикационного индекса синантропизации I_s в исследованных типах леса

Основные типы леса, в которых проводились исследования микобиоты	Ненарушенные эталонные ассоциации, I_s	Кесовогорский участок трассы, I_s	Мышкинский участок трассы, I_s
Ельники МСФ	0,638± 0,016	0,686± 0,029	0,658± 0,024
Ельники КИС, ЧЕР	0,554± 0,010	0,735± 0,014	0,748± 0,014
Ельники ТАВ, ТАВК, БТР	0,583± 0,017	0,629± 0,011	0,635± 0,012
Ельники ДОЛЧ	0,565± 0,012	0,624± 0,019	-
Ельники ТРД	0,587± 0,021	0,799± 0,012	0,706± 0,048
Березняки МСФ	0,692± 0,034	0,694± 0,022	0,698± 0,024
Березово-осиновые леса КИС, ЧЕР	0,670± 0,018	0,812± 0,008	0,798± 0,009
Березово-осиновые леса ТАВ, ТАВК, БТР	0,675± 0,020	0,732± 0,009	0,724± 0,009
Березняки ДОЛЧ	0,678± 0,016	0,712± 0,008	0,708± 0,008
Осинники ТРД	0,567± 0,021	0,802± 0,010	0,796± 0,010
Сероольшанники ТАВ, ТАВК, БТР	0,626± 0,010	0,698± 0,012	0,704± 0,011

Таким образом, можно видеть, что в зоне воздействия магистрального газопровода наибольшие изменения ксилотрофной микобиоты отмечены в ельниках, березняках и осинниках кисличной, черничной и травяно-дубравной серий. Можно считать, что данные сообщества подверглись значительной антропогенной трансформации в результате строительства и эксплуатации магистрального газопровода.

Используем еще один биоиндикационный показатель степени антропогенной трансформации лесных сообществ – индекс Симпсона. Отклонение данного индекса от его значений, рассчитанных для ненарушенных сообществ, может служить критерием нарушенности лесных экосистем. Распределение видов в сообществе по их обилию можно представить графически в виде кривой (рис. 3). В ненарушенных коренных лесах южной тайги кривая доминирования имеет небольшой подъем левой части, что соответствует некоторой группе доминантов, так называемому «видовому ядру» сообщес-

Рис. 3. Структура доминирования в сообществе трутовых грибов березово-осиновых лесов черничной серии в зоне влияния газопровода Торжок-Ухта (синяя линия) и на контрольных площадках (красная линия)



тва ксилотрофных грибов. Правая часть кривой соответствует минорным видам, которые в ненарушенных ценозах довольно многочисленны. Резкий подъем левой части кривой свидетельствует о неблагоприятных процессах в экосистеме. Общее число видов в микоценозе при этом сокращается, а роль доминантов усиливается.

В табл. 7 мы поместили сводные данные о значениях индекса Симпсона в исследованных типах леса. Наиболее высокие значения индекса, свидетельствующие о неблагоприятной экологической ситуации в сообществе, также отмечены в ельниках, березняках и осинниках кисличной, черничной и травяно-дубравной серий.

Вероятной причиной наблюдаемых изменений в структуре ксилобиоценозов следует считать изменение гидрологического режим территории.

Таблица 7

Сводные данные о значениях индекса Симпсона в исследованных типах леса

Основные типы леса, в которых проводились исследования микобиоты	Ненарушенные эталонные ассоциации, С	Кесовогорский участок трассы, С	Мышкинский участок трассы, С
Ельники МСФ	0,208 ± 0,007	0,237 ± 0,014	0,234 ± 0,024
Ельники КИС, ЧЕР	0,095 ± 0,007	0,251 ± 0,009	0,264 ± 0,024

Продлжение таб. 7. Начало на стр. 14

Основные типы леса, в которых проводились исследования микобиоты	Ненарушенные эталонные ассоциации, С	Кесовогорский участок трассы, С	Мышкинский участок трассы, С
Ельники ТАВ, ТАВК, БТР	0,081 ± 0,008	0,157 ± 0,009	0,147 ± 0,022
Ельники ДОЛЧ	0,104 ± 0,009	0,158 ± 0,012	0,164 ± 0,028
Ельники ТРД	0,063 ± 0,008	0,280 ± 0,012	0,268 ± 0,022
Березняки МСФ	0,198 ± 0,007	0,247 ± 0,014	-
Березово-осиновые леса КИС, ЧЕР	0,097 ± 0,009	0,270 ± 0,010	0,262 ± 0,012
Березово-осиновые леса ТАВ, ТАВК, БТР	0,083 ± 0,010	0,127 ± 0,010	0,145 ± 0,010
Березняки ДОЛЧ	0,104 ± 0,003	0,140 ± 0,010	0,152 ± 0,008
Осинники ТРД	0,060 ± 0,007	0,292 ± 0,016	0,287 ± 0,012
Сероольшанники ТАВ, ТАВК, БТР	0,069 ± 0,010	0,132 ± 0,014	0,148 ± 0,014

Подтопление – одна из ключевых экологических проблем, связанная со строительством и эксплуатацией газопровода. Геоботанические исследования показали, что на исследуемой территории доминируют растительные сообщества, имеющие тенденцию к заболачиванию: леса болотно-травяной, таволговой, таволгово-кисличной серий, а также заболоченные синантропные сообщества (вторичные луга, пастбища, залежи, сенокосы). При этом растения увлажненных мест ведут себя агрессивно, внедряясь в различные ассоциации и активизируя общую тенденцию заболачивания территории. Наиболее неблагоприятны в этом отношении – переувлажненные низины и поймы рек.

Анализируя наблюдаемые изменения биоты ксилотрофных макромицетов, можно предположить, что при условии сохранения тенденции к заболачиванию в ближайшее время в растительных сообществах будут протекать сукцессионные процессы, направленные на смену лесов кисличной серии – на леса таволгово-кисличной серии, таволговых лесов – на болотно-травяные, черничников – на леса долгомошно-черничной серии, а травяно-дубравные леса – на леса майниково-сфагновые. Эти процессы могут привести к снижению продуктивности данных сообществ и к общему снижению биоразнообразия данной территории.

На наш взгляд, основные природоохранные работы на исследуемом участке трассы газопровода должны быть связаны с предупреждением процессов локального заболачивания, обводнения и подтопления, которые, в большей или меньшей степени, присутствуют и активизируются практически во всех обследуемых ассоциациях. Для уменьшения площади заболоченных участков необходимо устройство местного открытого дренажа в сочетании с восстановлением естественной системы местного стока.

Литература:

1. *Авессаломова И.А., Смирнова Р.С.* О биоиндикационной роли грибов при оценке состояния окружающей среды // Биохимические методы при оценке состояния окружающей среды. М.: Наука, 1989. С. 135–146.
2. *Арефьев С.П.* Дереворазрушающие грибы индикаторы состояния леса // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень, 2000. С. 91–105.
3. *Бондарцев А.С.* Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 1106 с.
4. *Бондарцева М.А.* Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. Семейства Альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые, лахнокладиевые, полипоровые, пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. СПб.: Наука, 1998. 391 с.
5. *Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х.* Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Вып. 1. Семейства Гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые. Л.: Наука, 1986. 192 с.
6. Ксилотрофные базидиомицеты – биоиндикаторы степени техногенного загрязнения территории / *Волчатова И.В.* и др. // Матер. междунар. конф. «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии». Минск, 2004. С. 194–196.
7. *Медведев А.Г.* Трутовые грибы как индикаторы изменений лесных экосистем под воздействием антропогенной нагрузки. Тверь: ТИЭП, 2006. 236 с.
8. *Мухин В.А.* Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 331 с.
9. Общая пояснительная записка к материалам инженерно-экологических изысканий на участках магистрального газопровода СРТО-Торжок. М.: НППЦ «Экостройгеология». 49 с.
10. *Юпина Г.А.* Дереворазрушающие грибы антропогенных территорий // Микология и фитопатология. 1987. Т. 21, вып. 3. С. 224–225.
11. *Ryvarden L., Gilbertson R.L.* European Polypores. Pt. 1. Oslo: Fungiflora, 1993. P. 1–387.
12. *Ryvarden L., Gilbertson R.L.* European Polypores. Pt. 2. Oslo: Fungiflora, 1994. P. 388–743.