

УДК 630*18+504.33

Н.М. Шебалова, С.В. Залесов

Шебалова Надежда Михайловна родилась в 1948 г., окончила в 1973 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 83 печатные работы по вопросам влияния аэротехногенного загрязнения на компоненты лесных экосистем.



Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета, заслуженный лесовод РФ. Имеет более 250 печатных работ по проблеме повышения продуктивности лесов Урала и Западной Сибири лесоводственными способами.



МИКРОМИЦЕТЫ ЛЕСНЫХ ПОЧВ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Установлено, что длительное аэротехногенное воздействие промышленных поллютантов на лесные почвы приводит к интенсификации процессов спорообразования в лесной подстилке, особенно в ферментативном горизонте.

Ключевые слова: лесная подстилка, почва, сосновые насаждения, микромицеты, биомасса, споры, мицелий.

При характеристике лесорастительных условий очень сложно использовать широко применяемые понятия ПДК. Это связано с разнообразием источников и объектов техногенного загрязнения, а также форм соединений, возникающих при взаимодействии токсикантов с компонентами почвы. Информация, полученная с помощью биологических объектов, предполагает оценку влияния всего комплекса загрязняющих веществ на лесорастительные условия исследуемых сосновых насаждений, а не действие отдельных веществ, что существенно повышает надежность определения экологической ситуации в целом.

Исследовались лесные почвы сосновых насаждений, произрастающих в зоне действия Полевского криолитового завода (ПКЗ) и зоне сильного загрязнения Первоуральско-Ревдинского промышленного узла (ПРПУ). Выбор лесных территорий был обоснован тем, что в зоне действия ПКЗ приоритетными являются фтористые соединения, а токсический эффект промышленных выбросов ПРПУ заключается в комплексном воздействии тяжелых металлов и сернистого ангидрида. Почвенные условия исследуе-

рых сосняков достаточно близки, в обоих районах преобладают серые лесные среднеподзоленные почвы, на которых удовлетворительно растут деревья как хвойных, так и мягколиственных пород. Лесная подстилка дифференцируется только на два горизонта: O1, представленный свежеспавшей хвоей, листьями, злаками, и ферментативно-гумусовый (O2–O3), где происходят основные процессы разложения растительного опада и гумификации.

Для выделения микроскопических почвенных грибов мы использовали методы посева на питательные среды и накопления (выделение микроорганизмов осуществляется непосредственно с опавших листьев, хвои, шишек, т. е. с субстратов, на которых они развиваются). Количественное определение биомассы спор и мицелия выполняли методом прямого микрокопирования [2, 4].

Концентрация органических веществ, необходимых для питания почвенной микрофлоры, в лесной подстилке значительно выше, чем в других почвенных горизонтах. Но опад сосновых насаждений доступен далеко не всем микроорганизмам. Это связано не только с содержанием в хвое большого количества труднорастворимых веществ (гемицеллюлозы, крахмал, клетчатка), но и с неспособностью микробной системы лесных почв потреблять нерастворимые полимерные соединения до тех пор, пока они не будут разложены до растворимых мономеров. Следовательно, в каждом горизонте лесной подстилки должна присутствовать микрофлора, трансформирующая эти труднорастворимые соединения. Первыми деструкторами сложных соединений, попадающих в почву в составе растительных остатков, могут выступать лишь те микроорганизмы, которые обладают гидролитическими ферментами. В аэробной зоне это микромицеты и некоторые грамположительные бактерии, в том числе актиномицеты.

Крахмал расщепляется до глюкозы ферментом, синтезируемым мукоровыми грибами, аспергиллами и почвенными дрожжами; гемицеллюлозы разлагаются разными почвенными микроорганизмами: гифомицетами, бактериями, актиномицетами; целлюлоза – только микроорганизмами, животные и растения не обладают такой способностью; клетчатка лесной почвы, входящая в состав мертвой древесины, – грибами. Характерной особенностью разложения целлюлозы микромицетами является выделение ими в среду целлюлазных ферментов. Целлюлазы бактерий являются контактными ферментами, связанными, очевидно, с клеточной поверхностью, и выделение этих ферментов из микроорганизмов представляет определенные трудности [1, 3].

Грибы имеют высокую степень контакта со средой, поскольку их мицелиальное строение обеспечивает большое отношение гиф к их объему. Линейная скорость роста грибного мицелия (50 ... 1000 мкм/ч) на 1-2 порядка выше, чем у бактерий (1 ... 10 мкм/ч), поэтому он может эффективнее колонизировать поступающий в почву органический опад. В короткие сроки микромицеты заселяют обширные пространства и накапливают обилие пропативных структур. Высокая активность метаболизма проявляется у них в широком интервале действия различных экологических факторов: темпера-

туры, влажности, кислотности среды. Они способны длительно пребывать в состоянии анабиоза и переходить к активной жизнедеятельности при благоприятных условиях.

Анализ данных микробиологических исследований показал, что при всех перечисленных достоинствах микромицетов их доля в микробоценозах очень мала. Количество «сахаролитических» грибов, которые, наряду с бактериями, используют для своей жизнедеятельности низкомолекулярные органические соединения типа простых углеводов, сравнительно невысоко и колеблется в пределах 0,2 ... 2,0 % от общего количества изученных микроорганизмов. При наличии подходящего субстрата происходит быстрый рост их мицелия и активное прорастание спор и покоящихся клеток. Очевидно, в создавшихся условиях бактериальная микрофлора способна быстрее потреблять легкодоступный органический азот и легкомобилизуемые углеводные соединения и не остается питательных веществ для роста и развития других микроорганизмов.

Численность целлюлозоразрушающих грибов в зоне сильного загрязнения ПКЗ в верхнем горизонте лесной подстилки колеблется в пределах 8,6 ... 9,5, в ферментативном горизонте повышается до 17,5 ... 24,7, в почвенном горизонте содержится от 3,4 до 4,2 тыс. колоний на 1 г углерода. По мере удаления от ПКЗ численность целлюлозоразрушающих грибов в исследуемых генетических горизонтах несколько возрастает и в верхнем горизонте подстилки зоны слабого загрязнения составляет 15,8 ... 17,3 тыс. колоний. В верхнем горизонте лесной подстилки в зоне сильного загрязнения ПРПУ целлюлозоразрушающая микрофлора отсутствует, а в нижележащих горизонтах содержится всего лишь 2,1 ... 2,9 тыс. колоний. Для объективной оценки роли микромицетов как деструкторов растительного опада необходимо знать их количество в каждой конкретной почве. Однако нельзя

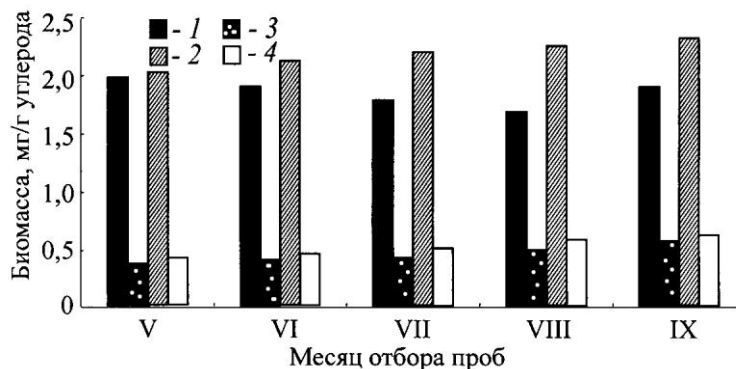


Рис. 1. Сезонная динамика биомассы спор (1, 2) и мицелия (3, 4) в горизонтах лесной подстилки зоны сильного загрязнения ПКЗ: 1, 3 – верхний слой; 2, 4 – ферментативный слой

произвести оценку только по числу колоний, выросших в чашках Петри с питательной средой, поскольку большинство микроорганизмов гетерогенно

как в таксономическом, так и физиологическом отношении. Кроме того, для огромной группы деструкторов растительного опада нет единой универсальной среды выращивания, и не все почвенные грибы вырастают на питательных синтетических средах. Поэтому для более точной и объективной оценки количества микромицетов в лесной почве мы определяли количество спор, длину мицелия, биомассу спор и мицелия.

Наблюдения за сезонной динамикой показали, что каждый исследуемый горизонт лесных почв характеризуется конкретным уровнем биомассы спор и мицелия (рис. 1, 2). Наиболее интенсивно процесс спорообразования протекает в горизонтах лесной подстилки, особенно в ферментативном. В горизонте 02 – 03 происходит постепенное увеличение количества спор от весны к осени. В верхнем горизонте подстилки процесс протекает иначе: к июлю – августу количество спор постепенно уменьшается и вновь возрастает осенью. Особенно ярко это выражено в зонах сильного загрязнения токсикантами, т. е. вблизи источника загрязнения.

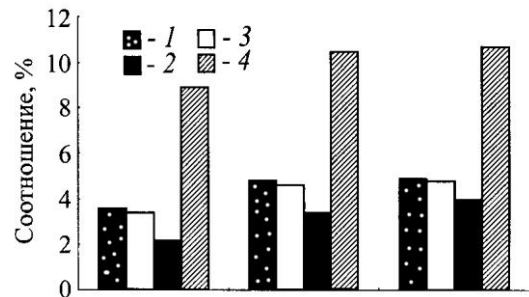


Рис. 2. Соотношение биомассы спор и мицелия в подстилке (I – верхний, II – ферментативный горизонт) и верхнем почвенном горизонте (III): 1, 2, 3 – ПКЗ, зоны сильного, слабого и среднего загрязнения; 4 – ПРПУ, зона сильного загрязнения

Выявленные закономерности, вероятно, обусловлены совокупностью многих факторов, действующих в исследуемых экосистемах. Это содержание питательных веществ, количество на-

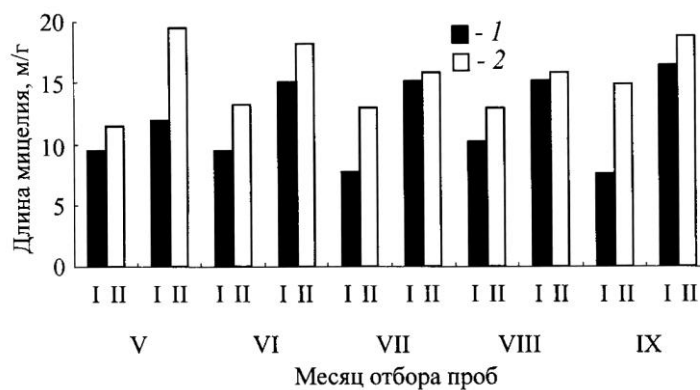


Рис. 3. Влияние концентрации фторидов на длину мицелия: I – верхний, II – ферментативный горизонт; 1 – зона сильного, 2 – слабого загрязнения

копленных в горизонтах токсических веществ, влажность, температура, рН среды обитания и т. д. Осеннее увеличение количества спор в верхнем горизонте лесной подстилки, очевидно, связано с наличием их на листьях, хвое, травянистой растительности и поступлением в опад на лесную почву. Высокое содержание спор в горизонтах лесной подстилки сохранялось в течение всего периода исследований.

Наибольшее количество мицелия отмечено в горизонтах лесной подстилки, особенно в ферментативном горизонте (рис. 3). Общая длина мицелия невысока и в горизонтах лесной подстилки даже в зоне слабого загрязнения ПКЗ достигает лишь десятков и даже единиц метров. По мере приближения к постоянному источнику загрязнения длина гифов микромицетов незначительно снижается.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в горизонтах лесной подстилки содержится достаточное количество микромицетов, но они находятся в состоянии покоя в виде спор, поскольку нет условий для роста вегетативного мицелия, несмотря на избыток субстрата в виде мощной подстилки и неразложившегося органического вещества. Общая длина мицелия микроскопических грибов невысока и даже в зоне слабого загрязнения ПКЗ не превышает 20 м. По литературным же данным, его длина в почвах лесных биогеоценозов должна измеряться сотнями метров, что, очевидно, связано с кумулятивным характером повреждения токсикантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Имшенецкий, А.А.* Микробиология целлюлозы [Текст] / А.А. Имшенецкий. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 483 с.
2. *Мирчинк, Т.Г.* Почвенная микология [Текст] / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.
3. *Наплекова, Н.Н.* Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири [Текст] / Н.Н. Наплекова. – Новосибирск: Наука, 1974. – 249 с.
4. *Сэги, И.* Методы почвенной микробиологии [Текст] / И. Сэги. – М.: Наука, 1983. – 292 с.

N.M. Shebalova, S.V. Zalesov

Micromycets of Forest Soils in Pine Stands Growing in Technogenic Pollution Zone

It is found out that long-term impact of industrial pollutants present in atmosphere result in intensification of spore formation in forest layer, especially in enzymatic horizon.
