

НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЗОНАХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.М. ШЕБАЛОВА,

*кандидат технических наук, доцент,
Уральский ГИТУ, г. Екатеринбург*

Ключевые слова: *лесная почва, аэротехногенное загрязнение, микроорганизмы, адаптация.*

В природных экосистемах микроорганизмы своей жизнедеятельностью (разлагают органику и возвращают элементы в круговорот) в значительной мере влияют на процессы, происходящие в почве, создавая условия для развития тех или иных биогеоценозов. Они – очень чувствительные индикаторы, резко реагирующие на различные изменения в среде. И, как любой живой организм, в зависимости от интенсивности воздействия и длительности неблагоприятных факторов среды их обитания дает на них ответ. Поскольку повреждающих факторов значительное количество, то и возникает множество способов защиты от них: от метаболических механизмов до морфологических приспособлений. Наличие же стационарного источника загрязнения постоянно усиливает существование техногенных аномалий.

Цель и методика исследования

В качестве объектов исследования были выбраны лесные биогеоценозы, расположенные в зоне действия Полевского криолитового завода (ПКЗ), и лесные территории зоны сильного действия Первоуральско-Ревдинского промышленного узла (ПРПУ). Почвенные условия исследуемых сосняков достаточно близки друг другу. В обоих районах преобладают серые лесные среднеподзоленные почвы. Микробиологическую и ферментативную активность в горизонтах лесной подстилки и почвы определяли по общепринятым методикам в 5-10 повторностях каждого образца. Для количественного определения биомассы спор и мицелия и его окраски использовали метод прямого микропипирования [1].

Лесная подстилка исследуемых нами сосновых биогеоценозов дифференцируется только на два горизонта и как субстрат своеобразна и специфична. Горизонты отличаются не только наличием большого количества трудно-разлагаемых соединений (целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин и т.д.), но и присутствием огромного количества загрязняющих веществ, например, фтор-иона, который в силу своей окислительной способности инициирует образование перекисных соединений. О наличии довольно значительных количеств перекисных соединений свидетельствует

также и сравнительно высокий уровень активности пероксидазы, каталитические свойства которой строго специфичны к перекисям. Уровень активности пероксидазы в зоне сильного загрязнения ПКЗ в слабоминерализованном верхнем горизонте лесной подстилки, аккумулирующем до 930 мкг/г фтора, колеблется в пределах от 7430 до 8460 у.е. Повышение содержания токсиканта в ферментативном горизонте лесной подстилки до 1965-1984 мкг/г вызвало значительное увеличение активности фермента (до 11650-14910 у.е.), то есть активность энзима возрастает в 1,8-2,1 раза по сравнению с верхним горизонтом подстилки. Кроме того, в процессе окисления субстрата в присутствии пероксидазы образуются высокореагентные и высокотоксичные свободные радикалы. Образование данных радикалов является одним из начальных процессов повреждающего действия ряда факторов на клетку.

Следовательно, выживаемость в создавшихся экологических условиях определяется способностью организма приспосабливаться к необычным условиям среды обитания. Адаптация, то есть приспособление организма к конкретным условиям среды существования, у индивидуума достигается за счет физиологических механизмов, у популяций организмов – благодаря генетической изменчивости и наследственности.

Результаты исследований

Микробиологические исследования показали (рис. 1), что в течение всего вегетационного периода относительная доля бактериальной микрофлоры в сложившихся горизонтах лесной подстилки и аккумулятивно-перегнойном горизонте микробиоценозах довольно высока и достигает 98,0-99,8% от общего количества исследованных, независимо от места расположения лесных территорий относительно стационарного источника загрязнения. То есть в данной экологической обстановке бактериальная микрофлора в отличие от других почвенных микроорганизмов обладает наилучшими ростовыми показателями, быстрее осваивает питательные вещества растительного опада и поэтому смогла выжить в исследуемых нами горизонтах лесных почв.



Адаптационным механизмом в данном случае явилось то, что бактериальные группы почвенной микрофлоры в создавшихся экстремальных условиях среды обитания приспособились к более низким тратам энергии на поддержание своей жизнеспособности по сравнению с другими микроорганизмами.

Численность микромицетов, находящихся в активном состоянии, невелика и составляет 0-2,3%. Оценить роль микромицетов как деструкторов растительного опада только по числу колоний, выросших на чашках Петри с питательной средой, нельзя. Это связано с тем, что данные микроорганизмы гетерогенны как в таксономическом, так и в физиологическом отношении. Многие микромицеты полиморфны. Им свойственна разнообразная и нередко лабильная система генетической и негенетической изменчивости. Они могут образовать гетерокариотический пул, из которого возникают многообразные формы, адаптированные к разнообразным условиям окружающей среды. В зависимости от условий окружающей среды микромицеты могут быть представлены не только разнообразными экологическими группировками, но и различными жизненными формами: мицелием и спорами. Они также могут иметь различный пигментированный мицелий (светлоокрашенный, темноокрашенный, бесцветный). Темноокрашенные грибы являются многочисленной и разнообразной в систематическом отношении группой, содержат в мицелии и спорах черный пигмент сложной полимерной структуры, относящийся к меланинам. Наличие черного пигмента типа меланинов и определяет защитные свойства микромицетов, давая им возможность существовать в неблагоприятных условиях. Беспигментные микромицеты наименее устойчивы к экстремальным условиям среды обитания [3, 4].

Проведенные исследования показали (табл. 1, 2; рис. 2, 3), что в течение вегетационного периода в исследуемых почвах происходит достоверное изменение как численности спор и длины мицелия, так и содержания грибной биомассы. Выявленные закономерности, вероятно, обусловлены совокупностью многих факторов, действующих в исследуемых

Wood soil, aerotecnogenic pollution, microorganisms, adaptation.

Лесное хозяйство

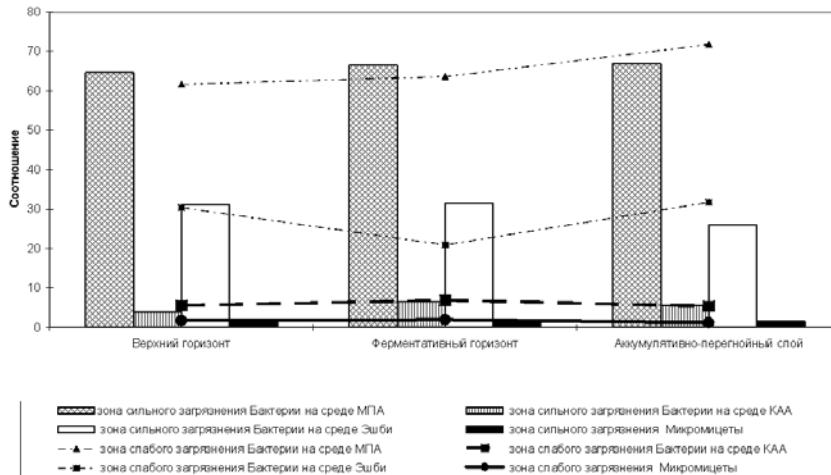


Рисунок 1. Соотношение микроорганизмов в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте, расположенных в зонах загрязнения ПКЗ

Таблица 1

Длина мицелия в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте, расположенных в зонах загрязнения ПКЗ, м/г

Время отбора проб, месяц	Горизонт	Зона сильного загрязнения				Зона слабого загрязнения			
		темноокрашенный	светлоокрашенный	общая длина	% темноокрашенных	темноокрашенный	светлоокрашенный	общая длина	% темноокрашенных
Май	01	4,91±0,31	4,61±0,33	9,52	51,5	6,21±0,72	5,31±0,54	11,52	53,9
	02-03	7,03±0,37	4,92±0,29	11,95	58,8	10,11±1,70	6,41±0,56	16,52	67,1
	A1	2,70±0,09	2,32±0,10	5,02	54,0	2,62±0,08	1,52±0,16	3,12	83,8
Июнь	01	6,61±0,36	2,93±0,11	9,54	69,4	6,33±0,72	6,91±0,33	13,24	47,7
	02-03	8,53±0,48	6,51±0,37	15,04	56,6	11,93±0,90	6,31±0,71	18,24	65,3
	A1	3,72±0,31	2,92±0,38	6,64	56,0	2,55±0,10	1,91±0,08	4,46	56,8
Июль	01	4,01±0,44	3,72±0,39	7,73	51,9	5,73±0,61	7,34±0,77	13,07	43,8
	02-03	9,02±0,63	6,11±0,46	15,13	59,6	10,51±0,96	5,32±0,65	15,83	66,4
	A1	1,31±0,10	1,01±0,10	2,32	56,2	4,03±0,20	3,53±0,45	7,56	53,5
Август	01	7,61±0,57	2,92±0,23	10,53	72,3	7,22±0,73	6,77±0,77	13,99	51,7
	02-03	12,03±0,64	4,11±0,40	16,14	74,5	10,82±0,71	6,25±0,68	17,07	63,5
	A1	2,04±0,11	1,73±0,10	3,77	54,0	3,92±0,38	3,22±0,40	7,14	54,9
Сентябрь	01	7,33±0,27	3,32±0,47	10,65	56,5	7,92±0,81	7,03±0,83	14,95	53,0
	02-03	11,21±0,72	5,22±0,49	16,43	68,2	12,91±0,81	6,91±0,76	19,82	63,2
	A1	3,92±0,23	3,51±0,22	7,43	52,7	4,32±0,32	4,17±0,21	7,49	55,4

Таблица 2

Длина мицелия микромицетов в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте зон сильного загрязнения, м/г

Горизонт	ПКЗ				ПРПУ			
	темноокрашенный	светлоокрашенный	общая длина	% темноокрашенных	темноокрашенный	светлоокрашенный	общая длина	% темноокрашенных
01	4,01±0,44	3,72±0,39	7,72	51,9	0,97±0,15	0,10	1,07	90,6
02-03	9,02±0,63	6,11±0,46	15,13	59,6	1,40±0,10	0,10	1,50	93,3
A	1,31±0,10	1,01±0,10	2,32	56,2	0,84±0,10	0,06	0,90	93,6

двух экосистемах. Это содержание питательных веществ и количество накопленных в горизонтах токсических веществ, влажность, температура, pH среды обитания и т.д.

Наиболее интенсивно процесс спорообразования протекает в горизонтах лесной подстилки, особенно ферментативном, характеризующихся основными процессами разложения органического вещества. В сезонной динамике процесса спорообразования в горизонте 02-03 происходит постепенное увеличение количества спор от весны к осени. В верхнем горизонте подстилки динамика процесса спорообразования несколько иная: к июлю-августу количество спор постепенно

уменьшается и вновь возрастает осенью. Особенно ярко выражено это в зонах сильного загрязнения токсикантами, то есть вблизи источника загрязнения. Следовательно, основная масса микроскопических грибов в исследуемых нами горизонтах находится в виде спор, запас которых может быть, очевидно, мобилизован только при изменении экологических условий среды их обитания.

Количество темноокрашенных гифов на протяжении всего периода наблюдения в исследуемых нами горизонтах в основном больше 50%. Максимальная длина пигментированного светлого мицелия достигает в зоне сильного загрязнения ПКЗ 3,3, мини-

мальная - 1,2; в зоне среднего загрязнения - 3,1 и 1,2; в зоне слабого загрязнения - 1,7 и 1,0. Наибольшая величина данного соотношения характерна для горизонтов лесной подстилки зоны сильного загрязнения ПРПУ и колеблется в пределах от 9,7 до 14,0. Преобладание микромицетов, имеющих темные гифы в горизонтах, максимально заселенных грибами, свидетельствует о том, что именно они приспособились к неблагоприятным экологическим условиям среды обитания.

Но также очевидно и то, что даже небольшое уменьшение количественного показателя соотношения биомассы спор и мицелия свидетельствует о протекании процесса взаимопревращения спор в мицелий, хотя степень интенсификации данного процесса невысока.

Согласно данным, полученным в ходе микробиологических исследований, уже не подлежит сомнению предположение о том, что создавшиеся экологические условия в лесных почвах не способствуют развитию микроскопических грибов, играющих первостепенную роль в разложении опада. Это подтверждается и расчетами соотношения биомассы спор к биомассе мицелия. И, как следует из данного рисунка 3, соотношение биомассы спор к биомассе мицелия в большей степени зависит от химической природы накопленных почвой токсических веществ. В зоне действия фторсодержащих промвыбросов отношение биомассы спор к биомассе мицелия в верхнем горизонте лесной подстилки зоны сильного загрязнения колеблется в пределах от 3,3 до 3,9, ферментативном - от 4,4 до 5,2. Больших различий в биоморфологической структуре микромицетов, характеризующей соотношением мицелия и спор, зон сильного и слабого загрязнения фторсодержащими аэротехногенными выбросами не наблюдается. В зоне действия фторсодержащих промвыбросов отношение биомассы спор к биомассе мицелия в верхнем горизонте лесной подстилки зоны сильного загрязнения колеблется в пределах от 3,3 до 3,9, ферментативном - от 4,4 до 5,2. А это значит, что и в зоне слабого загрязнения происходит ингибирование процессов роста и развития микроскопических грибов.

В зоне сильного загрязнения ПРПУ происходит резкое увеличение данного соотношения, и уже в верхнем горизонте подстилки оно достигает 8,7-9,5, в ферментативном - 10,1-11,3, то есть в 2-3 раза больше, чем в аналогичных горизонтах зоны действия ПКЗ. Следовательно, присутствие в аэротехногенных выбросах ПРПУ большого количества кислотных токсикантов оказывает наиболее отрицательное воздействие на почвенную биоту, способствуя увеличению интенсивности процессов спорообразования.

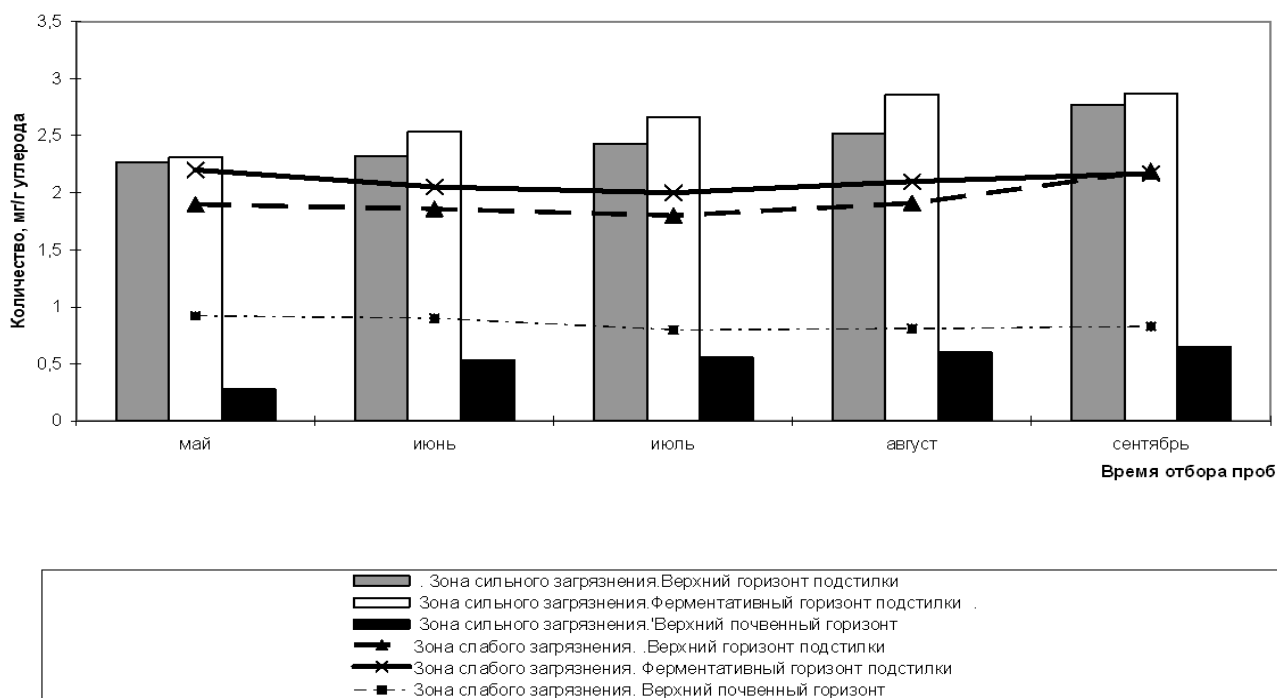


Рисунок 2. Биомасса спор в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте, расположенных в разных зонах ПКЗ

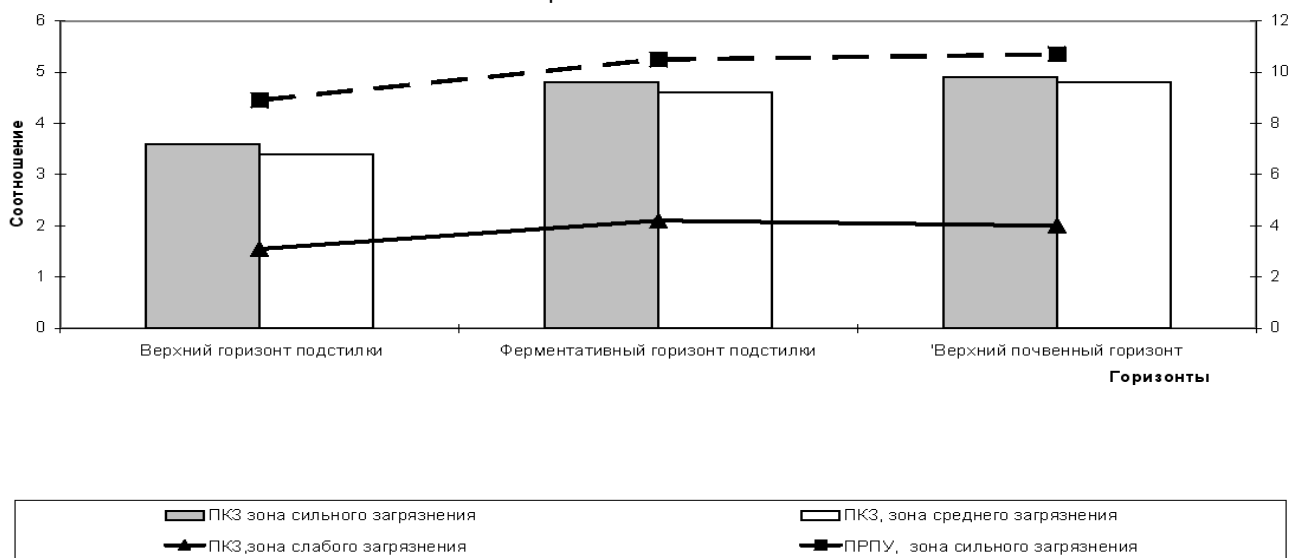


Рисунок 3. Соотношение биомассы спор и мицелия в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте

Выводы

Проведенные исследования показали, что создавшиеся экологические условия горизонтов лесных почв в разных зонах техногенного загрязнения вызвали определенную селекцию микрофлоры при формировании почвенных сукцессий, которая определяется адаптационной способностью микроорганиз-

мов. То есть в изученных нами горизонтах смогли выжить только те микроорганизмы, которые приспособились к необычным условиям среды обитания, совершенствуя механизмы своего выживания, например, за счет способности к более низким тратам энергии на поддержание своей жизнеспособности,

чем у другой микрофлоры, или образования более устойчивых к неблагоприятным условиям форм, например, спор. Следует также отметить, что в зоне слабого загрязнения отрицательное влияние техногенного загрязнения связано, очевидно, с кумулятивным характером повреждения.

Литература

1. Сэги И. Методы почвенной микробиологии. М. : Наука, 1983. С. 292.
2. Борисова В. Н. Гифомицеты лесной подстилки в различных экосистемах. Киев : Наукова думка, 1988. С. 252.
3. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М. : Изд-во МГУ, 1988. С. 220.
4. Демкина Т. С. Грибная биомасса различных типов почв : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. : МГУ, 1986. С. 24.
5. Билай В. И. Основы общей микологии. Киев : Наукова думка, 1989. С. 94.