

УДК 631.46:634.0.2(470.311)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ СОСНОВО-ЛИПОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ

Л. В. МОСИНА, В. Т. ЕМЦЕВ
(Кафедры лесоводства и микробиологии)

При изучении лесных биогеоценозов важно учитывать превращения, которые протекают в почве при участии микроорганизмов. Учет этих превращений может быть наиболее успешным при системном подходе к анализу биогеоценозов. Однако лесные биогеоценозы в комплексном плане менее изучены. Например, на Лесной опытной даче ТСХА уже на протяжении 100 лет ведутся регулярные таксационные исследования древостоя, характеризующие зависимость насаждений от экологических факторов, но микробиологический режим почв под этими насаждениями почти не исследован [1, 2, 7], отсутствуют также данные о видовом составе микроорганизмов. Между тем не общая их численность, а лишь видовой состав является индикатором почвенных типов и характеризует процессы, протекающие в почве в результате жизнедеятельности произрастающих на ней растений [5].

Исследователи, изучавшие микрофлору почв под хвойными и лиственными насаждениями Лесной опытной дачи ТСХА, пришли к выводу, что состав насаждений влияет на микробиологический режим почв. Было показано, что аммонифицирующие бактерии лучше развиваются в почвах лиственных насаждений, чем в почвах под хвойными породами [1, 7]. Противоречивыми являются данные о распространении актиномицетов в почвах хвойных и лиственных насаждений. Одни авторы указывают на увеличение относительного содержания этих микроорганизмов в почвах под хвойными насаждениями [2], другие — на снижение доли лучистых грибов в разложении органического вещества почв такого рода насаждений [1]. К сожалению, во всех работах не даны пробные площади, на которых проводились исследования. Между тем изучаемые авторами насаждения встречаются на нескольких пробных площадях, которые различаются по содержанию органического вещества, мощности гумусового горизонта и т. п., что может оказать существенное влияние на количество и качественный составы микроорганизмов. Одной из задач наших исследований явилось изучение микробного населения почвы под некоторыми лесными насаждениями на Лесной опытной станции Тимирязевской академии.

Объекты и методы исследований

В 1977 г. нами были заложены пробные площади на типичных для условий Москвы и Московской области лесных дерново-подзолистых почвах легкого механического состава в насаждениях лиственницы, березы, дуба и сосны, произрастающей совместно с липой. Объектами исследований были выбраны наиболее изученные в лесоводственном отношении пробные площади квартала 11.

При закладке пробных площадей для получения сравнимых результатов старались отобрать одновозрастные насаждения, расположенные на близком расстоянии друг от друга, на одних элементах рельефа и находящиеся в сходных почвенных условиях.

В данных пробных площадях на типичных элементах рельефа нами были заложены разрезы, из которых по генетическим горизонтам отбирали образцы для микробиологических и агрохимических анализов.

Микробиологические исследования проводили по методике, принятой Отделом почвенных микроорганизмов Института микробиологии АН СССР. Общее количество аммонификаторов определяли путем посева почвенной суспензии на мясо-пептонный агар (МПА, рН 7,0—7,2), спорообразующие бактерии — путем посева пастеризованной в течение 10 мин почвенной суспензии при температуре 75—80° на среду, состоящую из равных объемов МПА и СА (рН 7,0—7,2); общее количество микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, в том числе актиномицеты, с помощью посева на крахмало-аммиачный агар, рН 7,2—7,4; целлюлозоразрушающую способность — на среде Гетчинсона. Общее количество грибов подсчитывали на подкисленном СА (рН 5,0—5,5).

Идентификацию бацилл проводили по методике Родиной и определителю [3] и Д. Берге [9]. Для этой же цели и установления групповой принадлежности лучистых грибов использовали определитель Н. А. Красильникова [3, 4].

Результаты исследований

Исследуемые насаждения лиственницы Сукачева и сосны с липой характеризуют-

ся одним классом возраста, одинаковой полнотой и произрастают на почве одного типа. Таксационная характеристика изучаемых насаждений была дана ранее [6].

Почвы выбранных участков отличаются хорошо развитым гумусовым слоем. Его мощность в сосново-липовом насаждении составляет 29 см, в лиственничном — 25 см. Если подстилка сосново-липового насаждения разлагается очень быстро, о чем свидетельствует ее отсутствие, то в почвах лиственницы слой подстилки значительный вследствие высокого содержания в ней бактерицидных веществ.

Нижняя граница гумусового горизонта в обоих насаждениях одинаковая. Совместное произрастание сосны с липой, возможно, приводит к ослаблению подзолистого процесса, поэтому мощность переходного от гумусового горизонта к подзолисту здесь ниже, чем в почвах лиственницы.

По остальным морфологическим признакам почвы изучаемых насаждений близки между собой.

Морфологический профиль почв сосново-липового насаждения (кв. 11, проб. пл. В²):

A_0 — подстилка несплошная из опавших листьев, хвoinок;

$A_1 \frac{0-10}{10}$ см — темно-серый, свежий, легкосуглинистый, рыхлый, пористость не прослеживается, корни, ходы червей, переход ровный;

$A_1 \frac{10-29}{19}$ см — серый, свежий, легкосуглинистый, рыхлый, корни, ходы червей, переход языковатый;

$A_1 A_2 \frac{29-47}{18}$ см — белесовато-буроватый, легкий опесчаненный суглинок, уплотнен, плитчато-пластинчатый, корни, переход постепенный, языковатый;

$A_2 B \frac{47-67}{20}$ см — белесовато-буроватый,

с большими бурными пятнами, непрочнокомковатый, сильно опесчаненный средний суглинок, уплотнен, слабовлажный, встречаются гумусовые пятна, валунчики, много корней, переход заметный;

$B_1 \frac{67-119}{52}$ см — бурый, тяжело-суглинистый, опесчаненный, влажный, по

граням структурных отдельностей белесоватая присыпка и лакировка, пористый, ореховато-призматической структуры, плотный, встречаются железисто-марганцовистые конкреции, переход постепенный;

$B_2 \frac{119-140}{21}$ см — буроватый с красноватым оттенком; тяжелосуглинистый, мелкоореховатый, плотный, влажный, гумусовые примазки по граням структурных отдельностей.

Почва среднедерновая слабоподзолистая легкосуглинистая (близко к супеси) на бескарбонатной морене.

Морфологический профиль почв лист-

венничного насаждения (кв. 11, проб. пл. Г):

A_0 0—3 см — подстилка из опавших хвoinок, переход ровный;

$A_1 \frac{3-8}{5}$ см — темно-серый, непрочнокомковатый, легкосуглинистый, рыхлый, свежий, корни, ходы червей, переход ровный;

$A_1 \frac{8-28}{28}$ см — серый, легкосуглинистый, непрочнокомковатый (с буроватым оттенком), рыхлый, корни, ходы червей, переход ровный;

$A_1 A_2 \frac{28-49}{21}$ см — светло-серый с буроватым оттенком, непрочнокомковатый, легкий пылеватый суглинок, уплотненный, свежий, корни, ходы червей, переход затеками;

$A_2 B \frac{49-69}{20}$ см — буроватый с белесоватыми пятнами, средний опесчаненный суглинок, мелкоореховатый, уплотненный, слегка влажный, корни, ходы червей, встречаются железисто-марганцовистые конкреции, переход языковатый;

B 60—...см — бурый, тяжелосуглинистый, ореховатый, плотный, слегка влажный, пористый.

Почва среднедерновая слабоподзолистая супесчаная на бескарбонатной морене.

Изученные почвы несколько различаются по содержанию питательных элементов (табл. 1). Так, в почвах лиственницы в верхней части гумусового слоя содержится больше органического вещества и азота. Овингтон [10] объясняет повышенное содержание органического вещества под хвойными насаждениями замедленным разложением подстилки.

По профилю почв сосново-липового насаждения содержится несколько больше органического вещества и азота. Эти почвы лучше обеспечены подвижными фосфором и калием. Существенные различия наблюдаются в содержании кальция. Наиболее богаты им почвы лиственницы ($84 \cdot 10^{-4}$ молей, или 16,8 мг/100 г), что объясняется биологическими особенностями данной древесной породы, в составе которой содержится значительное количество указанного элемента [8], поэтому почвы лиственничного насаждения менее кислые. В почвах сосны с липой обменного кальция содержится всего лишь $14 \cdot 10^{-4}$ молей (2,8 мг/100 г), в составе обменной кислотности этих почв преобладает алюминий — $9 \cdot 10^{-4}$ молей (2,93 мг/100 г), в почвах лиственницы он отсутствует; содержание обменного водорода в них составляет соответственно $11 \cdot 10^{-5}$ и $21 \cdot 10^{-5}$ молей (0,21 и 0,11 мг/100 г).

Почвы изученных насаждений характеризуются легким механическим составом (табл. 2).

Почвы сосново-липового насаждения более тяжелые, поскольку в них несколько больше физической глины. Содержание или-

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика и содержание гумуса в почвах
(средние данные за период наблюдений)**

Генетический горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус, %	Азот, %	Р ₂ O ₅ по Кирсанову		K ₂ O по Масловой		рН _{сол}	Сумма обменных оснований, мэкв/100 г
			молей					
Сосна с липой								
A ₁ , 0—10	3,65	0,16	$\frac{2 \cdot 10^{-3}}{5,3}$	$\frac{1 \cdot 10^{-3}}{11,8}$	3,8	3,43		
A ₁ ', 10—29	1,41	0,09	$\frac{1 \cdot 10^{-2}}{3,0}$	$\frac{8 \cdot 10^{-3}}{8,4}$	3,95	2,22		
A ₁ A ₂ , 32—42	0,51	0,05	$\frac{59 \cdot 10^{-5}}{1,8}$	$\frac{8 \cdot 10^{-3}}{8,0}$	3,90	1,51		
A ₂ B, 53—63	0,31	0,02	$\frac{17 \cdot 10^{-5}}{0,5}$	$\frac{12 \cdot 10^{-3}}{12,5}$	3,55	6,86		
B ₁ , 80—90	0,14	0,02	$\frac{7 \cdot 10^{-4}}{2,1}$	$\frac{8 \cdot 10^{-3}}{8,2}$	3,55	6,45		
B ₂ , 125—130	0,14	0,02	$\frac{13 \cdot 10^{-4}}{3,9}$	$\frac{7 \cdot 10^{-3}}{7,0}$	3,45	5,45		
Лиственница								
A ₁ , 3—8	5,37	0,23	$\frac{13 \cdot 10^{-4}}{3,8}$	$\frac{16 \cdot 10^{-3}}{15,9}$	4,4	6,56		
A ₁ ', 8—28	1,07	0,06	$\frac{4 \cdot 10^{-4}}{1,2}$	$\frac{4 \cdot 10^{-3}}{4,0}$	3,95	1,61		
A ₁ A ₂ , 35—45	0,18	0,02	$\frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,9}$	$\frac{6 \cdot 10^{-3}}{5,6}$	3,75	5,45		
A ₂ B, 55—65	0,14	0,03	$\frac{17 \cdot 10^{-5}}{0,5}$	$\frac{6 \cdot 10^{-3}}{6,0}$	3,75	7,87		

Примечание. В знаменателе — мг/100 г.

Таблица 2

Механический состав почв

Генетический горизонт и глубина взятия образца, см	Потеря при обработке 4 0,05% HCl	Гигроскопическая влажность, %	Содержание, %, частиц мелкозема, мм							
			1—0,25	0,25—0,05	< 0,05	0,05—0,01	< 0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
			1—0,25	0,25—0,05	< 0,05	0,05—0,01	< 0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
Сосново-липовое насаждение										
A ₁ , 0—10	3,4	1,10	27,0	21,8	47,8	27,0	20,8	3,4	7,7	9,7
A ₁ ', 10—29	2,5	0,65	36,6	21,7	39,2	21,5	17,7	3,7	6,0	8,0
A ₁ A ₂ , 32—42	1,6	0,50	21,2	11,7	65,5	43,2	22,3	0,3	17,1	4,9
A ₂ B, 53—63	2,8	1,50	23,2	34,5	39,5	11,4	28,1	0,2	6,1	21,8
B ₁ , 80—90	2,4	1,17	29,2	39,0	29,4	6,6	22,8	0,8	5,0	17,0
B ₂ , 125—130	3,8	1,14	25,4	39,2	31,6	7,0	24,6	3,1	1,5	17,0
Лиственница										
A ₁ , 3—8	3,8	1,60	32,6	19,7	43,9	25,0	18,9	1,4	8,1	9,4
A ₁ ', 8—28	1,9	0,51	34,6	21,6	41,9	25,5	16,4	3,7	4,5	8,2
A ₁ A ₂ , 35—45	2,9	1,03	45,6	29,6	21,9	1,9	20,0	0,9	2,8	16,3
A ₂ B, 55—65	3,1	1,23	33,4	42,0	21,5	3,0	18,5	0,6	1,2	16,7

Численность и качественный состав микроорганизмов в почвах
(в расчете на 1 г сухой почвы)

Генетический горизонт и глубина взятия образца, см	Влажность почвы, %	На МПА, млн. клеток			На КАА, млн. клеток			Спорообразующие МПА + СА, тыс. клеток	Грибы на СА, тыс. клеток*	Целлюлозоразрушающие, % отбрастания комочков
		всего	в т. ч.		всего	в т. ч.				
			спорообразующие	Vac. mycoloides		актиномицеты	Mycobacter			
Сосна с липой										
A ₁ , 0—10	18,3	2,9	0,33	—	9,32	0,33	1,18	15,4	14	100
A ₁ , 15—20	16,5	0,82	0,12	—	2,69	0,12	0,47	13,0	He опр.	100
A ₁ A ₂ , 30—35	11,1	0,22	0,03	0,02	0,67	0,03	0,04	11,0	» »	33
Лиственница										
A ₁ , 3—8	22,4	3,05	0,37	—	4,15	0,61	0,24	35,4	24	100
A ₁ , 15—20	16,4	1,62	0,35	—	1,39	0,23	0,24	26,7	He опр.	70
A ₁ A ₂ , 35—45	10,2	0,93	0,23	0,12	0,20	0,01	0,02	12,1	» »	60
* Среднее из 20 наблюдений.										

стой фракции в гумусовых горизонтах изученных почв примерно одинаковое, вниз по профилю оно увеличивается.

Процессы аммонификации в верхней части гумусового горизонта обеих почв протекают с максимальной интенсивностью (табл. 3). В нижележащих горизонтах интенсивность этих процессов снижается, особенно в почве под сосново-липовыми насаждениями.

В литературе отмечается [7], что численность микроорганизмов в почвах лиственничного насаждения выше, чем в почвах чистого сосняка. В условиях нашего опыта, т. е. при совместном произрастании сосны и липы, значение этого показателя занимает промежуточное положение, а по некоторым группам микроорганизмов (на КАА) оно было даже выше, чем в почве под лиственницей.

Бациллы в активном состоянии лучше развиты в почвах под лиственницей. Их численность достигает 25 % общего количества аммонификаторов, в то время как в почвах сосново-липового насаждения доля бацилл составляет лишь 15 %.

Особенно велика роль бацилл в разложении органического вещества почв лежащих ниже горизонтов. Так, доля бацилл в общем количестве аммонификаторов возрастает с 10 % в верхней части профиля до 25 % в горизонте A₁A₂.

Содержание актиномицетов в изученных почвах также было неодинаковым: в почвах лиственничного насаждения — 15 %, сосново-липового — 4 %. Повышенное количество актиномицетов в первом случае объясняется менее кислой реакцией среды и отсутствием алюминия в почве, к которым эта группа микроорганизмов очень чувствительна [11].

Численность грибов в изучаемых почвах незначительная. Результаты 20-дневных наблюдений показали, что в почвах сосново-липового насаждения их содержание составляет 14 тыс. клеток в 1 г сухой почвы, в почвах под лиственницей оно в 1,5 раза выше.

Наиболее энергично распад целлюлозы, как и другие микробиологические процессы, протекает в верхней части гумусового горизонта (табл. 3). В нижней его части целлюлоза интенсивно распадается в почвах под сосной и липой. В переходном горизонте численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов больше в почвах лиственничного насаждения, что, вероятно, связано с лучшими условиями аэрации.

Данные табл. 4 свидетельствуют о значительных различиях в видовом составе бацилл в почвах под разными насаждениями. Под лиственничными насаждениями в большем количестве присутствуют бациллы, участвующие в распаде органического вещества на более поздних этапах — *Vac. megaterium*, *Vac. idosus*, *Vac. mesentericus*-*Vac. subtilis*, они составляют 54—64 % общего количества бацилл, а в почвах сосново-липового насаждения — всего 9—40 %. И наоборот, виды, предпочитающие органические формы азота — *Vac. setegus*, *Vac. virgulus*, в большем количестве обнаруживаются в почвах под насаждениями сосны и липы. Таким образом, видовой состав бацилл подтверждает наше предположение о наличии более энергичного процесса минерализации органического вещества в почвах под лиственничными насаждениями.

Различия в распределении отдельных видов бацилл наблюдаются и вниз по профилю. Так, *Vac. idosus* активнее развивает-

Состав бактерий и актиномицетов в почвах (%)

Генетический горизонт и глубина взятия образца, см	Спорообразующие бактерии							Актиномицеты	
	<i>Bac. megaterium</i>	<i>Bac. idosus</i>	<i>Bac. mycoides</i>	<i>Bac. mesentericus-Bac. subtilis</i>	<i>Bac. cereus</i>	<i>Bac. virgulus</i>	прочие	<i>A. aldus</i>	<i>A. globisporus</i>
Сосна с липой									
A ₁ , 0—10	14,3	—	—	—	14,3	35,7	35,7	100*	—
A ₁ , 10—29	9,1	—	—	—	—	63,6	27,3	100*	—
A ₁ A ₂ , 32—42	10,0	20,0	—	—	10,0	10,0	40,0	67*	33
Лиственница									
A ₁ , 3—8	17,2	17,2	13,8	27,6	6,9	6,9	10,4	100*	—
A ₁ , 8—28	8,7	43,5	—	13,0	—	13,0	21,8	100	—
A ₁ A ₂ , 35—45	—	45,4	—	9,2	—	—	45,4	100	—

* Стерильные.

ся в нижних горизонтах, в то время как *Bac. mesentericus-Bac. subtilis* — в верхней части профиля почвы. *Bac. mycoides* также присутствует лишь в верхнем горизонте.

Несколько различается и качественный состав актиномицетов, о чем можно судить по форме и цвету колоний, наличию или отсутствию воздушного мицелия.

Основная масса лучистых грибов — белые формы, причем в почвах сосново-липового насаждения имеются лишь стерильные варианты. Возможно, в данных условиях затруднен процесс спорообразования. В этом же насаждении встречается *A. globisporus*, который отсутствует в почвах под лиственницей.

Анализ данных о численности микробного населения в почвах показал, что наиболее энергично минерализационные процессы протекают в почвах под лиственницей, что, вероятно, объясняется состоянием насаждений. Так, в условиях Лесной опытной дачи лиственница занимает первое место среди других насаждений по устойчивости к антропогенным воздействиям и продуктивности, т. е. является наиболее

стойким лесообразователем. Ее средний прирост составляет около 7 м³ на 1 га, в то время как у сосны и липы — всего 2 м³ на 1 га.

Выводы

1. Почвы изученных разнородных одновозрастных насаждений, близких по физико-химическим и агрохимическим свойствам, различаются по групповому и особенно видовому составу микроорганизмов.

2. Установлено, что в почвах лиственничного насаждения по сравнению с сосново-липовым возрастает удельный вес бактерий и актиномицетов. Среди бактерий увеличивается сумма видов бактерий, использующих минеральные формы азота — *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. mesentericus-Bac. subtilis*.

3. Выявлена более высокая интенсивность минерализационных процессов в почвах под лиственницей. Это, возможно, связано с тем, что последняя в условиях Лесной опытной дачи является наиболее жизнестойким лесообразователем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов К. А. Влияние состава лесонасаждений на микрофлору и фауну лесных почв. — Почвоведение, 1950, № 3, с. 129—141. — 2. Комаревцева Л. Г. Процессы превращения растительных остатков в почве и формирование гумусового горизонта в условиях южной тайги. — Автореф. канд. дис. М., 1972. — 3. Красильников Н. А. Определитель бактерий и актиномицетов. М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — 4. Красильников Н. А. Лучистые грибки. М.: Наука, 1970. — 5. Мишустин Е. Н. Географический фактор и распространение почвенных микроорганизмов. Сер. биол. М.: Изв. АН СССР, 1958, № 6, с. 661—677. — 6. Мосина Л. В. Оценка

микробной компоненты биоэкологической системы почва — растение — микроорганизмы в некоторых лесонасаждениях Опытной станции лесоводства. — Докл. ТСХА, 1979, вып. 253, с. 119—124. — 7. Непомилуев В. Ф. Состав микрофлоры дерново-подзолистой почвы под различными лесными древесными насаждениями. — Докл. ТСХА, 1962, вып. 79, с. 189—197. — 8. Эйтинген Г. Р. Лесоводство. М.: Сельхозгиз, 1953. — 9. Bergey D. — Manual of determinative bacteriology. Baltimore, 1948. — 10. Ovington I. D. — J. Ecology, 1954, vol. 42, p. 71—80. — 11. Waksmann S. — The actinomycetes. Vol. 1, 2, 3. Baltimore, 1959, 1961, 1962.

Статья поступила 9 февраля 1982 г.