

В. В. ЕРШОВ

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ АММОНИФИЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ
В ПОЧВАХ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЛЕСА ЗАПОВЕДНИКА «КИВАЧ»**

Огромная роль микроорганизмов в повышении плодородия почвы и питании растений общеизвестна. Большинство работ в этом направлении проведено с окультуренными почвами и значительно меньше исследований, касающихся изучения микрофлоры лесных почв.

Необходимо указать на весьма ограниченное количество исследований, посвященных изучению микрофлоры северных лесных почв (Мальчевская, 1933; Доброгаев, 1939; Ремезов, 1941; Гаврилов, 1950; Шилова, 1951; Мустафова, 1959; Стенина, 1959 и др.).

Первые данные по микрофлоре лесных почв Карелии имеются в работах Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершова (1957), Т. В. Аристовской (1957), А. В. Барановской (1960). Эти исследования проводились в связи с микробиологической и агрохимической характеристикой основных почвенных разностей Карельской АССР.

С 1958 г. сектор микробиологии лесных почв Карельского филиала АН СССР начал исследование по сравнительной характеристике микрофлоры почв основных типов леса Карелии. В связи с этим в настоящей работе мы поставили себе задачу дать сравнительную характеристику распространенности группы аммонифицирующих бактерий, как одной из важнейших для плодородия почв, чтобы установить интенсивность процессов разложения органических азотистых веществ под пологом различных насаждений.

На территории Карельской АССР наиболее распространенными типами леса являются ельники черничные, березняки разнотравные и сосняки бруснично-вересковые, поэтому и в качестве объектов исследования были выбраны почвы, развитые под пологом этих насаждений.

Исследования проводились в Кондопожском районе, на территории заповедника «Кивач». Для стационарных наблюдений были выбраны пробные площадки в ельнике черничном, березняке разнотравном и сосняке бруснично-вересковом.

Пробная площадь в ельнике черничном заложена в средней части пологого склона (8°) северо-западной экспозиции. Древостой VI класса возраста, IV бонитета, полнота 0,8, состав 6Е 3Б 10С+С. Подрост — ель (неравномерно). Травяно-кустарничковый покров состоит из брусники, черники, вейника, костяники. Моховой покров представлен зелеными мхами. Почва подзолистая, тяжелосуглинистая, подстилаемая безвалунными глинами.

В березняке разнотравном пробная площадь была заложена на пологом склоне северо-западной экспозиции. Древостой VIII класса возраста, III бонитета, полнота 0,7, состав 5Б 20С 1Е. Подрост редкий из ели. Подлесок состоит из серой ольхи, рябины, можжевельника.

В состав травяно-кустарничкового покрова входят черника, вейник, костяника, брусника, грушанка, майник, ландыш. Моховой покров представлен зелеными мхами. Почва дерново-подзолистая, лесная, супесчаная, подстилаемая моренными завалуненными легкими суглинками.

Подробное описание профиля почв ельника черничного и березняка разнотравного, а также метеорологических условий и физико-химических данных приведено в статье Т. И. Левкиной «Сезонная динамика химических свойств почв под ельником черничным и березняком разнотравным» (публикуется в данном сборнике).

Пробная площадь в сосняке бруснично-вересковом расположена на ровной поверхности. Древостой VI класса возраста, IV бонитета состоит из чистого сосняка. Почва, по данным Н. В. Егоровой (1958), представляет собой подзол железисто-иллювиальный, маломощный, песчаный, на мелкозернистых сортированных безвалунных песках.

В основном мы исследовали лесные почвы, но для выяснения вопроса о том, как изменяется состав аммонификаторов под влиянием окультуривания, была выбрана пробная площадь на территории подсобного хозяйства Кондопожского лесхоза (пос. Сопоха). Этот объект исследования представляет собою окультуренную почву, однотипную по генезису с почвой, развитой под пологом соснового насаждения. Почва легкая, песчаный железистый подзол на среднезернистых песках. В период исследования поле было занято травосмесью (клевер и тимофевка).

Методика исследований была следующей. Образцы почв для анализа отбирались по генетическим горизонтам. Средний образец подстилки (горизонт A_0) составлялся из отдельных образцов, отобранных из 12 мест пробной площади, а для минеральных горизонтов из пяти разрезов. Анализ образцов производился на вторые или третьи сутки с момента отбора проб.

Общее количество аммонифицирующих бактерий определялось на мясо-пептонном агаре, споровые на смеси из равных объемов мясо-пептонного и сусло-агара. Исследования проводились в течение двух лет. Всего проанализировано более 180 образцов почв. Средние данные сезонных анализов общего количества аммонифицирующих бактерий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество аммонифицирующих бактерий в различных лесных почвах (тыс. на 1 г сухой почвы)

Тип леса	Горизонты, глубина, см	Общее количество		Споровые (МПА + Са)	Споровые, % к общему количеству
		МПА	пептонная вода		
Березняк разнотравный	A_0 0—3	136683	148347	7366	5,0
	A_1A_2 3—16	1620	2554	534	38,3
	B 16—30	627	635	98	26,7
Ельник черничный	A_0 0—7	15109	21139	1107	13,4
	A_1A_2 7—15	811	849	305	29,9
	A_2B 15—30	124	142	37	29,5
Сосняк бруснично-вересковый	A_0 0—5	746	938	134	21,7
	A_2 5—12	173	86	14	13,3
	B 12—25	70	76	5	18,8

Рассмотрев количество аммонификаторов в почвах различных типов лесов, можно увидеть, что различные экологические условия в этих типах леса оказывают специфическое влияние на численность этих бактерий.

В почве березняка разнотравного обнаружено наибольшее количество аммонифицирующих бактерий; значительно меньше их в почве ельника черничного и наименьшее под пологом сосняка бруснично-верескового.

Подобная же закономерность установлена в распределении целлюлозоразлагающих денитрифицирующих бактерий, а также анаэробного фиксатора азота *Cl. Pasteurianum* в работе М. Г. Тягны-Рядно, А. П. Визир, В. В. Ершова, Н. А. Синьковской (1962).

В почвах всех типов леса, особенно в подстилке березняка разнотравного, отмечено значительное преобладание неспорообразующих форм бактерий (в процентах к общему количеству). Более слабое развитие споровых форм в подстилке этого типа леса, по-видимому, связано с тем, что здесь создается наиболее благоприятная среда для развития флюоресцирующих и пигментных неспоровых бактерий, которые и вытесняют споровую бактериальную микрофлору.

Более сглаженные цифровые показатели споровых форм между горизонтами (за счет увеличения их количества в подстилках) наблюдаются в почве ельника черничного и сосняка бруснично-верескового. В последнем наибольшее количество споровых бактерий отмечено в подстилке и меньше всего в горизонте A_2 .

Для выяснения специфики количественного распространения аммонификаторов с глубиной в почвах различных типов леса в июле 1959 г. был проведен анализ по всему почвенному профилю.

Результаты этих наблюдений (табл. 2) показывают закономерность падения количества аммонификаторов с глубиной, отмечаемую также И. И. Доброгаевым (1939), Н. П. Ремезовым (1941), Н. Н. Мустафовой (1959), Т. А. Стениной (1959) и другими в лесных подзолистых почвах.

Таблица 2

Распространенность аммонифицирующих бактерий
по профилю почв в различных типах леса
(тыс. на 1 г сухой почвы)

Глубина взятия об- разца, см	Почва из-под березняка		Почва из-под ельника		Почва из-под сосняка	
	горизонт	общее кол-во бактерий	горизонт	общее кол-во бактерий	горизонт	общее кол-во бактерий
0—3	A_0	69300	A_0	8384	A_0	1673
3—10	A_1A_2	2886	A_1A_2	1427	A_2	58
10—25	A_2	1404	A_2B	62	B_1	10
25—50	B	455	B	3	B_2	1
55—85	BC	84	BC	0,6	BC	0,1

Из средних сезонных данных по соотношению общего количества аммонификаторов между горизонтами в различных типах леса (табл. 3) видно, что наиболее резкое падение их числа происходит при переходе от подстилки к горизонту A_1A_2 под пологом березняка разнотравного.

Таблица 3

Соотношение общего количества аммонификаторов
между горизонтами в различных типах леса

Тип леса	Горизонт	Величина соотношения
Березняк разнотравный	A_0	90,4
	A_1A_2	
	$\frac{A_1A_2}{B}$	3,9
Ельник черничный	A_0	22,2
	A_1A_2	
	$\frac{A_1A_2}{A_2B}$	12,6
Сосняк бруснично-вересковый	A_0	9,5
	A_2	
	$\frac{A_2}{B}$	4,8

В почве ельника черничного, а особенно сосняка бруснично-верескового, такого резкого падения не наблюдалось.

Иная зависимость отмечена в соотношении количества аммонификаторов между минеральными горизонтами. Здесь наиболее резкое падение аммонификаторов отмечено в ельнике черничном и менее резкое в березняке разнотравном и сосняке бруснично-вересковом.

Из сопоставления данных количественного распределения аммонификаторов по горизонтам с содержанием в них питательных веществ, приведенного в табл. 4, видно, что между этими показателями существует коррелятивная зависимость. Уменьшение числа бактерий связано с уменьшением питательных веществ (общего углерода, общего азота и аммиака).

Таблица 4

Количество аммонифицирующих бактерий и распределение
питательных веществ по горизонтам в почвах
различных типов леса

Тип леса	Горизонты, глубина взятия образца, см	Общее к-во бактерий, тыс. на 1 г сухой почвы	Общий азот, %	Общий углерод, %	NH_3 , мг на 100 г сухой почвы
Березняк разнотравный	A_0 0—3	47488	0,73	35,58	9,34
	A_1A_2 3—16	1704	0,08	1,38	0,65
	B 16—30	1156	0,04	0,92	0,57
Ельник черничный	A_0 0—7	12655	0,46	39,57	8,99
	A_1A_2 7—15	418	0,06	1,32	0,33
	A_2B 15—30	61	0,03	0,36	0,21

При анализе этой зависимости все же наблюдается наиболее тесная связь количества аммонификаторов по горизонтам с содержанием в них аммиака и общего углерода и меньшая с содержанием общего азота.

Основным источником органического вещества лесных почв является подстилка. Состав и физико-химические свойства определяют главным образом быстроту ее разложения, а следовательно и степень поступления в почву продуктов минерализации, что имеет большое значение в круговороте питательных веществ и питании древесных растений.

Учитывая неоднородность морфологического состава подстилки хвойных насаждений, мы провели послойный анализ ее в ельнике черничном и сосняке бруснично-вересковом.

Подстилку в этих типах леса можно резко разграничить на два слоя: верхний слаборазложившийся и нижний сильноразложившийся, гумифицированный и непосредственно прилегающий к почве.

Данные этих исследований (табл. 5) показывают, как изменяется состав аммонификаторов в связи с изменением характера органического вещества.

Таблица 5

Количество аммонификаторов в различных слоях подстилки ельника-черничника и сосняка бруснично-верескового 1959 г. (тыс. на 1 г сухой подстилки)

Тип леса	Слой подстилки	Общее количество бактерий		Споровые		Отношение споровых к неспоровым		рН водной вытяжки	
		20/IX	18/X	20/IX	18/X	20/IX	18/X	20/IX	18/X
Ельник черничный	верхний	41470	178500	13050	17150	0,45	0,10	5,4	5,9
	нижний	13340	14280	4350	560	0,48	0,04	5,2	5,0
Сосняк бруснично-вересковый	верхний	2522	2790	962	330	0,61	0,13	4,7	4,6
	нижний	2750	1690	1125	338	0,69	0,25	5,0	4,4

Примечание. Определение рН почвы проводилось электрометрически на потенциометре ЛПП-5.

В верхнем слое подстилки ельника черничного обнаружено значительно больше бактерий, чем в нижнем.

Е. В. Рунов и Д. Ф. Соколов (1958) также отмечают, что верхний горизонт (A_0') подстилки елового насаждения гораздо богаче бактериями, чем нижний (A_0''). Они объясняют это тем, что в нем по мере разложения органических веществ подстилки уменьшается количество подвижных органических соединений и он становится труднодоступным для бактерий.

В верхнем и нижнем слоях подстилки сосняка бруснично-верескового заметных различий в содержании общего количества аммонификаторов не обнаружено, что явно связано с характером органического вещества этого насаждения. Здесь более медленно, чем в ельнике черничном, протекают процессы минерализации подстилки, в связи с чем происходит увеличение количества спорообразующих бактерий и микроскопических грибов, обладающих наибольшими мобилизационными способностями.

Таким образом, наряду с другими факторами формирование сообществ аммонифицирующих бактерий в почвах различных насаждений в значительной степени определяется доступностью органического вещества для питания — одного из важнейших условий внешней среды.

Это положение становится особенно убедительным при анализе качественного состава аммонифицирующих бактерий в почвах различных типов леса. Наибольшим видовым разнообразием обладают почвы березняка разнотравного. В них содержится много неспоровых форм: флюоресцирующие, выделяющие в среду желто-зеленый пигмент, пигментные, образующие на среде желтые и коричневые колонии. Наибольшее количество их сосредоточено в подстилке и резко уменьшается с глубиной.

В горизонтах A_1A_2 и В березняка разнотравного и ельника черничного отмечено значительное количество матовых слизистых, мелких и крупных колоний. Из споровых форм присутствуют *Vac. mycoides*, *Vac. segeus*, *Vac. mesentericus*. При анализе видового состава отчетливо видно различие в обсемененности почв различных типов леса одним из активных аммонификаторов *Vac. mycoides*. В почвах березняка разнотравного и ельника черничного эта бактерия обнаружена во всех горизонтах, но наилучшее развитие ее все же происходит в почве березняка разнотравного, особенно в горизонте A_1A_2 , что служит показателем более благоприятного течения процессов минерализации органического вещества, на что было обращено внимание в исследованиях М. Г. Тягун-Рядно (1933) и Е. Н. Мишустина (1944).

Необходимо обратить внимание на весьма бедный состав аммонификаторов под пологом сосняка бруснично-верескового. Характер органического вещества этого насаждения отражается и на видовой специфике бактерий. Они в основном представлены точечными прозрачными колониями. Здесь очень слабо размножаются флюоресцирующие

Таблица 6

Изменение количества аммонифицирующих бактерий под влиянием окультуривания. 1959 г. (тыс. на 1 г сухой почвы)

Место взятия образца	Горизонт, см	Даты исследования				
		13/V	14/VI	10/VII	30/VIII	19/X
Почва из-под соснового насаждения (заповедник „Кивач“)	0—5	976	1376	272	2430	972
		19	80	0	146	54
	5—12	78	81	303	282	580
		15	9	30	23	50
	12—25	66	20	—	—	—
		2	9	—	—	—
Окультуренная почва (пос. Сопоха)	0—4	1808	4601	4860	5800	3960
		191	674	389	371	110
	4—8	1776	1206	1512	—	3630
		135	281	324	—	120
	24—28	270	253	222	4136	—
		15	40	95	11	—

Примечание. В числителе указано общее количество бактерий, в знаменателе число спорообразующих форм.

и пигментные формы, почти отсутствует *Bac. mycoides* и не обнаружены бактерии типа *Bac. cereus* и *Bac. mesentericus*.

Результаты наших исследований, связанных с выяснением характера изменения состава аммонифицирующих бактерий под влиянием окультуривания (табл. 6), приводят нас к заключению, что при окультуривании происходит значительное увеличение общего количества аммонифицирующих бактерий. Кроме того, в окультуренной почве обнаруживается значительное число споровых форм (*Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus* и др.) и уменьшается количество плесеней, что отмечалось также в работах М. Г. Тягны-Рядно (1933), Р. С. Кацнельсон и В. В. Ершова (1957), Т. В. Аристовской (1957) и Т. А. Стениной (1959).

ВЫВОДЫ

1. В почвах изученных типов леса обнаружены значительные различия в численности аммонифицирующих бактерий. Самой богатой аммонификаторами оказалась почва под березняком разнотравным и значительно беднее под ельником черничным, а особенно под сосняком бруснично-вересковым.

2. Наибольшее количество бактерий содержится в подстилке (горизонт A_0). В минеральных горизонтах число бактерий резко уменьшается. Наблюдается определенная зависимость между распределением аммонификаторов по горизонтам и содержанием в них общего углерода, общего азота и аммиака.

3. При окультуривании лесной почвы происходит значительное увеличение общего количества аммонифицирующих бактерий, а также их споровых форм (появляются в большом количестве *Bac. mycoides*, *Bac. cereus*, и *Bac. mesentericus*).

4. При проведении лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий следует учитывать специфичность влияния отдельных древесных пород на интенсивность процесса аммонификации как фактора, повышающего плодородие почвы.

ЛИТЕРАТУРА

Аристовская Т. В. Некоторые особенности микрофлоры подзолистых почв северо-западной части СССР. В кн.: «Сб. работ Центр. музея почвовед. им. Докучаева АН СССР», вып. 2, 1957.

Барановская А. В. О сезонной изменчивости химических свойств почв лесной зоны. Там же, вып. 3, 1960.

Гаврилов К. А. Влияние состава лесопосаджений на микрофлору и фауну лесных почв. «Почвоведение», 1950, № 3.

Доброгаев И. И. Микробиологическая жизнь лесной почвы в связи с ее заболачиванием. Там же, 1939, № 5.

Егорова Н. В. О сезонных изменениях некоторых химических свойств в почвах южной Карелии. «Тр. Карел. филиала АН СССР», вып. 9, 1958.

Кацнельсон Р. С., Ершов В. В. Исследование микрофлоры целинных и окультуренных почв Карельской АССР. 1. Микробиологическая характеристика почв Карельской АССР. «Микробиология», 1957, т. 26, № 4.

Мальчевская Н. Н. К микробиологической характеристике некоторых лесных почв. «Почвоведение», 1933, № 3.

Мустафова Н. Н. Микробиологические наблюдения в подзолистых почвах ельника-кисличника и ельника-черничника. «Вестн. Ленингр. ун-та», 1959, № 15. Серия биол., вып. 3.

Мишустин Е. Н., Тимофеева А. Г. Смена микрофлоры при процессе разложения органических остатков в связи с развитием в почве *Bac. mycoides* Flügge. «Микробиология», т. 8, вып. 6, 1944.

Ремезов Н. П. Аммонификация и нитрификация в лесных почвах «Тр. ВНИИЛХ», вып. 24, 1941.

Рунов Е. В., Соколов Д. Ф. Изменение состава органического вещества и микрофлоры выщелоченных черноземов под влиянием лесных насаждений. «Бюлл. Моск. о-ва исп. природы», вып. 1, 1958.

Стенина Т. А. Некоторые данные о микрофлоре почв Коми АССР. «Тр. Коми филиала АН СССР», 1959, № 8.

Тягны-Рядно М. Г., Визир А. П., Ершов В. В. и др. Микробиоценозы почв основных типов леса заповедника «Кивач». В данном сборнике.

Тягны-Рядно М. Г. Аммонификация в почве и *Vas. mycoides*. «Тр. Науч. ин-та по удобрениям», т. 2, вып. 108, 1933.

Шилова Е. И. К биологической характеристике профиля подзолистой почвы. «Почвоведение», 1951, № 9.

