

Ziaru nad Hronom // Les. — 1967. — N 10. — S. 2. 6. H ö f k e r E. Über die Einflüsse der Industriegebiete auf die Gehölze // Mitteil. d. Deutsch. Dendrol. Gesellsch. — 1924. — N. 34. — S. 6. 7. Ш е р б и н а А.А. Из опыта интродукции деревьев и кустарников в г. Львове // Бюлл. Главн. ботан. сада. — 1958. — Вып. 32. — С. 6. 8. М ü l l e r К.М. Abies grandis und ihre Klimarassen // Mitteil. d. Deutsch. Dendrol. Gesellsch. — 1936. — N. 48. — S. 4. 9. Г р о н м а n n Т. Erfahrungen und Anschauungen über Rauchschaden im Walde und deren Bekämpfung. — Berlin, 1910. — 260 S. 10. P e l z E. Erfahrungen mit dem Trübungstest nach Härtel bei der Rauchschädendiagnose an Fichte // Archiv für Forstwesen, 7. — Berlin, 1958. — N. 2. — S. 6. 11. Z i e g e r E. Die heutige Bedeutung der Industrie-Rauchschaden für den Wald // Wissenschaftl. Zeitschrift der Technischen Hochschule Dresden. — 1954/55. — N 3. — S. 6. 12. Z i e g e r E. Die gesetzliche Regelung forstlicher Rauchschäden im In- und Ausland // Forst u. Jagd. — Berlin. — 1957. — N 8. — S. 7. 13. Андронов Н.М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова. — Л.: Изд-во ЛТА, 1962. — С. 132. 14. З а м я т н и н Б.Н. Путеводитель по парку Ботанического сада института. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. — С. 124. 15. Б е с т у ж е в - Л а д а И.В. Окно в будущее: Современные проблемы социального прогнозирования. — М.: Мысль, 1970. — С. 240.

УДК 631.461 : 630\*114

• И.К. БЛИНЦОВ; П.Ф. АСЮТИН, канд-ты с.-х. наук

## ВЛИЯНИЕ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПАЛЕВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Важная роль в интенсификации биохимических почвенных процессов принадлежит микроорганизмам. От количественного и качественного состава их зависит направленность синтеза и разложения сложных органических соединений почвы. Жизнедеятельностью микроорганизмов в значительной степени обуславливаются плодородие почв и обеспеченность растений доступными элементами питания.

Данных о почвенных микробных группировках в Белоруссии немного, и получены они в основном для почв под сельскохозяйственными угодьями [1]. В то же время лесорастительные свойства почв и производительность лесных насаждений также тесно связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов. Изучению древесной растительности Белоруссии посвящено много работ [2], однако в них очень мало сведений, касающихся изменения микробных ценозов в различных типах леса в зависимости от состава, возраста и бонитета насаждений. Этим и обусловлены наши исследования.

Объектом исследований послужили недостаточно изученные лесные дерново-палево-подзолистые почвы, развивающиеся на пылеватых (лессовидных) суглинках. Эти почвы впервые были выделены в сельскохозяйственных угодьях Я.Н. Афанасьевым (1924). Позже они описывались рядом исследователей, в том числе Н.А. Ногиной (1952), Б.Г. Розановым (1961), П.П. Роговым (1952), Т.А. Романовой (1972), Н.И. Туренковым [3]. По данным В.К. Лукашева [4], пылеватые породы, на которых развиваются дерново-палево-подзолистые почвы, широко распространены в центральной

литогеохимической провинции БССР, приуроченной к Белорусской гряде и прилегающим к ней возвышенностям, в том числе Минской, Оршанско-Могилевской и др.

Постоянные пробные площади были заложены на лессовидном плато в Дзержинском районе Минского лесхоза БССР. Опытные участки состояли из сосняков и ельников кисличных, мшистых и черничных (табл. 1).

Морфологические исследования показали, что почвы на этих участках имеют перегнойный горизонт, отличающийся незначительной мощностью (до 10 см), и четко выраженный подзолистый горизонт, характерной особенностью которого является палевый цвет. Мощность последнего зависит от типа леса и колеблется от 8–12 см (кисличные типы) до 25–28 см (черничные). В верхней части профиля почв содержится около 21–22 % физической глины и незначительное количество песка, но преобладает лессовидная (до 50–60 % от массы), т. е. крупнопылеватая, фракция. Нижележащие горизонты (с глубины 30–40 см) обычно имеют более тяжелый гранулометрический состав. По мере перехода почв платообразных участков кисличной серии

Т а б л и ц а 1. Таксационная характеристика еловых и сосновых фитоценозов

Проб- ная пло- щадь	Тип леса	Со- став	Воз- раст, лет	Н <sub>ср.</sub> , м	Д <sub>ср.</sub> , см	Число ство- лов, шт/га	Сумма площа- дей се- чения, м <sup>2</sup> /га	Полно- та	Бони- тет	Запас, м <sup>3</sup> /га
1	Ельник мшистый	10Е	63	22,5	20,8	1144	29,64	0,67	I	321
2	Сосняк кислич- ный	10С	37	18,2	17,3	1366	32,01	0,95	I <sup>a</sup>	314
3	Ельник чернич- ный	10Е	84	23,4	25,6	781	36,53	0,81	II	407
4	Ельник мшистый	10Е	76	25,2	26,3	475	23,43	0,49	I	288
5	То же	10Е	81	26,8	27,5	862	39,43	0,80	I	499
6	Ельник чернич- ный	10Е	65	20,1	19,4	855	25,16	0,65	II	256
7	Ельник кислич- ный	10Е	52	20,9	18,1	1269	29,66	0,76	I <sup>a</sup> -I	381
8	То же	10Е	54	24,1	20,8	1144	38,69	0,85	I <sup>a</sup>	442
9	Ельник чернич- ный	7ЕЗС	<u>42</u> 46	<u>14,3</u> 16,4	<u>12,8</u> 15,1	1493	21,76	0,76	II	258
10	Сосняк чернич- ный	7СЗЕ	<u>48</u> 43	<u>17,3</u> 16,4	<u>18,1</u> 14,6	1166	26,37	0,73	I	299

типов леса к почвам пониженной черничной серии наблюдается нарастание их влажности, оглеенности и кислотности. Оптимальные условия влагообеспеченности отмечаются в почвах под хвойными насаждениями кисличных типов леса. В почвах под ельниками и сосняками черничными в нижних (глубже 1 м) горизонтах в отдельные периоды года наблюдается избыточное увлажнение. Содержание гумуса в почвах не превышает 2%. В почвах под кисличными насаждениями качество его лучше (несколько больше гуминовых кислот), чем в почвах черничных типов леса [5]. В целом почвы под сосняками менее кислые (рН в  $H_2O$  4,8–5,1) и меньше выщелочены, чем под ельниками (рН в  $H_2O$  4,3–4,7). Почвы кисличных типов леса характеризуются наиболее высоким и стабильным содержанием поглощенных оснований (до 2 мг-экв. на 100 г почвы в горизонте  $A_1$ ), подвижного фосфора и обменного калия (около 14 мг на 100 г почвы).

Отбор почвенных образцов для микробиологического анализа производили в направлении снизу вверх из свежeverытого хорошо зачищенного разреза. Групповой учет микроорганизмов проводили на плотных питательных средах методом посева различных разведений почвенной взвеси на ряд жидких и агаризованных питательных сред [6, 7].

Анализ полученных данных (табл. 2) показал, что исследуемые почвы несколько отличаются по количественному и качественному составу микроорганизмов как в пределах почвенного профиля, так и по типам леса. Обнаружено, что наиболее густо населены те перегнойные горизонты почв, которые хорошо аэрируются, богаты элементами питания, насыщены корнями растений (масса корней в горизонте  $A_1$  достигает 3,2 кг/м<sup>2</sup>, а  $A_{2\text{пал}}$  — до 1 кг/м<sup>2</sup>). С глубиной количество микроорганизмов резко убывает, что, несомненно, связано с ухудшением как пищевого режима, так и аэрации почвы.

В иллювиальных горизонтах почв сосняков и ельников кисличных (ПП 2,7 и 8), а также ельников мшистых (ПП 1,4 и 5) наблюдается значительная численность микроорганизмов. Это объясняется повышенным содержанием в них пыли, поскольку она обладает высокой способностью адсорбировать микроорганизмы [8, 9].

Нами, как и Н.Н. Мальцевской [10], также обнаружено некоторое увеличение численности бактерий в глееватых горизонтах почв.

Наши исследования показывают, что наибольшее количество аммонифицирующих бактерий (споровых и неспоровых) содержится в хорошо аэрируемых достаточно увлажненных почвах чистых сосняков и ельников кисличных типов леса (ПП 2,7 и 8). При этом неспороносные бактерии, являющиеся "пионерами" освоения органических остатков в почве, резко преобладают над спорообразующими, развитие которых связано с наличием в почве более переработанного органического вещества. С глубиной численность аммонифицирующих бактерий уменьшается и в горизонте  $B_3$  достигает нуля. В почвах кисличных типов леса отмечается сравнительно высокая численность аммонифицирующих бактерий. Это служит одним из достоверных показателей их более высокого плодородия и лучшей биологической активности. О том же свидетельствует и коэффициент олигонитрофильности (соотношение численности олигонитрофильных и аммонифицирующих бактерий [11]). Так, в почвах кисличных типов леса он меньше единицы, а чернич-

Т а б л и ц а 2. Состав и численность микрофлоры, тыс. на 1 га абсолютно сухой почвы

Проб- ная пло- щадь	Горизонт	Глубина образца, см	Бактерии								Плесневые грибы	Актиноми- цеты	
			аммонифицирующие		нитрифи- цирую- щие	денитри- фицирую- щие	с крах- мало- аммиач- ной сре- ды	олиго- нитро- филь- ные	масля- нокис- лые	целлюло- зоразла- гающие			
			неспоро- образую- щие	споровые									
18	1	A <sub>1</sub>	5-15	976	269	0,2	14,3	4263	1465	152	5,9	62,5	1421
		A <sub>2пал</sub>	20-30	68,5	16,9	0,1	1,8	1482	642	9,7	2,0	12,3	228
	2	A <sub>1</sub>	6-16	1287	353	0,4	11,2	4371	1681	162	11,8	76,8	1131
		A <sub>2пал</sub>	20-30	112	18,7	0,2	1,4	1527	728	8,1	4,6	16,2	391
		B <sub>1</sub>	30-40	16,2	4,0	0,1	0,1	301	403	3,8	1,0	1,5	57
	3	A <sub>1</sub>	5-15	1015	372	0,3	12,1	3982	1521	168	6,8	100,2	103,8
		A <sub>2пал</sub>	25-35	96	21,2	0,1	1,6	1321	536	11,2	3,0	9,6	11,7
		B <sub>1</sub>	70-85	19,3	5,4	0	0,1	26,3	381	5,9	0,6	2,1	3,1
	4	A <sub>1</sub>	5-10	963	363	0,4	13,1	4116	1399	157	7,0	81,9	1021
		A <sub>2пал</sub>	20-30	76,2	19,5	0,1	1,4	1501	651	12,3	4,1	14,2	126
		B <sub>1</sub>	60-80	11,1	3,2	0	0,2	30,2	379	4,8	0,5	3,5	47
	5	A <sub>1</sub>	5-9	1063	370	0,4	10,7	3918	1497	162	6,9	98,3	1240
		A <sub>2пал</sub>	12-22	118	23,3	0,1	1,2	1306	602	10,3	3,8	11,1	318
		B <sub>1</sub>	30-40	17,2	4,8	0,1	0,4	30,8	322	5,2	0,6	2,9	79
	6	A <sub>1</sub>	5-15	1127	398	0,2	16,8	3862	1282	175	6,1	110	1490
		A <sub>2пал</sub>	20-30	121	26,7	0,1	2,7	1302	418	11,2	2,8	18,8	412
		B <sub>1</sub>	50-70	23,5	6,1	0	0,8	27,9	293	6,7	0,9	1,5	92
		B <sub>2</sub>	110-130	1,2	0,8	0	0,1	11,6	45	2,3	0,2	0,8	6
7	A <sub>1</sub>	4-12	1292	368	0,6	9,3	4303	1521	148	9,8	77	1001	
	A <sub>2пал</sub>	20-30	121	15,1	0,3	1,4	1513	682	9,9	5,5	9,7	387	
	B <sub>1</sub>	50-60	22,3	3,0	0,2	0,1	31,1	382	4,8	3,8	1,8	69	
8	A <sub>1</sub>	5-15	1311	349	0,7	8,3	4418	1602	151	10,3	69	1100	
	A <sub>2пал</sub>	15-25	119	16,2	0,4	1,5	1472	73,1	9,2	5,2	13	362	
	B <sub>1</sub>	80-90	0,1	0,3	0,1	0	1,9	1,1	0,2	0,4	0	1	
9	A <sub>1</sub>	6-16	1109	253	0,4	12,5	3683	1303	158	8,7	92	1310	
	A <sub>2пал</sub>	30-40	97	18,2	0,2	2,6	1321	501	121	4,2	14	267	
19	10	A <sub>1</sub>	10-20	1213	271	0,5	11,7	3711	1392	150	8,9	98	1411
		A <sub>2пал</sub>	25-35	119	152	1,8	1,8	1389	612	11,8	5,0	18	197
		B <sub>1</sub>	60-70	6,1	1,9	0,1	0,1	223	372	4,9	1,6	2,4	39

ных типов больше единицы. В черничных типах леса наблюдается повышение уровня грунтовых вод и влажности почв, что приводит к снижению численности аммонифицирующих бактерий и ухудшению плодородия почв, а также производительности леса (до II класса бонитета). Как известно, численность и активность нитрифицирующих бактерий, окисляющих аммонийные соли до нитритов и нитратов, зависят от реакции среды, температуры почвы и ее влажности. Установлено, что содержание нитрифицирующих бактерий, предпочитающих реакцию среды, близкую к нейтральной, в почвах всех пробных площадей невысокое (в ельнике-кисличнике до 0,7 тыс. на 1 г почвы). Это обусловливается повышенной кислотностью исследуемых почв. В перегнойно-аккумулятивном горизонте почв сосняков и ельников кисличных типов леса (I<sup>a</sup>, I класс бонитета) процесс нитрификации, а следовательно, и биогенность почвы выражены сильнее, чем в почвах ельников черничных, расположенных ниже по рельефу. Вместе с тем полученные данные показывают, что в лесных дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах процессы аммонификации преобладают над процессами нитрификации. Численность и активность как аммонифицирующих, так и нитрифицирующих бактерий зависят от свойств почв и типов леса.

Численность факультативных анаэробных денитрифицирующих бактерий, восстанавливающих соли азотной и азотистой кислот до свободного азота, в исследуемых почвах относительно невелика. Наиболее значительное их количество концентрируется в верхних горизонтах почв мшистых и особенно черничных типов леса, имеющих более высокую влажность (в слое почвы 0–50 см в 1,2–1,5 раза), чем почвы кисличных типов.

Таким образом, в черничных типах леса, где при достаточном количестве органических веществ имеются худшие, чем в других изучавшихся типах леса, условия аэрации, процесс денитрификации осуществляется интенсивнее, что отрицательно сказывается на продуктивности леса.

Для исследуемых почв, особенно кисличных типов леса, характерна достаточно высокая населенность бактериями, потребляющими минеральный азот.

Олигонитрофильные микроорганизмы наиболее многочисленны в дерново-палево-подзолистых лесных почвах. Они способны проявлять активную деятельность в условиях недостатка азотистых веществ и использовать источники энергии, содержащиеся в среде в ничтожных концентрациях. Исследования показывают, что наиболее высокая населенность данными микроорганизмами характерна для перегнойных горизонтов сосняков (III 2) и ельников кисличных (III 8).

Маслянокислые бактерии обладают широким спектром действия и хорошо развиваются в анаэробных условиях. В связи с этим наибольшее их количество встречается в почвах черничной серии древостоев (III 6).

Разложение целлюлозы и связанный с ней распад древесных растительных остатков, в состав которых входит значительное количество клетчатки, осуществляются в результате жизнедеятельности грибов, актиномицетов и целлюлозоразрушающих бактерий. Известно, что в древесине содержится до 50 % целлюлозы. Поэтому целлюлозоразрушающие микробы играют исключительно важную роль в жизни леса и разложении древесного опада,

также отпада. Они расщепляют клетчатку и тем самым способствуют обогащению почвы гумусом. Численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в исследуемых почвах по сравнению с численностью других видов невелика. Однако необходимо отметить, что в почвах кисличных типов их в 1,5–2,1 раза больше, чем в почвах ельников и сосняков мшистых и черничных.

Плесневые грибы приспособлены к малоблагоприятным условиям лесной среды (к повышенной кислотности) и присутствуют в больших (по сравнению с сельхозземлями) количествах в исследуемых почвах, где участвуют в глубоком разложении органических, в том числе и гуминовых, веществ и выделяющихся в почву темноокрашенных продуктов. Выявлено, что в почвах черничных типов леса относительное содержание плесневых грибов и актиномицетов в микробиоценозах выше, чем в почвах кисличных типов леса.

Установлено, что повышение уровня грунтовых вод в почвах еловых насаждений, особенно черничных и мшистых типов леса, способствует повышению в перегнойных горизонтах численности грибов и актиномицетов. Так, в почвах ельников черничных количество плесневых грибов в 1,2–1,6 раза, а актиномицетов в 1,1–1,3 раза выше, чем в почве ельников кисличных.

Общая численность микроорганизмов в почвах, занятых сосняками и ельниками кисличных типов леса, примерно на 20 % выше, чем в почвах хвойных древостоев черничных типов леса. В связи с этим в почвах сосняков и ельников кисличных энергичнее преобразуется гумус и больше накапливается гидролизуемого азота (до 60–75 мг/кг почвы в кисличных, 40–60 мг/кг почвы в черничных и мшистых типах леса).

Выявлено, что численность микроорганизмов определяется не только свойством лесных почв, особенно их влажностью и кислотностью, но и продуктивностью, а также характером лесной растительности. Количество микроорганизмов при одних и тех же условиях произрастания зависит от вида древесной породы: в почве под сосняками микроорганизмов больше, чем под ельниками. В более плодородных почвах кисличных и мшистых типов леса содержится больше микроорганизмов, чем в почвах под черничными древостоями, где преобладают маслянокислые бактерии, плесневые грибы и актиномицеты.

С жизнедеятельностью микроорганизмов связаны многие процессы, протекающие в почве, в том числе и биологическая активность почв.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Численность микрофлоры исследуемых дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почв определяется водно-воздушным и питательным режимами и тесно связана с уровнем грунтовых вод, влажностью почв, типами леса и породным составом древостоев.

В почвах (III 2,7 и 8), занятых хвойными насаждениями кисличной серии (I<sup>a</sup> — I класс бонитета), численность микрофлоры выше, чем в почвах, на которых произрастают сосняки и ельники черничные (II класс бонитета).

В дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах под сосняками микроорганизмов обычно больше, чем в таких же почвах под ельниками.

Биогенная активность в почвах под хвойными насаждениями особенно выражена в перегнойном слое. В почвах под сосняками биологические процессы происходят несколько глубже, чем в почвах под ельниками.

Для повышения численности и активности микроорганизмов в лесных дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах целесообразно применять биологическую (посев люпина) мелиорацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавуло Ф.П. Микрофлора основных типов почв БССР и их плодородие. — Минск: Ураджай, 1972. — 230 с. 2. Юркевич И.Д., Ярошевич Э.П. Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов. — Минск: Наука и техника, 1974. — 280 с. 3. Туренков Н.И. Палево-подзолистые почвы Белоруссии. — Минск: Наука и техника, 1980. — 216 с. 4. Лукашев В.К. Геохимическое районирование // Белорусская Советская Социалистическая Республика. — Минск: БелСЭ, 1978. — С. 44–45. 5. Блинов И.К., Асютин П.Ф. Влияние чистых и смешанных еловых и сосновых насаждений на групповой и фракционный состав гумуса в дерново-палево-подзолистых суглинистых почвах // Лесоведение и лесн. хоз-во. — Минск: Выш. шк. — 1981. — Вып. 16. — С. 13–18. 6. Большой практикум по микробиологии / Под ред. Г.Л. Селибера. — М.: Высш. шк. — 1962. — 492 с. 7. Колешко О.И. Экология микроорганизмов почвы. — Минск: Выш. шк. — 1981. — 176 с. 8. Звягинцев Д.Г. К вопросу об адсорбции микроорганизмов почвенными частицами // Почвоведение. — 1962. — № 2. — С. 19–36. 9. Новогрудский Д.М. Почвенная микробиология. — Алма-Ата: АН КазССР. — 1956. — 401 с. 10. Мальчевская Н.Н. К микробиологической характеристике некоторых типов лесных почв // Почвоведение. — 1933. — № 3—С. 225–238. 11. Сорокин Н.Д. Микрофлора таежных почв Сибири. — Новосибирск, 1981. — 144 с.

УДК 630\*237.4 : 630\*114.123

Е.А. ЛЕБЕДЕВ, канд. с.-х. наук

### ВЫМЫВАНИЕ С ИНФИЛЬТРАЦИОННЫМИ ВОДАМИ АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ УДОБРЕННЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Частота внесения удобрений в лесные почвы зависит от длительности их последствия. Это в свою очередь определяет их дозу и способ внесения. Относительно высокие дозы минеральных удобрений вносят на легкие по механическому составу почвы, поскольку они обладают хорошей водопроницаемостью и, следовательно, высокой инфильтрацией, что способствует быстрому попаданию минеральных удобрений в грунтовые воды, а оттуда в реки и озера. Поэтому при разработке технологии применения удобрений на лесных площадях следует обязательно учитывать такие явления и стремиться снизить непроизводительные потери азота, а также других питательных веществ.

Настоящее исследование посвящено изучению миграции питательных веществ с инфильтрационными водами в зависимости от способа внесения минеральных удобрений. Опыты проводились в 55-летнем сосняке мшистом в течение 1982–1985 гг., который характеризовался следующими показателями: