

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.: Выш. 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. Сорочкин 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 воздействия. 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:

телями: средний диаметр 22,6 см, средняя высота 20,4 м, количество стволов 830 шт/га, запас 315 м³/га, бонитет 1, полнота 1,0, почвы дерново-подзолистые, слабоподзоленные, развивающиеся на связном песке. Гумусо-аккумулятивный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН в KCl — 3,9, гумус (по Тюрину) — 2,4 %, валовой азот (по Кьельдалю) — 0,10 %, легкогидролизуемый азот в 1 н. NaOH вытяжке — 6,0 мг, P₂O₅ (по Кирсанову) — 4,2 мг, K₂O (по Кирсанову) — 3,2 мг на 100 г почвы.

Изучение потерь азота с инфильтрационными водами проводилось в полевых модельных опытах с помощью набивных лизиметров. В качестве лизиметров использовались квадратные, покрытые изнутри битумом сосуды, размером 40 X 40 X 60 см, площадью 0,16 м² из оцинкованной стали. Глубина их установки зависела от степени распространения корневых систем.

По данным И.Н. Рахтеенко [1], на дерново-подзолистых почвах Московской области и Белоруссии основная масса (75–85 %) крупных и мелких корней сосредоточивается в верхнем (20–30 см), а сеть тонких корней в 10-сантиметровом слое почвы. Л.П. Смоляк и др. [2] показали, что в сосняках лишайниково-мшистых (с зеркалом свободной воды в течение всего периода вегетации ниже 3 м) и мшистых (с поверхностью грунтовых вод в мае 150–200 см) 90–80 % общей массы корней располагается в 30-сантиметровом слое почвы.

Лизиметры устанавливались в трехкратной повторности в центральной части под межкрановым пространством доминантной парцеллы биогеоценоза и заполнялись почвой в последовательности, соответствующей расположению горизонтов, с учетом их мощности и плотности. Горизонты A₀ и A₁ брали с живым напочвенным покровом и помещали в лизиметры в ненарушенном состоянии. Удобрения рассыпали по поверхности почвы без заделки 21 мая 1982 г.

Опыт по внесению удобрений на пробных площадях был поставлен в следующих вариантах: на первой пробной площади удобрения не вносились и она служила контролем; на вторую пробную площадь в течение 3 лет вносилась мочеви́на в дозе 100 кг/га; на третью — также мочеви́на в дозе 300 кг/га, на четвертую сульфат аммония — 160 кг/га; на пятую — сульфат аммония, суперфосфат и хлористый калий по 160 кг/га; на шестую — суперфосфат и хлористый калий — по 160 кг/га. В качестве удобрений применяли 46 %-ный карбамид, 20,5 %-ный сульфат аммония, 46 %-ный двойной гранулированный суперфосфат и 59 %-ный хлористый калий. Лизиметрические воды отбирали по мере поступления их в приемник в течение 3 лет 10 раз. Азот определяли на иономере ЭВ-74: нитратный — с использованием ионоселективных электродов, нитритный — реактива Грисса, аммонийный — реактива Несслера. Калий определяли на пламенном фотометре, кальций и магний — объемным трилонометрическим методом, серу — с реактивом нишхромазо, медь — на атомно-абсорбционном спектрофотометре С-302.

На основании полученных результатов было установлено, что вымывание питательных веществ из почвы зависит в первую очередь от количества атмосферных осадков. За 3 года в районе исследований их выпало 1942,9 мм, что превысило многолетнюю среднюю норму (1806 мм) на 7,6 %. За этот период на глубине 60 см собрали 26 л фильтрата (8,4 % от объема атмосфер-

Таблица 1. Динамика химического состава инфильтрационных вод

Вариант опыта	рН	Концентрация, мг/л							
		N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₂	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Cu ⁺²	S
<i>26.08.1982 г.</i>									
1	5,9	1,1	0,7	0,03	16,3	5,0	0,7	0,3	1,0
2	6,0	17,8	1,3	0,03	23,7	9,2	0,6	0,4	1,0
3	6,8	25,7	2,5	0,05	25,6	9,5	1,5	0,4	1,3
4	5,9	19,2	1,5	0,04	25,7	8,8	0,6	1,2	17,0
5	5,8	17,0	1,8	0,06	29,1	9,4	0,7	0,6	11,6
6	6,1	7,6	0,6	0,01	42,5	13,8	1,0	1,2	2,5
<i>15.04.1983 г.</i>									
1	5,3	3,3	0,7	0,04	30,0	4,6	0,5	0,89	1,7
2	4,8	38,9	3,0	0,02	44,6	8,6	2,1	1,05	1,8
3	5,1	88,0	3,6	0,02	79,8	12,1	2,3	1,44	1,5
4	4,7	85,2	3,8	0,02	51,3	17,4	2,3	3,08	1,5
5	4,7	39,3	3,8	0,07	61,4	18,6	1,1	0,59	1,5
6	5,5	33,0	1,3	0,04	49,2	7,7	0,5	0,45	1,6
<i>01.07.1985 г.</i>									
1	7,2	0,32	0,40	0,002	14,1	3,0	0,3	0,16	0,56
2	6,4	4,23	0,85	0,003	16,9	3,4	1,4	0,18	0,67
3	7,1	4,30	1,22	0,002	24,7	3,6	1,5	0,17	0,72
4	6,6	3,44	1,13	0,001	19,2	3,0	0,6	0,22	1,12
5	7,1	2,79	0,94	0,006	22,1	3,2	1,7	0,19	1,16
6	7,1	0,24	0,57	0,001	15,0	2,9	1,6	0,17	0,65

Примечание. 1 — контроль; 2 — 3N100; 3 — N300; 4 — N160; 5 — N160P160K160; 6 — P160K160.

ных осадков). По данным Туренкова [3], в условиях Белоруссии на глубине 0,5 — 1 м максимальная величина фильтрата составляет 12% от общего количества годовых осадков.

В табл. 1 приведены данные химического состава инфильтрационных вод (7 промежуточных наблюдений в нее не включены). В первый год в варианте с мочевиной, внесенной в дозе 300 кг/га, наблюдалось подщелачивание инфильтрационных вод. На следующий год во всех вариантах, за исключением опыта с фосфорно-калийными удобрениями, отмечалось подкисление фильтрата. Тенденция к нему сохранялась до конца опыта. В первый вегетационный период после внесения в почву карбамида и образования карбоната аммония почвенный раствор подщелачивается, а затем, когда наступает нитрификация, подкисляется.

Вымывание азота из почвы происходило как в контроле, так и в опытах. Из удобренной лесной почвы азот выводится в основном в форме нитратов, в меньшей степени — в виде аммония, изредка — в форме нитритного азота (его мы исключили из расчетов). Наиболее интенсивная миграция нитратного

Т а б л и ц а 2. Результаты математической обработки лизиметрического опыта

Ингредиенты	Коэффициент варьирования, %		Критерий Стьюдента			
	пределы	в среднем	фактический		стандартный	
			пределы	в среднем	t 0,95	t 0,99
N-NO ₃	6,2-25,9	16,0	3,07-6,11	4,59	2,57	4,03
N-NH ₄	12,7-55,6	34,2	2,79-4,33	3,56	"-"	"-"
N-NO ₂	11,6-76,7	44,2	1,60-2,64	2,12	"-"	"-"
Ca ⁺²	6,8-46,4	26,6	1,36-2,95	2,16	"-"	"-"
Mg ⁺²	3,2-49,8	26,5	1,54-2,90	2,22	"-"	"-"
K ⁺	13,8-71,3	42,6	1,31-2,36	1,84	"-"	"-"
Сера	15,8-49,6	32,7	1,83-3,62	2,73	"-"	"-"
Медь	21,7-56,8	39,3	1,39-1,96	1,68	"-"	"-"
pH	2,3-17,6	9,9	1,29-2,00	1,65	"-"	"-"

азота по профилю почвы наблюдается в ранневесенний период, до начала активного роста древесных растений и появления живого напочвенного покрова. В контрольных вариантах на протяжении всех 3 лет исследований, за исключением апреля 1983 г., преобладал аммонийный азот (55-57 % от общего содержания минерального азота). Это говорит о том, что в лесных почвах доминируют процессы аммонификации.

В зависимости от срока отбора воды и варианта опыта на долю аммонийного азота приходилось от 4 до 9 %. К концу опыта доля аммиачного азота постепенно увеличивается, что свидетельствует о завершении процесса выщелачивания азота из удобренных лесных почв.

Внесение азотных удобрений приводит к обогащению фильтрующихся вод кальцием, магнием, в некоторой степени калием и медью. Наиболее высокая концентрация кальция и магния отмечается через год после внесения минеральных удобрений под полог леса. Это, по-видимому, связано с внесением относительно высоких доз азотных туков, что сопровождается увеличением подвижности не только удобрений, но и обменного кальция и магния. При внесении сульфата аммония значительно возрастает концентрация серы.

Известно, что внесение повышенных доз удобрений приводит к разрушению почвенного поглощающего комплекса и выносу из почвы обменного кальция и магния. Особенно этот процесс усиливается в условиях промывного водного режима почвы. Необходимо отметить, что концентрация кальция в почве при одноразовом внесении мочевины, как правило, выше, чем при внесении такой же дозы карбамида в течение 3 лет подряд.

Математическая обработка результатов лизиметрических исследований приведена в табл. 2. Анализ этих данных показывает, что концентрация нитратного, аммиачного и особенно нитритного азота в фильтрате меняется в широком диапазоне (коэффициент варьирования N-NO₃ колебался в пределах 6,2-25,9 %, N-NH₄ - 12,7-55,6, N-NO₂ - 11,6-76,7 %). По мнению

Т а б л и ц а 3. Вымывание азота и зольных элементов с инфильтрационными водами в 55-летнем сосновом насаждении за 1982—1985 гг. (удобрения вносились 21.05.1982 г.)

Варианты опыта	Минеральный азот		Кальций		Магний		Калий		Сера		Медь	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
Контроль	9,1	100	32,5	100	8,3	100	1,0	100	1,7	100	0,88	100
3N100	49,7	546	54,6	168	14,6	176	2,7	270	3,1	182	1,04	118
N300	81,7	898	92,5	284	21,2	255	3,3	330	3,6	212	0,88	100
N160	47,7	524	63,4	195	13,6	163	2,7	270	16,5	971	2,13	242
N160P160K160	43,2	474	61,5	189	15,9	192	2,2	220	14,1	829	0,77	88
P160K160	21,3	234	60,2	185	13,3	160	1,9	190	3,2	188	0,76	86

Л.О. Карпачевского [4], это связано, с одной стороны, с парцеллярной структурой леса, с другой — с месторасположением лизиметров. В почву под кроной и у ствола с осадками поступает заметно больше органических веществ, чем в подмежкрановом пространстве (17–70 и 5–6 г/м² соответственно).

За 3 года исследований в 55-летнем сосняке-зеленомошнике при внесении удобрений на глубину 60 см с инфильтрационными водами в разных вариантах вымылось различное количество азота: в варианте с карбамидом в дозе 300 кг/га (по действующему веществу) потери составили около 73 кг/га (24 %); при внесении карбамида дробным методом — 40,6 кг/га (14 %); в варианте с сульфатом аммония в дозе 160 кг/га — 38,6 кг/га (24 %). В варианте с сульфатом аммония, внесенным вместе с суперфосфатом и хлористым калием, не отмечалось усиления миграции азота по почвенному профилю. Потери азота при этом составили 34,1 кг/га (21 %). Самые низкие потери азота наблюдались в варианте с фосфорно-калийными удобрениями — 12,2 % кг/га (табл. 3). На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

При внесении азотных удобрений под полог 55-летнего сосняка мшистого наблюдаются потери азота с инфильтрационными водами, в основном в форме нитратов. Частично происходит миграция аммонийного азота. Нитритный азот встречается в фильтрате реже и в незначительных количествах.

За 3 года было собрано 26 л фильтрата (8,4 % объема атмосферных осадков).

Существенное влияние на величину потерь азота с инфильтрационными водами оказывает способ внесения мочевины. При дробном внесении карбамида в течение трех лет подряд азота выщелачивается в 1,8 раза меньше, чем при внесении такой же дозы мочевины в один прием.

В случае применения полного минерального удобрения (NPK) миграция азота из почвы не усиливается по сравнению с вариантом внесения одного азота.

Внесение азотных удобрений стимулирует выщелачивание из лесных почв кальция и магния. Наибольшее количество этих элементов вымывается при одноразовом внесении карбамида.

Для сохранения эффективного плодородия лесных почв целесообразно применять дробный способ внесения азотных удобрений под полог леса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахтеенко И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. — Минск: Изд-во АН БССР, 1963. — 254 с. 2. Смолык Л.П., Петров Е.Г., Русленко А.И. Биологическая и хозяйственная продуктивность сосновых фитоценозов Белорусского Полесья в связи с водным режимом почвы: Эколого-биологические исследования растительных сообществ. — Минск: Наука и техника, 1975. — С. 38–64. 3. Туренков Н.И. Палево-подзолистые почвы Белоруссии. — Минск: Наука и техника, 1980. — 215 с. 4. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 264 с.