

площади 3 больше гумуса, выше сумма поглощенных оснований, больше подвижных форм фосфора и калия, что также связано с механическим составом.

На пробных площадях 1 (сосняк вересковый) и 2 (сосняк брусничниковый), почвы которых представлены связными и рыхлыми песками, запасы элементов питания меньше, чем на пробных площадях 3 и 4. Однако, занимая более пониженное местоположение, сосняк брусничниковый произрастал успешнее (II б), чем сосняк вересковый (III б).

Большие запасы воды на пробной площади 1 создаются благодаря частичному стеканию талых и дождевых вод с повышенных участков рельефа. В почве 4-й пробной площади, представленной также связным и рыхлым песком, обнаружено неглубокое залегание грунтовых вод (около 1 м). Имея в своем составе различные растворенные вещества, грунтовые воды часто служат поставщиком важнейших элементов питания растений. Это, очевидно, и объясняет сравнительно высокую продуктивность произрастающего здесь насаждения (II б) при более легком механическом составе почв.

Таким образом, успешность произрастания чистых сосновых насаждений находится в прямой зависимости от почвенно-грунтовых условий. Среди факторов, влияющих на продуктивность насаждений, следует прежде всего отметить состав почвообразующих пород, а также рельеф, от которых в значительной мере зависит содержание элементов питания в почве и водный режим.

При разработке мероприятий, направленных на повышение продуктивности низкобонитетных сосновых насаждений, нужно прежде всего учитывать улучшение водного режима, поскольку эти насаждения чаще всего произрастают на легких по механическому составу почвах. Не менее важно создание благоприятного пищевого режима. Все это может быть достигнуто рубками ухода, организацией смешанных насаждений и другими мероприятиями, способствующими улучшению водного и пищевого режима.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОДСТИЛКИ В СОСНЯКЕ БРУСНИЧНОМ

Б. Д. ЖИЛКИН, Т. А. РИХТЕР

(Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова)

К настоящему времени разработана система мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов. Среди них значительное место занимают внесение минеральных и органических удобрений и введение почвоулучшающих древесных, кустарниковых и травянистых растений. Изучению влияния этих мероприятий на физико-химические свойства почвы, состав и жизнедеятельность микрофлоры и продуктивность насаждений посвящены работы Б. Д. Жилкина (1951—1971), Б. Д. Жилкина, Л. И. Лахтановой (1968), Б. Д. Жилкина, Л. Н. Рожкова, И. Э. Рихтера (1972), Е. В. Рунова, И. Е. Мишустинной (1960), В. П. Григорьева (1963), А. Я. Мироненко, Е. С. Гуринович (1963), Р. М. Морозовой, В. К. Куликовой, В. М. Данилевич (1971) и др. Однако в перечисленных и опубликованных работах мало внимания уделено изучению биологической активности подстилок.

Влияние минеральных удобрений и многолетнего люпина на состав и количество микрофлоры в подстилке и интенсивность выделения CO_2

с ее поверхности изучались на стационаре 3^в, заложенном в сосняке брусничном (А₂). Состав насаждения 10СедБ, возраст 90 лет, бонитет III, полнота 0,6. Возобновление сосной плохое, подлесок редкий из можжевельника. Видовой состав трав и мхов приведен в табл. 1. Стационар включает следующие варианты: 1 — контроль, 2 — контроль с рыхлением, 3 — посев многолетнего люпина, 4 — посев многолетнего люпина по фону P₇₀K₆₀ (мел 2 т), 5 — N₆₀P₇₀K₆₀ (мел 2 т). Многолетний люпин и минеральные удобрения вносились вручную, заделка производилась боронами.

Таблица 1

Видовой состав трав и мхов по вариантам опыта

Наименование растений	Обилие по шкале Друде в варианте				
	контроль	контроль с рыхлением	с люпином	с люпином+ПКСа	ПКСа
Вереск обыкновенный	Sp	Sp	Sol	Sol	Sol
Брусника	Sp	Sol	Sol	Sol	Sol
Черника	Sp	Sp	Sol	Sol	Sol
Ландыш майский	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Папоротник орляк	Sol	—	—	—	—
Петрушка горная	Sol	Sol	—	—	—
Овсяница овечья	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Толокнянка обыкновен.	Sol	Sol	Sol	Sol	—
Марьянник лесной	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Зимолюбка зонтичная	Sol	Sol	—	Sol	—
Грушанка средняя	Sol	—	—	—	Sol
Фиалка собачья	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Плаун сплюснутый	Sol	Sol	Sol	Sol	—
Вероника лекарствен.	—	Sol	Sol	Sol	Sol
Земляника лесная	—	Sol	Sol	Sol	Sol
Ожика волосистая	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Иван-чай узколистный	—	Sol	Sol	Sol	Sol
Щавель воробьиный	—	Sol	Sol	Sol	Sol
Люпин многолистный	—	—	Cop	Cop	Sol
Вейник наземный	—	—	Sol	—	—
Зюзник европейский	—	Sol	Sol	—	Sol
Ястребинка волосистая	—	Sol	Sol	—	Sol
Осока песчаная	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Купена лекарственная	—	Sol	—	—	Sol
Мох Шребера	Cop	Sp	Sp	Sp	Sp
Дикранум	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop
Этажчатый мох	Sp	—	Sp	Sol	—
Кладония лесная	—	Sol	—	—	—

Микробиологические исследования проводились на свежих образцах подстилки методом посева на селективные питательные среды (Разумовская, Чижик, Громов, 1960). Бактерии и актиномицеты учитывались путем подсчета колоний на мясопептонном агаре (МПА), крахмало-аммиачном агаре (КАА), агаризованной среде Эшби; целлюлозоразрушающие микроорганизмы — на среде Гетчинсона с фильтровальной бумагой; нитрифицирующие — на телевых пластинках с аммонийно-магниевой солью; грибы — на среде Чапека. Интенсивность выделения CO₂ с поверхности подстилки рассчитывалась по методу В. И. Штанова (1952). Одновременно определялась температура и влажность подстилки. Повторность определений пятикратная. Все перечисленные определения производились в мае, июле и сентябре.

Результаты исследований (табл. 2) показывают, что применение минеральных удобрений и многолетнего люпина активизирует микро-

Таблица 2

Состав и количество микроорганизмов в подстилке, тыс. в 1 г сухой подстилки
(среднее из трех определений)

Варианты	Бактерии, развивающиеся на средах			Целлюлозо-разрушающие микроорганизмы	Нитрифицирующие бактерии	Грибы	Актиномицеты
	МПА	КАА	Эшби				
Контроль	1065,2	1053,9	1666,9	13,6	22,4	134,7	65,2
Контроль с рыхлен.	645,8	743,1	998,1	13,4	15,5	131,9	67,9
Посев люпина	2385,1	2386,4	2152,6	53,1	27,4	159,1	90,4
Посев люпина+РКСа	3349,3	3371,4	2660,9	81,8	35,6	256,5	106,3
НРКСа	2427,2	1106,0	2026,1	24,2	36,1	113,7	73,7

биологические процессы в подстилке. Количество бактерий, использующих преимущественно органические формы азота (на МПА), наиболее высоко в подстилке вариантов с многолетним люпином и многолетним люпином +РДСа. Это связано с поступлением люпинового опада в состав подстилки. Количество микроорганизмов, использующих преимущественно минеральный азот (на КАА), изменяется аналогично предыдущей группе. Увеличение количества микроорганизмов, использующих минеральные формы азота в подстилке удобренных вариантов, свидетельствует об усилении процесса минерализации органического вещества подстилки и более интенсивном вовлечении азота в биологический круговорот. Довольно многочисленной группой микроорганизмов исследуемых подстилок являются олигонитрофильные (на Эшби), способные связывать атмосферный азот. В качестве углерода и энергии они используют органические соединения (сахара, спирты, органические кислоты и др.), имеющиеся в подстилке. Более высокое содержание органических соединений в подстилке вариантов с удобрениями способствовало развитию микроорганизмов этой группы.

Не менее важной группой микроорганизмов в оценке окультуренности почвы и показателя интенсивности минерализации органического вещества подстилки является численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов. В контрольных вариантах количество их составляет 13,4—13,6 тыс. на 1 г сухой подстилки. В варианте с посевом люпина количество их увеличивается в 3,9 раза, с посевом люпина по фону РКСа — в 6,0 и с НРКСа — в 1,8 раза по сравнению с контрольными. Это свидетельствует о более быстром разложении подстилки в вариантах с удобрениями и люпином.

Количество нитрифицирующих микроорганизмов в подстилке по сравнению с другими группами микроорганизмов незначительно. Это свидетельствует о слабой активности нитрификационного процесса в подстилке. Судя по количеству микроорганизмов, в опытных вариантах процесс нитрификации протекает интенсивнее, чем в контрольных. Наибольшее количество микроорганизмов обнаружено в варианте с НРКСа и посевом люпина по фону РКСа.

Микроскопические грибы участвуют в разложении растительных остатков (целлюлоза, лигнин и др.) и превращают в свои ткани до 50—60% разлагаемых ими органических веществ. Некоторые микроскопические грибы способны выделять в окружающую среду антибиотики, препятствующие развитию микроорганизмов, и специфические продукты жизнедеятельности, имеющие кислую реакцию. В вариантах с посевом люпина по фону минеральных удобрений количество грибной флоры увеличилось, а в варианте с удобрением уменьшилось. Развитию микроскопических грибов в этом варианте, по-видимому, препятствовало уменьшение кислотности подстилки.

Особую группу микроскопических грибов составляют актиномицеты, приближающиеся по ряду признаков к бактериям. Они участвуют в разложении органических веществ с образованием аммиака, поэтому по их наличию в подстилке можно судить об условиях азотного питания. Данные исследований показывают, что в сосновой подстилке их количество незначительно. Особенно мало актиномицетов в подстилке весной. На удобренных участках их число увеличивается на 13—63%.

Показателем биологической активности подстилки служит выделение углекислоты. Интенсивность ее выделения зависит от процессов превращения углерода в подстилке. По исследованиям В. Н. Миной (1960), до 36% общего количества продуцируемой углекислоты получается за счет дыхания корней и до 60—70% за счет деятельности микроорганизмов и фауны. Так как деятельность микроорганизмов, фауны

ны и дыхание корней зависят от влажности и температуры подстилки, одновременно с определением интенсивности выделения CO_2 находили и эти показатели.

В результате исследований установлено, что во время определения биологической активности подстилки существенных различий в температуре ее по вариантам опыта не наблюдалось, влажность же ненарушенной подстилки в контрольном варианте была выше, чем в опытных во все сроки определения. В мае в опытных вариантах влажность подстилки была ниже на 2,7—4,8%, в июле — на 0,1—4,8, в сентябре — на 3,2—5,5%. Хотя микроорганизмы могут развиваться даже при гигроскопическом запасе влаги, условия для размножения микроорганизмов и дыхания корней в контрольном варианте без рыхления с этой точки зрения более благоприятны, чем в опытных (табл. 3).

Таблица 3

Температура и влажность подстилки

Варианты	Температура, °С			Влажность, % к сырому весу		
	29 мая	22 июля	24 сентября	29 мая	22 июля	24 сентября
Контроль	23,3	28,9	13,8	16,2	16,5	43,8
Контроль с рыхлением	23,5	30,0	13,6	11,9	11,7	38,3
Посев люпина	22,7	29,8	13,8	12,2	15,0	39,8
Посев люпина+РКСа	22,7	30,2	13,8	13,5	16,4	40,6
НРКСа	23,0	29,6	13,6	11,4	14,2	38,3

Данные об интенсивности выделения CO_2 с поверхности подстилки (табл. 4) указывают на зависимость ее от варианта опыта и на динамичность этого процесса, обусловленную сезоном года и погодными условиями. Применение минеральных удобрений и многолетнего люпина в сочетании с рыхлением подстилки и почвы способствовало более интенсивному выделению CO_2 с поверхности подстилки во все сроки наблюдения. Это обусловлено как деятельностью микроорганизмов, так

Таблица 4

Выделение CO_2 с поверхности подстилки, кг/га в час

Варианты	Выделение CO_2 в			
	мае	июле	сентябре	среднее
Контроль	0,63	0,59	0,89	0,70
Контроль с рыхлением	0,70	0,67	0,87	0,75
Посев люпина	0,72	0,67	0,96	0,83
Посев люпина+РКСа	0,78	0,73	1,01	0,84
НРКСа	0,71	0,72	0,97	0,80

и неодинаковой корненаселенностью нижнего слоя подстилки. Максимальное выделение CO_2 отмечено в сентябре, когда подстилка имела наиболее высокую влажность и наблюдалось интенсивное поступление в ее состав опада. Влияние удобрений на интенсивность выделения CO_2 статистически доказано при уровне вероятности 0,95, сезона года и совокупного влияния и удобрений и сезона года — 0,999.

Из всего сказанного следует, что минеральные удобрения, много-

летний люпин и он же в сочетании с минеральными удобрениями повышают биологическую активность подстилки и активизируют процессы происходящие в ней.

ЛИТЕРАТУРА

- Жилкин Б. Д. 1965. Повышение продуктивности лесов культурой люпина. Минск.
Жилкин Б. Д., Лахтанова Л. И. 1968. Изменение биологической активности почвы в культурах сосны под влиянием многолетнего люпина многолистного. ДАН БССР, т. 12, в. 6. Жилкин Б. Д., Рожков Л. Н., Рихтер И. Э. 1972. Влияние многолетнего люпина на микрофлору почвы еловых культурбиогеоценозов. Ботаника, в. 14. Мина В. Н. 1960. Интенсивность образования углекислоты и ее распределение в почвенном воздухе в выщелоченных черноземах в зависимости от состава лесной растительности. Тр. Лаб. лесоведения АН СССР, т. 1. М. Мироенко А. Я., Гуринович Е. С. 1963. Влияние промежуточной культуры люпинов и сплошной вспашки на микрофлору почвы сосняка-брусничника. Ботаника, в. 5. Минск. Морозова Р. М., Куликова В. К., Данилович В. М. 1971. Влияние удобрений на изменение химических свойств почв ельника черничного. Сб. Удобрения и гербициды в лесном хозяйстве Европейского Севера СССР. Л. Разумовская З. Г., Чижик Г. Я., Громов Б. В. 1960. Лабораторные занятия по почвенной микробиологии, Л. Рунов Е. В., Мишустина И. Е. 1960. Влияние лесных насаждений разного состава на микробиологические процессы в выщелоченном черноземе. Тр. Лаб. лесоведения АН СССР, т. 1. М.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФОРНО-КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В. П. ГРИГОРЬЕВ, Л. И. ЛАХТАНОВА

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

В Белорусском технологическом институте разработан новый способ получения метафосфата калия (Воробьев, Печковский, Пташкова, 1972), который, по мнению авторов, позволит резко удешевить его стоимость и в силу этого способствовать широкому применению метафосфата в сельском, а возможно, и в лесном хозяйстве. Суммарное содержание окислов фосфора и калия в чистом продукте составляет 100% ($60\text{P}_2\text{O}_5$ и $40\% \text{K}_2\text{O}$), т. е. балласт отсутствует.

При средней влажности воздуха метафосфат калия не гигроскопичен и не слеживается, что позволяет применять его в смесях с азотными удобрениями. С. И. Вольфович с сотр. (1965) разработал условия получения KPO_3 с различным значением растворимости в воде (до 100%), обычный же продукт растворим в 2%-ной лимонной кислоте. Это дает возможность получать удобрения различной длительности действия, что особенно важно для применения KPO_3 в лесу.

Первые сообщения о пригодности метафосфата калия в качестве удобрения относятся к 1892—1895 гг., а в России агрохимические опыты с KPO_3 впервые были поставлены в лаборатории Д. Н. Прянишникова.

По данным Т. Д. Корицкой (1969), метафосфаты легкоусвояемы для растений и по действию не уступают ортофосфатам. По мнению многих зарубежных исследователей (цит. по Бектурову и др., 1967), на кислых и нейтральных почвах метафосфаты К и Са оказались эффективнее двойного суперфосфата. В настоящее время ведутся довольно широкие испытания метафосфата калия, приготовленного по технологии С. И. Вольфовича. Опыты, проведенные по удобрению метафосфатом калия ячменя, льна долгунца и пшеницы, показали, что он в разных условиях действует не хуже стандартных удобрений — суперфосфата и хлористого калия, а в отдельных случаях, лучше (Булаев и др., 1969, 1970, 1971).