

увеличение дозы этого удобрения приводит к некоторому ухудшению роста;

специфичность действия фосфорно-калийного удобрения в данном опыте проявилась в стимуляции роста и развития ассимиляционного аппарата как в качественном, так и в количественном отношении, т.е. в увеличении не только общего веса хвои, но и в повышении в ней содержания зеленых пигментов. Поскольку увеличение содержания общей массы хлорофилла в растении можно рассматривать как резерв повышения фотосинтетической активности, следует ожидать, что срок последствия удобрений длится еще некоторое время;

полученные данные свидетельствуют об ингибирующем действии иона хлора, содержащегося в хлористом калии (эталона). Это особенно четко проявляется при сравнении вариантов с двойной дозой метафосфата калия и смеси суперфосфата и хлористого калия с эквивалентным содержанием P_2O_5 и K_2O .

Л и т е р а т у р а

1. Григорьев В.П., Лахтанова Л.И. Уплыў метафасфату калю на рост сасны звычайнай. Изв. АН БССР. Сер. биол. наук, №6. Минск, 1972. 2. Григорьев В.П., Лахтанова Л.И. Влияние различных форм фосфорно-калийных удобрений на рост сосны обыкновенной. -- В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, вып. 7. Минск, 1974. 3. Победов В.С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М., 1972. 4. Пташкова Г.В. Исследование процессов переработки хлоридов фосфора на фосфорный ангидрид и фосфорные соли. Автореф. канд. дис. Минск, 1972.

РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА В БИОЛОГИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ УГЛЕРОДА, АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЕЛИ

И.Э. Рихтер

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

При подборе насаждений для химической мелиорации и планировании доз, видов и форм удобрений необходимо определять не только содержание валовых и подвижных форм питательных ве-

шеств, но и ежегодное вовлечение их биогеоценозами в биологический круговорот. Особенно важен такой учет в насаждениях, произрастающих на почвах, легких по механическому составу и с малым поглощающим комплексом, на которых обычно низкая обеспеченность растений азотом и зольными элементами.

Роль многолетнего люпина и минеральных удобрений (нитрофоска) в биологическом круговороте углерода, азота, фосфора и калия изучали в сосняке орляково-брусничном (1,8¹⁰) и ельнике орляково-брусничном (9^B, 9^B), произрастающих на дерново-подзолистой среднеподзоленной супесчаной почве Негорельского учебно-опытного лесхоза. Для этого осенью 1972 г. и 1973 г. учитывали вес фитомассы травяного покрова, вегетативных органов сосны и ели, ежегодного опада и отпада.

Учет фитомассы производился нами по методике Л.Е. Родина, Н.П. Ремезова и Н.И. Базилевич [7]; содержание углерода в почве и фитомассе травяного покрова определялось по методу И.В. Тюрина; азота и фосфора — колориметрическим методом; калия — на пламенном фотометре; доля атмосферного азота в азоте фитомассы многолетнего люпина определялась с помощью коэффициента Гопкинса — Питерса; схема биологического круговорота веществ составлялась по методике Н.П. Ремезова [6].

До закладки опыта с удобрениями весной 1971 г. у 10 деревьев брали хвою для химического анализа. В хвое сосны содержалось 1,16% азота, 0,11 фосфора и 0,51% калия; в хвое ели соответственно — 0,85, 0,09 и 0,50%. Соотношение между этими элементами для сосны составило 65:6:29, для ели — 59:6:35. На основании данных анализа и оптимальных соотношений (для сосны 67:7:26, для ели 60:9:31) между основными элементами питания [3], было установлено, что соотношение между N:P:K для сосны и ели близко к оптимальному, но обеспеченность этих пород основными элементами питания до закладки опыта была довольно низкой. Это подтверждается сопоставлением полученных данных с уровнями оптимального содержания N, P и K в хвое сосны и ели, приведенными в отдельных работах [2,4,5,8]. После предварительных анализов по определению обеспеченности сосны и ели элементами питания весной 1971 г. в культуры сосны вручную вносили нитрофоску полосами вдоль рядов из расчета 30 и 60 кг/га действующего начала азота, фосфора и калия; в культуры ели — 60 кг/га. Многолетний люпин в междурядия культур сосны и ели вводился в 1964 и 1967 г. (подзимний посев) двухрядным посевом сеялкой

Таблица 1. Таксационная характеристика культур сосны и ели

Стаци- онар	Вариант	По- ро- да	Воз- раст, лет	Срок дейст- вия удоб- рений, лет	Количес- во дере- вьев на 1 га, шт.	Средние		Объем среднего дерева, см
						высо- та, см	диа- метр, см	
1	Контроль	С	5	-	6675	65	1,26	81
	N P K 30 30 30	С	5	3	6954	63	1,45	104
	N P K 60 60 60	С	5	3	7142	60	1,30	80
8 ^ю	Контроль	С	6	-	7380	89	1,58	174
	С люпином	С	6	6	7420	109	1,86	272
9 ^в	Контроль	Е	11	-	7017	100	1,25	123
	N P K 60 60 60	Е	11	3	7000	114	1,40	175
9 ^в	Контроль	Е	13	-	4820	170	1,88	471
	С люпином	Е	13	11	4460	262	2,52	1306

СОН-2,8 с расходом семян — 20 кг/га. Во время проведения исследований в культурах сосны почвенные микроорганизмы, живущие на корнях многолетнего люпина, в течение года связывали 47, а в культурах ели — 45 кг/га атмосферного азота.

Таксационная характеристика культур сосны и ели (табл. 1) показывает, что внесение минеральных удобрений в междурядья 2-летних культур сосны не оказало существенного влияния на рост. Высота опытных культур на 2—5 см ниже, диаметр на 0,04—0,19 см выше, чем контрольных. Ель в данных условиях лучше реагировала на обогащение почвы азотом, фосфором и калием. Прибавка по высоте в ее культурах составляла 14%, по диаметру — 11, по объему среднего дерева — 42%. В культурах сосны и ели, где продолжительность действия люпина составляет 6 и 11 лет и наблюдается бездефицитный баланс азота, прибавка по высоте и диаметру более значительная.

В несомкнувшихся культурах сосны на пробной площади 1 (табл. 2) преобладает фитомасса травяного покрова. Общий запас фитомассы в вариантах с удобрениями возрос в основном за счет фитомассы травяного покрова. В контрольном варианте пробной площади 8^ю напочвенный покров плохо развит, и в общем запасе фитомассы преобладает фитомасса сосны; в варианте с люпином — фитомасса травяного покрова. В 11-летних культурах ели с минеральными удобрениями в общем весе фитомассы одинаково представлена фитомасса травяного покрова и ели; в 13-летних — преобладает фитомасса ели. Ежегодный опад

Таблица 2. Запас фитомассы травяного покрова, сосны и ели, кг/га

Стаци- онар	Вариант	Запас фитомас- сы тра- вяного покрова	Опад		Запас фито- массы сосны и ели	Ежегодный		Отчуж- дено трав, хвои, ветвей
			на- зем- ной фито- мас- сы трав	кор- ней		при- рост фито- мас- сы сосны и ели	опад сосны и ели	
1	Контроль	3536	1631	412	1028	481	13	1300
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4098	1812	496	1196	555	13	1450
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5041	2454	603	1156	552	13	1800
8 ^ю	Контроль	791	326	111	2295	875	24	-
	С люпином	6888	3055	726	3412	1444	38	-
9 ^в	Контроль	3023	1287	421	2252	533	11	-
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3231	1426	425	3262	907	12	-
9 ^в	Контроль	2872	1186	389	2840	765	11	-
	С люпином	6521	2926	654	9985	2384	16	-

сосны и ели в 5--13-летних культурах составляет всего лишь 11--38 кг/га, тогда как опад травяного покрова -- 437--3781 кг/га, в том числе 111--726 кг/га корней. При скашивании травяного покрова, объединении хвои и ветвей лосями на пробной площади 1 отчуждено 1300--1800 кг/га фитомассы.

Данные химического анализа фитомассы травяного покрова, сосны и ели показывают (табл. 3), что во всех частях растений преобладает углерод, на долю которого падает около 50% абсолютно сухого вещества. Части растений по содержанию в них азота, фосфора и калия располагаются в следующем порядке: надземные части и корни трав, хвоя, опад, корни сосны и ели, ветви и стволы. Минеральные удобрения и многолетний люпин не только повышают годичный прирост фитомассы, но в большинстве случаев способствуют более интенсивному потреблению и закреплению в фитомассе углерода, азота, фосфора и калия.

Соотношение N, P и K в средних образцах хвои сосны и ели под влиянием минеральных удобрений и многолетнего люпина существенно не изменилось и осенью 1973 г. в контрольном варианте на пробной площади 1 составляло 64:7:29; на пробной площади 8^ю, 9^в и 9^в соответственно -- 66:6:28; 60:9:31 и 62:9:29; в вариантах с многолетним люпином и минеральными удобрениями

Таблица 3. Содержание углерода, азота, фосфора и калия в фитомассе травяного покрова, сосны и ели, % на абсолютно сухой вес

Ста- цио- нар	Вариант	Эле- мен- ты	Части растений							травяной покров	
			хвоя	ветви	ствол	корни	опад	над-земн.			
								корни			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Контроль	C	49,9	50,0	50,0	50,0	48,6	50,2	49,8		
		N	1,11	0,45	0,28	0,69	0,94	1,28	1,24		
		P	0,12	0,10	0,04	0,11	0,07	0,18	0,14		
		K	0,51	0,35	0,16	0,32	0,23	0,65	0,42		
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	C	50,0	50,0	50,0	50,0	48,5	50,1	49,7		
		N	1,20	0,53	0,31	0,75	0,99	1,48	1,32		
		P	0,13	0,12	0,07	0,12	0,08	0,22	0,22		
		K	0,57	0,42	0,20	0,36	0,35	0,85	0,60		
8 ^Ю	Контроль	C	50,1	50,0	50,0	50,0	48,8	50,0	50,0		
		N	1,11	0,41	0,27	0,66	0,91	1,31	1,25		
		P	0,11	0,06	0,03	0,09	0,07	0,16	0,11		
		K	0,46	0,31	0,15	0,25	0,22	0,61	0,47		
	С люпином	C	50,0	49,9	50,0	50,0	48,6	50,6	49,9		
		N	1,19	0,49	0,29	0,74	0,98	1,74	1,68		
		P	0,09	0,08	0,04	0,09	0,08	0,37	0,34		
		K	0,51	0,42	0,21	0,38	0,25	1,66	1,05		
	9 ^{В'}	Контроль	C	50,0	50,0	50,0	50,0	48,7	50,0	49,8	
			N	0,90	0,48	0,33	0,68	0,84	0,94	0,86	
			P	0,14	0,07	0,04	0,07	0,12	0,23	0,18	
			K	0,46	0,40	0,17	0,36	0,28	0,92	0,54	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		C	50,0	50,0	50,0	50,0	48,6	50,2	49,9		
		N	0,96	0,50	0,34	0,72	0,85	1,12	0,94		
		P	0,15	0,09	0,04	0,09	0,14	0,29	0,20		
		K	0,52	0,45	0,20	0,44	0,32	1,15	0,71		
9 ^В	Контроль	C	50,1	50,0	50,0	50,0	48,9	50,0	49,8		
		N	1,01	0,50	0,31	0,65	0,83	0,95	0,73		
		P	0,14	0,07	0,04	0,06	0,12	0,24	0,17		
		K	0,47	0,42	0,17	0,35	0,31	0,97	0,50		
	С люпином	C	50,0	49,9	50,0	49,8	48,5	50,1	49,8		
		N	1,20	0,54	0,34	0,74	0,85	1,67	1,60		
		P	0,13	0,09	0,05	0,08	0,12	0,35	0,33		
		K	0,55	0,42	0,22	0,46	0,34	1,93	1,22		

Таблица 4. Показатели биологического круговорота углерода, азота, фосфора и калия в культурах сосны и ели, кг/га

Стацио- нар	Вариант	Содержится в 60 см слое почвы				С			
		С	Р	Н	К	П	У	В	О
1	Контроль	38320	4688	2496	7488	1307	277	378	653
	30 ^Р 30 ^К 30	32912	4728	2574	7352	1488	321	436	731
	60 ^Р 60 ^К 60	33040	4752	2636	7464	1767	332	533	902
8 ¹⁰	Контроль	22488	2856	2283	7022	660	430	230	-
	С люпином	30136	3970	2549	7540	2778	867	1908	-
9 ^В	Контроль	27632	2876	2732	5983	1132	273	859	-
	60 ^Р 60 ^К 60	27760	3384	2736	6122	1394	460	934	-
9 ^В	Контроль	28048	3240	2659	5986	1190	398	792	-
	С люпином	33464	4152	2643	6356	3135	1336	1799	-

Продолжение

		N					P					K				
		П	У	В	О	О	П	У	В	О	О	П	У	В	О	
-	30,2	4,1	9,5	16,6	4,1	0,6	1,2	2,3	14,3	2,0	3,9	8,4				
-	35,5	5,0	11,2	19,3	4,9	0,7	1,4	2,8	17,9	3,1	4,6	10,2				
-	47,1	5,6	14,9	26,6	7,1	0,9	2,2	4,0	25,7	2,8	7,6	15,3				
-	11,7	5,8	5,9	-	1,4	0,8	0,8	-	5,4	2,9	2,5	-				
47,3	34,7	16,2	65,8	-	16,1	2,3	13,8	-	68,8	10,2	58,4	-				
-	19,8	4,0	15,8	-	4,8	1,0	3,8	-	17,9	2,5	15,4	-				
-	26,9	6,8	20,1	-	6,0	1,1	4,9	-	22,9	4,5	18,4	-				
-	19,8	5,6	14,2	-	4,4	0,9	3,5	-	16,6	3,2	13,4	-				
-	42,8	28,4	59,5	-	15,9	3,5	12,4	-	78,5	13,9	64,6	-				

Условные обозначения: П--потребляется, У---удерживается, В--возвращается, О--отчуждается.

соответственно — 63;7:30, 66;5:29, 59;9:32 и 64;7:29. Опытные культуры, по сравнению с контрольными, более интенсивно потребляют из воздуха и почвы азот, фосфор и калий, что ведет к повышению емкости биологического круговорота в них (табл. 4). Так, на построение годичного прироста в 5—13-летних культурах сосны и ели расходуется 660—1307 кг/га углерода; 11,7—30,2 кг/га азота; 5,4—17,9 калия и 1,4—4,8 фосфора; в культурах с многолетним люпином и минеральными удобрениями соответственно 1394—3135; 26,9—87,9; 17,9—78,5; 4,9—16,1 кг/га. В наибольшем количестве перечисленные элементы питания в несомкнувшихся культурах сосны и ели потребляются на построение фитомассы травяного покрова, которая ежегодно отмирает и поступает в опад, а вместе с ней на поверхность почвы и в почву возвращаются элементы питания. При этом в культурах сосны и ели за счет деятельности клубеньковых бактерий из воздуха потребляется 45,1—47,3 кг/га азота. Это превращает азотный баланс в культурах с люпином в бездефицитный и приводит к значительному накоплению органического вещества и азота в перегнойном и подзолистом горизонтах. В корнях многолетних трав и вегетативных органах сосны и ели азота, фосфора и калия удерживается меньше, чем возвращается с опадом. Потребление, удержание и возврат элементов питания в почву в опытных вариантах интенсивнее, чем в контрольных. Это не только повышает емкость биологического круговорота веществ, но и приводит к изменению содержания их в наиболее корнеобитаемом 60 см слое почвы. Улучшение среды произрастания и повышение емкости биологического круговорота элементов питания в ельнике черничном и дубово-снитевом спустя 5 лет после посева многолетнего люпина наблюдалось Б.Д. Жилкиным, В.П. Григорьевым и Л.Н. Рожковым [1].

При скашивании травяного покрова в междурядьях и объедании сосны лосями из 5-летних культур отчуждается 653—902 кг/га углерода, 16,6—26,6 кг/га азота, 8,4—15,3 кг/га калия и 2,3—4,0 кг/га фосфора, т.е. при систематическом скашивании травяного покрова внесенные с удобрениями азот и калий будут выключены из биологического круговорота веществ через 2—4 года, а фосфор — через 10—15 лет, что снижает положительную роль и продолжительность последствий минеральных удобрений.

Л и т е р а т у р а

1. Жилкин Б.Д., Григорьев В.П., Рожков Л.Н. Опыт улучшения азотного и минерального питания ели обыкновенной

культурой люпина многолистного. — В сб.: Питание древесных растений и проблема повышения продуктивности лесов. — Петрозаводск, 1972. 2. Кошельков С.П. Режим питания сосновых древостоев южной тайги. — "Лесоведение", 1967, № 4. 3. Лавриченко В.М. Определение потребности леса в удобрении. — "Лесное хозяйство", 1968, № 8. 4. Орлов А.Я. Значение метода листового анализа при применении удобрений. — В кн.: Пути повышения продуктивности лесов. Минск, 1966. 5. Победов В.С., Волчков В.Е. Диагностика режима минерального питания и применения удобрений в сосновых лесах БССР. — В сб.: Питание древесных растений и проблема повышения продуктивности лесов. Петрозаводск, 1972. 6. Ремезов Н.П. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах Европейской части СССР. М., 1959. 7. Родин Л.Н., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота азота и зольных элементов в лесах Европейской части СССР. М., 1968. 8. Wehrmann J. Nadelanalytische Untersuchung eines Fichtendüngungsversuches auf Hochmoor. Phosphorsäure. 23, 1963, N 4.

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А.В. Переход

(Гомельский Государственный университет)

Во многих исследовательских работах отмечается, что количество азота и зольных элементов в составных частях сосны, произрастающей в различных лесорастительных условиях, мало различается.

В 1971 г. нами была проведена работа по определению азота, фосфора и калия в надземной части культур сосны обыкновенной различного возраста, произрастающих в условиях свежего бора и свежей субори на юге Гомельской области (Барбаровское лесничество, Наровлянский лесхоз). В соответствии с лесорастительным районированием Белоруссии [7] эти объекты