

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА
НА АЗОТНОЕ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЕЛИ**

Б. Д. ЖИЛКИН, В. П. ГРИГОРЬЕВ, Л. Н. РОЖКОВ

Под влиянием биологической мелиорации изменился баланс элементов питания, участвующих в круговороте веществ. Количество углерода в общем балансе увеличилось на 90—96%, азота на 35—47%, калия на 2—16%. Возросла обменная способность почвы без изменения реакции среды, повысилось содержание подвижных форм азота и калия, улучшилось питание ели азотом, кальцием и в некоторой степени калием. Благоприятные изменения экологических условий привели к повышению темпов роста ели.

Пониженная продуктивность лесов в центральных и западных районах нечерноземной полосы СССР по сравнению со среднеевропейскими лесами обуславливает необходимость активных лесоводственных мероприятий. Решающее значение при этом имеют мероприятия, направленные на улучшение питания, обмена веществ и водно-воздушного режима у древесных растений. В этой связи наиболее доступным приемом повышения плодородия лесных почв нам представляется биологическая мелиорация их культурой многолетнего люпина. Применение люпина в лесном хозяйстве России известно еще с конца XIX столетия, но до недавнего времени оно находилось в стадии научного эксперимента. В настоящее время биологическая мелиорация лесов культурой люпина внедряется в производственных условиях во многих областях нечерноземной полосы. Так, в Белоруссии посажено лесных культур с высеванным в междурядья люпином на территории более 4 тыс. га [1].

В настоящей работе рассматриваются данные пятилетнего влияния междурядной культуры многолетнего люпина на некоторые агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и питание ели. Исследования проводились в культурах ели обыкновенной в Ярцевском опытно-показательном лесхозе Смоленской области на пробных площадях: первой, которая заложена в ельнике черничном, почва развивается на супеси легкой, и второй, заложеной в ельнике дубово-снытевом, почва развивается на суглинке тяжелом. Таксационная характеристика пробных площадей представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика

Пробная площадь	Варианты	Возраст ели, лет	Срок действия люпина, лет	Количество деревьев, шт /га	Высота ели, см	Запас стволовой древесины, м ³ /га
1	Контроль	10	—	7419	114	1,24
	Двурядный посев люпина	10	5	7743	130	1,82
2	Контроль	8	—	4227	71	0,21
	Двурядный посев люпина	8	5	4282	95	0,31

На этих объектах проводится комплексное изучение влияния многолетнего люпина на отдельные компоненты искусственных еловых фитоценозов, созданных крупномерным посадочным материалом.

Для агрохимических анализов брали образцы почв при 15-кратном смешении из трех глубин (5—10, 20—25, 35—40 см) в полуметровом корнеобитаемом слое почвы в середине второй декады каждого месяца с мая по сентябрь.

Содержание общего азота и подвижных форм определяли по Голубеву, валовое содержание P_2O_5 по Ле Ван Тием, групповой состав фосфатов по Чирикову, обменный K_2O по Масловой, необменный K_2O из 2 н. HCl-вытяжки по методу Почвенного института, рН солевой и водный потенциометрически, гидролитическую кислотность по Каппену, сумму поглощенных оснований по Каппену — Гильковицу, обменную кислотность и подвижный алюминий по Соколову.

Учет фитомассы ели, люпина и трав и лесной подстилки производили на пробных площадках по методике Родина и др. [2]. Содержание химических элементов в фитомассе определялось по общепринятым методам.

Урожай люпина на исследуемых объектах составлял в сыром состоянии до 30 т/га надземной зеленой массы и до 22 т/га корней. Казалось бы, это должно привести к иссушению почвы, что в свою очередь могло бы свести на нет улучшение азотного питания ели под влиянием люпина. На самом же деле наши исследования показывают на отсутствие конкурентных взаимоотношений за воду между люпином и елью. Например, если говорить о водном режиме почв, то запасы воды в полуметровом корнеобитаемом слое почвы в культурах с люпином и без него в течение вегетационного периода различались незначительно, в пределах точности исследования. К этому же выводу пришли и другие исследователи [3—5], изучавшие влажность почвы в сосняках с люпином, и Рихтер [6], проанализировавший запасы воды в метровом слое почвы у ели с люпином. Повышенный расход воды на создание своей фитомассы люпин компенсирует резким изменением микроклиматической обстановки в молодых еловых посадках, вследствие чего значительно снижается физическое испарение влаги с поверхности почвы и увлажняются приземные слои воздуха.

В целом почвы исследуемых культур ели по классификации Д. Л. Аскинази и С. С. Ярусова относятся к классу кислых почв. Существенного влияния люпина на активную кислотность почв не выявлено.

Под влиянием люпина возросла обменная способность почвы за счет увеличения гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований (табл. 2). Однако ввиду того, что гидролитическая кислотность повысилась в большей степени, чем сумма оснований, на секциях с люпином несколько снизилась степень насыщенности ими поглощающего комплекса почвы.

Обменная кислотность под влиянием люпина не изменилась. Следует отметить, что обменная кислотность исследуемых почв обусловлена главным образом активными ионами алюминия.

Повышение гидролитической кислотности почвы под влиянием люпина отмечалось и ранее [4, 7]. Между тем на окультуренных почвах при запашке люпина гидролитическая кислотность обычно снижается. При междурядной культуре люпина, очевидно, создаются специфические условия накопления и разложения органического вещества, способствующие ее увеличению. Нужно отметить, что при запашке люпина на лесных дерново-подзолистых почвах также отмечается увеличение гидролитической кислотности [8]. Очевидно, это противоречие требует самостоятельного решения. Увеличение суммы поглощенных оснований отмечается многими исследователями [3, 4, 6, 9, 10]. А уменьшение об-

Изменение кислотности и поглощенных оснований под влиянием люпина
(ср. за май-сентябрь 1968 г.)

Глубина, см	pH _{водн}	pH _{сол}	Гидролити- ческая кислотность	Сумма по- глощенных оснований	Степень насыщен- ности ос- нованиями, %	Сбменная кислот- ность, мэкв/100 г почвы	В том числе	
			мэкв/100 г почвы				обменный H ⁺	активный Al ³⁺
Пробная площадь 1								
5—10	5,45	4,61	5,45	3,08	37,4	0,22	0,03	0,19
	5,53	4,50	6,28	3,54	36,1	0,22	0,03	0,19
20—25	5,62	4,74	3,23	1,94	37,5	0,21	0,03	0,18
	5,61	4,54	4,58	2,29	34,2	0,23	0,03	0,20
35—40	5,64	4,73	2,77	1,75	38,7	0,17	0,02	0,15
	5,55	4,70	3,09	2,05	39,9	0,15	0,03	0,12
Пробная площадь 2								
5—10	5,06	4,09	11,69	2,84	19,5	1,17	0,08	1,09
	5,04	3,99	13,46	3,02	18,3	1,24	0,08	1,16
20—25	5,10	4,05	9,26	2,92	23,9	1,19	0,07	1,12
	4,99	4,03	12,31	2,62	17,8	1,38	0,07	1,21
35—40	5,02	3,93	10,94	3,22	29,8	1,98	0,07	1,91
	5,02	3,97	11,61	2,86	20,0	1,81	0,08	1,73

Примечание. В табл. 2—5 в числителе данные контрольных секций, в знаменателе — секций с люпином.

Таблица 3

Запасы элементов питания в слое почвы 0—0,5 м
(ср. за май — сентябрь 1968 г.)

Гумус, т/га	Азот, кг/га			P ₂ O ₅ , кг/га			K ₂ O, кг/га		Подвиж- ный Al, кг/га		
	общий	по Голубеву, гидролизуемый:		валовая	группы фосфатов по Чирикову			обмен- ный		необ- менный	
		4,0 н. H ₂ SO ₄	1,0 н. H ₂ SO ₄		0,1 н. H ₂ SO ₄	4+5	3				1+2
18,52	1943	613	299	106	1890	904	839	146	169	1575	80
29,08	2378	754	357	110	1830	1066	658	106	195	1710	76
157,0	122,4	123,0	119,4	103,8	96,8	117,9	78,4	72,6	115,4	108,6	95,0

Пробная площадь 1

Абсолютные значения

18,52	1943	613	299	106	1890	904	839	146	169	1575	80
29,08	2378	754	357	110	1830	1066	658	106	195	1710	76

% к контролю

157,0	122,4	123,0	119,4	103,8	96,8	117,9	78,4	72,6	115,4	108,6	95,0
-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------	------	-------	-------	------

Пробная площадь 2

Абсолютные значения

33,26	3743	829	469	223	2275	1360	857	58	340	6260	842
59,38	5237	1110	570	297	2267	1570	668	29	329	6210	843

% к контролю

178,5	139,9	133,8	121,5	133,2	99,6	115,4	77,9	50,0	96,8	99,2	100,0
-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------	------	------	------	-------

менной кислотности и активного алюминия под влиянием люпина согласо-
уется с данными Смирнова [10].

Значительные запасы фитомассы, ежегодно накапливаемые люпино-
вым травостоем, и ее опад привели к увеличению в почве запасов гуму-
са (табл. 3). Повысились также запасы азота. Существенно не разли-

чаются валовое содержание фосфорной кислоты, обменного и необменного калия и подвижного алюминия.

Аналогичные изменения под влиянием люпина в отношении гумуса, общего азота, подвижного фосфора и калия отмечены в работах [3, 4, 6, 9] для дерново-подзолистых почв Белоруссии. На увеличение содержания перегноя и общего азота, подвижных форм фосфора и калия в результате действия люпина на дерново-подзолистые песчаные и суглинистые почвы Марийской АССР указывается в монографии Смирнова [10].

Однако приведенные в табл. 3 данные о запасах элементов питания в корнеобитаемом полуметровом слое почвы не учитывают выноса элементов питания фитоценозом и аккумуляцию их в подстилке, величины которых значительно разнятся в культурах ели с люпином и без люпина. Поэтому была сделана попытка уточнить валовый баланс углерода, азота, фосфора и калия, где общий запас элемента определяли как сумму его запасов в почве, подстилке и фитомассе. В фитомассу включали надземные и корневые части ели, люпина и сорных трав.

Безусловно, такой баланс элементов питания носит статичный характер, так как не учитывает миграции минеральных элементов в связи с приносом и выносом их с поступающей водой, выделения в почву органико-минеральных веществ корнями и ряд других моментов. Тем не менее такой баланс элементов мы считаем возможным и нужным для составления результатов при принятом методе сравнительного анализа.

Как видно из табл. 4, в результате пятилетнего влияния люпина на почву и фитоценоз наибольшим изменениям подверглось накопление углерода и азота. В ельнике черничном прибавка по углероду составляет 13,41 т/га и по азоту 706 кг/га, а в ельнике дубово-снытевом — 20,9 т/га и 1796 кг/га соответственно. Эти цифры в достаточной мере отражают известный тезис, что чем выше исходное плодородие почв, тем сильнее влияние люпина за счет более активной мобилизации атмосферного азота и резкого повышения фотосинтеза елово-люпиновых фитоценозов. Баланс фосфорной кислоты не подвергся изменениям, а в отношении калия наблюдается незначительное его накопление под влиянием люпина.

Распределение валовых запасов углерода, азота, фосфора и калия в фитоценозе, подстилке и почве дает лишь представление о потенциальных возможностях питания растений в сравнительно длительные промежуточные времена. При этом не существует вероятности того, что определенная часть этих элементов будет исключена из сферы биологического круговорота либо вообще, либо в определенный промежуток времени, связанный с экологическими факторами, микробиологическими и биохимическими процессами.

На любом этапе развития фитоценоза большое значение имеют подвижные, легкоусвояемые формы элементов. Они представляют собой наиболее мобильную категорию биологического круговорота веществ, находясь в подстилке, почве и в растениях. При этом повышенная продуктивность фитоценоза под влиянием тех или иных причин может привести к снижению содержания подвижных элементов питания в почве.

По данным табл. 3 о содержании подвижных форм элементов питания, а также по выносу элементов питания фитоценозом на построение годичного прироста, который осуществляется главным образом за счет наиболее подвижных форм элементов и который выше на секциях с люпином по азоту на 126—142 кг, по фосфору на 22—23 кг и по калию на 90—118 кг/га, можно сделать следующие выводы. Под влиянием люпина повысилось содержание подвижных форм азота и калия. В культурах с люпином наблюдается повышенное потребление фосфора из первых трех групп фосфатов по Чирикову, включающих минеральные формы фосфатов. В результате этого запасы минеральных форм фосфора в

Таблица 4

Баланс основных элементов питания в елово-липниновых и еловых фитоценозах

Валовый С, т/га				Валовый N, кг/га				Валовая P ₂ O ₅ , кг/га				K ₂ O, кг/га			
почвы	подстилки	фитомассы	итого	почвы	подстилки	фитомассы	итого	почвы	подстилки	фитомассы	итого	почвы*	подстилки	фитомассы	итого
Пробная площадь 1															
Абсолютные значения															
$\frac{10,74}{16,87}$	$\frac{0,32}{1,79}$	$\frac{3,82}{9,63}$	$\frac{14,88}{28,29}$	$\frac{1943}{2378}$	$\frac{7}{81}$	$\frac{55}{252}$	$\frac{2005}{2711}$	$\frac{1890}{1830}$	$\frac{3}{20}$	$\frac{25}{67}$	$\frac{1918}{1917}$	$\frac{1575}{1710}$	$\frac{9}{91}$	$\frac{34}{82}$	$\frac{1615}{1883}$
% от контроля															
157,1			190,1	122,4			135,2	96,8			100,0	108,6			116,6
Пробная площадь 2															
Абсолютные значения															
$\frac{19,29}{34,44}$	$\frac{0,46}{2,12}$	$\frac{2,00}{6,09}$	$\frac{21,75}{42,65}$	$\frac{3743}{5237}$	$\frac{11}{110}$	$\frac{35}{238}$	$\frac{3789}{5585}$	$\frac{2275}{2267}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{15}{63}$	$\frac{2304}{2355}$	$\frac{6260}{6210}$	$\frac{17}{91}$	$\frac{22}{126}$	$\frac{6299}{6427}$
% от контроля															
178,5			196,1	139,9			147,4	99,6			102,2	99,2			102,0

* Приведено содержание обменной K₂O.

Влияние люпина на содержание элементов питания в хвое ели, % к сухому весу
(ср. за май — сентябрь 1968 г.)

Возраст хвои, лет	N	P	K	Ca	Mg	Возраст хвои, лет	N	P	K	Ca	Mg
Пробная площадь 1						Пробная площадь 2					
1	1,04	0,19	0,56	0,44	0,23	1	1,16	0,21	0,66	0,47	0,39
	1,61	0,22	0,71	0,54	0,29		1,54	0,19	0,51	0,43	0,17
2	0,79	0,17	0,47	0,76	0,29	2	0,85	0,18	0,39	0,85	0,42
	1,21	0,16	0,50	0,98	0,36		1,28	0,15	0,33	0,93	0,31

почве в культурах с люпином снижаются, и идет накопление органических фосфатов, усвоение которых растениями возможно только после минерализации. Процесс же разложения органического вещества в условиях кислой реакции среды при снижении прогреваемости почвы идет медленно и отстает от темпов накопления органического вещества. Это подтверждается также и некоторым расширением соотношения углерода к азоту под влиянием люпина. Тем не менее и при данных условиях нет оснований пока говорить об ухудшении фосфорного питания под влиянием люпина, так как запасы наиболее подвижных его соединений, определенные по Чирикову (группы 1+2) и по Кирсанову, в течение вегетационного периода превышали его потребление на построение годичного прироста.

Для более полной оценки влияния люпина на азотное и минеральное питание помимо агрохимического анализа почв для установления обеспеченности ели элементами питания использовали метод листовой диагностики.

Из табл. 5 видно, что в хвое ели под влиянием люпина возросло содержание азота и кальция. Содержание фосфора практически не изменилось. В условиях ельника черничного под влиянием люпина повысилось содержание в хвое калия и магния, а в ельнике дубово-снытевом снизилось. В целом метод листовой диагностики отражает картину азотного и минерального питания ели, выявленную при агрохимических анализах почвы.

В литературе известны разные точки зрения в отношении целесообразности первоочередного удобрения низко-, средне- и высокобонитетных лесонасаждений. Большинство авторов высказывается за первоочередность удобрения среднебонитетных лесонасаждений. В связи с тем, что один из наших объектов — ельник черничный — относится к среднебонитетному, а ельник дубово-снытевый — к высокобонитетному, мы попытались выявить оценочные показатели обеспеченности почв и ели азотом, приведенные Смольяниновым и др. [11]. Оказалось, что потребность почв под елью с люпином на пробной площади 2 в азотных удобрениях по Панникову является средней (шкала имеет четыре градации потребности: слабая, средняя, сильная и очень сильная). Используя шкалы обеспеченности еловых насаждений азотом по содержанию его в хвое, обнаруживаем на пробной площади 2 у ели с люпином лишь среднюю обеспеченность ее азотом, т. е. даже такие высокие прибавки в азоте, полученные в результате пятилетнего влияния люпина на почву, в таких, казалось бы, не нуждающихся в мелиорациях лесорастительных условиях, какие имеют место в ельнике дубово-снытевом, и то не в полной мере обеспечивают огромные потенциальные возможности повышения роста ели. Бояться «перекорма» древесных растений азотом под влиянием люпина нет оснований и по той простой причине, что многолетний люпин оказывает не одностороннее (азот), а многогранное и притом благоприятное влияние на все компоненты биогеоценоза. Из на-