

634.95
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Белорусский лесотехнический институт имени С. М. Кирова

Аспирант В. К. ПОДЖАРОВ

**ВЛИЯНИЕ МЕЖДУРЯДНОЙ КУЛЬТУРЫ МНОГОЛЕТНЕГО
ЛЮПИНА (*LUPINUS POLYPHYLLUS* LINDL.) НА
ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЯКОВ
БЕЛОРУССКОЙ ССР**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель—заведующий кафедрой
лесоводства и дендрологии БЛТИ
профессор Б. Д. ЖИЛКИН

Минск — 1958 г.

1929-0211

Работа выполнена при Белорусском лесотехническом институте имени С. М. Кирова.

Исходя из директив XX съезда партии, основной задачей лесохозяйственной науки и производства является повышение продуктивности наших лесов. Решение этой большой и сложной задачи достигается различными путями и способами. Но наиболее надежное повышение продуктивности лесов возможно на базе улучшения лесных почв, как главнейшего элемента среды жизни леса.

«Повышение продуктивности лесных насаждений, — указывает И. М. Науменко, — зависит прежде всего от поднятия плодородия лесных почв».

Весьма эффективным способом повышения плодородия лесных почв, по данным ряда исследователей (Е. К. Алексеев, Е. Видеман, В. Виттих, Гергардт, А. И. Гончар, Б. Д. Жилкин, Г. Зюхтинг, А. Немец, Д. Н. Прянишников, Н. И. Шарапов, Ф. Эрнст, Г. Энгерт, Юнак и др.), является их удобрение путем культивирования наиболее выраженных сидератов люпинов.

Темой настоящей диссертационной работы и избрано изучение влияния одного из сидератов — люпина многолетнего (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) на плодородие лесной почвы и продуктивность насаждений сосны, произрастающей совместно с сидератом. Выбор древесной породы, сидерата и формы его применения определялся экологическими особенностями компонентов, народнохозяйственной значимостью насаждений сосны и экономической эффективностью формы сидерации.

Сосна обыкновенная — наиболее распространенная древесная порода, занимающая в БССР 57,9% покрытой лесом площади и произрастающая на наиболее бедных лесных почвах. Люпин многолетний способен длительное время без обсеменения (до 8 лет) произрастать на одном и том же месте, накапливать при наращивании 40 т/га зеленой массы 150—170 кг/га азота, усваивать питательные вещества из труднорастворимых соединений почвы и переводить их в перегнойный горизонт. Сопутствующая культура предполагает длительное совместное произрастание сосны и сидерата, что при однократном введении последнего удешевляет это мероприятие, а многолетнее отмирание надземных органов и корней приводит к значительному улучшению лесной почвы.

Обзор литературы по затронутому вопросу показывает, что наиболее крупные исследования, посвященные лесохозяйственному применению многолетнего люпина, проведены в Германии (Видеман (1927—32), Гергардт (1927), Зюхтинг (1928), Планке (1931), Эрнст (1937), Юнак (1953), Виттих (1954) и др.), в Чехословакии (Немец, 1933—54), в Австрии (Энгерт, 1954).

БЕЛОРУССКИЙ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
БИБЛИОТЕКА

100-6501
2

У нас вопросами применения люпинов в лесном хозяйстве в той или иной мере занимались В. Политаев (1894), Д. Н. Прянишников (1919—45), А. И. Гончар (1950—56), Г. К. Незабудкин (1945), Б. Д. Жилкин (1951), Н. А. Обозов (1951—1957) и др.

Тем не менее лесохозяйственному применению многолетнего люпина в условиях БССР посвящена только одна работа Б. Д. Жилкина (1951), причем применительно к одному типу леса — сосняку вересковому.

До настоящего времени остаются не выясненными или противоречиво трактуются основные вопросы использования многолетнего люпина в лесном хозяйстве БССР.

Диссертационная работа содержит 290 страниц машинописного текста, состоит из введения, восьми глав, основных выводов и предложений, списка использованной литературы (329 наименований, из них 20 иностранных). Текст диссертации иллюстрирован 72 таблицами, 4 картами, 59 графиками, 15 диаграммами и 16 фотоснимками.

В первой главе дается критический обзор литературы по применению люпинов в сельском и лесном хозяйстве.

Вторая глава посвящена обоснованию выбора и описанию объектов исследования.

В третьей главе излагается методика работы.

Четвертая глава посвящена изучению влияния многолетнего люпина на среду произрастания культур сосны.

Пятая — изучению влияния многолетнего люпина на рост, строение, физиологическую активность и общую продуктивность культур сосны.

В шестой главе изложено влияние агротехники введения многолетнего люпина на рост культур сосны и урожай органической массы люпина.

В седьмой главе приводится краткий обзор других видов использования культуры многолетнего люпина в лесу.

В восьмой главе дается экономическая эффективность введения многолетнего люпина в культуры сосны.

К диссертации отдельным томом дано приложение на 92 стр., в котором дается подробное описание пробных площадей и в 37 таблицах приводятся материалы механического и химического анализа почв, их влажности, а также данные химического анализа хвои.

Методика работы.

Изучение влияния многолетнего люпина на продуктивность сосняков производилось методом сравнительного анализа. Для этого в культурах сосны с многолетним люпином и без него закладывались секции одной и той же пробной площади. Величина секций бралась такой, чтобы на ней было не менее 200 деревьев исследуемой породы. Посадки на пробных площадях подвергались сплошному перебору путем замера в молодняках диаметров на $\frac{1}{2}$ высоты дерева и общей высоты дерева, в жердняках — диаметров на

высоте 1,3 м. Кроме этого у 100 деревьев, взятых методом случайной выборки, замерялись поперечники кроны и ее протяженность, а в жердняках — высота дерева и высота прикрепления кроны, прирост по диаметру за последние 10 лет. На секциях пробных площадей выкапывались совместно с корневой системой по 5 модельных деревьев, взятых методом случайной выборки. Модельные деревья расчленялись на ствол, сучья, хвою, корни по горизонтам почвы и взвешивались в свежем и абсолютно сухом состоянии, определялось горизонтальное распространение и глубина проникновения корней в почву.

Для выяснения влияния многолетнего люпина на лесные почвы закладывались почвенные разрезы, детально описывались и зарисовывались, по горизонтам брались смешанные образцы почвы для химического анализа. Определение показателей химизма лесных почв принятое в почвоведении.

Изучение влияния междурядной культуры многолетнего люпина на среду произрастания лесных культур и нахождение приемлемой для производства агротехники введения люпина в последние велось на пробных площадях, заложенных по определенной схеме. Согласно принятой схемы люпин вводился в культуры сосны 1, 4 и 7-летнего возраста при густоте посева 1, 2 и 3 рядка с высевом на 1 п. м. 2 гр. семян. В пределах этой схемы на пробных площадях во всех исследованных типах леса имелись секции с глубиной рыхления почвы 3, 8 и 13 см. На этих пробных площадях, начиная со второго года после введения люпина, производилось изучение влияния густоты травостоя многолетнего люпина на химизм лесных почв и их влажность, на температурный режим воздуха и почвы, на освещенность и влажность воздуха. Наряду с этим изучалось влияние разных способов агротехники введения люпина на рост люпина и сосны, на повреждаемость корней сосны при обработке почвы.

Для решения целевой установки диссертационной работы заложено 36 пробных площадей. Из них: для изучения влияния многолетнего люпина на среду произрастания культур сосны и разработки агротехники введения люпина — 14, для изучения влияния на культуры сосны—16 и для выявления прочих лесохозяйственных возможностей люпинов—6. Пробные площади имели от 2-х до 7-ми секций. Всего заложено 110 секций.

Влияние многолетнего люпина на среду произрастания лесных культур.

Многолетний люпин, произрастая в культурах сосны до их смыкания, изменяет среду произрастания последних. Наиболее крупные изменения наблюдаются в почве и менее—в припочвенных слоях воздуха.

Проведенные нами исследования подтвердили данные Видемана (1927—1932), Виттиха (1954), Немеца (1933—1954) и др., что

культура многолетнего люпина в лесу существенно изменяет химизм лесных почв. Под влиянием многолетнего люпина в почве, особенно в перегнойном горизонте ее, возрастает сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность, причем сумма поглощенных оснований возрастает быстрее, чем гидролитическая кислотность. Увеличение одновременно суммы поглощенных оснований и гидролитической кислотности при близких показателях обменной кислотности свидетельствует о росте поглощающего комплекса в почвах, улучшенных культурой многолетнего люпина. Активная кислотность изменялась неопределенно.

Наиболее существенные изменения в почве под травостоем многолетнего люпина наблюдались в содержании гумуса и общего азота, данные об изменении которых приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Запас гумуса и общего азота в 0,5 м поверхностном слое почвы в т/га.

Тип лесокультурной площади	Возраст культур сосны—лет	Срок про-изростания люпина—лет	Контроль		С люпином	
			Гумус	Общий азот	Гумус	Общий азот
Сосняки вересковые, переход от А ₁ к А ₂						
Бывшая гарь	30	23	34,9	1,69	56,4	3,07
Гарь	5	3	57,6	2,51	75,6	4,02
С/х пользов.	5	3	64,9	3,20	91,0	5,61
С/х пользов.	7	4	87,9	4,84	107,0	7,21
Сосняки орляково-брусничные, переход от А ₂ к В ₂						
Бывшая гарь	30	23	48,3	1,69	62,1	3,07
Вырубка	4	3	65,3	3,08	82,2	4,07
С/х пользов.	4	4	65,1	4,50	95,3	7,06
С/х пользов.	7	3	79,7	4,07	119,3	5,30
С/х пользов.	4	4	70,0	3,53	74,9	4,65
Сосняки кустарниковые, переход от С ₂ к С ₃						
С/х пользов.	27	23	57,4	2,53	70,6	3,46
Вырубка	8	8	66,7	2,19	75,6	2,88
С/х пользов.	7	7	77,4	3,09	114,7	4,97

Из данных таблицы 1 следует, что запас гумуса и общего азота в 0,5-метровой поверхностной толще почвы на секциях с люпином значительно больший, чем на контрольных. При этом превы-

шение запаса гумуса на секциях с люпином составляет 7—60%, а общего азота 12—82%, что свидетельствует о значительном участии в его формировании разложившихся остатков многолетнего люпина.

Отмечено, что удобряющее действие культуры многолетнего люпина возрастает при увеличении наращивания им органической массы. (Табл. 2)

Таблица 2

Наращиваемая масса надземных органов и запасы гумуса и общего азота в 0,5 м. поверхностной толще почвы в т/га

Тип леса	Контроль			Секция с 1-ряд. посевом люпина			Секция с 2-ряд. посевом люпина		
	Масса надзем. органов	Запас гумуса	Запас общего азота	Масса надземн. органов	Запас гумуса	Запас общего азота	Масса надземн. органов	Запас гумуса	Запас общего азота
Сосняк вереск. .	1,0	50,6	1,66	2,9	54,9	1,87	6,1	68,3	2,67
Сосняк ор.-брус.	4,9	75,9	2,51	10,7	83,0	3,91	19,6	117,6	4,35
Сосняк ор.-черн. .	7,1	57,5	1,85	10,2	68,9	2,48	22,8	76,1	3,02

Данные таблицы 2 показывают, что запас гумуса и общего азота в почве весьма сильно зависит от наличия органического отпада, его состава и условий для его разложения. Ежегодно отмирающая органическая масса многолетнего люпина, интенсивно разлагаясь, с одной стороны обогащает почву гумусом, общим азотом и другими питательными веществами, с другой — способствует более интенсивному разложению грубого лесного отпада.

Изменение содержания подвижных форм фосфора и калия под травостоем люпина не обнаруживает такой строгой закономерности. Однако следует отметить, что многолетний люпин сильно обогащает этими веществами поверхностные горизонты почвы на тех породах, которые содержат труднорастворимые формы этих веществ.

Приведенные данные со всей полнотой подтверждают, что культура многолетнего люпина в лесу существенно обогащает почву элементами питания растений.

Вторым, не менее важным, элементом плодородия почвы является влага. Ее изменение под влиянием междурядной культуры многолетнего люпина особенно интересует лесоводов. Литературные данные о влиянии многолетнего люпина на влажность почвы разноречивы. А. Немец (1950) наблюдал в южной Чехии иссушение корнеобитаемой толщи почвы под травостоем многолетнего люпина. А. И. Гончар (1952), наоборот, отмечает повышение влажности поверхностных горизонтов почвы под травостоем многолетнего люпина даже по сравнению с черным паром.

Данные наших двухлетних наблюдений за влажностью почвы в культурах сосны с многолетним люпином разной густоты и без него приведены в таблице 3.

Таблица 3

Запас почвенной влаги в 0,5 м. слое почвы по фазам развития многолетнего люпина в мм.

Год наблюдений	Мертвый запас влаги	Фаза начала вегетации люпина			Фаза максимальной развития люпина			Фаза осыпания семян и усах люпина		
		контроль	1-ряд. посев	2-ряд. посев	контроль	1-ряд. посев	2-ряд. посев	контроль	1-ряд. посев	2-ряд. посев

Сосняк вересковый, переход от А₁ к А₂

1955	13,1	50,9	56,1	54,6	21,9	20,0	19,3	24,4	20,1	20,5
1956	13,1	56,2	60,0	54,7	63,4	54,9	58,3	53,6	55,7	45,6

Сосняк орляково-брусничный, переход от А₂ к В₂

1955	27,0	90,4	93,4	107,5	57,0	58,2	60,9	41,5	39,2	46,4
1956	27,0	85,5	98,1	102,4	83,2	88,5	90,9	73,4	82,7	85,9

Сосняк орляково-черничный, переход от В₂ к В₃

1955	51,4	146,0	129,9	142,5	95,1	69,0	84,3	77,1	42,4	47,8
1956	51,4	148,9	167,5	156,8	117,9	117,1	121,9	137,2	142,4	136,6

Как следует из данных таблицы 3, запасы влаги в 0,5 м. толще почвы на секциях с люпином были и выше и ниже, чем на контрольных. В наиболее корнеобитаемых горизонтах почвы влажность в засушливое лето 1955 г. падала на всех секциях до мертвого запаса. Однако следует отметить, что травостой многолетнего люпина несколько сильнее иссушает почву в зоне основного распространения корней (20—40 см), чем естественно произрастающая в культурах сосны травянистая растительность, но наряду с этим, лучше защищает ее от физического испарения. Люпин, благодаря мощно развитой, слабо распространяющейся по горизонтали, корневой системе, в значительной мере удовлетворяет свою потребность во влаге за счет глубже лежащих слоев почвы, а иногда и верховодки, приводит к очаговому иссушению почвы, существенно не отличающемуся от иссушения естественным травянистым покровом, произрастающим в культурах сосны.

Влияние сопутствующей культуры многолетнего люпина на микроклимат лесокультур до настоящего времени совершенно не освещено в лесохозяйственной литературе.

Проведенные нами наблюдения показали, что мощно развитый травостой многолетнего люпина изменяет микроклимат лесных культур. Наибольшие изменения наблюдаются в характере освещенности и тепловом режиме припочвенных слоев воздуха и наименьшие во влажности воздуха и температуре почвы.

Таблица 4

Освещенность в культурах сосны с междурядными посевами многолетнего люпина и без них (в тыс. люксов).

Высота произв. замеров в см	Контроль		Секция с 1-рядным посев.		Секция с 2-рядным посевом		Коэффициент суств. между контр.	
	M ± m	W %	M ± m	W %	M ± m	W %	1-ряд. посев.	2-ряд. посев.

Сосняк вересковый, переход от A₁ к A₂

0	12,4 ± 0,96	42,5	9,4 ± 1,00	58,3	7,3 ± 0,93	69,0	2,2	3,9
50	21,2 ± 1,85	47,3	20,2 ± 1,87	50,7	20,1 ± 1,79	48,7	0,4	0,4
100	22,5 ± 1,97	44,3	22,4 ± 2,02	49,3	21,8 ± 1,84	46,2	0,0	0,3

Сосняк орляково-брусничный, переход от A₂ к B₂

0	9,0 ± 1,15	69,8	6,8 ± 0,93	74,6	4,4 ± 0,27	33,4	1,5	3,9
50	20,5 ± 1,68	44,8	19,3 ± 1,40	39,8	11,3 ± 1,14	55,2	0,5	4,5
100	22,6 ± 1,59	38,5	22,8 ± 1,48	35,5	22,4 ± 1,43	35,0	0,1	0,1

Сосняк орляково-черничный, переход от B₂ к B₃

0	5,8 ± 0,42	39,6	4,0 ± 0,47	64,3	2,0 ± 0,12	32,9	2,9	8,8
50	19,9 ± 1,06	29,2	17,5 ± 1,00	31,3	15,3 ± 1,37	48,9	1,6	2,7
100	22,7 ± 1,52	36,5	22,2 ± 1,33	32,8	22,2 ± 1,43	35,1	0,2	0,2

Примечание: количество наблюдений—30 шт., облачность кучевая, 0,5—0,7 Си.

Как следует из данных таблицы 4, освещенность в культурах сосны весьма сильно зависит от мощности развития травяного покрова. Наиболее сильное падение освещенности с приближением к почве наблюдается там, где травостой более мощный и где в его составе преобладают растения с горизонтально расположенными листьями. Наличие орляка на контрольных секциях в сосняках брусничном и черничном приводит к резкому уменьшению освещенности.

щенности. Освещенность с приближением к почве в однолетних культурах сосны составляла от освещенности на высоте 1 м. в сосняке вересковым при редком овсяницево-вересковом покрове на высоте 0,5 м — 94,2%, на почве — 55,1%;

в сосняке орляково-брусничном при орляково-разнотравном покрове на высоте 0,5 м — 89,4%, на почве — 39,8%;

в сосняке орляково-черничном при мощном покрове из орляка и Иван-чая на высоте 0,5 м — 87,7%, на почве — 25,6%.

Введение многолетнего люпина приводит к еще более значительному падению освещенности и затенению культур сосны.

Падение освещенности при разной густоте посева люпина по сравнению с контролем составляло: в сосняке вересковом у поверхности почвы при однорядном посеве люпина 24,1%, при 2-х рядном — 42,1%, в орляково-брусничном соответственно 24,5% и 51,1% и орляково-черничном 31,0% и 65,5%. Но уже на высоте 0,5 м всего лишь в сосняке вересковом: при однорядном — 4,7%, при двухрядном — 5,2%, в орляково-брусничном — 5,9% и 44,9% и орляково-черничном — 12,1%, 23,1%. Существенные ухудшения светового режима культур сосны на секциях с люпином отмечены только при двухрядной и более густоте посева: в сосняках вересковых у почвы, в сосняках орляково-брусничных и орляково-черничных до высоты 0,5 м.

Характер изменения температуры воздуха в культурах сосны с многолетним люпином и без него был несколько иной, чем освещенности. Введение многолетнего люпина в культуры сосны приводило к уменьшению температуры воздуха в сосняках вересковых над почвой: при однорядном посеве на 0,2 — 3,5°C, при двухрядном на 0,3 — 3,9°C, при трехрядном на 1,2 — 4,6°C, в сосняке орляково-брусничном соответственно 0,2 — 2,2°C, 0,8 — 3,6°C и 3,2 — 3,9°C, но уже на высоте 1 м эти различия были ничтожными.

Изменение температуры воздуха по вертикали зависело от мощности растительного покрова. При редком травянистом покрове (вересковом) температура воздуха с приближением к почве возрастает. При густом — возрастание температуры воздуха и идет только до зоны максимального поглощения лучей солнца, а затем падает.

Существенное падение температуры воздуха под влиянием междурядного травостоя многолетнего люпина наблюдалось в сосняках вересковых при 2-х рядной густоте посева люпина, и орляково-брусничных и черничных при однорядном посеве только у почвы, а при двухрядной и более густоте посева в сосняках орляково-брусничных и черничных до высоты 0,5 м.

При редком травяном покрове наибольшему нагреванию подвержена поверхность почвы. Температура поверхности почвы нередко подымалась до 50°C и выше. Максимальная температура поверхности почвы, зарегистрированная нами при ясном, безоблачном небе и безветрии 28 июня 1955 года в 13 ч. 20 м., составляла в

сосняке вересковом 61,7°C, орляково-брусничном 54,5°C и орляково-черничном 46,7°C. Такое поднятие температуры поверхности почвы часто приводит к ожогу корневой шейки всходов.

Отмечено, что введение многолетнего люпина приводит к некоторому ухудшению прогреваемости почвы.

Падение температуры почвы в жаркие солнечные дни на глубине 5 см при введении многолетнего люпина составляло: в сосняке вересковом при одnorядном посеве 1,3—4,1°C, при двухрядном — 2,8—6,9°C; в сосняке орляково-брусничном соответственно 2,0—3,6°C и 2,0—6,5°C; в сосняке орляково-черничном — 1,8—2,8°C и 3,8—6,5°C. При углублении в почву эти различия сглаживаются и на глубине 20 см составляют всего лишь 0,2—1,1°C.

Изучение изменения влажности воздуха в культурах сосны с многолетним люпином и без него показало, что абсолютная и относительная влажность воздуха в 1 м. припочвенном слое воздуха на секциях с люпином, как правило, выше, чем на контрольных. При этом относительная влажность воздуха возрастает быстрее, чем абсолютная и во влажных условиях местопроизрастания быстрее, чем в сухих.

Влияние многолетнего люпина на рост и строение культур сосны.

Изменение условий среды произрастания культур сосны под влиянием многолетнего люпина неизбежно должно приводить к количественным и качественным изменениям в самом деревостое.

Исследования Видемана (1927—1932), Гергардта (1927), Планке (1931), Эрнста (1937), Немеца (1933—1954), Жилкина (1950) и др. показали, что сопутствующая культура многолетнего люпина способствует значительному повышению продуктивности насаждений сосны. Однако наряду с этим производственники отмечают факты отрицательного воздействия многолетнего люпина на продуктивность сосняков. К сожалению, до настоящего времени в лесохозяйственной литературе почти не было сведений о причинах, вызывающих подобное явление, и методах устранения его.

Как показали наши исследования, введение многолетнего люпина может оказать различное влияние на культуры сосны в зависимости от мощности развития его травостоя, сроков и формы введения. Основным фактором, определяющим будущую продуктивность культур сосны, произрастающих совместно с люпином, является характер взаимоотношений этих растений в первые годы их совместной жизни.

Своевременное и правильное введение многолетнего люпина, как правило, способствует повышению продуктивности культур сосны. При этом усиливается развитие корневых систем сосны (горизонтальное распространение и глубина проникновения), улучшается рост сосны в высоту, прирост по диаметру, уменьшается суковатость стволов, увеличивается количество хвои и ее качество, повышается

запас ствольной древесины и общая продуктивность насаждения (см. таблицу 5).

Таблица 5

Таксационные показатели культур сосны при своевременном введении многолетнего люпина.

Возраст культ. сосны—лет	Срок произраст. люпин	Способ введения люпина	К о н т р о л ь				Секция с люпином			
			Ср. высота насаждения в см	Ср. объем ствола в см ³	Запас ствольной древесины м ³ /га	Органич. масса в т/га	Ср. высота насаждения в см	Ср. объем ствола в см ³	Запас ствольной древесины м ³ /га	Органич. масса в т/га
Сосняки вересковые, переход от А ₁ к А ₂										
30	23	в междурядия	703	20080	117,8	81,8	959	35220	148,0	100,3
7	4		105	302	2,8	4,0	160	929	5,7	6,8
Сосняки орляково-брусничные, переход от А ₂ к В ₂										
30	23	"	807	38300	137,0	104,0	1046	66200	171,0	120,0
4	3	"	60	62	0,5	0,7	68	95	0,8	1,3
9	5	"	189	1329	6,6	9,5	238	1861	9,3	13,7
4	4	в ряд	57	60	0,6	1,1	69	74	0,6	1,8
7	3	в междур	114	409	4,7	8,7	141	561	5,4	10,0
Сосняки кустарниковые, переход от С ₂ к С ₃										
27	24	в междурядия	1260	75600	232,0	130,0	1490	122600	305,0	161,0
8	8		178	1047	6,0	7,0	204	1484	8,3	9,4
9	5	"	252	2219	10,8	10,1	275	2940	16,0	14,7

Из данных таблицы 5 следует, что при правильном введении многолетнего люпина в междурядия продуктивность культур сосны к 30-летнему возрасту может повыситься по запасу ствольной древесины на 26—32% и органической массе на 15—24%, превышая по высоте культуры на контроле примерно на 1 класс бонитета.

При неправильном (в посадочные места, в ряд, при загущенном посеве одновременно с посадкой) введении многолетнего люпина в культуры сосны, особенно на достаточно увлажненных почвах, где люпин получает мощное развитие в первые годы совместного произрастания, зачастую наблюдается сильное угнетение сосенок тра-

востоком люпина, массовый их отпад, а иногда и полная гибель. (См. таблицу 6).

Таблица 6

Таксационные показатели культур сосны при преждевременном введении многолетнего люпина.

Возраст культ. сосны—лет	Срок произр-рост. люпина	Способ введения люпина	К о н т р о л ь				Секция с люпином			
			Ср. высота насаждения в см	Ср. объем ствола в см ³	Запас ствол. древе-сивы м ³ /га	Органич. масса в т/га	Ср. высота насажд. в см	Ср. объем ствола в см ³	Запас ствол. древе-сивы м ³ /га	Органич. масса в т/га
Сосняки вересковые, переход от А ₁ к А ₂										
5	3	в междур.	44	48	1,4	2,0	48	52	0,9	1,4
5	3	.	58	76	1,4	2,5	88	148	1,3	2,8
Сосняки орляково-брусничные, переход от А ₂ к В ₂										
4	4	в ряд	55	41	0,4	0,8	54	35	0,3	0,7
6	6	в посад. место	89	174	1,6	2,6	78	119	0,3	0,5
Сосняки кустарниковые, переход от С ₂ к С ₃										
7	7	сплошной предварит.	168	1021	7,2	8,8	160	782	5,0	5,5

Как следует из данных таблицы 6, введение многолетнего люпина в междурядьях культур сосны верескового типа, где люпин развивается весьма слабо, зачастую не приводит к повышению их продуктивности. Введение многолетнего люпина одновременно с посадкой культур сосны или же до их производства в рядки сосен и посадочные места других типов леса приводит к сильному изреживанию последних и снижению их продуктивности.

Раскопки корневых систем сосны и многолетнего люпина на лесокультурной площади показали, что основная масса корней сосны 68,5—99,9% сосредоточена в перегнойном горизонте почвы. В полтораокисные горизонты и подпочву проникают только отдельные корни (стержневой и некоторые боковые). По горизонтали корни сосны распространяются весьма далеко, нередко в 5—7 раз превышая поперечник кроны. Уже в возрасте 4—5 лет горизонтальные корни отходят от ствола на 60—80 см, а в 27—30 лет на 5—8 м. Корни люпина, наоборот, весьма слабо распространяются по горизонтали, компактной массой проникая в почву. Уже в 3-летнем возрасте основная масса корней люпина углубляется в почву на 40—60 см, отдельные корни проникают до 1,5—2,0 м. Горизонталь-

ное распространение корней даже у многолетних кустов люпина в 40 раз меньше, чем у 9-летней сосны. Достаточно глубокое проникновение корней многолетнего люпина в почву наблюдалось не только на лесных почвах, но и на площадях, вышедших из-под длительного сельхозпользования. Эта особенность многолетнего люпина может быть использована для углубления ризосферы при производстве лесных культур на этих площадях.

Междурядная культура многолетнего люпина оказывает значительное влияние на рост и развитие крон. На секциях с люпином всех пробных площадей наблюдалось слабое распространение крон по горизонтали, меньшее относительное их протяжение по стволу (на 4—14%) и значительно лучшее охвоение. При своевременном введении многолетнего люпина охвоенность средних сосенок на секциях с люпином была на 17,8—78,6% больше, чем на контрольных. При этом следует отметить, что на секциях с люпином большинства пробных площадей на единицу веса стволовой древесины приходится хвои значительно меньше, чем на контрольных, что свидетельствует о лучшем качественном составе хвои у сосенок, произрастающих с люпином.

Улучшение минерального питания культур сосны на секциях с люпином приводит к более раннему наступлению возмужалости у сосны. На секциях с люпином 30-летних жердняков зарегистрировано в 1,5—4,4 раза больше плодоносящих сосенок, чем на контрольных.

Учет естественного возобновления в культурах сосны с многолетним люпином и без него показал, что мощно развитый травостой последнего является сильнейшим препятствием естественному возобновлению древесных пород. На секциях с люпином зарегистрировано естественно появившихся особей на 34—99% меньше, чем на контрольных. Эта особенность травостоя многолетнего люпина может быть использована для предохранения просек и противопожарных разрывов от естественного зарастания.

Сопутствующая культура многолетнего люпина оказывала незначительное влияние на строение исследованных культур сосны. Распределение числа деревьев по диаметрам и естественным ступеням, зависимость между диаметрами и высотами на секциях с люпином и контрольных обнаруживает одни и те же закономерности. Однако, варьирование основных таксационных признаков на секциях с люпином, как правило, было меньше, чем на контрольных.

Изучение физиологической активности культур сосны на секциях с люпином и контрольных показала, что обогащение почвы питательными веществами приводит к более интенсивному их потреблению сосной. На секциях с люпином наблюдался повышенный вынос хвоей сосны азота, фосфора, калия и кальция, свидетельствующий о том, что культура многолетнего люпина способствует не только обогащению почвы этими веществами, но и их усвояемости. Наряду с этим отмечено повышение концентрации хлорофилла в

хвое сосны на секциях с люпином на 4,3—23,3%, а его запасов на 25,1—63,8% по сравнению с контрольными.

Увеличение густоты стояния многолетнего люпина в культурах сосны приводило к некоторому изменению водного обмена у сосенок. При этом в 3-летних культурах сосны обводненность хвои была наибольшей на секциях с повышенной густотой стояния люпина, что, по-видимому, вызвано более сильным затенением сосенок и увеличением влажности воздуха.

Влияние агротехники введения многолетнего люпина на рост культур сосны и урожай органической массы люпина.

Введение многолетнего люпина в культуры сосны сопряжено с обработкой почвы, предпосевной подготовкой семян, способом, нормой и сроками посева, уходом за посевами и другими агротребованиями, определяющими успешность и экономическую эффективность данного лесохозяйственного приема. Целесообразно установленная агротехника введения люпина в культуры сосны должна свести к минимуму антагонистические противоречия между сосной и люпином, предусматривать безусловное повышение продуктивности культур сосны при максимальном снижении затрат на это мероприятие. С этой точки зрения и рассмотрим применявшиеся нами агротехнические приемы при введении многолетнего люпина.

Установлено, что многолетний люпин лучше произрастает при сплошной и глубокой обработке почвы. Но глубокая, а тем более сплошная обработка почвы не всегда применима на лесокультурной площади. Она может иметь место только на площадях, вышедших из-под сельхозпользования. При этом ее лучше всего производить до производства культур сосны, с последующей посадкой сосны и посевом люпина. В культурах сосны обработка почвы под посев люпина возможна только частичная (площадками или полосами) путем рыхления почвы на глубину 3—8 иногда 13 см.

Обработка почвы в междурядьях культур сосны приводит к повреждению корней последних. При этом было установлено, что повреждаемость корней сосны минимальная в 1-летних культурах. С увеличением возраста культур сосны от 1 до 7 лет количество перерезаемых и разрываемых корней возрастает в 2—5 и более раз. При этом больше корней повреждается в сосняках вересковых и меньше в орляково-черничных. Уменьшение глубины рыхления почвы от 13 до 8 см приводит к снижению повреждаемости корней сосны, примерно в 1,5—2,0 раза, а от 8 до 3 см примерно в 2,0—3,0 раза. Уширение обрабатываемой полосы от 40 до 80 см существенно не изменяет повреждаемости корневых систем сосны.

Следовательно, исходя из повреждаемости корней сосны, под посев многолетнего люпина лучше проводить мелкую обработку почвы. Однако мелкая обработка почвы отрицательно сказывается на приживаемости, росте и развитии многолетнего люпина, особенно в год его посева. При повышении глубины рыхления почвы уве-

личивается приживаемость и густота посевов люпина, глубина проникновения и площадь распространения корней, вес надземной и подземной частей, количество клубеньков на корнях.

Таблица 7

Органическая масса, наращиваемая многолетним люпином при однорядном посеве и разной глубине рыхления почвы т/га

Т и п л е с а	Глубина рых- леп. см	1-лет. люпин		2-лет. люпин		3-лет. люпин	
		в свеж. сост.	в абсолют. сухом	в свежем сост.	в абсолют. сухом	в свежем сост.	в абсолют. сухом
Сосняк вересковый	3	1,08	0,24	3,93	0,87	11,8	2,61
	8	1,32	0,29	5,44	1,20	15,8	3,52
Сосняк орляк.-бруснич.	3	5,38	1,11	12,7	2,54	31,8	6,00
	8	9,37	1,94	18,2	3,62	40,5	7,52
Сосняк орляк.-чернич.	3	5,30	0,93	14,8	2,60	33,3	5,82
	8	7,10	1,27	17,4	3,06	39,0	6,72

Из данных таблицы 7 следует, что увеличение глубины рыхления почвы способствует более значительному наращиванию многолетним люпином органической массы. Особенно хорошо развивается многолетний люпин при глубокой обработке почвы с оборотом пласта, несколько хуже при рыхлении почвы мотыгами и дисково-зубовыми культиваторами и плохо при высеве без обработки почвы.

Из других способов подготовки почвы хорошие результаты давал посев люпина в трехотвальную плужную полосу и в площадки, взрыхленные мотыгой, несколько худшие при посеве в гребень плужной борозды и под мотыгу без обработки почвы и плохие при посеве в дно плужной борозды.

Значительное влияние на успешность посевов многолетнего люпина оказывала предпосевная обработка семян. При этом подмечено, что скарификация семян люпина повышала всхожесть и энергию их прорастания, но тем не менее не играла существенного значения при введении люпина в культуры сосны. Нескарифицированные посевы зачастую развивались лучше, чем скарифицированные.

Весьма большое значение для успешности посевов многолетнего люпина в лесу играет инокуляция семян. При этом было установлено, что лучшие результаты дает инокуляция люпиновой землей из местных зарослей люпина и несколько худшие мокрая инокуляция покупным заводским нитрагином. По-видимому, покупный заводский нитрагин содержит расы и штаммы клубеньковых бактерий, не присущие многолетнему люпину. Особенно плохие результаты давала мокрая инокуляция покупным заводским нитрагином

при посеве в сухую почву и под сухую погоду. Посевы после появления всходов, как правило, погибали. Посевы неинкулированными семенами на площадях, вышедших из-под леса, погибали.

Существенное значение для успешности посевов люпина имеют сроки, способы и нормы высева и глубина заделки семян.

Установлено, что ранневесенние посевы всегда более удачны, чем поздневесенние; хорошие результаты давали позднеосенние посевы, припорошенные землей, листвой и другими материалами. Иногда хорошие результаты дают и летние посевы люпина. Посев семян люпина лучше производить сеялкой, при этом достигается более равномерная заделка семян. Разбросные посевы с заделкой семян граблями, удаются хуже, так как около 20% семян вообще не заделывается или заделывается очень мелко, часть семян заделывается очень глубоко.

Нормы высева семян люпина зависят от условий местопроизрастания, сроков введения многолетнего люпина и целевого назначения посевов. При сплошных посевах следует высевать в сосняках вересковых около 60—80 кг/га, орляково-брусничных 40—50 кг/га и орляково-черничных 30—40 кг/га семян люпина. Однако, наряду со сплошными посевами, весьма часто, особенно при раннем введении люпина, применяются частичные. При этом норма высева снижается и равна при однорядном посеве в междурядии 15—20 кг/га, при посеве в площадки $0,5 \times 0,5$ (10000 шт/га) 20—25 кг/га.

Заделку семян следует проводить на легких почвах 2—3 см, на связных 1—2 см, осенние посевы лучше производить без заделки семян, ограничившись присориванием их листвой, опадом и прочими материалами. Хорошие результаты дает посадка люпина сеянцами, приживаемость около 100%, однако это мероприятие трудоемкое и дорогостоящее.

Посевы многолетнего люпина в культурах сосны могут сильно угнетаться сорняками и повреждаться вредителями. Особенно сильно угнетает люпин папоротник орляк и вейник, а повреждает люпиновый долгоносик. На наших объектах хорошие результаты давало скашивание листовых пластинок орляка косой и опыливание люпина при массовом нападении вредителей дустом гексахлоран из расчета 20 кг/га.

Важнейшим вопросом агротехники введения многолетнего люпина в культуры сосны, определяющим ход взаимоотношений сосны и люпина и возможное повышение продуктивности насаждений первой, является установление оптимального возраста культур сосны, в котором введение люпина не приведет к их угнетению и в то же время окажет максимальное удобряющее действие на почву. Это значит, что люпин должен быть введен в культуры сосны в более раннем возрасте, чтобы успел до их смыкания нарастить значительную органическую массу, но в то же время не вытеснил сосну. Как уже отмечалось, основным фактором, определяющим ход взаимоотношений сосны и люпина при совместном произрастании, является борьба за световое довольствие. Исход борьбы за свето-

вое довольствие между сосной и люпином зависит от того, какой из компонентов сможет опередить своего конкурента по высоте. Рассмотрим соотношения высот сосны и многолетнего люпина при возможных вариантах введения последнего в культуры сосны.

Таблица 8

Средние высоты сосны и многолетнего люпина при введении последнего в культуры сосны разного возраста (в см).

Т и п л е с а	Возраст сосны в год введения люпина, лет	Год после введения люпина					
		1		2		3	
		люпин	сосна	люпин	сосна	люпин	сосна
Сосняки вересковые	1	12,1		40,1	22,3	45,6	34,6
	3	11,0	28,3	38,9	48,8	42,7	73,3
Сосняки орляк.-бруснич.	1	26,3		83,9	22,7	85,7	38,9
	3	16,9	28,1	68,1	52,4	84,2	83,0
Сосняки орляк.-чернич.	1	28,9		95,3	25,9	93,8	102,4
	3	16,8	39,4	64,7	63,8		

Из данных таблицы 8 следует, что при любой густоте посева многолетнего люпина его можно вводить в 3—4-летние культуры сосны. При этом сосна никогда не будет ниже травостоя люпина и не затенится им. Однако, при малой густоте посева люпин можно вводить в более раннем возрасте. Это весьма важно, так как приводит к уменьшению повреждаемости корней сосны при подготовке почвы под посев, снижению нормы высева и увеличению срока действия люпина. Как следует из данных таблицы 4, однорядный посев люпина, введенного в междурядья однолетних культур сосны, не приводил к существенному нарушению светового режима их в сосняках орляково-брусничных и -черничных, а двухрядный — в сосняках вересковых, что позволяет рекомендовать эти степени загущения при введении люпина одновременно с производством культур сосны. При 1—2-кратном обтаптывании травостоя люпина вокруг саженцев сосны в течение мая—июня до 3-летнего возраста, допустимо введение люпина в однолетние культуры при больших степенях загущения. Такой же принцип применим при закультивировании люпиновых залежей.

**Другие виды использования многолетнего люпина
в лесном хозяйстве.**

В лесном хозяйстве многолетний люпин уже издавна используется для противопожарного усиления разрывов, просек, придорожных полос, для удобрения почв и отенения сеянцев в питомниках

и школках, для получения семян, укосной зеленой массы, для улучшения кормового баланса в охотничьем хозяйстве и т. д.

Проведенные нами исследования показали, что:

1. Многолетний люпин является эффективным средством усиления противопожарных разрывов, просек и придорожных полос.

2. Лесные люпинники могут явиться некоторой базой для заготовки семян и зеленой массы на удобрение, силос и сено.

3. Введение многолетнего люпина в леса способствует обогащению их охотничьей фауной. Особую перспективность для охотничьего хозяйства представляют сладкие сорта многолетнего люпина.

4. Использование многолетнего люпина в питомниках и школках малоэффективно и должно проводиться весьма осторожно. Введение люпина часто приводит к засорению их.

Экономическая эффективность применения удобрения лесных почв культурой многолетнего люпина.

Введение многолетнего люпина в культуры сосны сопряжено с дополнительными затратами, удорожающими стоимость производства культур. Величина денежных затрат на введение люпина в зависимости от способа агротехники введения колеблется в больших пределах от 94 до 819 рублей. При этом установлено, что основные издержки (около 60—90%) при введении люпина падают на подготовку почвы. Производству не безинтересно знать в каких случаях введение люпина в культуры сосны будет рентабельным.

Очевидно, рентабельными будут те способы, при которых денежные затраты на введение многолетнего люпина в культуры сосны, выраженные в % от стоимости культур, будут меньше ожидаемого прироста стволовой древесины в %.

Произведенные нами расчеты показали, что наиболее дешевым (удорожание стоимости культур на 17,4%) является введение многолетнего люпина в культуры сосны, произведенные по сплошь обработанной почве (вспашка). Люпин вводится одновременно с посадкой сосны. Затем следует подготовка почвы под посев люпина путем рыхления междурядий дисково-зубовыми и пружинными культиваторами (удорожание на 21,3—30,3%) при ручном разбросном посеве и при посеве ручной сеялкой (удорожание на 31,3—40,3%).

Умеренные затраты (удорожание на 21,3—32,7%) наблюдаются при введении многолетнего люпина путем посева в дно плужных борозд, проведенных посредине междурядия, и в трехотвальные плужные полосы (на 40,3%), но первое не может быть рекомендовано из агротехнической точки зрения, ибо не обеспечивает наращивание люпином большой органической массы.

Другие способы введения многолетнего люпина путем ручного рыхления почвы мотыгами в междурядьях, площадками и полосами

ми весьма трудоемки и дороги, на введение люпина расходуется 64,3—157,8% стоимости производства культур.

Следовательно, при ожидаемом повышении продуктивности культур сосны на 26—32% экономически оправданным будет своевременное введение многолетнего люпина (при соблюдении всех правил агротехники) в культуры сосны, произведенные по сплошь обработанной почве и при подготовке почвы путем рыхления между-рядий дисково-зубовыми и пружинными культиваторами. В отдельных случаях в районах, где испытывается острая потребность в древесине, возможно применение подготовки почвы под посев люпина путем вспашки междурядий полосами, незначительно удорожающее стоимость производства древесины.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Сопутствующая культура многолетнего люпина является надежным средством повышения плодородия лесных почв. Под травостоем многолетнего люпина улучшается химизм лесных почв (возрастает сумма поглощенных оснований, гидролитическая кислотность и емкость поглощения), увеличивается содержание гумуса (на 7—60%) и общего азота (на 12—82%). Улучшающее действие культуры люпинов на почву возрастает с увеличением наращивания органической массы и длительно сохраняется даже после его полного выпадения. Произрастание многолетнего люпина в лесу существенно не нарушает водный баланс культур сосны.

2. Мощное развитие многолетнего люпина в культурах сосны приводит к изменению микроклиматической обстановки в них. Однако существенное изменение микроклимата происходит только в припочвенном слое воздуха до высоты 0,5 м, преимущественно за счет ухудшения световой обстановки. Изменения теплового режима и влажности припочвенных слоев воздуха, а также прогреваемости почвы незначительны. Они не могут оказать существенного влияния на рост и развитие культур сосны.

3. Многолетний люпин, введенный в культуры сосны, в зависимости от мощности своего развития, может способствовать повышению продуктивности, не оказывая заметного влияния на продуктивность и, наконец, ухудшать приживаемость, рост и развитие последних:

а) при правильном и своевременном введении люпина в культуры сосны наблюдалось повышение их продуктивности. По нашим исследованиям к возрасту жердняка на 26—32%;

б) при преждевременном (до 3-х лет), да к тому же загущенном введении люпина в междурядия и при введении в посадочные места, особенно на достаточно богатых и увлажненных почвах, люпин вытесняет сосну из лесокультурной площади, снижает продуктивность формируемых ей насаждений в возрасте до 10 лет на 23—79%;

в) на бедных и сухих песчаных почвах многолетний люпин вследствие плохого развития оказывает незначительное влияние на продуктивность культур сосны;

г) продолжительность положительного влияния многолетнего люпина на посадки сосны и ожидаемое повышение их продуктивности к возрасту рубки остаются пока невыясненными, требуют дальнейших длительных стационарных исследований;

д) мощно развитый травостой многолетнего люпина в лесу является сильнейшим препятствием естественному возобновлению древесных пород.

4. Многолетний люпин требователен к влажности почвы, весьма плохо растет и сильно выпадает на почвах, развивающихся на глубоких, рыхлых и сухих песках. Его применение для повышения продуктивности сосняков вересковых без разработки дополнительной агротехники и отбора засухоустойчивых форм малоэффективно и не может быть рекомендовано производству.

5. Основным условием успешности посевов многолетнего люпина в лесу является соблюдение агротехники его введения. Глубокая обработка почвы, посев ранней весной до подсыхания почвы или поздно осенью, заделка семян на глубину 1—3 см, обязательная инокуляция семян и защита посевов от сорняков и вредителей.

6. При значительной густоте посевов (до 60 кг/га) многолетний люпин следует вводить в 3—4-летние культуры сосны независимо от условий местопрорастания. При этом люпин не успевает развиться настолько мощно, чтобы превзойти сосну по высоте и тем самым вытеснить ее.

7. Введение многолетнего люпина в культуры сосны моложе 3-х лет возможно без вреда для последних при 1-рядной густоте посева в междурядьях шириной около 1 м и высева на 1 га 20—30 кг семян люпина.

8. Многолетний люпин в лесу может успешно использоваться для усиления противопожарных разрывов, просек и придорожных полос, для удобрения почвы под питомники и школки, для защиты сеянцев и саженцев от солнцепека и вымерзания и, наконец, для расширения кормовых угодий в охотничьем хозяйстве.

9. Экономическая эффективность улучшения лесных почв культурой люпинов зависит от величины затрат на его введение и ожидаемого повышения продуктивности насаждений сосны. Наилучшие результаты дает правильное введение люпина при сплошной подготовке почвы под культуры сосны и посев люпина (удорожание стоимости производства культур на 17%) и своевременное введение люпина в междурядия культур сосны при подготовке почвы под посев рыхлением дисково-зубовым и пружинным культиваторами на конной тяге (удорожание на 21—30%). Применение ручной подготовки почвы под посев люпина при его введении сильно удорожает (на 64—158%) стоимость последних и является нерентабельным.

СПИСОК

работ, опубликованных по материалам диссертации

1. Повышение плодородия лесных почв культурой многолетнего люпина в сосняках вересковом, орляково-брусничном и орляково-черничном (1,0 п. л.), Сборник научных трудов БЛТИ № 10, 1957.
2. Обоснование оптимальных сроков введения многолетнего люпина в культуры сосны (0,5 п. л.), Сборник научных трудов БелНИИЛХ № 12, 1958.
3. Междурядная культура многолетнего люпина и ее влияние на пищевой режим и продуктивность насаждений сосны (0,25 п. л.). Бюллетень научно-технической информации БелНИИЛХ № 1, 1958.
4. Лубін у культурах сасны. Журнал «Сельская гаспадарка Беларусі» № 10 (70), 1958.

