

БИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ЛЕСОВ

СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ

Под общей редакцией
канд. с.-х. наук В. П. Григорьева

1121434



МИНСК «УРАДЖАЙ» 1989

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина

43

ББК 43.47я2

Б 63

УДК 630.232.22 (035.5)

Авторы: В. П. Григорьев,
И. Э. Рихтер, Л. И. Лахтанова,
Т. С. Берегова.

Б 63 Биологическая мелиорация лесов: Справ. пособие / В. П. Григорьев, И. Э. Рихтер, Л. И. Лахтанова и др. — Мн.: Ураджай, 1989. — 127 с.
ISBN 5-7860-0278-0.

Характеризуются основные формы и методы биологической мелиорации. Описываются наиболее важные биомелиоранты. Устанавливается степень их воздействия на природные факторы. Приводятся технологические показатели и методика определения экономической эффективности биологической мелиорации. Освещаются вопросы по заготовке, переработке и апробации семян люпина.

Для руководителей и специалистов лесного и сельского хозяйства, научных работников, преподавателей и студентов учебных заведений.

3901040000—054
Б М 305(03)—89 91—89
ISBN 5-7860-0278-0

ББК 43.47я2

© Издательство «Ураджай», 1989

ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние лесной растительности в промышленно развитых странах и регионах характеризуется оттеснением лесов на неудобные земли с почвами низкого плодородия. Не случайно поэтому проблема повышения продуктивности лесов для работников лесного хозяйства становится все более актуальной.

Особое внимание привлекают лесные насаждения, произрастающие на бедных и сравнительно бедных дерново-подзолистых почвах, легких по механическому составу. В условиях Белорусской ССР при довольно высокой обеспеченности атмосферными осадками основными факторами, ограничивающими их плодородие, являются невысокое содержание гумуса и азота. Это обстоятельство в перспективе может обостриться за счет внедрения малоотходных технологий лесозаготовок, при которых будет использоваться не только стволовая древесина, но и крона, пни. Таким образом, из биологического круговорота будут отчуждаться большие массы органического вещества, азота и зеленых элементов, что может привести к снижению продуктивности лесов.

В известной мере плодородие лесных почв может быть поднято за счет применения минеральных удобрений. В. С. Победов считает, что это мероприятие может проводиться на 71 % лесопокрытой площади Гослесфонда БССР. Однако применение минеральных туков ограничивается их дефицитом, технологическими трудностями внесения удобрений, возможностью химического загрязнения окружающей среды. Кроме того, химическая мелиорация лишь косвенно способствует накоплению в почве органического вещества.

С этой точки зрения все более привлекательными становятся биологические методы повышения плодородия лесных почв путем введения в состав лесной растительности почвоулучшающих древесных, кустарниковых и травянистых растений. Изменение среды произрастания основных лесообразователей происходит при этом на фоне естественных саморегуляционных процессов, протекающих в лесном биогеоценозе, за счет включения в биологический круговорот дополнительной фитомассы, отличающейся более высоким качеством. Это придает биологическим методам повышения плодородия почв большую естественность, что положительно отражается на устойчивости лесных насаждений, стимулирует их функции и свойства. Совокупность этих явлений правомочно квалифицировать как биологическую мелиорацию леса.

В качестве целенаправленного мероприятия биологическая мелиорация леса тесно связана с довольно широким распространением в последние годы в практике лесхозов Белоруссии, Украины и РСФСР междурядной культуры многолетнего люпина многолистного с целью повышения продуктивности сосновых, еловых и реже дубовых насаждений. Это связано прежде всего с многими положительными свойствами люпина — первоклассного азотфиксатора, неприхотливого и высокоурожайного растения.

Не прекращающийся, скорее возрастающий интерес к проблеме биологических методов повышения продуктивности лесов побудил нас к обобщению имеющегося в нашем распоряжении материала в виде справочного пособия, которое могло бы служить в качестве практических рекомендаций по применению известных методов биологической мелиорации лесов, а также стимулировало бы поиски и испытания эффективных биомелиорантов, совершенствования агротехники их введения, выращивания и использования.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Повышение продуктивности наших лесов является одной из важнейших проблем современного лесоводства и лесного хозяйства. Ее значение неоднократно подчеркивалось в различных государственных и партийных документах и в Основах лесного законодательства Союза ССР и союзных республик [28]. Пути повышения продуктивности леса весьма многообразны, однако большинство исследователей в комплексе мероприятий по повышению продуктивности лесов выделяют: мероприятия, направленные на улучшение условий произрастания, и мероприятия, направленные на улучшение самих древостоев.

В настоящем пособии рассматриваются только вопросы, связанные с повышением плодородия лесных почв и продуктивности насаждений методами биологической мелиорации. Идея использования различных растительных биомелиорантов как средства улучшения условий произрастания и повышения продуктивности насаждений для отечественного лесоводства не является новой, однако не все аспекты биологической мелиорации лесов изучены в достаточной степени и доведены до практических рекомендаций.

Продуктивность лесов в значительной мере определяется уровнем азотного питания растений. Поэтому почвоулучшающими считаются в первую очередь растения, фиксирующие атмосферный азот и переводящие его в соединения, усваиваемые корнями древесных и других растений. К ним относятся многочисленные представители семейства бобовых: из древесных — акация белая, гледичия, гимнокладус двудомный, клadrатис желтый, маакия амурская; из кустарников — желтая акация, дереза, аморфа кустарниковая, пустырники, ракитники, чингиль серебристый, леспедеса, разные виды дрока, жарновец метельчатый, бобовник и другие; из травянистых растений — однолетний и многолетний люпины, виды клевера, люцерны, сераделлы, чины и другие, а также небобовых азотфиксаторов — ольха черная, серая, зеленая, лох, облепиха и др.

Общеизвестно почвоулучшающее воздействие таких древесных и кустарниковых пород, как липа, ясень, кле-

ны, ильмовые, береза, граб, лещина, бузина, бересклеты, жимолость, рябина и другие.

Однако специальных исследований, посвященных изучению биомелиорирующего влияния этих растений на условия произрастания и повышение продуктивности насаждений основных лесообразующих пород, немного и большинство их не содержит конкретных практических рекомендаций. По данным [13, 16, 44], крупнотельчатые люпины, донники, ракитники с развитой корневой системой стержневого типа не только способствуют обогащению грунтосмесей азотными веществами, но и препятствуют дефляции песков, предохраняют неокрепшие саженцы от ветра и чрезмерного перегрева солнечными лучами, способствуют снегозадержанию, накоплению и равномерному распределению влаги.

Способностью фиксировать атмосферный азот и переводить его в гидролизуемые соединения обладают многие виды древесных растений, это прежде всего ольха серая и ольха черная, акация белая, карагана. Породы эти широко используются в мелиоративной практике у нас в стране и за рубежом [13]. Многочисленными опытами доказана эффективность их использования для лесной рекультивации.

В Подмосковном угольном бассейне ольха серая оказалась одной из немногих пород, способной прижиться и расти на сильнотоксичных грунтосмесях, где проведена частичная химическая мелиорация поверхностного слоя. Мелиорирующее воздействие ольхи, достаточное для создания условий роста более требовательных хозяйственно ценных пород, проявляется уже на 3—4-й год после посадки. Ольха оказывает благоприятное мелиорирующее воздействие на поверхностный слой грунтов обильным листовым опадом.

Ольха черная показала себя неприхотливой быстрорастущей породой в первые годы и устойчивой породой в степных районах. Ольха серая лучше себя зарекомендовала в лесостепной зоне и в Полесье.

Опыт лесной рекультивации в Советском Союзе и за рубежом показал, что ряд древесных и кустарниковых пород в этих условиях растет и развивается значительно медленнее, чем на обычных почвах. Испытываются различные методы улучшения роста — физические, химические, посев сидератов, ввод в насаждения пород-азотсобираателей. Исследования показали, что наиболее

эффективными и экономически выгодными приемами лесовыращивания на техногенных грунтах являются биологические методы — посев люпина, облепихи, ольхи черной, акации и др. [18, 20].

Н. И. Ронконен [43] рекомендует вводить в культуры люпин и ольху серую для повышения эффективности лесовосстановительных мероприятий, проводимых на Севере. О влиянии растений-азотсобираателей (акации белой, акации желтой и люпина) на потенциальную устойчивость сосны против корневой губки указывают Г. М. Пастернак, И. М. Усцкий, Л. Ф. Ладных [52, 31]. Авторами установлено, что влияние растений-азотсобираателей неоднозначно в различных типах условий местопроизрастания. На богатых почвах с неустойчивым водным режимом растения-азотсобираатели могут снизить устойчивость сосны против корневой губки, вступая с ней в конкурентные отношения за влагу, элементы питания и способствовать ее интенсивному усыханию в засушливые годы.

За последние 25 лет усилиями белорусских лесоводов широкое распространение в сосновых и еловых насаждениях республики получила биологическая мелиорация лесов культурой многолетнего люпина. Преимущества многолетнего люпина многолистного по влиянию на обогащение почвы гумусом, азотом и фосфором и на рост и продуктивность лесных культур перед другими бобовыми (дрок испанский, раkitник кавказский, золотой дождь, желтая акация и аморфа кустарниковая) доказаны экспериментальными исследованиями [12].

В условиях Белоруссии более половины лесного фонда размещено на легких по механическому составу песчаных и супесчаных почвах. Фактором, ограничивающим их производительность, является низкое содержание в них органического вещества и особенно азота. В связи с этим на них произрастают обычно низкопродуктивные (III—IV класс бонитета) сосновые насаждения.

Эффективным и экономически целесообразным методом повышения плодородия легких почв и продуктивности произрастающих на них сосновых насаждений является их биологическая мелиорация культурой многолетнего люпина многолистного. Известно, что 1 га многолетнего люпина в течение года связывает примерно 150—265 кг азота и накапливает до 90 т органического вещества, что приводит к повышению продуктивности

сосновых насаждений и оказывает многообразное положительное влияние на все компоненты биогеоценоза.

Первые опыты по применению люпина для улучшения роста культур сосны на бедных песчаных почвах относятся к концу прошлого века, но широкое внедрение многолетнего люпина в практику лесного хозяйства Белорусской ССР и Украинской ССР, а также некоторых областей РСФСР началось сравнительно недавно. Опубликованные данные как в нашей, так и в зарубежной лесоводственной литературе (Г. Ф. Морозов, Д. Н. Прянишников, Б. Д. Жилкин, В. З. Гулисавилли, Н. И. Гончар, И. С. Мелехов, Гергард, Виттих, Немец, Ведеман и др.) показывают положительное влияние биологической мелиорации леса на повышение плодородия лесных почв. О том, что люпин обогащает лесную почву основными элементами питания, активизирует их биологический круговорот и положительно влияет на семяношение сосны, свидетельствуют данные Кировской лесной селекционной лаборатории [33]. В лесхозах Сумской области Украины исследованием установлено, что наиболее отзывчив на влияние люпина дуб обыкновенный [7]. На участках с люпином он имеет лучшую форму, большую высоту и диаметр, смыкание культур здесь проходит на 2 года раньше. В Польше люпин используется с целью удобрения почв в лесных питомниках [16].

Многолетние исследования по биологической мелиорации леса, проведенные кафедрой лесоводства, другими кафедрами лесохозяйственного факультета Белорусского технологического института имени С. М. Кирова (дендрологии и физиологии растений, почвоведения и геологии, экономики и организации производства), БелНИИЛХом, лесхозами Белоруссии, убедительно показали высокую эффективность этого мероприятия. Установлено, что введение многолетнего люпина в междурядья сосновых и еловых культур оказывает положительное влияние на основные компоненты лесного биогеоценоза и обеспечивает определенный экологический и экономический эффект (табл. 1).

Результаты этих исследований опубликованы более чем в 100 работах. Они показали, что многолетний люпин до смыкания сосновых и еловых культур-фитоценозов существенно изменяет микроклимат за счет снижения освещенности в припочвенном слое, уменьшения

Таблица 1. Предполагаемая эффективность люпинизации

Цель, с которой вводится люпин	Эффективность	
	экологическая	экономическая
Изменение микроклимата	+	+
Повышение приживаемости, сохранности культур и ускорение сроков их смыкания	+	+
Улучшение биохимических и агрохимических свойств почвы	+	+
Повышение емкости биологического круговорота веществ	+	+
Повышение биологической продуктивности насаждений	+	+
Сокращение сроков выращивания технической спелой древесины		+
Улучшение сортиментного состава при рубках ухода		+
Повышение урожая семян в лесных культурах, на семенных участках и семенных плантациях		+
Повышение устойчивости насаждений к вредителям, болезням и низовым пожарам		+
Усиление водоохраных, почвозащитных рекреационных и других полезных свойств растущего леса	+	+
Сбор семян и использование зеленой массы многолетнего люпина в качестве удобрения		+

скорости движения воздуха, повышения относительной и абсолютной влажности воздуха и уменьшения ее дефицита. В насаждениях с люпином уменьшается объемный вес, повышаются влагоемкость, водопроницаемость и влажность поверхностных слоев почвы, снижается запас влаги в метровом слое почвы за счет усиления энергии роста деревьев и сопутствующего ей расхода воды на транспирацию.

В почве повышаются содержание и запасы гумуса и азота, фосфора и калия, емкость обмена, биологическая активность, интенсивнее протекают микробиологические процессы, что ведет к увеличению как потенциального, так и эффективного плодородия почвы.

Основным фактором удобрительного действия люпина является биологический азот. Наблюдения за содержанием нитратов в почве к осени в год заправки люпина показывают преимущество его перед навозом.

Таблица 2. Влияние зеленого удобрения на содержание нитратов в почве [35]

Вариант	Нитраты, мг на 1 кг почвы
Черный пар с внесением навоза (20 т на 1 га)	12,5
Укосная масса люпина	15,0
Запашка всей массы люпина на месте произрастания	18,8

Максимум поступления фитомассы люпина с опадом приходится на 3—4-й год после его посева, а подземной — на период массового выпадения люпина из-за недостатка света. Урожай органической массы многолетнего люпина в разных типах леса (в пересчете на сплошные посевы) приведен в табл. 3.

Таблица 3. Изменение урожая многолетнего люпина с возрастом [13]

Тип леса	Бонитет	Урожай люпина, т/га		
		однолет-ного	двухлет-ного	трехлет-ного
Сосняк вересковый	III	1,3	9,0	24,3
Сосняк орляково-бруснич-ный	II	3,8	16,5	45,0
Сосняк орляково-черничный	I	7,1	43,0	90,5

При обычных одно- и двухрядных посевах люпина в междурядья лесных культур урожай его органической массы в течение вегетационного периода составляет в среднем 5—10 т/га. В сырой массе многолетнего люпина содержится 0,5 % азота и по 0,1 % фосфора и калия. С фитомассой люпина в почву поступает дополнительно до 50 кг/га азота и по 10 кг/га фосфора и калия, причем эти элементы здесь оказываются наиболее доступными для растений и безвредными для окружающей среды.

Установлено, что показатели роста сосны, ели и дуба по высоте, диаметру и запасу во всех типах леса выше в культурах с люпином. Так, средняя высота ели в 11 лет без люпина составила 2,2 м, с люпином — 2,9 м (177 % к контролю), диаметр — соответственно 21,6 и 31,4 мм [15]. В 29-летнем сосняке вересковом на участках с люпином запас на 69 % выше, чем на контроле, а

в 26-летнем сосняке орляково-брусничном — на 59 % [22].

Следовательно, улучшение условий произрастания биологической мелиорацией многолетним люпином, введенным в междурядья 3—4-летних культур сосны, к их 30-летнему возрасту привело к повышению продуктивности древостоев в 1,5—2,0 раза. Исследования Ю. Н. Азниева показали также, что длительное, положительное влияние междурядной культуры люпина приводит к более раннему наступлению возраста возмужалости сосны (на 10—15 лет), увеличению числа плодоносящих деревьев в 2—4 раза и повышению урожаев сосновых семян в 2—3 раза. Поэтому использование люпина для стимулирования семяношения сосны на семенных участках и плантациях широко применяется с 1965 г. в лесных хозяйствах.

Первые опыты кафедры лесоводства БТИ им. С. М. Кирова по введению многолетнего люпина в междурядья лесных культур для повышения их продуктивности были заложены в Негорельском учебно-опытном лесхозе в 1950 г. Несколько позднее (с 1954 г.) стали высевать люпин для этих целей производственные лесхозы Белоруссии, Украины, РСФСР, Прибалтийских республик, однако объем этих посевов в то время был небольшим и чаще носил опытный характер. С 1963 г. работы по люпиносеянию в лесных культурах несколько расширились: в IX пятилетке ежегодные посевы люпина составляли немногим более 1 тыс. га в год, а планом Министерства лесного хозяйства БССР на XII пятилетку предусмотрено введение многолетнего люпина в культуры сосны и ели на площади более 25 тыс. га. Динамика объема работ по биологической мелиорации представлена на рис. 1. На 1 января 1987 г. в Белоруссии люпин в лесные культуры введен на площади около 43 тыс. га.

В связи со значительными масштабами производственного опыта люпиносеяния в лесхозах Белоруссии кафедрами лесоводства и экономики и организации производства БТИ им. С. М. Кирова совместно с Министерством лесного хозяйства БССР анкетным способом собран материал об объеме и характере люпинизации лесных культур по всем лесхозам республики за период с 1965 по 1985 г. Получены сведения о возрастном и породном составе лесных культур, в которые вводили лю-

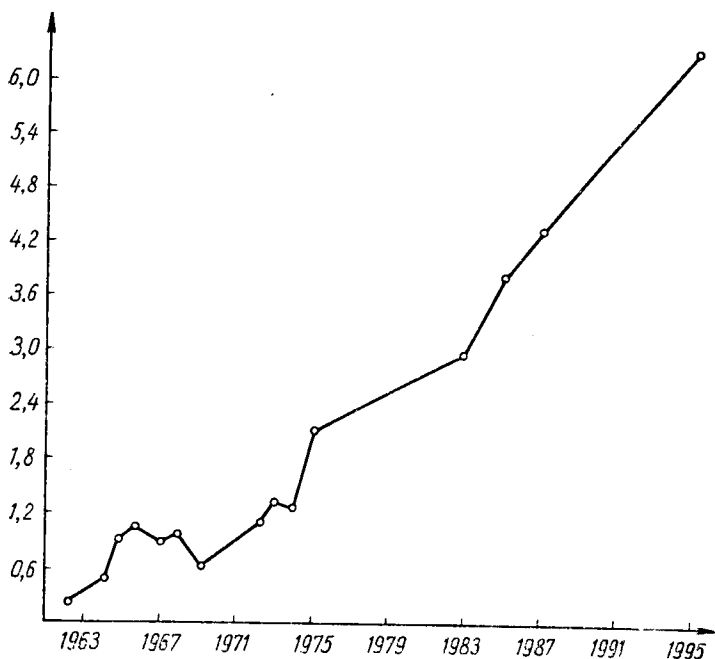


Рис. 1. Динамика объема работ по биологической мелиорации леса в Белоруссии.

пин, агротехнике и форме введения, длительности его действия на условия произрастания и рост насаждений (табл. 2).

По сравнению с 1978 г. средняя площадь лесных культур с люпином на один лесхоз возросла почти в три раза и составляет в среднем по республике на 1.01.86 г. 426 га. Тем не менее в лесхозах Гомельского областного управления, несмотря на значительный прирост объема работ по люпиносеянию в лесу (230 %), средняя площадь лесных культур с люпином на 1000 га покрытой лесом площади остается самой низкой и составляет 3,9 га.

В Гродненском, Брестском и Могилевском областных управлениях уделено серьезное внимание этому мероприятию. В отдельных лесхозах этих областей объем работ по биологической мелиорации леса составляет от 600 до 900 га, особенно следует выделить Ивацевичский,

Таблица 4. Площадь лесных культур с люпином по областям БССР

Область	Площадь лесных культур с люпином, тыс. га			Число лесхозов в области	Средняя площадь лесных культур с люпином, га					
					на один лесхоз			на 100 га покрытой лесом площади		
	1.01.78	1.01.83	1.01.86		1.01.78	1.01.83	1.01.86	1.01.78	1.01.83	1.01.86
Брестская	2,2	5,3	6,6	12	185	445	550	3,2	7,7	8,7
Витебская	1,7	3,1	4,7	17	100	180	276	2,0	3,6	4,8
Гомельская	1,2	3,9	6,0	21	56	186	285	0,8	2,6	3,9
Гродненская	2,2	5,1	6,0	10	220	509	600	3,4	7,3	8,6
Минская	3,5	6,4	8,5	20	175	322	425	3,1	5,7	7,0
Могилевская	2,6	5,6	6,8	14	236	09	552	3,4	7,3	7,9
Негорельский учебно-опытный лесхоз	0,6	0,6	0,6	1	640	650	660	48,1	48,0	48,1
Всего	4,0	30,0	39,2	92	152	327	426	2,5	5,4	6,7

Пружанский, Барановичский, Дятловский и другие лесхозы.

Удельный вес лесных культур с люпином в общем объеме искусственного лесоразведения к настоящему времени составляет 12,8 % (табл. 4, 5).

Из приведенных данных видно, что Минская, Могилевская и Брестская области по общему объему люпинизации и по темпам роста культур с люпином значительно опережают Гомельскую и Витебскую области,

Таблица 5. Площадь лесных культур с люпином на 1.01.1986 г. и их удельный вес, % от общего объема лесных культур

Область	Общая площадь, тыс. га	Годы							
		1965	1971	1976	1977	1979	1981	1982	1984
Брестская	6,6	0,5	1,5	2,4	7,1	13,8	12,8	11,5	13,7
Витебская	4,7	1,3	1,2	2,2	4,9	1,5	6,5	10,9	12,9
Гомельская	6,0	0,2	0,1	1,4	5,9	9,0	5,6	8,3	8,2
Гродненская	6,0	1,1	2,7	3,4	6,0	16,9	23,1	17,1	18,9
Минская	8,5	1,3	1,8	5,6	9,1	12,9	11,4	11,5	12,2
Могилевская	6,8	1,3	1,9	6,3	10,4	9,7	17,4	11,1	11,0
Негорельский учебно-опытный лесхоз	0,6	76,0	31,2	18,2	15,1	5,0	3,0	3,0	3,0
Всего	39,2								
В среднем		0,9	1,7	3,5	6,9	10,4	10,4	10,8	11,4

хотя заметно, что резкое увеличение удельного веса культур с люпином в 1977 г. произошло во всех областях.

В представленных материалах специалистами лесхозов дана оценка эффективности биологической мелиорации леса по 4-балльной системе: хорошая, удовлетворительная, неудовлетворительная и эффективность не установлена из-за непродолжительного срока действия люпина.

Лесхозы республики в целом дали положительную оценку люпинизации: хорошие и удовлетворительные оценки этого мероприятия в среднем по БССР составили около 80 %, с колебаниями по областям от 50 % (Гомельская) до 91 % (Минская), а неудовлетворительные результаты — 11 % с колебаниями от 24 до 4 % (по тем же областям); остальные 9 % относятся к участкам, на которых эффективность не установлена (табл. 6).

Многие лесхозы дают только хорошую и удовлетворительную оценки люпинизации (Бобруйский, Пуховичский, Мядельский, Кличевский, Дятловский, Ивьевский и др.). Однако имеются лесхозы (Богушевский, Василевичский, Комаринский, Лельчицкий, Петриковский и Озаричский), в которых опыт введения люпина не дал положительных результатов. Отчасти это объясняется нарушением правил агротехники введения люпина, неблагоприятными погодными условиями.

Таблица 6. Оценка эффективности люпинизации, %

Область	Оценка			
	хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная	эффективность не установлена
Брестская	23,9	51,4	22,4	2,3
Витебская	22,3	52,7	21,6	3,4
Гомельская	9,4	40,3	23,7	26,6
Гродненская	36,3	52,7	6,1	4,9
Минская	20,8	69,8	4,3	5,1
Могилевская	22,3	60,1	6,4	11,2
Пегорельский учебно-опытный лесхоз	38,2	12,2	0,2	49,4
В среднем	24,7	55,0	11,1	9,2

Учитывая имеющийся положительный научный и производственный опыт биологической мелиорации лесов культурой многолетнего люпина и необходимость даль-

нейшего расширения масштабов этого действенного мероприятия по повышению продуктивности насаждений и их охранно-защитного значения, кафедрой лесоводства БТИ им. С. М. Кирова разработаны и Научно-техническим советом Минлесхоза БССР утверждены и приняты для внедрения в производство (в марте 1978 г.) Рекомендации по созданию культур сосны и ели с люпином [36].

2. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ ПРИМЕНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Искусственное введение многолетнего люпина на лесные площади позволяет реализовать следующие его полезности:

прижизненное (побочное) использование зеленой массы в качестве удобрения и семян для удовлетворения нужд сельского и лесного хозяйства;

обогащение почвы биологически связанным азотом и органическим веществом путем запашки зеленой массы люпина, выращенного на лесокультурной площади, то есть использование люпина в качестве сидерального удобрения;

изменение общей экологической обстановки в лесном насаждении и создание благоприятных взаимовлияний между люпином и древесными растениями в результате их длительного совместного произрастания.

Обобщая опыт люпиносеяния при искусственном лесовыращивании, кафедрой лесоводства БТИ им. С. М. Кирова рекомендованы следующие формы использования люпина.

Предварительная культура (предшествующая) — разведение посевом или посадкой однолетних и многолетних люпинов с запашкой их зеленой массы на удобренных землях, предназначенных под лесные культуры, или на площадях, отведенных под лесосеменные плантации и лесные питомники. Люпин здесь участвует в фазе подготовки площади под лесные культуры.

Сопутствующая междурядная культура — многолетний люпин высевается в междурядья одновременно с посевом или посадкой древесных пород. Наилучший рост

культур наблюдается при расстоянии между рядами древесных растений и люпина не ближе 1—1,5 м или равной средней высоте люпина. Эта форма особенно эффективна при посадке крупномерных саженцев.

В сельском хозяйстве неоднократно делались попытки выведения кормовых сладких сортов многолетнего люпина. Однако они не дали определенных результатов. В случае же успеха можно предложить сопутствующую культуру кормового многолетнего люпина в целях организации люпиново-древесных хозяйств.

Последующая — разведение посевом или посадкой многолетнего люпина в молодых лесных культурах спустя 3—4 года после их создания или за несколько лет до их смыкания, а также в жердняках и средневозрастных насаждениях, в зависимости от лесорастительных условий и целей хозяйства.

Подпологовая — введение люпина посевом или посадкой под полог насаждений. Наиболее целесообразно введение люпина в приспевающих и спелых насаждениях за 10—15 лет до главной рубки, а также в изреженных насаждениях зеленых зон городов, поселков. Посев люпина в этих насаждениях не только улучшает рост материнского древостоя, его плодоношение, но и обеспечивает благоприятные условия для роста подроста предварительного происхождения.

Плантационная культура — посев для получения семян. Плантации могут быть постоянными и временными. Постоянные плантации рекомендуется закладывать не только для получения семян, но и для укосной зеленой массы на удобрение, а также для выращивания посадочного материала, временные — с целью выращивания посадочного материала вблизи площадей лесокультурного фонда.

Перспективным является также использование посевов люпина как составной части комплексного ухода за насаждениями, особенно при проведении линейных, полосных и селекционно-линейных рубок. В этом случае люпин высевается на месте вырубленных рядов деревьев. При этом желательно совместить трелевку вырубленных деревьев и обработку почвы под посев люпина.

В практике лесного хозяйства Белоруссии наиболее широкое распространение (как показали данные лесхозов) получила последующая форма (85,7 %), значи-

Таблица 7. **Формы введения люпина, %**

Область	Форма введения люпина, %			В том числе в культуры			
	предварительная	сопутствующая	последующая	одного года	двух лет	трех лет	четыре-пять лет и более
Брестская	—	16,7	83,3	29,6	23,4	21,5	25,5
Витебская	—	12,2	87,8	8,4	20,2	20,5	50,9
Гомельская	—	24,4	75,6	37,7	21,9	18,3	22,1
Гродненская	—	9,5	90,5	10,2	28,0	20,6	41,2
Минская	—	13,0	87,0	22,8	18,8	19,7	38,7
Могилевская	—	13,5	86,5	23,9	23,8	22,3	30,0
Негорельский учебно-опытный лесхоз	10,3	25,0	65,0	36,5	30,6	10,0	22,9
В среднем	0,3	14,0	85,7	21,4	22,6	20,1	37,9

тельно меньший удельный вес составила сопутствующая форма введения люпина (14,0 %) (табл. 7).

При последующей форме люпин вводится в культуры одного, двух, трех, четырех лет и более. Многолетний люпин, высаживаемый в междурядья лесных культур в возрасте пяти и более лет, как правило, не выдерживает конкуренции с древесными растениями за свет и по мере смыкания древостоя начинает страдать от недостатка света. Кроме того, при подготовке почвы под посев его возможны повреждения корневых систем древесных пород. Поэтому, чтобы увеличить срок действия люпина, рекомендуется при использовании последующей формы вводить его в насаждения более молодого возраста (2—4 года).

Следует отметить, что некоторые лесхозы не соблюдают правил агротехники и в итоге не имеют положительного эффекта от введения люпина в лесные культуры. Часто это наблюдается при сопутствующей форме введения люпина, когда он уже на второй год начинает заглушать культуры, вызывая большой их отпад, а иногда и гибель [3].

Другие формы использования многолетнего люпина в лесном хозяйстве. Применение многолетнего люпина в противопожарных целях. Благодаря мощно развитой надземной зеленой массе, покрывающей почву с ранней весны до поздней осени, многолетний люпин многолистный препятствует распространению низовых лесных по-

жаров слабой и средней интенсивности. В практике лесного хозяйства многолетний люпин давно используется для локализации лесных пожаров и высевается вдоль дорог, на просеках и противопожарных разрывах. Многолетний люпин весьма морозоустойчив (выдерживает утренние заморозки до $-7-9^{\circ}\text{C}$). Поэтому ранней весной, как только появляются проталины, он трогается в рост. Это очень важно для леса, так как ко времени подсыхания лесной подстилки люпин успевает образовать сплошной зеленый ковер, препятствующий распространению огня в случае пожара.

В зависимости от местных условий, учитывая распределение покрытой лесом площади и безлесных пространств по классам пожарной опасности, а также расчлененность массивов железными, шоссейными и грунтовыми дорогами, водными пространствами и нелесными угодьями (пашни, сенокосы и др.), следует проектировать многорядные посевы многолетнего люпина по предлагаемой в настоящем пособии технологии.

Такие полосы из люпина будут иметь не только большое «барьерное» значение для локализации низовых пожаров, но и могут послужить базой для пуска встречного огня и производства отжига при применении огневых способов борьбы с лесными пожарами. В засушливые годы наблюдается раннее усыхание многолетнего люпина, в связи с чем пожарная опасность может возрасти.

Противоэрозионное значение многолетнего люпина. Установлено, что люпин, оставляемый на зиму неприпаханным, на склонах $5-12^{\circ}$ оказывает такое же положительное влияние на сокращение поверхностного стока и предотвращение смыва почвы, как и лиственный лес. Многолетний люпин зимой служит хорошим средством для задержания и накопления снега. Почва под ним промерзает слабо и при таянии снега вся вода поглощается на месте.

Изучение корневых систем сосны, ели, дуба, испытавших влияние многолетнего люпина, показало, что культуры этих пород имеют более мощно развитые корневые системы и лучше скрепляют почву крутосклонов, откосов и песков. Поэтому на участках, подверженных водной и ветровой эрозии, следует шире испытать разные формы введения многолетнего люпина многолистного.

При создании лесонасаждений его можно применять на любых частях рельефа, за исключением сильно инсолируемых склонов, где он не выдерживает солнцепека.

Повышение устойчивости сосновых насаждений к вредителям и болезням. Проведенные в Негорельском учебно-опытном лесхозе исследования показали, что смертность гусениц соснового шелкопряда на секциях с люпином выше, а вес самих гусениц, как и вес хвои, съеденной одной гусеницей, — ниже, чем на контроле. Под влиянием многолетнего люпина снижается поврежденность сосны майским хрущом, так как люпин содержит в себе особое ядовитое алкалоидное вещество, которое подобно конопле обладает свойством вытеснять из почвы личинок майского хруща (табл. 8).

С уменьшением алкалоидности у люпинов зараженность почвы личинками майского хруща увеличивается.

В культурах с люпином существенно снижается численность подкорного клопа и повреждаемость сосны вертуном.

Изложенное позволяет рекомендовать производству расширить посевы многолетнего люпина и в целях повышения устойчивости лесных насаждений к повреждению вредителями и болезнями.

Оздоровительные, эстетические и рекреационные функции многолетнего люпина. Многообразное положитель-

Таблица 8. Зараженность почвы личинками майского хруща в лесных полосах в зависимости от использования междурядий

Сельскохозяйственные культуры в междурядьях	Количество личинок на 1 м ²	
	всех возрастов	в том числе однолеток
Многолетний люпин	0	0
Однолетний синий узколистный алкалоидный люпин	0,6	0,4
Однолетний желтый, малоалкало- идный	6,0	2,0
Однолетний желтый безалкалоид- ный	5,0	3,0
Озимая рожь	7,0	6,0
Картофель	14,5	12,0

ное воздействие многолетнего люпина на компоненты лесного биогеоценоза приводит, как правило, к повышению продуктивности насаждений. А это повышает и оздоровительные свойства леса, так как более густое

облиствение крон и большая надземная органическая масса на участках с люпином обеспечивают более интенсивное очищение воздуха от вредных примесей и обогащение его кислородом. Люпиновый травостой оказывает большое положительное влияние на микроклимат приземного слоя воздуха.

Большое декоративное и защитное значение имеет многолетний люпин при озеленении дорог. Он предохраняет придорожные посадки от потрав скотом, такие посадки хорошо развиваются и уход требуется лишь за приствольными кругами деревьев. Надо также отметить, что многолетний люпин в лесонасаждениях привлекает массу птиц на гнездовья. В годы с плохим медосбором пчелы охотно посещают люпин. В то же время люпиновая подстилка зимой служит приманкой для многочисленных грызунов, особенно мышей, портящих посадки. Поэтому осенью такие посадки следует затравлять.

Прекрасные декоративные качества, ежегодное продолжительное цветение, многоформенность дикого многолетнего люпина многолистного, невысокая требовательность к почвенным и климатическим условиям позволяют значительно расширить искусственный ареал этой ценной культуры.

Особого внимания в этих целях заслуживают леса I группы, требующие повышения их охранно-защитного, эстетического и рекреационного значения.

3. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОМЕЛИОРАНТОВ

Повышение продуктивности лесов во многом зависит от уровня ведения лесного хозяйства и применения системы лесохозяйственных мероприятий на различных этапах лесовыращивания. В комплексе мероприятий по повышению продуктивности насаждений и плодородия лесных почв важное место занимает биологическая мелиорация почвоулучшающими травянистыми, кустарниковыми и древесными мелиорантами. В питомниках, плантациях и плантационных культурах предпочтение отдается однолетним бобовым, в лесных культурах и под пологом леса — многолетним. Среди травянистых растений к биомелиорантам относятся однолетний и многолетний люпины, различные виды клевера, люцерны, се-

раделлы, горошка, чины, донника и другие; кустарниковых — акация желтая, аморфа кустарниковая, ракитник русский, жарновец метельчатый, дрок красильный и другие; древесных — акация белая, гледичия, маакия амурская и др. К небобовым азотфиксаторам относятся ольха черная, серая и зеленая, лох, облепиха и др. Общеизвестно почвоулучшающее влияние липы, ясеня, клена, ильмовых, березы, граба, лещины, бузины, бересклета, жимолости, рябины и других пород.

Подбор растений-биомелиорантов в питомниках и при создании лесных культур производится с учетом зональных, экологических и экономических условий. При этом учитываются их мелиоративные свойства, требовательность к свету, плодородию и влажности почвы, теплу, продолжительность действия и последствий. Л. П. Баранник и А. М. Калинин [2] для характеристики биоэкологических свойств лесных пород предложили оценку в баллах.

Мелиоративные свойства: 1 — высокая степень (азотонакопители, быстрорастущие корнеотпрысковые виды); 2 — средняя степень (обогащают грунты листовым опадом, имеют разветвленную корневую систему); 3 — низкая степень (медленно растущие виды с листовым опадом, создающим грубый гумус).

Требовательность к плодородию почвы: 1 — нетребовательные (олиготрофы); 2 — среднетребовательные (мезотрофы); 3 — повышенной требовательности (мезомегатрофы).

Засухоустойчивость: 1 — высокая (ксерофиты); 2 — менее высокая (мезоксерофиты); 3 — средняя (мезофиты); 4 — низкая (мезогигрофиты).

Комплексным использованием различных видов древесных, кустарниковых и травянистых растений для пополнения массы гумуса и азота в почве и фитоценозе в течение длительного времени можно не только поддерживать бездефицитный, но и положительный их баланс.

В настоящее время в лесном хозяйстве нашей страны наиболее широкое применение получили многолетний и однолетний люпины, ольха и акация. На создание лесных культур с этими биомелиорантами в зависимости от типов леса и типов лесорастительных условий разработаны технологические схемы и карты, изучено их влияние на основные компоненты биогеоценозов.

Рекомендуются для опытно-производственной про-

верки в ближайшем будущем такие мелиоранты, как клевера, донники белый и желтый, раkitник русский, жарновец метельчатый, лядвенец рогатый и другие. Эти растения естественно произрастают в лесных фитоценозах, имеют мелкие семена, хорошо распространяются. Исследования, посвященные изучению влияния этих биомелиорантов на компоненты лесных биогеоценозов, в Белоруссии не проводились.

В связи с разобщенностью сведений о биомелиорантах и предполагающимся более широким их использованием в лесном хозяйстве приводим их описание с использованием полученных нами и в литературных источниках данных.

Лесоводственная и экономическая эффективность люпинов и ольхи подтверждена многолетними исследованиями и практическим их применением в лесах Белоруссии, Украины, Латвии, ряда областей Нечерноземной зоны РСФСР. Особенно они эффективны на легких по механическому составу почвах и на почвах, бедных органическим веществом и азотом.

Род люпинов относится к семейству бобовых, насчитывающему около 12 000 видов. Хозяйственное значение имеют только 15 видов [26]. Наиболее широко в культуре используются только четыре вида люпинов: узколистный (синий), желтый, белый и многолетний. Род богат не только систематически, но и экологически. Некоторые виды люпинов произрастают в экологическом ареале от сухих песчаных почв вплоть до хорошо осушенных торфяников. Широкий экологический ареал люпинов дает возможность использовать их на различных почвах разных климатических районов.

Многолетний люпин в условиях Белоруссии естественно не произрастает. Его родина — Америка. Среди американских видов имеются как мелкие, до нескольких сантиметров, так и крупные травянистые растения высотой до 4 м. У себя на родине люпины произрастают на речных наносных почвах в условиях относительно влажного климата. В естественных зарослях многолетний люпин образует популяции, отличающиеся окраской цветков, ростом и развитием, содержанием алкалоидов, отношением к свету, теплу, влаге, продолжительностью жизни.

В лесные культуры он вводится с целью повышения плодородия почв, продуктивности формирующихся на-

саждений, усиления специальных функций, выполняемых ими.

В год посева многолетний люпин образует прикорневую розетку длинночерешковых листьев. Во взрослом состоянии в зависимости от условий произрастания высота люпина может достичь 1,5 м. Стебли у него округлые или граненые, в разной степени опушенные. Листья сложные, из 13—15 ланцетовидных заостренных листочков. Соцветие длинное (до 60 см), коническое, разноокрашенное. Преобладают синне-голубые и фиолетово-розовые тона. Бобы мелкие, сплюснутые, покрытые шелковистыми волосками, содержат 4—12 мелких овальных семян от черных до серовато-коричневых и оливковых тонов с разнообразными пятнами. Вес 1000 штук семян 14—30 г. Коэффициент размножения — 100. Плодоношение люпина начинается на второй год после посева. Семена в условиях Белоруссии и центральных областей Нечерноземной зоны РСФСР созревают в июле, в северных областях — в августе. От начала вегетации до созревания семян в лесной зоне проходит 80—90 дней. Всхожесть семян люпина сохраняется в течение 2—3 лет и более. Перед посевом требуется скарификация семян. Минимальная температура для прорастания семян 2—3 °С. При температуре почвы 6—8 °С всходы появляются через 18 дней, 12—13 °С — через 10, 22—23 °С — через 6—8 дней после посева. Клубеньки на корнях растений появляются через месяц после появления всходов. Начинает вегетировать сразу же после стаивания снега. Переносит заморозки до 7 °С.

Корневая система люпина хорошо развита и проникает на глубину до 2 м. Не выносит близкого залегания грунтовых вод. Благодаря мощно развитой корневой системе способен переносить непродолжительные засухи. Средне светолюбив. До смыкания культур по площади размещается равномерно. Под пологом средне- и высокополнотных насаждений посевы его изреживаются. Хорошо растет и развивается на нормально увлажненных почвах при влажности 40—60 % от полной влагоемкости. Растет на почвах с рН 3,2—7,5. Но при низкой кислотности образование клубеньков замедляется. Оптимальные условия для появления и функционирования клубеньков на корнях многолетнего люпина наблюдаются в более узком интервале кислотности (табл. 9). Кис-

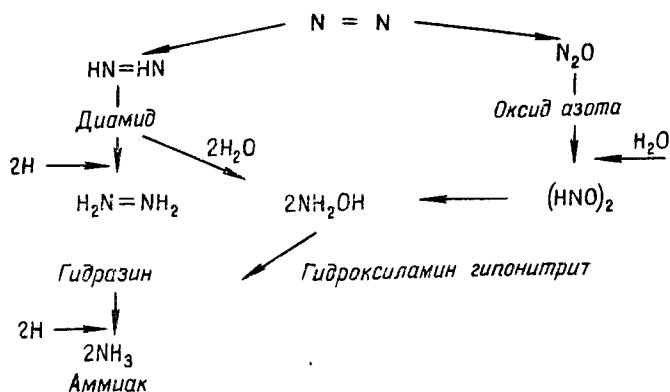


Рис. 2. Схема фиксации молекулярного азота микроорганизмами.

лая среда снижает жизнедеятельность клубеньковых бактерий.

Таблица 9. Образование клубеньков у бобовых растений в зависимости от кислотности почвы [5]

Вид растений	pH					
	4,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,5
Многолетний люпин, лядвенец рогатый, люпин желтый	+	++	+++	+++	+++	++
Клевер красный, горох, люпин узколистный, кормовые бобы	±	±	+	++	+++	++
Люцерна	—	±	±	+	++	+++

Примечание. «—» — клубеньки отсутствуют; «±» — единичные мелкие клубеньки на отдельных растениях; «±» — инфицировано более 50 % растений, клубеньки мелкие, бледно-розовые; «+» — инокуляция нормальная, клубеньки преимущественно мелкие, розовые; «++» — более половины клубеньков крупные розовые; «+++» — много крупных клубеньков с большим содержанием леггемоглобина.

На образование клубеньков существенное влияние оказывают условия почвенного питания, увлажнения. Оптимум для образования клубеньков находится в пределах 50—70 % от полной влагоемкости [26]. Такие условия на сухих и свежих песчаных и супесчаных лесных почвах бывают только ранней весной, позднее осенью и после обильных дождей. Образование клубеньков в этих условиях происходит при почти постоянном

недостатке влаги, что отражается на их количестве, размерах и проценте в общей массе корней. Данные массовых определений этих показателей в период максимального развития люпина (табл. 10) показывают, что лучшие условия находятся в ельнике кисличном. Схема фиксации молекулярного азота показана на рис. 2.

Т а б л и ц а 10. Масса корней и клубеньков многолетнего люпина (по данным И. Э. Рихтера)

Тип леса	Масса, кг/га		Процент клубеньков в общей массе корней	Среднее количество клубеньков на куст, шт	Средний размер клубенька, мм
	корней	клубеньков			
Сосняк вересковый	1450	4	0,28	12,8	7
Сосняк орляково-брусничный	2630	10	0,38	16,9	8
Сосняк орляково-черничный	4220	28	0,66	19,3	8
Ельник орляково-черничный	7105	43	0,60	18,8	7
Ельник кисличный	7996	65	0,81	22,4	9

По данным В. К. Поджарова [34], в сосняке вересковом в зависимости от глубины обработки почвы количество клубеньков на двухлетних кустах люпина составляло 21,2—38,4, орляково-брусничного — 27,5—55,2, орляково-черничного — 30,8—48,3. С увеличением возраста люпина количество клубеньков уменьшалось. Максимальное количество клубеньков образуется на корнях, расположенных на глубине до 20 см (рис. 3).

В зависимости от естественного плодородия почвы и освещенности в период максимального развития люпин наращивает до 40—60 т/га зеленой массы и до 9 ц/га семян в переводе на сплошные посевы. Размер биологической фиксации азота многолетним люпином достигает 150 кг/га и более.

Экологический ареал многолетнего люпина довольно широкий (рис. 4). Лучшими для роста люпина являются суглинистые, супесчаные и мелкие песчаные почвы. На глубоких рыхлых песках люпин быстро изреживается и выпадает.

В зависимости от тига леса, фазы развития и других факторов изменяются химический состав и масса элементов в фитомассе фракций многолетнего люпина (табл. 11, 12). Общее содержание белковых веществ в

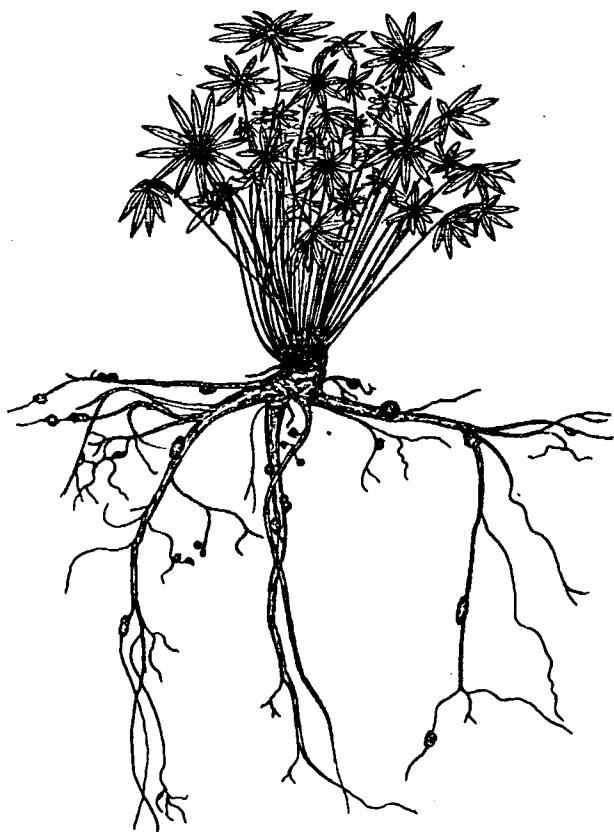


Рис. 3. Куст многолетнего люпина.

семенах многолетнего люпина достигает 40—50 % [36], в листьях — 30—33, протеина — 12,5, клетчатки — 24,5 % на абсолютно сухое вещество. В составе белков всех видов люпина преобладают солерастворимая (52,1 %), водно-растворимая (35,2) и щелочерастворимая фракции (6,3 %). В составе белка семян люпина аргинин составляет 10,50 %, гистидин — 2,49, лизин — 3,50, тирозин — 3,05, триптофан — 1,37, цистин — 1,58 % на сухое вещество. Содержание общего азота и сырого протеина во фракциях фитомассы на третьем году жизни многолетнего люпина (табл. 11) уменьшается по мере его развития. Исключение составляют

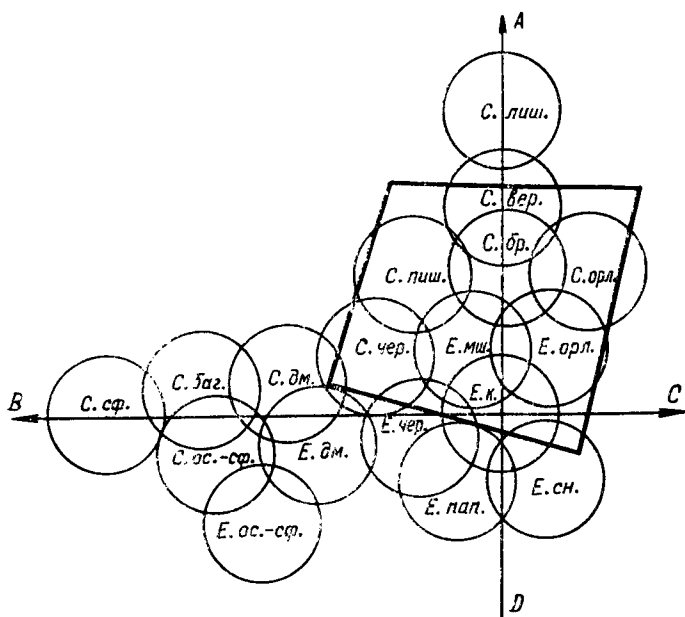


Рис. 4. Экологический ареал многолетнего люпина.

Таблица 11. Содержание общего азота и сырого протеина в многолетнем люпине, в % на сухое вещество [26]

Фаза развития	Надземная часть		Центральный стебель		Листья		Корни		Клубеньки	
	азот	сырой протеин	азот	сырой протеин	азот	сырой протеин	азот	сырой протеин	азот	сырой протеин
Розетка	2,51	13,90	1,20	6,60	4,70	26,00	1,77	9,75	4,30	23,60
Цветение	2,20	12,10	0,91	5,00	4,10	22,60	1,42	7,80	4,22	24,40
Полная спелость	1,89	10,40	0,70	3,86	3,56	19,50	1,30	7,15	4,95	27,30

клубеньки. Минимальное содержание азота и зольных элементов обнаружено в фитомассе многолетнего люпина, произрастающего в условиях сосняка верескового (табл. 12).

В Белорусском научно-исследовательском институте земледелия выведены кормовые сорта многолетнего люпина Зазерский и Белорусский с содержанием в зеленой массе сотых долей процента алкалоидов. Эти сор-

Таблица 12. Содержание азота и зольных элементов в массе многолетнего люпина, %

Тип леса	Части растений	Зола	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe
С. вересковый	Надземная	4,73	2,03	0,28	1,03	0,62	0,17	0,03	0,04
	Корни	4,85	2,18	0,34	0,81	0,64	0,16	0,01	0,02
	Клубеньки	4,95	2,89	0,35	0,79	0,64	0,22	0,01	0,11
С. орляково-брусничный, мшистый	Надземная	5,06	2,21	0,30	1,02	0,69	0,20	0,03	0,05
	Корни	5,58	2,67	0,32	0,83	0,66	0,14	0,01	0,02
	Клубеньки	5,62	3,25	0,40	0,78	0,68	0,22	0,02	0,09
С. орляково-черничный, Е. орляково-черничный	Надземная	5,57	2,27	0,28	1,17	0,69	0,21	0,03	0,05
	Корни	5,92	2,72	0,33	0,82	0,66	0,19	0,01	0,03
	Клубеньки	6,05	3,27	0,42	0,80	0,70	0,23	0,01	0,13
Е. кисличный	Надземная	6,03	2,83	0,36	1,23	0,66	0,25	0,04	0,06
	Корни	6,24	2,99	0,38	0,97	0,63	0,16	0,01	0,02
	Клубеньки	6,45	3,28	0,43	0,85	0,69	0,20	0,02	0,10

та являются очень перспективными для использования в лесном хозяйстве.

В типах лесорастительных условий A_1 и A_2 многолетний люпин хорошо реагирует на внесение фосфорных и хуже — калийных удобрений. К малым дозам азотных удобрений он пассивен. Большие дозы угнетают развитие люпина и подавляют симбиотическую фиксацию молекулярного азота воздуха. При посеве семян люпина на площадях, на которых он ранее не произрастал, их необходимо заражать клубеньковыми бактериями.

Многолетний люпин поражается мучнистой росой, фузариозом, серой гнилью и ржавчиной. Наиболее опасными энтомофитами являются личинки майского хруща, люпиновый слоник, ростовая муха, проволочники, гусеница озимой совки и другие.

Ареал распространения многолетнего люпина точно не установлен, но он может произрастать на севере до 65° северной широты, на востоке вплоть до Камчатки.

Из однолетних люпинов в лесном хозяйстве применяются желтый и синий (узколиственный).

Люпин желтый медленно растет в начальный период развития. Через 30—35 дней после посева образует стеб-

ли и начинает расти быстрее. Высота растений в зависимости от условий произрастания колеблется от 50 до 100 см. В диком виде распространен во многих странах Средиземноморья. Оптимальная температура для прорастания семян 20—25 °С, минимальная 5 °С. Всходы люпина в зависимости от погодных условий появляются на 5—10-й день после посева. Наиболее интенсивный рост происходит в период цветения — бутонизации. Корни проникают в почву на глубину до 1,5 м. В слое почвы 0—20 см сосредоточено 62—68 % корней. Продолжительность вегетации люпина 110—140 дней. На окультуренных песчаных почвах урожай зеленой массы достигает 1000 ц/га, семян — 25—30 ц/га [26]. Содержание белка в сухой зеленой массе 20—25 %, в семенах — 38—48 %. Алкалоидов в семенах до 1,7 %. В малоалкалоидных сортах их содержание достигает 0,002—0,2 %. Фитомасса люпина богата азотом и зольными элементами (табл. 14). За вегетационный период 1 га посевов желтого люпина связывает до 100 кг/га атмосферного азота. Предпосевная обработка семян раствором буры повышает урожай семян на 17—21, стеблей — на 29—30 %. Некоторые биоэкологические свойства люпина приведены в табл. 13.

Люпин синий широко используется на зеленое удобрение в странах Западной Европы и Советском Союзе. Высота растений достигает 1,5 м. В среднем она составляет 80—100 см. Корни проникают на глубину до 2 м. Клубеньковые бактерии поселяются на главном и боковых корнях. Минимальная температура для прорастания семян 2—4 °, оптимальная 27—28 °С. Продолжительность вегетационного периода в условиях Белоруссии в зависимости от почвенных и климатических условий составляет 100—150 дней [26].

Всходы появляются через 5—7 дней после посева. Быстро развивается. Для созревания семян необходима сумма температур за вегетационный период 2400 °С. Благодаря мощно развитой корневой системе усваивает питательные вещества и влагу с глубоких слоев почвы. Устойчив к засухе.

В семенах люпина содержится 26—39 % белка, до 3 % алкалоидов. В зависимости от климатических и почвенных условий урожай зеленой массы достигает 900 ц/га, семян — 25 ц/га. За вегетационный период 1 га посевов этого вида люпина связывает до 100 кг ат-

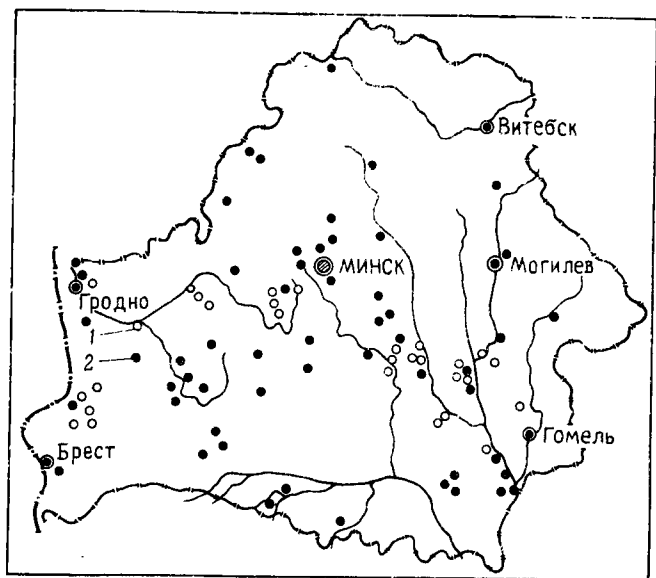


Рис. 5. Географическое распространение клевера люпинового (1) и клевера альпийского (2) [1].

мосферного азота. Зеленая масса и корни богаты азотом и зольными элементами (табл. 14). При неполном использовании наращиваемой массы наблюдается обогащение почвы органическим веществом и азотом, улучшение агрохимических свойств почв.

Большинство видов клевера отличается хорошими кормовыми качествами и используется в сельскохозяйственном производстве. В лесном хозяйстве используется клевер красный в паровых полях питомников. Естественно в лесах произрастает несколько видов клевера. Среди них встречаются и перспективные для искусственного разведения. Во флоре Белоруссии встречается 16 видов клевера. Наиболее перспективными для изучения и последующего использования в лесном хозяйстве являются клевер люпиновый, ползучий, красный, полевой и другие. Клевер — очень важное кормовое, медоносное и почвоулучшающее растение.

Клевер люпиновый произрастает преимущественно в сосняках мшистых, черничных и травяных, на вырубках. Часто встречается по всему Предполесью, от широты Минска на севере до Полесской низменности на юге

(рис. 5). Ограниченное узкой полосой распространение этого вида в Белоруссии свидетельствует о его избирательной требовательности к условиям влажности с умеренной теплообеспеченностью. Лучше развивается на почвах с рН 5,0—6,5. Не выносит близкого стояния грунтовых вод. Цветет в июне — июле. Высота растений достигает 20—30 см. Корни проникают на глубину до 1 м. Средняя встречаемость в живом напочвенном покрове не превышает 5 %. Данные о массе и содержании элементов питания в надземной массе и корнях приведены в табл. 14. За вегетационный период 1 га зарослей клевера в пересчете на 90—100 %-ное покрытие почвы накапливает в зависимости от почвенно-грунтовых условий до 450 кг абсолютно сухой фитомассы и связывает до 160 кг атмосферного азота. Участие в напочвенном покрове клевера даже в незначительном количестве повышает емкость и интенсивность биологического круговорота веществ, улучшает условия почвенного питания.

Клевер белый, ползучий распространен по всей республике в свежих и влажных субориях, сложных субориях и дубравах (В₂₋₃, С₂₋₃, Д₂₋₃). Отличается хорошими кормовыми качествами и считается ценным пастбищным растением и медоносом. Цветет с мая по октябрь. Корни проникают на глубину до 1 м. Главный стебель укороченный. Ползучие побеги до 10—30 см длиной, ветвистые, у основания стелющиеся, в узлах укореняющиеся. Размер фиксации атмосферного азота зависит от плодородия почвы, обеспеченности корней кислородом.

Клевер красный возделывается в районах лесной и лесостепной зоны, в предгорьях и горных районах Кавказа и Карпат. Используется в питомниках и школах для улучшения плодородия почв, получения сена на пашовых полях. Ценный медонос. Стебли прямостоячие, высотой 40—70 см. Корни проникают на глубину до 1 м. Цветет с мая по сентябрь. Встречается вне посевов в смешанных и мелколиственных лесах по всей республике. Надземная фитомасса содержит 10—16 % протеина, 15—18 % белка, 2,5—2,9 % азота. За вегетационный период 1 га клевера связывает до 150 кг азота атмосферы. Требователен к влаге, но избытка ее не переносит и при застое влаги гибнет. Лучшие условия для роста и развития при влажности почвы 40—80 % от полной влагоемкости. Хорошо растет и развивается на супесчаных и

суглинистых дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Изреживается на кислых и засоленных почвах. Лучше всего развивается на почвах с рН 5,5—6,5. Данные о химическом составе фитомассы этого вида клевера приведены в табл. 14.

Горошек — многолетнее травянистое растение, произрастающее под пологом леса, на вырубках, пустырях и сельхозугодьях. Род включает 15 видов. Наиболее широкое распространение в Белоруссии получили горошки заборный, мышинный и лесной. Горошки нетребовательны к экологическим условиям (табл. 13) и произрастают в широком интервале кислотности. Это ценное кормовое растение, повышающее качество сена и пастбищ. Проведены удачные опыты по введению горошков мышинного, мохнатого и посевного в культуру. Они свидетельствуют о возможности применения горошков в сельском и лесном хозяйстве в качестве биологических мелиорантов.

Горошек лесной произрастает под пологом леса и на вырубках сосняков и березняков вересковых, брусничных и мшистых в свежих и влажных борах и суборах (A_{2-3} — B_{2-3}). Стебли у этого вида горошка тонкие, цепляющиеся, длиной 50—150 см. Цветет в июне — июле. Имеет повышенное содержание протеина, белков, азота и зольных элементов (табл. 14), выполняет роль биомелиоранта и является ценным кормовым растением. Среднее покрытие почвы в названных типах леса не превышает 5 %, но на отдельных участках достигает 80 %.

Горошек мышинный произрастает под пологом леса, на вырубках и опушках в типах лесорастительных условий A_2 — B_3 . Распространен очень часто по всей республике, Западной Европе, европейской части СССР, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, Средней Азии и на Дальнем Востоке. Стебли бородавчатые, лежащие или цепляющиеся, ветвистые, опушенные, длиной 30—100 см. Корни проникают на глубину до 1 м. Цветет в мае — июле. Семена мелкие, созревают в июле — августе. Ценное кормовое растение. Содержит значительное количество азота и зольных элементов (табл. 14) и выполняет роль биомелиоранта.

Горошек заборный произрастает и распространен в тех же условиях, что и горошек лесной. Стебель 30—100 см высотой, почти прямой, цепляющийся, голый или с редкими волосками. Цветет в мае — июне. Семена

мелкие, созревают в июле — августе. Ценное кормовое растение лесных угодий. Среднее покрытие почвы этим растением в типах лесорастительных условий A_2-C_2 достигает 5 %. В отдельных местах почва покрывается им на 80—100 %. Связывает атмосферный азот и выполняет роль биомелиоранта, естественно произрастающего в лесах. Неприхотлив к условиям (табл. 13). Корни проникают на глубину до 1 м. Плохо переносит избыточное увлажнение. Отличается повышенным содержанием азота и зольных элементов в фитомассе (табл. 14).

Горошек мохнатый введен в культуру и произрастает в широком экологическом ареале. Имеет хорошо развитый стержневой корень и массу боковых. Стебель мохнатый, тонкий, сильноопушенный, высотой 100—120 см. Быстро полегает. Листья парноперистые из 6—10 пар листочков. Цветки фиолетовые, бобы темно-коричневые сплюснутые. В бобе по 2—6 семян шаровидной формы, черного или темно-коричневого цвета. Масса 1000 семян 25—30 г. Семена начинают прорастать при температуре плюс 2—3 °C. Всходы выдерживают заморозки до 5—6 °C. Морозостойкость и зимостойкость невысокие. Влаголюбив, хорошо переносит затенение, к почве нетребователен. Не переносит кислых почв. Хорошие урожаи дает на супесчаных и песчаных почвах. Максимальное среднесуточное накопление сухой массы приходится на фазу цветения. Имеет высокие кормовые достоинства. Перед укосом на сено в сухой надземной массе содержится 15—20 % протеина, 1,4—2,4 % жира, 17—29 % безазотистых экстрактивных веществ.

Рекомендуется для использования в питомниках и плантационных культурах.

Горошек посевной — однолетнее кормовое растение, введенное в культуру. Имеет стержневой корень с большим числом боковых, на которых располагаются клубеньки. Стебель тонкий, полегающий, высотой 55—60 см, а при благоприятных условиях — 100 см и более. Листья парноперистые из 4—8 пар листочков. Цветки фиолетово-красные, бобы темно-коричневые. Семена слегка сдавленные, шаровидные, желтовато-коричневые. Масса 1000 семян 45—55 г. Прорастают семена при температуре 2—3 °C. Всходы хорошо переносят весенние заморозки до 6—7 °C. Нетребователен к теплу. Оптимальная температура для формирования вегетативных органов

12—16 °С, для созревания семян — 16—20 °С. Проявляет повышенную требовательность к влаге, особенно в период цветения. Лучше растет на связных почвах с высокой водоудерживающей способностью и рН 5,0—6,5. Максимальный урожай зеленой массы приходится на фазу образования бобов.

На формирование 1 т сена из почвы потребляется около 6 кг P_2O_5 , 15—17 K_2O , 25—30 кг CaO и значительное количество других элементов. В сухой массе содержится до 19 % протеина, в 1 кг зеленой массы — до 56—78,5 мг каротина.

Длина периода вегетации колеблется от 55 до 70 дней при выращивании на сено и 75—120 — на семена. Норма высева семян 110—140 кг/га при рядовом способе посева. Глубина заделки семян 3—4 см.

Донник — одно- или двулетнее растение с прямостоячими ветвистыми и ребристыми стеблями. Листья тройчатые, прилистники цельные, реже зубчатые. Корни проникают на глубину до 60 см. В нашей республике произрастают донник белый и желтый.

Донник белый и желтый — двулетние растения высотой до 150 см. Стебель в нижней части цилиндрический, в верхней — бороздчатый и слегка опушенный. Корни проникают на глубину до 60 см, но основная масса их размещена в 15-сантиметровом слое почвы. В Белоруссии распространены повсеместно. Цветут с июня по сентябрь. Цветки мелкие, собраны по 40—80 в узкие не очень густые кисти длиной 4—10 см. Семена мелкие, желто-зеленого цвета. Вес 1000 семян 1,5 г. Созревают в сентябре — октябре. Продолжительность вегетационного периода белого донника 80—135, желтого — 60—140 дней. Весной рано отрастает. В начале цветения масса сильно грубеет, древеснеет, и удобряющие и кормовые качества ее снижаются. Зеленая масса содержит 7 % протеина, богата азотом и зольными элементами (табл. 14). Скашиваемая масса в начале бутонизации и цветения может использоваться для приготовления высококачественного силоса, сенажа и травяной муки или на зеленое удобрение. Хороший медонос, ценное кормовое растение.

Донники широко введены в полевую культуру. Подсеваются в яровом поле, замыкающем севооборот. С успехом могут использоваться в лесных питомниках, школах, плантациях, плантационных культурах, при об-

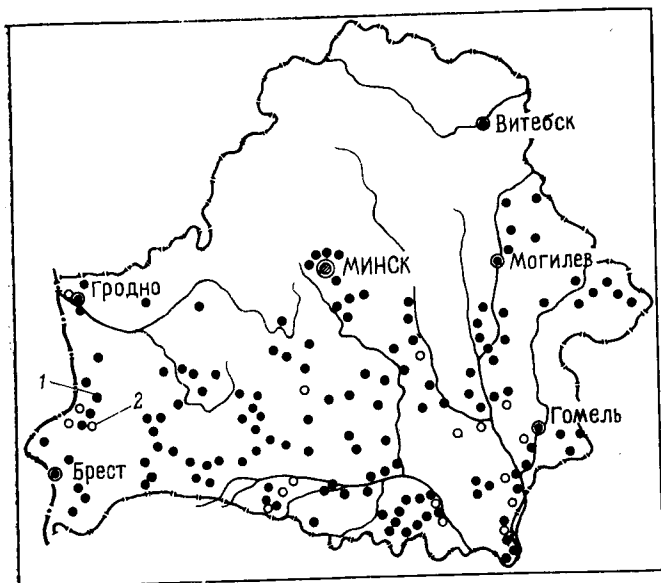


Рис. 6. Географическое распространение дрока красильного (1) и дрока германского (2) [1].

лесении нерудных карьеров. Хорошо растут на солонцеватых, сильно произвесткованных почвах, на отложениях, богатых известью, на подверженных эрозии склонах. На кислых дерново-подзолистых почвах растет слабо и накапливают малую массу. Неприхотливы к экологическим факторам (табл. 13). Плохо переносят избыток влаги.

Дрок — кустарник, естественно произрастающий в сухих хвойных лесах, по опушкам, среди кустарников. Нетребователен к экологическим условиям (табл. 13). В условиях Белоруссии встречаются два вида дрока: красильный и германский (рис. 6). Влияние дрока на лесные биогеоценозы почти не изучено.

Дрок красильный — многолетнее растение высотой до 1,5 м. Корневище крепкое, дающее начало многочисленным прямостоячим прутьевидным стеблям. Соцветие — густая верхушечная кисть длиной до 5 см. Цветет в июне — июле. Семена мелкие, зеленовато-желтые, созревают в августе — сентябре. Обмерзание стеблей в суровые зимы снижает урожай фитомассы и семян. Скотом почти не поедается. Произрастает на сухих и свежих

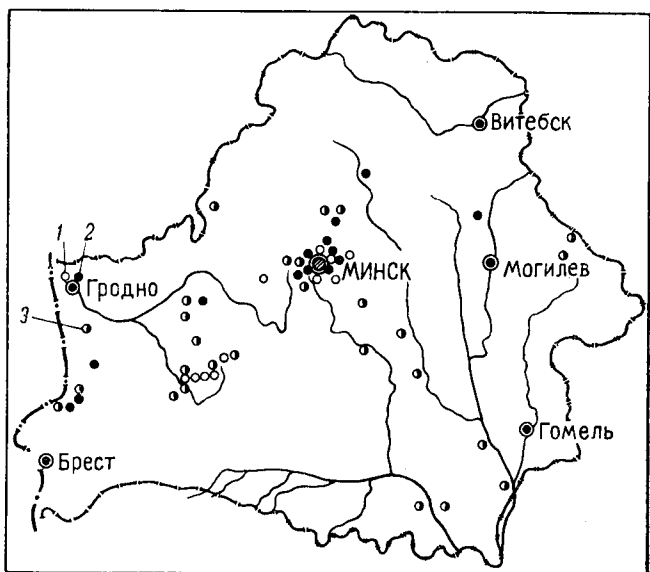


Рис. 7. Географическое распространение чины горной (1), чины высокой (2) и чины черной (3) [21].

песчаных и супесчаных почвах в типах лесорастительных условий $A_1—B_2$, по светлым лиственным и хвойным лесам. Обогащает почву органическим веществом и азотом. Рекомендуются для использования в качестве биомелиоранта в условиях сосняков вересковых, брусничных и мшистых. Данные о фитомассе и химическом ее составе приведены в табл. 14.

Дрок германский встречается в сухих сосновых лесах и по опушкам в сухих и свежих борах и субориях ($A_1—A_2$ и $B_1—B_2$) южной части республики. Высота его достигает 50 см. Цветет в мае — июне, семена созревают в августе. По биоэкологическим особенностям мало отличается от дрока красильного. Крайне редко поедается скотом. Хороший медонос.

Лядвенец рогатый — многолетнее растение с длиной стеблей до 40 см, выходящих из корневой шейки. На одном месте произрастает до 15 лет. Корень стержневой, деревянистый, проникает на глубину до 100 см. Распространен в республике повсеместно. Встречается в сосновых лесах, по лугам и холмам в типах лесорастительных условий $A_1—B_3$. Цветет с мая по сентябрь. Семена

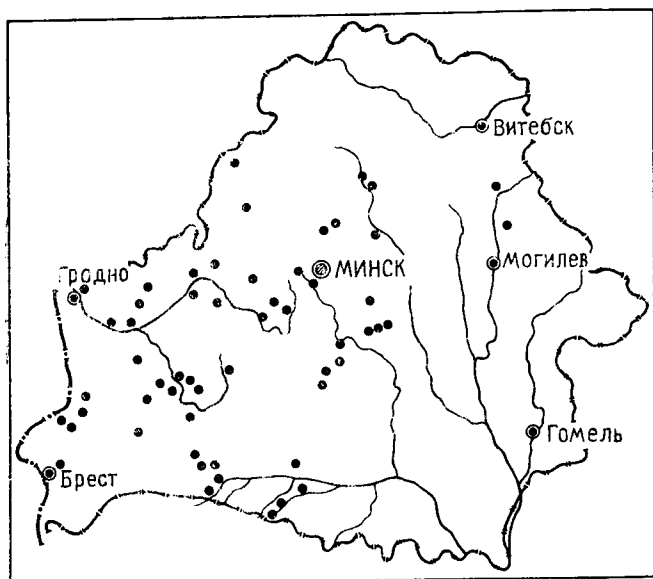


Рис. 8. Географическое распространение жарновца метельчатого.

мелкие, желто-зеленого цвета, созревают в июле — октябре. Масса 1000 семян 1,1—1,2 г. Ценное кормовое растение. По содержанию протеина (до 22 %) превосходит другие бобовые растения, азота и зольных элементов — близок к ним (табл. 14). К экологическим условиям нетребователен (табл. 13). Семена прорастают при температуре 6—8 °С. Возобновительная способность довольно низкая. Этот биологический мелиорант может вводиться в междурядья лесных культур, создаваемых на бедных песчаных почвах, но влияние его на лесные фитоценозы еще не изучено.

Чина — одно- или многолетнее растение высотой 20—100 см, произрастающее в типах лесорастительных условий В₂—Д₃. Относительно требовательна к экологическим условиям (табл. 13). В лесах, на полях и лугах республики произрастает 10 видов чины, но некоторые из них встречаются не повсеместно (рис. 7). Наиболее часто встречаются чины лесная, луговая, душистая и весенняя. Влияние чины на лесные биогеоценозы практически не изучено.

Чина лесная и луговая — многолетние растения высотой до 100 см. Стебель прямостоячий или цепляю-

щийся, листья парноперистые. Корни проникают на глубину до 60 см. Цветет в июне — июле. Семена шаровидные или продолговатые, бурого цвета, созревают в августе — сентябре. Распространены по всей республике в типах лесорастительных условий В₂—Д₃. Средний процент покрытия почвы этими растениями не превышает 5 %, но часто образует сплошной покров. Масса чины богата азотом и зольными элементами (табл. 14). Ценное кормовое растение как на пастбище, так и в сене. Чина душистая как культурное растение разводится в садах в декоративных целях. Цветы обладают приятным запахом.

Ракитник—многолетний кустарник высотой до 200 см, естественно произрастающий в сосновых и лиственных лесах и как культурное растение в садах и парках. К экологическим условиям нетребователен (табл. 13). Во флоре Белоруссии имеется 7 видов. Наиболее часто встречается в подлеске ракитник русский.

Ракитник русский — многолетний кустарник высотой до 200 см, с прямыми или изгибистыми хлыстовидными ветвями, серовато-бурой или серой корой. Корни проникают на глубину до 1 м. Произрастает в типах лесорастительных условий А₁—В₂. Как подлесок встречается в сухих сосновых лесах на юге республики. Цветет в мае — июне, семена созревают в августе. Засухоустойчив, светолюбив, к плодородию почвы нетребователен. Повышенное увлажнение не переносит. В благоприятных условиях покрытие им почвы достигает 50 % и более. В фитомассе содержится значительное количество азота и зольных элементов (табл. 14), но влияние этого биомелиоранта на лесные фитоценозы в республике не изучено.

Жарновец в условиях Белоруссии встречается в одном виде (рис. 8). Жарновец метельчатый — многолетний кустарник высотой 30—150 см. Стебель от основания сильно разветвленный с прямыми или приподнимающимися ветвями. Корни деревянистые, сильно разветвленные, проникающие на глубину до 1 м. К экологическим условиям нетребователен (табл. 13). Фитомасса богата азотом и зольными элементами (табл. 14). Произрастает в сосновых лесах и среди кустарников в типах лесорастительных условий А₁—В₂ по всей республике. Цветет в мае — июне. Семена созревают в августе. Распространяется преимущественно семенным путем. Де-

Таблица 13. Биозэкологические свойства биомелиорантов

Название растения	Мелиоративные свойства	Требовательность к плодородию почвы	Светолюбие	Засухоустойчивость	Морозоустойчивость
Люпин многолетний	1	1	2	3	1
Люпин синий	1	1	2	2	1
Люпин желтый	1	1	2	3	1
Клевер люпинолистный	1	1	2	2	1
Клевер красный	1	3	2	3	1
Клевер белый	1	2	1	2	1
Люцерна	1	1	3	3	1
Сераделла	1	2	3	3	1
Лядвенец рогатый	1	1	1	1	1
Чина	1	2	2	2	1
Горошки (лесной, заборный, мышиный)	1	1	2	2	1
Горошки (мохнатый, посевной)	1	1	2	2	2
Аморфа кустарниковая	1	2	2	1	3
Ракитник русский	1	1	1	1	2
Жарновец метельчатый	1	1	2	2	2
Дрок красильный	1	1	2	2	2
Акация желтая	1	2	2	3	1
Акация белая	1	1	1	2	3
Лох серебристый	1	1	2	1	2
Облепиха	1	2	2	2	1
Ольха серая	1	3	3	3	1
Ольха черная	1	3	3	4	1

коративен, хороший медонос. Влияние жарновца на лесные фитоценозы в республике не изучено, но он с успехом может быть использован как биомелиорант на сухих и свежих песчаных и супесчаных почвах.

Люцерна, синий клевер — однолетнее или многолетнее травянистое растение, реже полукустарник или кустарник высотой 10—80 см, иногда 150 см и более. Стебли у основания сильно разветвленные восходящие или прямостоячие, голые или слабоопушенные. Листья тройчатые. Корни проникают в почву глубоко (иногда до 5—10 м). У многолетних видов верхняя часть корня имеет почки, ежегодно дающие начало новым стеблям. Естественно произрастает на лугах и холмах, культивируется на полях. Во флоре Белоруссии встречается 5 ви-

дов люцерны. Наиболее широко распространена люцерна хмелевидная и посевная. Эти виды люцерны имеют пастбищное и кормовое значение. Они светолюбивы, холодо- и зимостойки, засухоустойчивы, слабо- или среднетребовательны к плодородию почвы, хорошо реагируют на внесение в почву фосфора и извести. На кислых и засоленных почвах растут плохо. Повышенная засухоустойчивость связана со способностью корней извлекать влагу из почвы при влажности, близкой к мертвому запасу, и способностью при засухе сбрасывать часть листьев. Семена люцерны начинают прорастать при температуре 1—2 °С. При температуре 8—12 °С всходы появляются на 7—10-й день после посева семян.

В зеленой массе содержится 76,9 % воды, 5 — переваримого протеина, 5,7 — клетчатки, 0,9 — жира, 2,4 — золы, 9,1 — безазотистых экстрактивных веществ, 2,4 — азота, 0,7—фосфора, 2,2 — калия, 2,9 % — кальция [46]. За 2—3-летний период произрастания люцерны в пахотном слое почвы накапливается 60—100 ц/га корневой массы, по содержанию органического вещества и азота равноценной 30—40 т навоза. Влияние люцерны на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур изучено слабо. Для повышения плодородия лесных почв люцерна еще не используется. Но ее с успехом можно высевать в плантационных культурах.

Сераделла — однолетнее травянистое растение высотой 5—60 см. Стебли лежащие, восходящие, реже прямостоячие, голые или опушенные. Листья непарноперистые со многими парами листочков. Корень стержневой, ветвящийся, с сильно развитой усвояющей способностью, проникает на глубину до 125 см и более. На корнях образуются клубеньки. Естественно произрастает в сосновых лесах на песчаных почвах, культивируется на полях. Во флоре Белоруссии встречаются два вида сераделлы — малая и посевная. В агрохимическом и биоэкологическом плане сераделла изучена еще слабо. Это касается характера потребления питательных веществ, требований к уровням содержания их в почве, отзывчивости на различные виды и дозы минеральных удобрений [47, 53].

Сераделла посевная произрастает на песчаных и супесчаных почвах, к экологическим условиям среднетребовательна, реагирует на внесение калийных, фосфорных и небольших доз азотных удобрений, не выносит избыт-

ка извести в почве. Хорошо отрастает после скашивания и стравливания [35, 47]. За вегетационный период дает два полноценных укоса зеленой массы. Семена прорастают при температуре 3—4 °С. Цветет в июне — июле через 40—50 дней после посева. Семена созревают в августе — сентябре. Рекомендуются широкорядные посевы семян с шириной междурядий 30—45 см. Расход семян не превышает 45 кг/га. Внесение азотных удобрений при посеве сильно задерживает образование клубеньков и снижает их массу. С увеличением дозы азота снижается активность нитрогиназы — главного фермента азотфиксации [53]. В зеленой массе содержится до 25 % протеина [47] и значительное количество азота и зольных элементов (табл. 14).

Таблица 14. Масса и химический состав растений- биомелиорантов (по данным И. Э. Рихтера)

Название растений	Часть растения	Абсолютно сухая масса, г/м ²	Содержание в абсолютно сухой массе, %					
			Вода	N	P	K	Ca	Mg
Люпин многолетний	Надземная	285	5,06	2,21	0,30	1,02	0,69	0,20
	Корни	263	5,58	2,67	0,32	0,83	0,66	0,14
	Клубеньки	2	5,62	3,25	0,40	0,78	0,68	0,22
Люпин синий	Надземная	191	4,20	2,16	0,34	0,88	0,65	0,15
	Корни	125	4,95	2,40	0,28	0,80	0,65	0,22
Люпин желтый	Надземная	223	3,87	2,15	0,26	0,95	0,74	0,14
	Корни	158	4,40	2,52	0,28	0,70	0,70	0,18
Клевер люпинолистный	Надземная	42	8,18	2,66	0,30	0,86	1,15	0,27
	Корни	37	4,23	2,54	0,27	0,44	0,74	0,19
Клевер красный	Надземная	197	5,36	2,77	0,20	1,28	1,26	0,32
	Корни	134	3,18	2,83	0,24	0,35	0,96	0,28
Клевер белый	Надземная	67	8,46	2,86	0,32	0,85	1,18	0,34
	Корни	39	3,32	2,75	0,29	0,32	0,77	0,25
Люцерна	Надземная	232	3,41	2,42	0,26	1,07	1,12	0,25
	Корни	180	4,83	2,43	0,25	0,36	0,68	0,15
Лядвенец рогатый	Надземная	44	7,43	3,29	0,35	0,84	1,02	0,27
	Корни	57	3,52	1,96	0,23	0,58	0,98	0,25
Чина лесная	Надземная	99	5,26	2,90	0,27	0,54	0,79	0,23
	Корни	55	4,87	2,23	0,23	0,19	0,83	0,18
Горошки лесной, Мышиный	Надземная	56	7,62	2,80	0,28	0,90	0,76	0,15
	Корни	55	5,95	3,08	0,30	0,85	0,80	0,15
Жарновец метельчатый	Надземная	199	5,38	2,47	0,22	0,42	0,83	0,18
	Корни	119	4,92	2,12	0,23	0,15	0,71	0,14
Дрок красильный	Надземная	137	4,78	2,42	0,20	0,44	0,79	0,20
	Корни	79	2,51	1,03	0,12	0,16	0,72	0,15
Донник желтый, белый	Надземная	183	7,89	2,57	0,23	0,83	0,99	0,22
	Корни	74	4,55	2,08	0,23	0,15	0,84	0,15

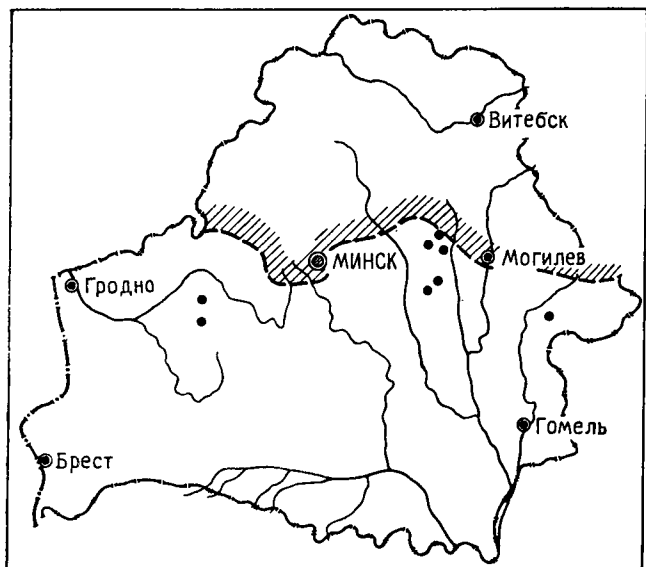


Рис. 9. Географическое распространение ольхи серой [10].

Может успешно использоваться в древесных питомниках, школах и плантационных культурах для получения зеленой массы и обогащения почвы органическим веществом и азотом, повышения емкости и интенсивности биологического круговорота веществ. Необходима опытно-производственная проверка.

В лесокультурной и мелиоративной практике в условиях Белоруссии довольно широко используются породы-биомелiorанты **ольхи серая и черная**. Эти породы относительно теневыносливы, холодостойки, быстрорастущи, произрастают на свежих, влажных и сырых супесчаных, суглинистых и перегнойно-глеевых почвах. Благодаря клубеньковым образованиям на корнях способны усваивать атмосферный азот и обогащать им почву.

Ольха серая распространена только в северной части Белоруссии (рис. 9) в типах лесорастительных условий В₂—Д₃. Здесь она образует как чистые, так и смешанные с елью, березой и осиной древостой [55]. В молодом возрасте сероольховые древостой отличаются быстрым ростом и высокой продуктивностью.

Корневая система у ольхи серой поверхностная и значительно выходит за пределы проекций крон. На

корнях почти всегда имеются азотусваивающие наросты. Мелиорирующее воздействие ольхи, достаточное для создания благоприятных условий роста более требовательным хозяйственно ценным лесным породам, проявляется уже на 3—4-й год после посадки. Благоприятное мелниорирующее влияние она оказывает за счет повышения емкости и интенсивности биологического круговорота веществ. В зависимости от густоты древостоев, их возраста, лесорастительных условий с опадом листьев на поверхность почвы ежегодно поступает до 5 т/га органического вещества, богатого азотом и зольными элементами (табл. 15). Эти особенности позволяют использовать ольху серую в качестве породы-биомелиоранта при облесении вырубок, пустырей, гарей, выработанных карьеров нерудных ископаемых.

Таблица 15. Содержание азота и зольных элементов в листьях и клубеньках ольхи серой, в % к абсолютно сухой массе (по данным Н. И. Мильто)

Части растений	Зола	N	P	K	Ca	Mg	Si	Al	Fe	Mn
Сероольшаник злаково-кисличный, 15 лет										
Листья-опад	6,33	2,68	0,38	0,39	1,72	0,39	0,09	0,15	0,06	0,07
Клубеньки	6,22	2,29	0,03	0,83	0,19	0,23	0,16	0,11	0,05	0,01
Сероольшаник злаково-снытевый, 8 лет										
Листья-опад	6,63	2,38	0,27	0,64	1,85	0,34	0,08	0,20	0,02	0,07
Клубеньки	6,30	2,01	0,02	0,71	0,26	0,24	0,15	0,18	0,08	0,02
Сероольшаник кислично-снытевый, 30 лет										
Листья-опад	5,50	2,84	0,22	0,57	1,66	0,22	0,12	0,15	0,03	0,16
Клубеньки	6,74	2,56	0,46	0,94	0,19	0,25	0,17	0,16	0,03	0,02
Ельник сероольшово-кисличный, 42 года										
Листья-опад	6,19	3,10	0,50	1,01	1,67	0,29	0,09	0,11	0,05	0,14
Клубеньки	7,54	2,85	0,51	1,00	0,22	0,21	0,20	0,10	0,01	0,01
Сосняк сероольшово-мшистый, 20 лет										
Листья-опад	4,72	2,79	0,37	0,44	1,35	0,24	0,07	0,11	0,04	0,08
Клубеньки	10,48	2,20	0,35	0,75	0,34	0,19	0,28	0,11	0,04	0,02

Ольха черная распространена по всей республике. Образует высокопродуктивные как чистые, так и смешанные с елью, березой, осинкой, дубом и ясенем древостой. Произрастает преимущественно на перегнойно-гле-

Таблица 16. Содержание азота и зольных элементов в опаде листьев ольхи (по данным Н. И. Мильто)

Тип леса	Состав	Порода	Содержание в абсолютно сухой массе, %				
			N	P	K	Ca	Mg
Ельник серо-ольхово-кисличный	8Е1Б1Ол (ч)	Ольха черная	3,08	0,46	0,84	1,52	0,29
	7Ол(с)3Е	Ольха серая	2,57	0,35	0,56	1,48	0,27

евых, перегнойно-карбонатных и дерново-подзолистых суглинистых почвах во влажных, сырых и мокрых сложных субориях и дубравах (С₃₋₅, Д₃₋₅). К экологическим условиям среднетребовательна (табл. 13). Застойное увлажнение не переносит.

Корни проникают на глубину до 1,5 м. На мелких корнях встречаются наросты, похожие на клубеньки. Как биомелиорант ольху черную с успехом используют на песчаных и супесчаных почвах, выработанных карьерах, где она растет как кустарник и обогащает почву органическим веществом и азотом. Мелиорирующее влияние ольхи черной связано с усвоением атмосферного азота и накоплением фитомассы, богатой азотом и зольными элементами. В местах совместного произрастания ольхи серой и черной опад листьев последней богаче азотом и зольными элементами (табл. 16).

Лох и облепиха. Крупные кустарники или деревца высотой до 6—8 м, пригодны для укрепления песков и оврагов. Обогащают почву органическим веществом и азотом. Культивируются в садах и парках. В лесном хозяйстве в основном применяются только для закрепления песков и оврагов, при озеленении усадеб, в местах размещения пчелопасек. Хорошие медоносы.

4. ОБЪЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ, ПОДБОР ОБЪЕКТОВ, ПЛАНИРОВАНИЕ, МАСШТАБЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Наиболее пригодны в лесном хозяйстве в качестве биомелиоранта является многолетний люпин.

При подборе участков под междурядную культуру многолетнего люпина можно руководствоваться как соображениями экономического характера, так и требо-

ваниями рациональной агротехники этой культуры в различных лесорастительных условиях.

С экономической точки зрения наиболее выгодна сопутствующая междурядная культура люпина, произведенная по сплошь обработанной механизированным путем почве. Для этого можно выбрать участки на бросовых землях, землях из-под временного сельскохозяйственного пользования, на раскорчеванных вырубках и гарях.

Во вторую очередь могут использовать участки на старых или свежих вырубках с небольшим количеством пней, то есть там, где возможна механизированная обработка почвы. Здесь люпин может вводиться как одновременно с посадкой древесных культур, так и спустя определенный срок, в зависимости от лесорастительных условий.

В лесоводственном отношении целесообразно применять междурядную культуру многолетнего люпина на песчаных и супесчаных почвах дерново-подзолистого типа, на которых обычно произрастают новые насаждения II—IV класса бонитета. Лесные культуры на таких почвах нуждаются в повышении продуктивности. Здесь можно рекомендовать сопутствующую культуру многолетнего люпина как экономически более выгодную. Вполне эффективна с лесоводственной точки зрения в этих условиях также и последующая междурядная культура многолетнего люпина.

На дерново-подзолистых супесчаных или суглинистых почвах, в условиях свежих и влажных суборей, где произрастают древостой сосны и ели I—II бонитета, сопутствующая междурядная культура люпина может применяться с большой осторожностью и лишь при том условии, что зеленая масса люпина будет скашиваться не менее одного-двух раз в сезон.

Большого лесоводственного эффекта в этих условиях можно достигнуть, применяя последующую междурядную культуру люпина. Люпин должен высеваться в междурядья посадок, достигших возраста 3—4 лет. В этом случае опасность заглушения люпином древесных посадок практически исключена. Некоторые лесхозы Минской, Могилевской и Витебской областей вводили люпин в культуры 7—15 лет, что, как показала практика, не совсем желательно. Многолетний люпин, высеваемый в междурядья лесных культур в возрасте 5 лет и более,

не выдерживает конкуренции с древесными растениями в борьбе за свет и по мере смыкания древостоя начинает страдать от недостатка света.

В практике лесного хозяйства Белоруссии культуры, в которые вводили люпин, представлены в основном сосновыми и сосново-березовыми насаждениями. Чистые сосновые насаждения составляют 59 %, а сосново-березовые с долей участия березы от 1 до 3 единиц — 34 %. В меньшем объеме люпин вводился в еловые культуры (2,5 %) и в незначительном в дубовые и тополевые. В лесхозах Минской и Могилевской областей культуры, в которые вводился люпин, представлены более широким составом древесных пород.

Исследованиями кафедры лесоводства БТИ им. С. М. Кирова установлено, что влияние люпина наиболее эффективно на еловые и дубовые насаждения. Поэтому вводить его в культуры ели и дуба, а также в смешанные культуры с участием ели, дуба и других пород необходимо в гораздо больших объемах.

Не рекомендуется производить посевы люпина на очень сухих, глубоких, рыхлых песках (в сосняках лишайниковых), а также на сырых и мокрых почвах. !

При выборе участков для междурядной культуры многолетнего люпина нужно стремиться к увеличению срока эффективного действия люпина на почву, отдавая предпочтение участкам с более молодыми культурами, не забывая все же при этом о возможном развитии конкурентных взаимоотношений люпина и древесных пород.

5. АГРОТЕХНИКА РАБОТ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Успех биологической мелиорации зависит не только от правильного подбора условий местопроизрастания, типа лесокультурной площади и возраста культур, но и от характера обработки почвы, ее удобрения, предпосевной обработки семян, норм высева, глубины их заделки, сроков и способов посева, а также ухода за ними.

Агротехника подпологовой культуры многолетнего люпина, организация и технология выполнения работ зависят от варианта биологической мелиорации, наличия и типа лесных площадей, требующих биологической

мелниорации, интенсивности возобновительного процесса под пологом материнских древостоев и сопряжены с предпосевной обработкой почвы и семян люпина, способом, нормой и сроками высева семян, а также рядом других агротребований, определяющих успешность и высокую эффективность проводимого мероприятия.

Обработка почвы. Правильная и своевременная обработка почвы обеспечивает хорошее укоренение всходов, дальнейший рост посевов люпина и положительное его влияние на рост культур сосны, ели и других пород.

На лесокультурных площадях, особенно вышедших из-под леса, она имеет специфические особенности: приходится ограничиваться полосным или частичным рыхлением. При этом ширина обрабатываемой полосы зависит от наличия пней, возраста культур и ширины междурядий.

Наиболее приемлемыми объектами для введения люпина являются культуры сосны, созданные по сплошь обработанной почве. В этом случае затраты на его введение минимальны. Допустимо введение люпина и на площадях с частичной обработкой почвы.

Лучшие результаты для сосны достигаются в свежих и влажных борах и суборах. В сухом бору люпин частично выпадает во время засух.

При предварительной и сопутствующей формах введения люпина на участках категории «а», допускающих сплошную обработку почвы, следует производить осеннюю вспашку на глубину до 30 см (в зависимости от мощности гумусового горизонта) и последующее одно-, трехкратное боронование сельскохозяйственными орудиями (число рыхлений зависит от механического состава почвы).

На лесосеках с количеством пней до 500 шт/га (категория «б») рекомендуется частичная подготовка почвы прокладкой плужных борозд. Подготовка почвы под посев люпина производится почвофрезами при сопутствующем и последующем введении люпина культиваторами, покровосрезателями и другими имеющимися в хозяйстве орудиями на глубину до 15 см.

Обработку почвы при последующем введении люпина в междурядья сосновых культур можно проводить почвофрезами пружинными и дисковыми культиваторами. Ширина обрабатываемой полосы зависит от ширины междурядий, возраста культур и технических данных

применяемого орудия. От ширины междурядий, возраста культур и почвообрабатывающих орудий зависит степень повреждаемости саженцев. При ширине междурядий 2 м и более и возрасте лесокультур 2—4 года тракторы МТЗ-80/82, ЛХТ-55 (ЛХТ-100), Т-25А, Т-16М легко вписываются и на них могут быть навешены почвообрабатывающие орудия, которыми необходимо производить подготовку почвы под посев люпина.

Увеличение глубины рыхления почвы как с оборотом, так и без оборота пласта улучшает рост и развитие люпина; возрастают грунтовая всхожесть, средняя высота стеблей, глубина проникновения и площадь распространения корневой системы, всей подземной и надземной частей растений, а также количество клубеньков на корнях (табл. 17).

Таблица 17. Влияние глубины вспашки на образование клубеньков и развитие люпина

Глубина вспашки в течение 6 лет, см	Количество клубеньков на 1 растение, шт.	Высота растений, см	Количество стеблей на 1 растение, шт.
20	230	130	13
13	148	114	9

При ширине междурядий менее 2 м малогабаритные колесные тракторы должны сделать рядок лесокультур, а секции почвообрабатывающих орудий должны быть развернуты на зону безопасности рядков лесокультур и двигаться по смежным междурядьям.

При последующем введении люпина в междурядья культур сосны, созданных по сплошь обработанной почве, дополнительных затрат на подготовку почвы под люпин не требуется, так как введение последнего можно совместить с механизированным уходом за культурами.

При последующем введении люпина в междурядья культур сосны на вырубках 3—4-летней давности (при ширине междурядий более 2 м) рекомендуется подготовка почвы под люпин так же, как и при сопутствующей форме.

В отношении содержания питательных веществ в почве многолетний люпин является одной из наименее требовательных культур. Азотом он обеспечивается благодаря клубеньковым бактериям, фосфор и калий энергично усваиваются им из почвы, так как корни облада-

ют хорошей растворяющей и всасывающей способностью. Однако на бедных песчаных почвах рекомендуется вносить фосфорно-калийные удобрения, так как это дает существенную прибавку урожая. При этом следует руководствоваться почвенными картами, а при их отсутствии — данными агрохимического анализа почв и другими материалами почвенно-лесотипологических исследований (табл. 18).

Таблица 18. Развитие вегетативной массы люпина в зависимости от обеспеченности доступным фосфором в первый период вегетации

Доза P_2O_5 , мг на сосуд	Воздушно-сухая масса, г на сосуд		
	листьев и стеблей	корней	клубеньков
50	6,7	10,8	1,6
100	11,4	15,3	2,7
500	16,2	16,0	7,4

При снижении доз фосфора уменьшается сухая масса всех органов растений, но особенно резко снижается масса клубеньков. Значительный недостаток фосфора в начальный период вегетации люпина приводит к тому, что клубеньки на корнях не образуются совсем или образуются с большим запозданием.

С возрастом люпина влияние фосфорных удобрений на растение снижается, а калийных — возрастает. Такое явление объясняется тем, что по мере развития корневой системы у люпина повышается способность усваивать фосфор труднорастворимых фосфатов почвы.

Оптимальной дозой фосфорно-калийных удобрений, по данным кафедры лесоводства БТИ, в зависимости от обеспеченности растений фосфором и калием и механического состава почвы является 30—90 кг/га действующего вещества (табл. 19). На кислых почвах полезно внести 1—2 т/га извести.

В 1961—1975 гг. кафедрой проведены успешные опыты по изучению влияния люпина, введенного под полог припевающих и спелых насаждений, на повышение их продуктивности.

При подпологовом введении многолетнего люпина рекомендуется обработка почвы на глубину до 10 см путем двукратного дискования.

Таблица 19. Нормы внесения удобрений, кг/га действующего вещества

Обеспеченность растений фосфором	Содержание P_2O_5 , мг/100 г почвы	Норма внесения фосфорных удобрений для почв		Обеспеченность растений калием	Содержание K_2O , мг/100 г почвы	Норма внесения калийных удобрений для почв	
		песчаных	супесчаных			песчаных	супесчаных
Высокая	Более 20	—	—	Высокая	Более 10	—	—
Средняя	20—8	30	40	Средняя	5—10	30	40
Малая	Менее 8	60	80	Малая	Менее 5	60	90

Предпочтение отдается ранневесенней обработке почвы. Под маточники люпина выбираются участки, допускающие сплошную обработку почвы (вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования, раскорчеванные лесосеки, пустыри и прогалины).

Осенью проводится лущение на глубину 5—6 см, а через 2—3 недели, когда прорастут сорняки, почву вспахивают на глубину 30 см. Ранней весной почву боронуют, а перед посевом проводят культивацию в агрегате с бороной, вычесывают и удаляют с участка корневища пырея. Под предпосевную культивацию рекомендуется внесение фосфорных удобрений (фосфоритной муки 6 ц/га или суперфосфата 2,5 ц/га).

На семена люпин многолетний сеют ленточным способом. Норма высева 8—10 кг/га. Люпин созревает на второй год жизни в конце июня — июле. К уборке приступают не позже созревания половины бобов, так как они легко растрескиваются. В благоприятных условиях, начиная со второго года жизни, люпин может давать 6—8 ц/га семян и 250—300 ц/га зеленой массы. Максимальная урожайность многолетнего люпина в восточной зоне европейской части СССР бывает на 4—5-й год жизни.

Уборку проводят прямым комбайнированием. Чтобы снизить процент поврежденных семян, деки молотилки опускают до отказа, а количество оборотов барабана уменьшают до 600—700 в 1 мин. Обычно в процессе уборки семена люпина поверхностно увлажняются. Это происходит при их контакте с измельченной вегетативной частью растений, которая к моменту уборки семян бывает зеленой. Поэтому после первичной очист-

ки семена необходимо рассыпать на 3—4 дня в хорошо проветриваемом помещении слоем 1,5—2 см и периодически перелопачивать. Предварительно очищенные на ворохоочистителе семена можно довести до кондиционной влажности за один пропуск через сушилку. Промедление с первичной очисткой вороха даже на сутки приводит к самосогреванию, плесневению семян и потере ими посевных качеств.

Подготовка семян к посеву. Важным агротехническим приемом улучшения и ускорения роста люпинового травостоя является предпосевная обработка семян, которая включает: скарификацию, инокуляцию люпиновым нитрагином и протравливание.

Скарификация — это нарушение целостности оболочки семян, проведение которой дает возможность повысить их всхожесть. Нарушить целостность оболочки семян многолетнего люпина можно путем перетирания их с песком, наждачной бумагой или на скарификаторах и клеверотерках.

При механизированной уборке семян люпина, по данным А. И. Гончара, И. Г. Стрелкова и других исследователей, целостность оболочки семян нарушается и необходимость в скарификации отпадает. При раннем весеннем посеве люпина скарификация семян обязательна. Скарификация позволяет повысить полевую всхожесть семян и урожайность в 2 раза.

Скарифицированные семена в день посева необходимо обработать бактериальным препаратом — люпиновым нитрагином. Этот препарат активизирует процесс фиксации атмосферного азота, приводит к повышению урожая люпина за счет хорошего развития растений и накоплению в них протеина (рис. 10). Семена люпина «заражают» нитрагином штамма 363а.

Особенно значительным является эффект от инокуляции семян на бедных азотом почвах. Наблюдается увеличение содержания азота в люпине в 13 раз по сравнению с необработанными растениями. Перед посевом семена помещают под навес в тень, 0,5 л люпинового нитрагина разбавляют в 5 л воды и этим раствором смачивают 20—60 кг семян, перемешивают, слегка подсушивают и немедленно высевают.

В случае отсутствия заводского люпинового нитрагина можно воспользоваться «люпиновой землей», которая готовится из растертых клубеньков многолетне-

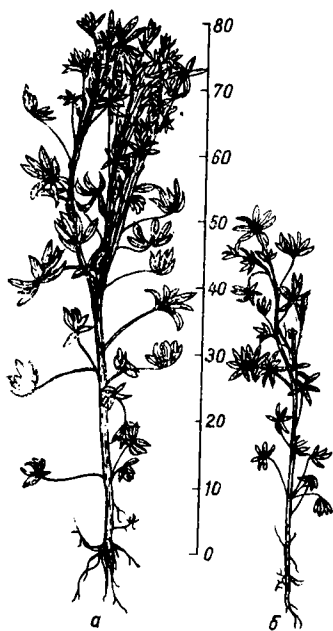


Рис. 10. Люпин, выращенный из обработанных (а) и не обработанных (б) нитрагином семян, см.

машинах АПЗ-10 и ПС-10. В этом случае нитрагин предварительно разводят в соответствующем количестве воды (5—10 л на 1 т семян) в специальной емкости машины. Готовая суспензия поступает в смесительную камеру и путем распыления наносится на непрерывный поток семян.

Бактеризированные семена должны быть посеяны не позднее следующего дня и непременно во влажную почву. Обработанные семена необходимо оберегать от прямых солнечных лучей, которые убивают бактерии нитрагина. Машину, используемую для протравливания семян, следует тщательно очистить, промыть и продезинфицировать согласно санитарным правилам.

Посев люпина под пологом леса может производиться в двух вариантах: посев люпина без фона минеральных удобрений и посев люпина по фону РКСа. В качестве минеральных удобрений применяют наиболее распространенные и доступные виды минеральных удобрений

го люпина, смешанных с землей из-под люпиновых кустов. Хорошо применять также порошок из люпиновых клубеньков; 0,5 кг порошка достаточно для нитрагинизации 1 ц семян люпина.

Механическую обработку семян люпина проводят сухим с увлажнением и влажным способами. Для сухой обработки с увлажнением применяют те же машины, что и для химического протравливания семян. При этом способе на 1 т семян расходуется 5—10 л воды. Семена, нитрагин и вода в соответствующих дозировках подаются в смесительную камеру отдельно и там смешиваются механическим

путем. Влажным способом семена обрабатываются на

(простой порошковый суперфосфат, сильвинит и молотый мел).

Как и все агротехнические мероприятия, густота стояния и связанная с ней норма высева должны соответствовать различным условиям среды.

Норма высева семян при сплошном рядовом посеве — 20 кг/га. При недостатке семян и ручном способе уборки урожая производится широкорядный посев (между рядами 45—70 см) с уменьшенной нормой высева (5—10 кг/га) или квадратно-гнездовой (50×50 см) с посевом в гнездо по 10—15 семян (0,8—1,2 кг/га). На семена люпин многолетний сеют ленточным способом (45×15 см); норма высева 8—10 кг/га.

При установлении нормы высева необходимо учитывать, что растения люпина хорошо кустятся, поэтому на плодородных почвах необходимо сеять реже, а на бедных — гуще.

Норма высева зависит от места, цели возделывания и способа посева. В районах с достаточной влагообеспеченностью применяют более высокие нормы высева, чем в засушливых районах; при широкорядном способе они меньше, чем при рядовом и узкорядном, при посеве на зеленую массу норма высева выше, чем при посеве на семена.

Высев семян производят вручную либо сеялками СЛП-М, СЛУ-5-20 и другими в агрегате с тракторами Т-16М, Т-25А, Т-40АМ; используют сеялку ПНД-1, плуг ПКЛ-70.

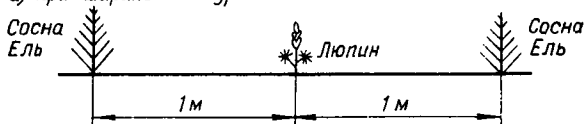
Нашими наблюдениями [3] установлено, что в большинстве случаев неудачи с многолетним люпином объясняются несоблюдением агротехники его возделывания. Так, посев весной часто проводится с запозданием, при подзимнем посеве люпин высевался рано, до установления отрицательных температур в почве, в результате чего всходы растений погибали. Посев многолетнего люпина часто производился заниженными нормами высева, без скарификации и инокуляции семян люпиновым нитрагином.

На старопахотных землях для посева семян люпина можно использовать сеялки СЛУ-5-20, СЛП-М, покровосдиратель-сеялку ПНД-1, плуг ПКЛ-70 и др.

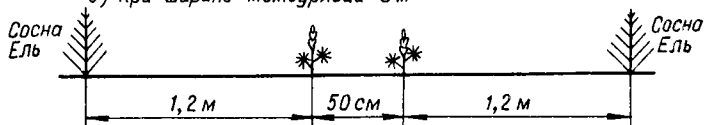
Важное значение имеет правильное определение густоты посевов, которая зависит от типа леса, ширины

Сопутствующая форма введения люпина

а) при ширине междурядий 2 м



б) при ширине междурядий 3 м

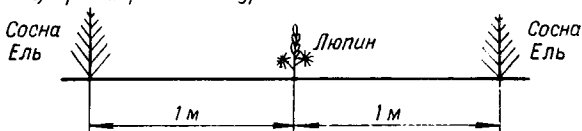


в) при смешанном посеве однолетнего и многолетнего люпина



II Последующая форма введения люпина

а) при ширине междурядий 2 м



б) при ширине междурядий 3 м

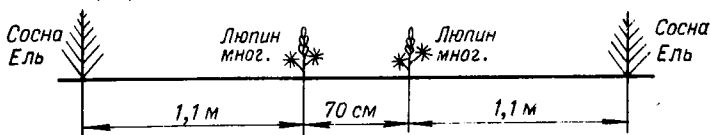


Рис. 11. Размещение рядков люпина в междурядьях лесных культур. междурядий, возраста посадочного материала и времени введения люпина (табл. 20).

Расстояние между крайними рядами люпина и рядами культур при сопутствующем введении должно быть не менее 70 см, при последующем — 50 см (рис. 11). На 1 м строки в зависимости от лесорастительных условий следует высевать 0,5—1 г семян люпина, имеющих всхожесть 85—90 %. При более низкой всхожести

Таблица 20. Рекомендуемое количество посевных рядков люпина в сосновых типах леса, шт.

Тип леса	Сопутствующее введение люпина при создании культур посадочным материалом						Последующее введение люпина		
	1—2-летним			3—4-летним					
	ширина междурядий, м								
	1,5— 2,0	2,1— 2,5	2,6— 3,0	1,5— 2,0	2,1— 2,5	2,6— 3,0	1,5— 2,0	2,1— 2,5	2,6— 3,0
С. вересковый	1—2	2	3	2	3	3—4	3	4	4—5
С. брусничный	1—2	2	2—3	2	2	3	3	4	4—5
С. мшистый,									
С. орляковый	—	1	2	1	2	3	2	3	4
С. черничный	—	1	2	1	2	3	2	3	4

семян люпина норма высева повышается соответственно всхожести. Норма высева на 1 га в зависимости от нормы на 1 м строки, количества рядков и ширины междурядий составляет 4—20 кг. Оптимальная глубина заделки семян на песчаных почвах 2,0—2,5 см, на супесчаных — 1,5—2 см. Более глубокая заделка семян нежелательна. Довсходовое и послеवсходовое боронование не рекомендуется, так как всходы сильно повреждаются бороной.

Для борьбы с грибными заболеваниями семена люпина необходимо протравливать гранозаном или меркураном из расчета 150—200 г препарата на 100 кг семян. Можно также поместить семена в 1—2 %-ный раствор марганцовокислого калия на 2 ч.

Для предупреждения фузариоза семена протравливают 50 %-ным смачивающимся порошком БМК в смеси с нитрагином из расчета 3 кг/т препарата плюс 200 г нитрагина на гектарную норму семян; с увлажнением — 5—10 л/т.

За 3—4 недели до посева семена протравливают против корневых гнилей и аскохитоза ТМТД (3—4 кг/т), фундозлом (2—3 кг/т), фентиурамом (3—4 кг/т). Против корневых гнилей особенно эффективен новый препарат тачигарен (1—2 кг/т). Протравливание проводят полусухим способом с расходом 5 л воды на 1 т семян.

Сроки, способы и нормы высева семян. На прорастание семян люпина большое влияние оказывает влажность почвы. Учитывая быструю потерю влаги сосняками, замедленное прорастание семян, высокую зимостой-

кость, оптимальными сроками посева являются ранневесенний (апрель) и позднеосенний (ноябрь, декабрь). В данном разделе подробно описана агротехника введения люпина в междурядья лесных посадок. В некоторых случаях целесообразно испытать и другие биомелиоранты. Для придержки приводятся основные агротехнические показатели распространенных в сельском хозяйстве биомелиорантов (табл. 21, 22).

Таблица 21. Влияние сроков посева на урожайность (ц/га) сортов узколистного люпина (среднее за 3 года, по данным Вавилова и др.)

Сроки посева	Позднеспелый сорт Синий 174	Скороспелые сорта		
		Розовый 399	Розовый 495	Синий 335
Конец апреля	11,0	12,0	13,8	14,0
Первая декада мая	7,6	10,4	11,1	12,0
Вторая декада мая	1,0	9,3	11,5	9,9
Третья декада мая	0,0	6,3	7,5	7,1

Для высева многолетнего люпина на свежих вырубках по частично обработанной почве, а также в культурах сосны, произведенных ранее, на нераскорчеванных вырубках с проектируемой последующей культурой люпина при посеве семян люпина используются ручные сеялки СЛ-1 или СЛ, а также ПЛ-1,2 и ПСТ-2А, ПДН-1 с посевным приспособлением, агрегатируемые с тракторами ЛХТ-55 и МТЗ-80/82.

Уход за посевами. Массовые всходы люпина обычно появляются на 12—14-й день после посева. Вследствие того что многолетний люпин в первый год растет очень медленно, в посевах ярко выражен весенний максимум появления всходов сорных растений и именно в этот период наиболее целесообразно бороться с сорняками. Засоренность посевов бобовых культур в зависимости от погодных условий может значительно различаться по годам. Больше всего посева зарастают сорняками во влажные годы. Обычно за посевами люпина специального ухода не требуется. На отдельных участках во избежание гибели посевов по мере надобности необходимо провести уход, заключающийся в прополке и скашивании сорняков, переросших люпин.

Сохранившиеся растения на второй год в уходе не

Таблица 22. Способы, сроки, глубина посева и нормы высева зерновых бобовых культур [4]

Культура	Масса 1000 семян, г	Норма вы- сева семян, млн. шт.	Способ посева	Срок посева	Глубина за- делки семян на почвах, см		Продол- жительность пе- риода ве- гетации, дней
					легких	тяже- лых	
Кормовые бобы мел- косемянные	200—450	0,4—0,7	Рядовой широко- рядный (45—60 см)	Ранний	7—8	4—6	90—120
Чина	160—310	0,9—1,1	Рядовой и узко- рядный	То же	5—6	3—4	80—120
Вика по- севная	45—86	2,0—2,3	Рядовой узкоряд- ный	Ранний	3—4	2—3	75—120
Люпин узко- листный	150—180	1,1—1,2	То же	Вслед за посевом гороха	3—5	2—3	85—115
Люпин желтый	125—150	1,1—1,2	Рядовой	То же	3—5	2—3	90—120
Люпин белый	240—450	0,6—0,8	Рядовой и широ- корядный (45 см)	После посева ранних культур	3—5	2—3	90—135
Соя	100—250	0,4—0,7	Широкорядный (45, 60 см)	При t почвы 8— 10 °С	4—6	3—4	90—130
Фасоль обык- новенная	200—400	0,3—0,5	То же	При t почвы 10—12 °С	3—5	2—4	90—95
Сераделла	3—4	40—45 кг	Рядовой	То же	2—3	1—2	90—100

нуждаются и сами начинают вытеснять своих конкурентов.

При плохом росте люпина на бедных песчаных почвах можно провести подкормку минеральными удобрениями: суперфосфатом (1—1,5 ц/га), хлористым калием (0,5—0,6 ц/га).

Во всех случаях нужно предпринимать все необходимые меры против потрав посевов люпина скотом.

При сопутствующей культуре может возникнуть опасность заглушения сосны люпином. В этом случае необходимо произвести обжимание или прикатывание катком травостоя люпина вдоль рядков сосны. Рекомендованное размещение культур и схемы введения люпина позволяют избежать заглушения культур и дополнительных затрат на отапывание или прикатывание.

В сельском хозяйстве для борьбы с сорняками в посевах люпина применяют прометрин (гезагард-50, селектин), который выпускается в форме 50 %-ного смачивающегося порошка. Вносится под предпосевную культивацию или после посева до появления всходов культуры для борьбы с однолетними сорняками. Лучше действует при хорошей влажности почвы. Доза применения 3—5 кг/га. В почве прометрин сохраняется около трех месяцев, он малотоксичен для теплокровных животных.

В северо-западных районах страны на дерново-подзолистых супесчаных почвах прометрин уничтожает 80—85 % сорняков. Однако прометрин не всегда безвреден для люпина, поэтому обязательным условием его применения является строгое соблюдение норм расхода препарата [18]. Целесообразно испытать эти рекомендации при возделывании люпина на лесных землях.

Прижизненное использование биомелиорантов. Многообразное положительное влияние междурядной культуры многолетнего люпина на все компоненты лесного биогеоценоза привело к тому, что биологическая мелиорация вышла из стадии опытов на небольших участках и заняла прочное место в системе мероприятий по повышению продуктивности леса. Об этом свидетельствует рост объема работ по введению люпина в лесхозах Белоруссии.

Кроме повышения продуктивности леса биологическая мелиорация дает лесному хозяйству определенный доход от дополнительной продукции по рубкам ухода и от повышения урожайности семян древесных пород. Она

позволяет заменить дорогостоящие и дефицитные азотные удобрения биологическим азотом, способствуя тем самым охране окружающей среды. Биологическая мелиорация способствует улучшению санитарно-гигиенических и эстетических свойств леса, увеличению кормовой базы для диких животных и птиц. При сопутствующей и последующей (на второй год) формах введения люпина можно значительно сократить средства на проведение дорогостоящих уходов за культурами.

Использование бобовых трав как промежуточной культуры и зеленого удобрения. Совмещение на одной лесокультурной площади древесных видов и биомелиорантов, никогда в природе не встречающихся совместно, открывает возможность выращивания доступными средствами лишь с соблюдением рациональной агротехники высокопродуктивных лесов, не лишая сельское хозяйство необходимых ему минеральных удобрений и используя возделывание биомелиорантов как промежуточной культуры на зеленое удобрение. Учитывая то, что биомелиоранты не требуют для себя самостоятельного поля, а возделываются как промежуточная культура, их можно рассматривать и как прогрессивный прием интенсивного земледелия и лесовыращивания.

При создании лесных культур и плантационных укрупненным посадочным материалом древесных пород целесообразно сопутствующее введение биомелиорантов (многолетних и однолетних люпинов, дрока, люцерны, облепихи) в междурядья саженцев.

Семеноводство и селекция многолетнего люпина. Ежегодно возрастающие масштабы люпиносеяния во многих лесхозах РСФСР, Украины и Белоруссии настоятельно требуют создания специальных семенных участков, маточников люпина и научной организации его селекции и сортового семеноводства.

Семеноводство люпина не имеет особых трудностей. На семенные цели отводят целые поля севооборота или отдельные участки в зависимости от потребности в семенах.

Учитывая полиморфизм многолетнего люпина, большое значение для повышения лесоводственно-биологической эффективности его использования в лесном хозяйстве будет иметь хорошо организованная селекционная работа.

Очевидно, здесь следует начинать прежде всего с от-

бора и размножения теневыносливых, засухоустойчивых и более скороспелых форм горького многолетнего люпина, а при наличии семян или посевов малоалкалоидного и безалкалоидного люпина вести селекционный отбор и выведение новых сортов кормового (сладкого) люпина, наиболее отвечающих местным почвенно-климатическим и экономическим условиям.

Смоленская опытная станция до 1965 г. занималась улучшением сорта Белорусский 1, в посевах которого содержалось до 25 % алкалоидных примесей. Работа по улучшению этого люпина проводилась путем удаления из посевов алкалоидных растений в первые 2 года жизни (табл. 23).

Таблица 23. Количество алкалоидных примесей в потомстве у люпина в зависимости от проведения прочистки

Вариант опыта	Алкалоидные примеси, %		
	в семенах, высеванных в 1961 г.	в семенах, собранных в 1962 г.	в растениях, выросших из этих семян в 1963 г.
Прочистка проводилась до цветения	5,26	2,25	7,5
Прочистка не проводилась	5,26	7,6	24,0

Агротехника создания маточников люпина подробно описана в монографии Б. Д. Жилкина [12].

Заготовка семян. Многолетний люпин созревает на семена раньше озимой ржи на 7—12 дней, что обеспечивает хорошие возможности для его уборки. На маточных плантациях семена люпина собирают на 2-м году жизни вручную, в 2—3 приема с промежутками в 5—7 дней. С 3-го года семена люпина можно убирать комбайнами при наличии 50 % побуревших бобов. Их созревание на кисти начинается с конца июля — начала августа и идет в направлении снизу вверх, и в то время как нижние бобы созревают и растрескиваются, теряя семена, верхние находятся в фазе сизого боба. Средние бобы, которых бывает до 65 % по спелости, занимают промежуточное положение. Особенно рекомендуется отдельный способ уборки семян многолетнего люпина с помощью лафетной жатки и самоходного комбайна с подборщиком, предотвращающим значительные потери

урожая семян, происходящие при прямом комбайнировании.

В междурядьях лесных культур семена люпина рекомендуются собирать на 3—4-й год после посева. Их реализация обычно погашает расходы на введение его, а иногда дает значительную прибыль хозяйству.

Сбор семян люпина возможен во всех типах леса, кроме сосняка верескового, в котором во время засух посевы люпина изреживаются и требуется их восстановление.

Сбор семян люпина под пологом леса рекомендуется только для селекционных целей.

Что касается других зерновых бобовых культур (горох, соя, фасоль, кормовые бобы, чечевица, чина, нут), то в связи с неравномерностью созревания семян большинство их убирают двухфазным способом. Сначала скашивают в валки, а после подсыхания массы обмолачивают зерновыми комбайнами, отрегулированными на обмолот зерновых бобовых культур. Нут и сою убирают прямым комбайнированием.

Однолетние бобовые травы (вика, пелюшка, сераделла и т. д.) на семена начинают убирать при побурении нижних бобов (число созревших бобов достигает 70—80 %); клевер пунцовый убирают комбайном в период побурения головок; клевер шабдор скашивают при побурении 70—80 % головок и затем укладывают в валки. При подсыхании массы пускают комбайн.

Для получения семян многолетнего люпина целесообразно организовать в лесхозах республики семенные базы. При этом могут быть использованы многочисленные рекомендации по сбору и заготовке семян многолетнего люпина в сельском хозяйстве.

6. ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ЛЮПИНА И БОРЬБА С НИМИ

Вредители и болезни причиняют значительный вред алкалоидным и кормовым сортам люпинов. Среди вредителей наиболее часто встречаются долгоносики, тли, щелкуны и ростовая муха; среди болезней — белая и серая пятнистости, мучнистая роса, ржавчина, серая гниль и фузариоз.

Люпиновый долгоносик является наиболее опасным

и широко распространенным вредителем. Жуки повреждают листья, а личинки выедают клубеньки всех видов люпина, но предпочитают многолетний, люцерну и другие бобовые растения. На них они не только питаются но и размножаются. Зимуют в стадии жука на посевах многолетних бобовых, в том числе многолетнего люпина, клевера, дрока, ракитника, донника и др. С мест зимовки жуки выходят в конце апреля. Лет начинается при температуре воздуха 15—16 °С. После зимовки жуки питаются теми растениями, на которых зимовали. При появлении молодых всходов люпина переходят на них и сильно повреждают. С середины мая самки откладывают на поверхность почвы яйца, из которых через 7—12 дней выходят личинки, которые проникают в клубеньки, находящиеся на корнях люпина и других бобовых растений, и питаются ими, замедляя рост растений и связывание атмосферного азота. Массовое появление жуков наблюдается в конце июля — начале августа. Молодые жуки усиленно питаются и повреждают растения вплоть до заморозков.

Меры борьбы — ранний срок сева, чередование посевов, тщательная обработка почвы для однолетних растений. Из химических мер борьбы применяют опрыскивание посевов раствором хлорофоса (0,6—1,6 кг/га), гамма-изомера ГХЦГ (0,4—0,5), 30 %-ным концентратом метилнитрофоса (0,24), 65 %-ным концентратом полихлорпиннена (2—3), 20 %-ной эмульсией метафоса (0,9—1,0 кг/га). С целью предотвращения перехода вредителей с одного места на другое необходимо соблюдать пространственную изоляцию (500 м) между новыми и прежними посевами.

Проволочники — личинки различных видов жука-щелкуна живут в почве и повреждают высеянные в почву семена, молодые всходы и корни люпина. Особенно чувствительны к повреждениям молодые, неокрепшие всходы. На участках, длительное время содержащихся под посевом люпина, накапливается значительное количество проволочников. Цикл развития щелкунов растянут. Время развития одного поколения 3—5 лет. Для борьбы с проволочником семена перед посевом смачивают 10 %-ной суспензией 12 %-ного дуста ГХЦГ или 5 %-ной суспензией 22 %-ного гептахлора. Посевы обрабатывают растворами 50 %-ного смачивающегося порошка гамма-изомера ГХЦГ (0,6—0,8 кг/га), 16 %-ной ми-

нерально-масляной эмульсии гамма-изомера ГХЦГ (2,5), 80 %-ного технического хлорофоса (0,8—1,5 кг/га) и др.

Тли — многоядные насекомые, распространенные по всей территории Белоруссии; повреждают кормовой многолетний люпин. Зимуют в стадии яиц на кормовых травах. Появляются на посевах небольшими очагами на молодых частях растений в конце первой или середине второй декады июня, а затем расселяются по всему растению. Тли высасывают клеточный сок, в результате чего листья скручиваются, цветы осыпаются, стебель искривляется, рост растения замедляется, а кормовые качества ухудшаются. За период вегетации тли дают несколько поколений.

При обнаружении очагов вредителей посевы необходимо обрабатывать раствором хлорофоса (0,4—0,6 кг/га), карбофоса (0,6—0,8), эфирсульфоната (2,5 кг/га) и других препаратов.

Растения могут повреждаться личинками ростковой мухи, находящимися в почве. Зимуют личинки в почве в стадии ложных коконов, дают два поколения в год. Мухи вылетают в период цветения дикой груши и откладывают яйца в почву. Личинки в почве питаются разлагающимся органическим веществом. Повреждая проросток, они уничтожают точку роста, что нередко приводит к гибели растения.

Основным приемом борьбы с ростковой мухой является ранний посев (апрельский), чтобы растения до лёта мухи успели окрепнуть и несколько огрубеть.

Клопы зимуют во взрослом состоянии. Весной откладывают яйца в ткани стеблей и черешков листьев. За вегетационный период выводится одно поколение. Повреждают прокалыванием верхушки стеблей и бутоны цветков. Питаются они соками. В результате замедляется рост стеблей, опадают бутоны и цветки. Меры борьбы те же, что и с долгоносиками.

Мучнистая роса повреждает листья и стебли люпина во второй половине вегетационного периода. Сильнее развивается мучнистая роса и причиняет большой вред люпину в засушливые годы и на сухих открытых местах. Инфекция сохраняется и накапливается на многолетнем люпине и может переходить на расположенные вблизи посевы гороха, желтого и синего люпинов. Ранние посевы повреждаются в меньшей мере, так как к моменту

развития болезни растения успевают сформироваться или созреть.

Для снижения поражаемости мучнистой росой растений в семенных плантациях необходимо посевы проводить в ранние сроки и при появлении первых признаков заболевания обрабатывать их 1,5 %-ной суспензией коллоидной серы. Расход жидкости 150—200 л/га. Второе опрыскивание надо проводить через 8—10 дней после первого.

Первые признаки заболевания, вызванного белой пятнистостью (септориозом), появляются в середине мая в виде светло-бурых, неправильно-округлых пятен, окруженных темно-коричневым ярко выраженным окаймлением. Диаметр пятен 1—10 мм. На светлой части пятна на верхней стороне листа хорошо заметны темно-коричневые мелкие точки. При сильной степени поражения все листья на растении покрываются пятнами и засыхают. В последующие годы растения в семенных плантациях поражаются сильнее, так как инфекция гриба сохраняется и накапливается на пораженных растениях. Посевы в первый год поражаются на 1—5 %, на третий и последующие — на 38 % и более.

Бурая пятнистость (цератофороз). Болезнь, вызываемая бурой пятнистостью (цератофорозом), выражается в появлении на листьях, стеблях, бобах и семенах в середине вегетационного периода продолговатых темно-коричневых пятен с красноватым оттенком, часто с сетчатым рисунком, диаметром до 15 мм. При сильном поражении листья засыхают, снижается урожай фитомассы и семян. Со стеблей и листьев инфекция переходит на бобы и семена. Наиболее часто заболевание встречается в посевах на тяжелых суглинистых почвах.

Для уменьшения поражаемости люпина пятнистостью рекомендуется опрыскивание 1—2 %-ным раствором бордоской жидкости или хлорокиси меди, нужно избегать посев люпина на тяжелых почвах, необходимо вносить калийные удобрения, проводить ранние посевы хорошо очищенными, отсортированными и протравленными гранозаном (1,5 кг на 1 т семян) семенами.

Серая гниль наиболее часто поражает посевы желтого кормового люпина. Хорошо развивается во влажные годы. Поражает листья, стебли, бобы и семена, снижает всхожесть семян. Развивается в конце июля — начале августа. При этом заболевании на листьях, цветоносах

и стеблях образуются буровато-зеленые пятна, покрытые серым налетом, образованным спороношением гриба.

Для борьбы с заболеванием рекомендуется широко-рядный способ посева, обработка семян гранозаном или препаратом ТМТД из расчета 1,5—2,0 кг на 1 т семян.

В начале заболевания фузариозом у основания стебля появляется коричневый налет и продолговатые пятна, а позднее — слизь. Листья постепенно краснеют и увядают, посевы изреживаются. Заражение происходит через семена и почву.

Для снижения повреждаемости посевов фузариозом рекомендуется посев тщательно отсортированными и протравленными гранозаном или меркураном семенами из расчета 1,5—2,0 кг на 1 т семян.

Ржавчина наиболее часто развивается в засушливые годы и поражает нижнюю сторону листьев в виде ярко-оранжевых подушечек.

Бактериальные болезни поражают семядоли, семена, стебли и листья, вызывая пятнистость. Бактериальная пятнистость проявляется в виде продолговатых бурых пятен на стебле и неправильно-округлых на листьях. При микроскопировании пораженных органов хорошо заметны скопления бактерий.

Из вирусных заболеваний наиболее часто встречается мозаика. Листья у растений, больных мозаикой, имеют бледно-зеленую окраску, сплошь усыпаны точечными коричневыми пятнами. Пораженные листья засыхают и опадают.

Вредители и болезни наносят ощутимый ущерб не только люпину, но и другим растениям-биомелиорантам, особенно если они введены в культуру. В естественных травостоях различные виды клевера, горошков, чины, ракитника, жарновца, лядвенца и др. встречаются редко и они меньше повреждаются вредителями и болезнями.

Наиболее распространенными болезнями и вредителями клевера являются антракноз, аскохитоз, рак, ржавчина, клеверные и клубеньковые долгоносики.

При поражении растений антракнозом на листьях, стеблях, головках и семенах появляются вдавленные коричнево-бурые пятна. При развитии болезни происходит засыхание и разрушение отдельных органов. Сильное поражение растений антракнозом приводит к снижению урожая надземной фитомассы на 50 %, семян — на 60 %. При посеве клевера в междурядьях лесных

культур в качестве мер борьбы рекомендуется очистка и протравливание семян перед посевом, раннее скашивание массы в фазе бутонизации и уборка ее с междурядий, применение разрешенных химических веществ.

При аскохитозе на листьях, стеблях и семенах образуются крупные пятна охряно-серого цвета, ухудшающие качество зеленой массы и снижающие урожай на 20 % и более. В качестве мер борьбы предусматривается очистка и протравливание семян, раннее скашивание поврежденного клевера, опыливание серой в фазе бутонизации из расчета 30 кг/га, соблюдение агротехнических требований.

Поражение листьев и стеблей ржавчиной приводит к снижению урожая на 80 % и более и биомелиорирующего влияния. Снижение заболеваемости растений достигается опыливанием серой и применением фосфорно-калийных удобрений.

Рак вызывает гибель растений. У сильноповрежденных и погибших растений надземная часть легко отделяется от корневой шейки.

Клубеньковые долгоносики ранней весной объедают края листьев, уничтожают точку роста. Личинки уничтожают клубеньки и выедают в корнях углубления. Клеверные долгоносики повреждают листья, бутоны и цветки. Урожай семян снижается на 20—30 % и более. Меры борьбы такие же, как и с люпиновым долгоносиком.

Много специфических болезней и вредителей у люцерны. Наиболее распространены бурая пятнистость листьев, аскохитоз, ржавчина, бактериальное увядание, люцерновый клоп и слоник, долгоносики-тихиусы, люцерновый семяед и клубеньковые долгоносики.

Бурая пятнистость появляется в конце весны на нижних листьях и быстро распространяется по всему растению. Пораженные листья опадают. Предотвратить заболевание можно протравливанием семян ТМТД. Аскохитоз поражает листья, стебли, цветоносы, бобы, семена; реже верхнюю часть корня, вызывая его растрескивание. Для борьбы с аскохитозом посевы опыливают серой, вносят фосфорно-калийные удобрения, при необходимости проводят раннее скашивание травостоя. Ржавчина люцерны поражает листья, вызывая быстрое их опадение, стебли и цветоножки. Своевременное опыливание серой вызывает снижение заболеваемости. При бактериальном увядании поражаются сосуды стеблей и

корней, листья желтеют, а в жаркую погоду приобретают коричневый цвет.

Люцерновый клоп повреждает листья, бутоны и цветки. Люцерновый слоник и долгоносики-тихиусы ранней весной повреждают листья, а личинки наносят огромный ущерб верхушечным почкам, бутонам и цветкам. Личинки люцернового семяеда выедают содержимое семян. Клубеньковые долгоносики повреждают всходы, корни и клубеньки люцерны. Наряду с агротехническими мероприятиями в борьбе с вредителями до откладки яиц применяют разрешенные химические препараты, в борьбе с личинками — биопрепараты (энтобактерин, боверин, дендробациллин) из расчета 2—3 кг/га.

Наиболее распространенными вредителями, наносящими значительный ущерб горошкам, являются клубеньковые долгоносики, люцерновая совка, луговой мотылек, гороховая тля и др. Для борьбы с ними применяют разрешенные химические препараты, перечисленные выше.

Ржавчина, антракноз, мучнистая роса, аскохитоз, бактериоз и другие болезни поражают горошки так же, как и другие растения. Поэтому и меры борьбы с ними аналогичные.

Все посевы люпинов обследуют для выявления заболеваний и вредителей. При обнаружении очагов заражения необходимо сообщить об этом главному лесничему лесхоза или представителю областной инспекции защиты растений и проводить соответствующие меры борьбы.

При использовании тех или иных ядохимикатов необходимо принимать все меры предосторожности как личного, так и общественного порядка, рекомендуемые санитарно-эпидемическими органами и предусмотренные требованиями охраны окружающей среды.

Применяемые для борьбы с вредителями и болезнями препараты могут представлять опасность для домашних животных и пчел в районах проведения работ. Для предупреждения случаев отравления пчел и домашних животных необходимо проводить следующие меры предосторожности:

не позднее чем за 10 дней до начала работ (особенно авиационных) жители населенных пунктов (кордонов), находящихся в десятикилометровой зоне от места

работ, оповещаются о характере намечаемых работ; дороги в обрабатываемой зоне должны быть закрыты на время проведения работ для проезда и прогона скота;

обрабатываемые участки объявляются под карантином на 10—15 дней в зависимости от применяемого препарата или до первого обильного дождя. На участках вывешиваются объявления о запрещении выпаса скота, кошения травы, сбора ягод, грибов, лекарственных растений;

категорически запрещается оставлять в лесу ядохимикаты в случае их неполного использования;

семена, выращенные в очагах интенсивного заражения, не рекомендуется использовать как посевной материал, особенно при закладке семенных плантаций.

Ядохимикаты, применяемые против вредителей и болезней биомелиорантов, в большинстве своем вредны для человека, домашних и диких животных, птиц, пчел и других полезных организмов. Многие из применяющихся веществ являются очень стойкими химическими соединениями и могут накапливаться во внешней среде, в организмах животных и растениях. Поэтому только строгое и последовательное соблюдение установленных регламентов применения, санитарно-гигиенических правил и техники безопасности при хранении, транспортировке и работе с ядохимикатами может предотвратить несчастные случаи и другие нежелательные последствия.

Особенно строго следует относиться к хранению ядохимикатов на складах лесничеств и лесхозов. Склады должны быть достаточно свободными, светлыми, с естественной или искусственной вентиляцией, гладким цементным или асфальтным полом. Для работы кладовщика, хранения спецодежды, респираторов и аптек необходима отдельная комната. Кладовщик должен иметь разрешение врача для работы с ядохимикатами и хорошо знать свойства и меры предосторожности при работе с ними.

Все поступающие на склад и отпускаемые со склада ядохимикаты необходимо записывать в прошнурованную и пронумерованную приходно-расходную книгу, заверенную печатью и подписью директора лесхоза. Хранить ядохимикаты необходимо на стеллажах в плотно закрытой стандартной таре с ясно обозначенным названием препарата. Запрещается на складе ядохимикатов

хранить продовольствие и фураж, инвентарь, минеральные удобрения и другие материалы. Работать на складе разрешается только в спецодежде, резиновой обуви, рукавицах или резиновых перчатках.

Ядохимикаты со складов выдаются только по разрешению директора лесхоза или главного лесничего лицу, ответственному за проведение работ по защите растений.

Площадки для протравливания семян, заправочные пункты должны размещаться не ближе 200 м от жилых помещений, скотных дворов, источников водоснабжения, мест приема пищи и не менее 2000 м от берегов водоемов. При протравливании семян надо обязательно защищать глаза и дыхательные пути. Выдача протравленных семян оформляется накладкой. Перевозка людей вместе с протравленными семенами запрещается. Нельзя оставлять протравленные семена без охраны и расходовать их без строгого учета, использовать на корм скоту и птице, для пищевых целей. Даже отмытое протравленное зерно не освобождается от ядов.

По окончании работ по протравливанию использованные машины, механизмы и тару необходимо очистить и обеззаразить 3 %-ным раствором каустической соды, или 5 %-ным раствором кальцинированной соды, или 10 %-ным раствором свежегашеной извести.

При проведении химической борьбы с вредителями и болезнями руководители работ обязаны оповестить население о предстоящих работах. На обработанных участках и прилегающих к ним в радиусе 300 м запрещаются любые работы в течение 3—5 сут., пастьба скота — 25 сут. после обработки. Опрыскивание и опыливание запрещается неисправными машинами и при скорости ветра более 3 м/с.

7. ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

При создании культур сосны и ели с биологической мелиорацией необходимо обеспечить оптимальные условия как для роста и развития лесных культур, так и для прорастания семян, укоренения всходов и последующего развития биомелиоранта. Такими условиями являются

рациональная обработка почвы, посадка сеянцев и саженцев и посев семян.

Как уже отмечалось, из всех видов биомелиорантов наибольшее распространение в практике лесохозяйственного производства получили различные формы введения в лесные культуры многолетнего люпина.

Основа технологии создания культур сосны и ели с введением в их междурядья многолетнего люпина разработана с учетом результатов исследований авторов в различных лесорастительных условиях БССР и Смоленской области РСФСР, передового производственного опыта, рекомендаций, инструкций, наставлений и технических указаний. Почвообрабатывающие, лесопосадочные и другие машины и механизмы подобраны из числа серийно выпускаемых промышленностью марок с максимальным приближением их к агротехническим требованиям по созданию культур в тех или иных лесорастительных условиях.

Схемы смешения и размещения пород, кратность и продолжительность уходов подобраны в зависимости от конкретных лесорастительных условий, целевого назначения насаждений и местного опыта. Так, при сплошной или полосной подготовке почвы в зависимости от категории лесокультурной площади под посев люпина рекомендуется использовать культиваторы КФЛ-1,4, КЛБ-1,7, почвофрезы ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, машину лесную фрезерную МЛФ-0,8, рыхлители РЛД-2, РЛ-1,8, плуги ПКЛ-70, ПКЛН-500, ПЛП-135, П-5-35МГА и другие машины и механизмы в агрегате с тракторами Т-25, ДТ-54А, ДТ-55, ДТ-75, ЛХТ-55, ЛХТ-75, ТДТ-40, «Беларусь» и др. Для посева семян люпина на площадях, допускающих сплошную подготовку почвы, рекомендуется использовать сеялки типа СОН-2,8, МЛТИ-2, СЛН, покровосдиратель ПДН-1 с высевальным аппаратом и др. На площадях, допускающих частичную подготовку почвы, посев семян люпина рекомендуется проводить одновременно с подготовкой почвы высевальными аппаратами, имеющимися в комплектах механизмов, используемых для частичной подготовки почвы (ПКЛ-70, ПДН-1 и др.).

Предлагаемая технология может быть использована проектными организациями и предприятиями лесного хозяйства при планово-экономических расчетах, связанных с лесокультурным производством.

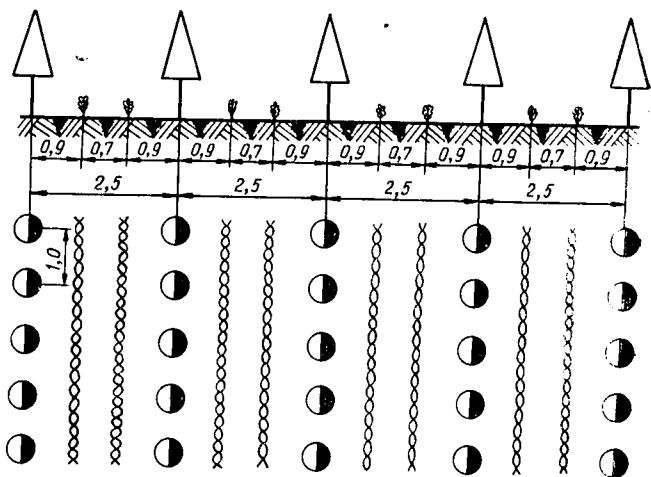


Рис. 12. Схема размещения рядов ели и люпина.

Технология создания культур сосны обыкновенной с люпином. Культуры сосны на участках без пней и свежих вырубках в наиболее распространенных в Белоруссии типах лесорастительных условий A_2B_2 создаются однолетним посадочным материалом в количестве 5—7 тыс/га.

Для использования механизации при подготовке почвы, посадке и при уходе за лесными культурами размещение культур принимается с таким расчетом, чтобы расстояние между рядами составляло от 2,0 до 3,5 м, а в рядах 0,5—1 м (рис. 12).

Количество пней на свежих вырубках в настоящее время, как правило, составляет не более 600 шт/га, поэтому корчевка пней не рекомендуется. Подготовка почвы проводится плужными бороздами плугом ПКЛ-70 в агрегате с тракторами ЛХТ-55 и МТЗ-80. Посадка сеянцев осуществляется по дну плужных борозд лесопосадочными машинами СБН-1А, МЛ-1, МЛУ-1 в агрегате с тракторами МТЗ-80, ЛХТ-55 и ТДТ-55.

Посев многолетнего люпина в основном однорядный, при сплошной подготовке почвы культиватором ПДН-1 с приспособлением для высева семян. При посеве люпина в междурядьях культур шириной 2,0—3,5 м с культиватором агрегатируется трактор Т-25А и Т-25 (рис. 13).

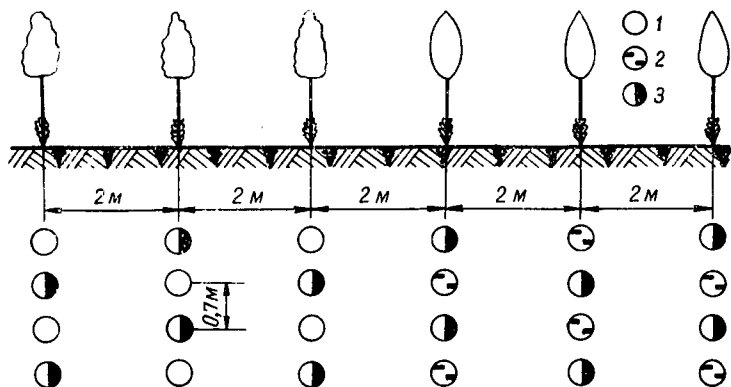


Рис. 13. Схема массивных лесных культур на старопашотных землях: 1 — сосна обыкновенная (25 %); 2 — береза бородавчатая (25 %); 3 — кустарники (50 %).

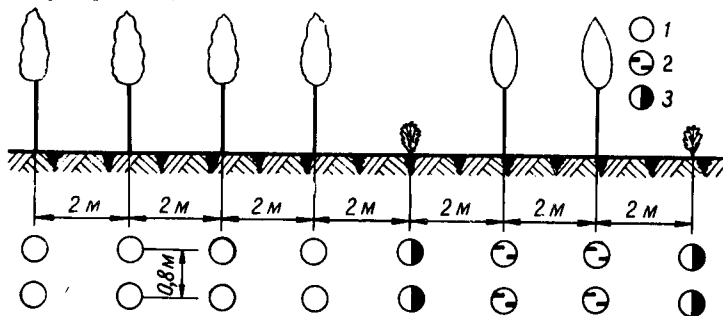


Рис. 14. Схема массивных лесных культур на эродированных землях (обозначения см. на рис. 13).

При частичной подготовке почвы посев семян люпина проводится плугом ПКЛ-70 с высевальным приспособлением с трактором ЛХТ-55.

В культурах сосны с широкими междурядьями хорошие результаты дают сопутствующая и последующая (на второй год после посадки культур) формы введения люпина. Обе эти формы дают возможность сокращать количество дорогостоящих уходов за культурами, а при сопутствующей форме люпина необходимость в уходах вообще отпадает.

При создании смешанных березово-сосновых, елово-сосновых культур и культур сосны с кустарниками или другого размещения культур соблюдается аналогичная технология, но вносятся поправки на стоимость

посадочного материала, затраты труда и стоимость услуг машинно-тракторного парка.

Технология создания чистых культур сосны или в смеси с вышеприведенными древесными и кустарниковыми породами может быть использована также при создании массивных культур на эродированных почвах, выработанных карьерах нерудных ископаемых (рис. 14).

Технология создания культур ели с люпином. При создании культур ели на свежих вырубках с количеством пней до 500 шт/га в типах лесорастительных условий С₂—Д₂ [50] обычно корчевка пней и сплошная подготовка почвы не проводится. Осенью или весной перед посадкой культур проводится нарезка борозд плугом ПКЛ-70, агрегатируемым с тракторами ЛХТ-55 или МТЗ-80. Посадка культур проводится в дно плужных борозд лесопосадочными машинами МЛ-1 (МБН-1А), МЛУ-1. Агротехнические уходы в междурядьях культур с люпином не проводятся, в рядах проводятся в течение одного-двух лет культиватором КБЛ-1 по мере надобности или по схеме 2-1-1. В междурядьях культур с люпином может быть проведен один уход до посева семян люпина. При использовании крупномерного посадочного материала на свежих вырубках без многолетних сорняков уход за культурами в рядах можно не планировать. Посев многолетнего люпина может проводиться плугом ПКЛ-70, покровосдирателем ПДН-1, культиватором ДЛКН-6 с высевальными аппаратами. При этом не возникает угрозы заглушения ели люпином при одновременном с посадкой культур посеве.

При создании культур ели в смеси с сосной, лиственницей, дубом, липой, кленом и другими породами или другого размещения в этих условиях соблюдается аналогичная технология, но вносятся поправки на стоимость посадочного материала. В различных районах республики может проводиться корректировка карт применительно к местным условиям, а также замена предлагаемых машин и орудий модернизированными, многолетнего люпина — другими биомелнорантами и т. д.

При создании культур на вырубках с большим количеством пней рекомендуется создавать культуры с более широкими междурядьями, но с таким же расстоянием между саженцами в рядах.

Технология создания плантационных культур ели обыкновенной с люпином. Плантационные культуры ели обыкновенной рекомендуется создавать в типах лесорастительных условий С₂—Д₃, а при применении биологической мелнирации и В₂—В₃ на сплошных вырубках, прогалинах, участках, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования. Агротехнические приемы создания плантационных культур по сравнению с обычными требуют дополнительных трудовых и денежных затрат и более строгого соблюдения лесоводственных требований при выполнении всех операций.

К настоящему времени разработаны важнейшие элементы технологии закладки и выращивания плантационных культур, ориентированных на получение пиловочника или балансов, предложены расчетно-технологические карты и исчислены затраты материальных ресурсов. Для условий БССР при создании плантационных культур ели с люпином по взрыхленным полосам, при сочетании сплошной химической и механической обработки почвы и при сплошной раскорчевке площади рекомендуются расчетно-технологические карты, предложенные ЛенНИИЛХ [15].

Сплошная корчевка пней, перетряхивание валов и вычесывание корней производится корчевателями Д-513А, ДП-25, К-2А, КМ-1А и другими в зависимости от наличия механизмов в хозяйстве. На вспашке почвы используются плуги ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ППН-40, ППН-50, дискование — дисковые бороны БДН-3,0, БДНТ-3,5 и другие, боронование — зубовые бороны ЗБЗТУ-1, ЗБЗС-1, ЗБП-0,6 и др.

Для создания культур используется крупномерный материал — пятилетние саженцы ели. Посадка проводится лесопосадочными машинами СБН-1А, МЛ-1, МЛУ-1, МПС-1 с тракторами ДТ-75, ЛХТ-55М, ТДТ-55, МТЗ-80. Уход за культурами в междурядьях осуществляется культиватором КЛБ-1,7, в рядах — ротационными лесными культиваторами КРЛ-1А или боковыми и лесными культиваторами КБЛ-1А по схеме 2-2-1 или вручную по мере необходимости. При рекомендуемой ширине междурядий (2,0—3,0 м) для одновременного ухода за культурами в рядах и междурядьях рекомендуется составлять агрегаты на базе серийно выпускаемых культиваторов БДТ-2,2 и КРЛ-1А. Посев семян многолетнего люпина в междурядьях культур прово-

дится одновременно с посадкой саженцев ели сеялками типа СОН-2,8, СЛП-М и другими. В культурах с люпином агротехнические уходы в рядах и междурядьях не предусматриваются. При сильном разрастании кустов люпина и заглушении саженцев ели предусматривается прикатывание люпина. Оптимальное размещение культур $2,5 \times 1$ м. Рядки люпина рекомендуется размещать на расстоянии не ближе 80—90 см от рядов ели.

В культурах без люпина в зависимости от лесорастительных условий и зарастания междурядий рекомендуется проводить 3—5 агротехнических уходов в рядах культиватором КРЛ-1 и в междурядьях дисковыми культиваторами. В расчетно-технологических картах [36] приведены затраты на создание плантационных культур ели. Экономия на проведении уходов за культурами с люпином не приводит к удорожанию их по сравнению с культурами без люпина.

При изменении схемы размещения культур, используемого материала, машин и механизмов и связанных с этим норм выработки будут наблюдаться отклонения в приведенных затратах сил и средств.

Технология создания защитных насаждений с люпином. Земли, поврежденные дефляцией и непригодные для сельскохозяйственного пользования, отводятся под сплошное облесение. Этим достигается их вовлечение в хозяйственный оборот и прекращение дефляционных процессов. В зависимости от степени эродированности, происхождения, механического состава, обеднения органическим веществом и азотом и предшествующего использования почв рекомендуются следующие схемы смешения и технология создания культур [30]. На землях, вышедших из сельскохозяйственного пользования, предусматривается создание смешанных березово-сосновых культур с листовыми кустарниками-азотособирающими: аморфой, акацией желтой, дроком, ракитником и др. (рис. 13). На эродированных почвах предусматривается создание кулисных березово-сосновых культур с буферными рядами кустарников-азотособирающих (рис. 14). При создании культур могут быть использованы применяющиеся производством, рекомендованные БелНИИЛХ [29] и нами расчетно-технологические карты [36].

Подготовка почвы под лесные культуры проводится в зависимости от категории лесокультурной площади.

На вышедших из сельскохозяйственного пользования незадернелых почвах посадка культур проводится без предварительной подготовки почвы лесопосадочными машинами МЛУ-1, МУ-1, а также выпускавшимися ранее и еще имеющимися в лесхозах СБН-1А или СЛН-1. На задернелых почвах посадка производится после проведения мелких борозд плугом ПКЛ-70. Ширина междурядий 2,0—3,0 м. Расстояние между саженцами в рядах 0,7—1,0 м. Уход за культурами осуществляется культиваторами КБЛ-1А, КРЛ-1А и другими в агрегате с тракторами МТЗ, ЛХТ-55, ДТ-75.

Затраты на создание культур определяются условиями обработки почвы, применяющимися машинами и орудиями, густотой посадки и смешением культур.

Для предотвращения эрозионных процессов, более быстрого обогащения почвы органическим веществом и азотом нами рекомендуется одновременно с посадкой в междурядья кулис сосны и березы вводить многолетний люпин сеялками типа СОН-2,8.

Технология создания маточной плантации люпина. Для обеспечения потребности лесхозов в дешевых семенах многолетнего люпина предусматривается закладка маточных плантаций. Для этого могут использоваться земли, истощенные сельскохозяйственным использованием, выровненные карьеры нерудных ископаемых с гумусированным верхним слоем грунта, уклоном не более 5°, в типах лесорастительных условий A_2A_3 , B_2B_3 и C_2C_3 . Перед посевом семян люпина рекомендуется глубокая вспашка и дискование почвы. На подготовке почвы используются сельскохозяйственные плуги и дисковые бороны, на посеве — широкозахватные сеялки типа СОН-2,8. Уборку семян люпина можно проводить зерновыми комбайнами в период массового созревания. Расстояние между рядками люпина 40—50 см. Норма высева семян не более 1 г/м. Маточные плантации рассчитаны на получение семян люпина в течение 5—7 лет. В профилактических целях и при появлении признаков заболевания посевов люпина мучнистой росой рекомендуется опрыскивание их раствором хлорокиси меди.

Расчетно-технологическая карта 1 предусматривает создание маточной плантации на песчаном карьере с близким залеганием суглинистых прослоек. Длительное произрастание люпина в маточной плантации будет способствовать формированию гумусового горизонта

Закладка маточной плантации для получения семян многолетнего люпина в типе лесорастительных условий А₂В₂

[illegible]

ючвы и последующему заращиванию карьера древесной растительностью.

Дополнительно семена люпина можно получать через 2—3 года после введения его в междурядья. Особенно это касается плантационных культур и культур с широкими междурядьями, где возможна механизированная уборка семян. Выполнение этих работ описано ранее.

8. БИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ

Многолетний люпин и другие биомелиоранты, введенные в междурядья сосновых и еловых культур, оказывают преобразующее влияние на основные компоненты формирующихся насаждений и обеспечивают соответствующий экологический эффект. Они способствуют: изменению микроклимата; повышению плодородия лесных почв, емкости и интенсивности биологического круговорота веществ; ускорению смыкания крон; улучшению роста древесных пород и сортиментного состава древесины от рубок ухода; сокращению сроков выращивания технически спелой древесины; повышению урожая и качества семян в лесных культурах, на семенных участках и семенных плантациях; повышению устойчивости к вредителям и болезням; усилению водоохраных, почвозащитных, рекреационных и других полезных свойств растущего леса.

Экологическая эффективность мелиорации во многом зависит от формы биологической мелиорации, применяемых биомелиорантов, естественного плодородия почв, степени воздействия на насаждения, климатических и других факторов.

Изменение микроклимата. Травостой многолетнего люпина и других биомелиорантов, полог подлесочных и древесных пород существенно изменяют микроклимат молодых посадок сосны и ели за счет снижения освещенности в припочвенном слое, уменьшения скорости ветра, изменения теплового и газового режимов. В зависимости от густоты травостоя освещенность на высоте до 50 см от поверхности почвы в культурах с люпином снижается на 15—35 % и более. Под кронами сомкнувшихся культур различие в освещенности дос-

тигает 63 % в сравнении с контрольными вариантами.

В культурах с люпином в зоне роста корней и надземной части растений в течение вегетационного периода создается более благоприятная температурная обстановка в результате уменьшения амплитуды колебания температуры воздуха и почвы и понижения физиологически вредных высоких температур. Снижение крайне высоких температур в приземном слое воздуха особенно положительно сказывается на культурах ели, страдающих от заморозков и солнцепеков.

В период полного развития люпина скорость ветра на высоте до 50 см приближается к нулю. Относительная и абсолютная влажность воздуха у поверхности почвы в несомкнувшихся культурах с люпином в различные часы суток и дни вегетационного периода повышается на 9—28 %, на высоте 50 см — на 2—16 % по сравнению с контрольными. В сомкнувшихся культурах изменение влажности менее значительное. К аналогичным изменениям микроклимата приводит произрастание в подросте и во втором ярусе сосняков и ельников березы, ольхи, дуба и других видов. В целом изменение микроклиматических факторов под влиянием биомелиорантов благоприятствует протеканию биохимических и физиологических процессов, а также накоплению фитомассы сосной и елью.

Повышение плодородия почв, емкости и интенсивности биологического круговорота веществ. Средообразующее влияние биомелиорантов на древесные растения проявляется через изменение сложного комплекса водно-физических и биохимических свойств почвы.

Данные о влажности почвы в различных типах сосняков и ельников с люпином свидетельствуют о повышении ее в течение вегетационного периода на 4—28 % и более в гумусовом горизонте почвы, особенно в верхней его части, вследствие уменьшения физического испарения и повышения водоудерживающей способности. Интенсивное потребление влаги люпином и лучше развивающимися древостоями в период активной вегетации приводит к снижению влажности почвы на глубине 40—60 см на 2—7 % в зависимости от состояния люпинового покрова и продуктивности древостоя. В сомкнувшихся культурах с изреженным люпиновым покровом понижение влажности почвы связано только с

повышенным потреблением воды лучше развитыми древостоями.

Масса воды, удерживаемая в метровом слое почвы и компонентах фитомассы, сосновых молодняков I класса возраста с люпином, на 75—280 %, еловых — на 5—82 % выше контрольной. В периоды летних максимумов расхода воды (июнь, июль) в метровом слое почв сосняков брусничных и черничных с люпином наблюдается снижение массы воды на 2—18 % по сравнению с молодняками с естественным травостоем.

Объемная плотность гумусового горизонта почвы, обогащенной органическим веществом и разрыхленной корнями древесной и травянистой растительности, в период максимального развития в зависимости от типа леса уменьшается на 2—9 % (табл. 24); общая скважность, аэрация и влагоемкость возрастают до 14 %. Через 5—10 лет после выпадения люпина из междурядий лесных культур различие в физических свойствах почв сравниваемых вариантов сглаживается.

Таблица 24. Физические свойства гумусового горизонта почвы

Тип леса, лесорастительных условий	Вариант	Объемная плотность, г/см ³	Скважность, %	Аэрация, %	Влагоемкость, в % к абсолютно сухой массе	
					капиллярная	полная
Сосняк вересковый, А ₁ А ₂	С люпином	1,21	52,9	47,0	38,5	40,1
	Контроль	1,23	52,5	46,3	38,7	40,5
Сосняк орляково-брусничный, А ₂ В ₂	С люпином	1,20	53,1	39,4	26,6	27,1
	Контроль	1,29	50,2	34,5	28,6	31,0
Сосняк орляково-черничный А ₃ В ₃	С люпином	1,24	51,8	30,4	36,6	37,7
	Контроль	1,29	50,0	30,1	35,0	36,1
Ельник орляково-черничный, В ₃	С люпином	1,23	50,9	29,7	38,7	39,8
	Контроль	1,26	50,2	29,4	39,3	39,5
Ельник кисличный, С ₂	С люпином	1,17	55,2	28,4	49,0	49,6
	Контроль	1,19	54,0	27,8	48,8	50,0

По мере смыкания культур из поступающего на поверхность почвы опада формируется лесная подстилка. Ее количество и свойства в молодняках во многом зависят от состава и продуктивности насаждений. Данные учетов в молодняках сосны и ели с многолетним люпином, березой бородавчатой и ольхой серой свидетельствуют об увеличении массы ежегодного опада на 25—165 % и ускорении формирования лесной подстилки. В составе опада мелиорированных культур от-

мечена повышенная доля участия быстроразлагающейся массы люпина, трав и листьев, богатых азотом и зольными элементами. Вследствие этого и за счет биологической фиксации азота наблюдается более раннее начало формирования лесной подстилки, повышение ее качества, биогенности и биологической активности. Агрохимический анализ образцов лесной подстилки и почвы (табл. 25) показывает, что формирующаяся лесная подстилка в сосновых и еловых молодняках имеет кислую реакцию. Поступление в подстилку опада люпина, березы и ольхи способствует некоторому снижению кислотности. Сумма поглощенных оснований в подстилке

Т а б л и ц а 25. Агрохимические свойства лесной подстилки

Тип леса, лесорастительных условий	Вариант	рН в KCl	Гидро- лити- ческая кис- лот- ность	Обмен- ная кис- лот- ность	Сумма поглотен- ных оснований	Гидро- лизуе- мый азот	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв на 100 га подстилки			мг на 100 г подстилки		
Сосняк ве- ресковый, А ₁ А ₂	С люпи- ном	3,70	36,52	9,09	19,83	63,1	20,3	93,2
	Контроль	3,45	37,11	9,09	17,01	58,2	13,6	56,5
Сосняк ор- ляково- брусничный, А ₂ В ₂	С люпи- ном	4,20	39,45	7,07	27,24	80,8	58,4	147,0
	С люпи- ном+Б	5,15	38,73	7,07	32,27	75,2	89,3	148,0
Ельник ор- ляково- брусничный, В ₂	Контроль	4,16	47,34	5,05	25,49	66,2	44,2	136,0
	С люпи- ном	4,10	39,66	7,84	22,17	75,2	45,3	114,1
Ельник кис- личный, С ₂	Контроль	3,90	47,25	9,21	18,35	51,4	43,7	96,3
	С люпи- ном	4,18	26,37	7,65	38,03	106,4	85,7	90,3
	С люпи- ном+Ол	4,26	23,51	6,39	39,76	109,0	83,2	98,3
	Контроль	3,98	32,64	8,27	26,52	97,5	90,3	82,7

культур сосны и ели с люпином, березой и ольхой колеблется в пределах 19,83—39,76 мг-экв на 100 г подстилки, в контрольных — 17,01—26,52. В подстилке вариантов с люпином перечисленных и других типов леса в течение ряда лет отмечается повышенное по сравнению с контрольными участками содержание гидролизуемого азота и обменного калия и пониженное — подвижного фосфора. Вследствие ежегодного поступления на поверхность почвы и в почву дополнительного количества органического вещества опада и отпада, обогащенного азотом, в мелиорированных культурах длительное вре-

мя наблюдается бездефицитный баланс углерода и азота.

Распределение органического вещества подстилки в культурах с мелиорацией и без нее имеет сходный характер, но содержание его и состав по вариантам опытов, типам леса, подгоризонтам и горизонтам различаются (табл. 26). В свежем опаде содержится около 50 % углерода, в подгоризонте A^1_0 — 40,07—47,96, A^2_0 — 28,53—42,50, A^3_0 — 18,21—36,71 %. Произрастание многолетнего люпина и его опад способствуют более быстрому разложению органического вещества подстилки.

Т а б л и ц а 26. Состав органического вещества почвы, % к сухому весу [39,40]

Вариант	Подгоризонт, горизонт	Общий углерод, С	Углерод гуминовых кислот, $C_{гк}$	Углерод фульвокислот	Углерод негидролизуемого остатка Сн	Отношение, $C_{гк}$
						Сфк
1	2	3	4	5	6	7

Сосняк вересковый

Контроль	A^1_0	42,51	12,29	14,01	16,21	0,88
	A^2_0	40,37	12,80	10,49	17,80	1,22
	A^3_0	36,71	12,57	8,39	15,75	1,50
	A_1	0,97	0,29	0,35	0,33	0,83
С люпином	A^1_0	44,96	12,50	13,67	18,79	0,91
	A^2_0	38,23	12,39	9,31	16,53	1,33
	A^3_0	34,86	12,39	8,78	13,69	1,41
	A_1	1,13	0,33	0,46	0,34	0,72

Сосняк орляково-брусничный

Контроль	A^1_0	47,96	12,32	12,01	23,63	1,03
	A^2_0	42,50	11,47	9,70	21,33	1,18
	A^3_0	30,55	10,92	9,66	9,97	1,13
	A_1	1,07	0,34	0,40	0,33	0,85
С люпином	A^1_0	44,32	10,56	12,80	20,96	0,99
	A^2_0	41,28	10,31	10,45	20,52	1,16
	A^3_0	23,07	9,54	8,23	5,30	0,80
	A_1	1,18	0,37	0,46	0,35	0,80

Ельник орляково-черничный

Контроль	A^1_0	40,07	10,18	9,63	20,26	1,06
	A^2_0	29,75	9,94	8,53	11,28	1,16

1	2	3	4	5	6	7
С люпином	A ₀ ³	26,71	9,14	7,45	10,12	1,23
	A ₁	1,42	0,41	0,50	0,51	0,82
	A ₀ ¹	40,67	10,62	14,98	15,07	0,71
	A ₀ ²	28,53	8,35	10,10	10,08	0,83
	A ₀ ³	18,21	5,75	5,91	6,55	0,97
	A ₁	1,61	0,47	0,58	0,56	0,81
Ельник кисличный						
Контроль	A ₀ ¹	43,71	10,12	11,63	21,96	0,87
	A ₀ ²	37,64	9,13	10,31	18,20	0,88
	A ₀ ³	24,28	6,35	7,07	10,26	0,90
С люпином	A ₁	0,94	0,27	0,39	0,28	0,70
	A ₀ ¹	44,32	10,53	12,50	21,29	0,84
	A ₀ ²	38,25	8,15	9,06	21,04	0,90
	A ₀ ³	22,46	4,97	6,83	10,66	0,73
	A ₁	1,25	0,38	0,51	0,36	0,75

В сосняках на отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в подстилке люпин существенного влияния не оказывает, в ельниках отмечено снижение отношения, а в гумусовом горизонте — некоторое возрастание.

Изменение массы и качества поступающего в подстилку и генетические горизонты почвы энергетического материала в течение ряда лет способствует повышению численности физиологически активных групп микроорганизмов (табл. 27). В лесной подстилке и наиболее корнеобитаемом слое почвы культур сосны и ели с люпином численность аммонифицирующих бактерий выше, чем контрольных, на 4—120 %, усваивающих минеральный азот — на 11—90, нитрифицирующих — на 12—109 %. В период интенсивного протекания всех физиологических процессов (июнь — август) различия были еще большими. Процесс нитрификации в сосновых и еловых культурах ослаблен и численность нитрифицирующих бактерий мала.

О более интенсивном протекании окислительно-восстановительных процессов в подстилке культур сосны и ели с люпином, березой и ольхой свидетельствует повышенная каталазная, уреазная, аспарагиназная и целлюлазная активность ферментов [41].

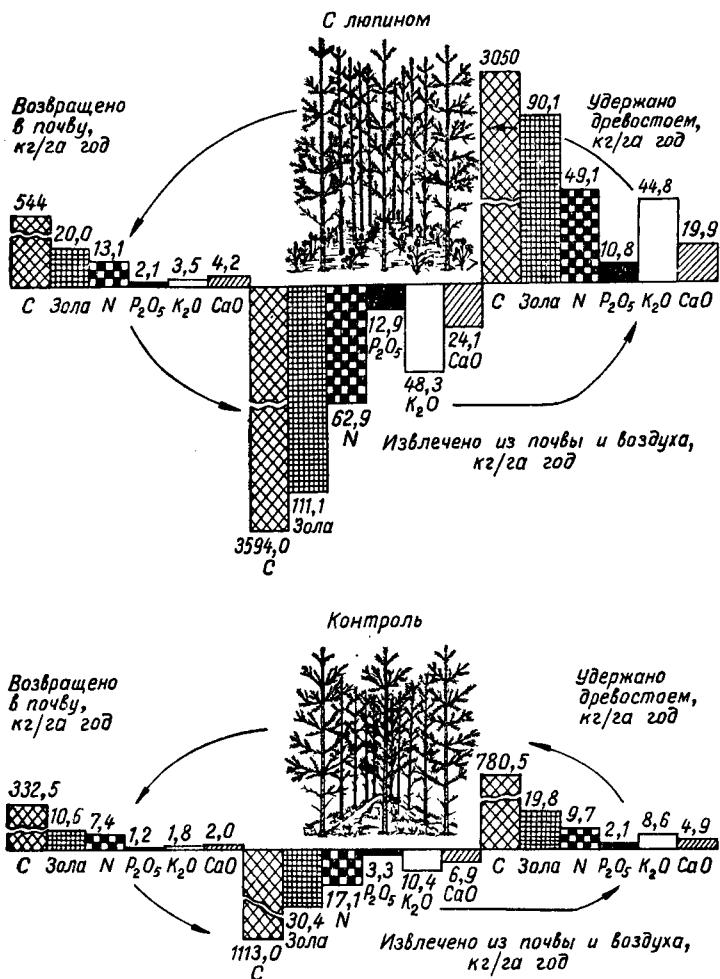


Рис. 15. Показатели биологического круговорота веществ в сосняке орляково-брусничном.

Агробиохимические анализы и листовая диагностика показывают, что в почве культур с люпином накапливается органическое вещество и азот, повышается микробиологическая активность, улучшаются условия почвенного питания сосны и ели азотом. Это отражается на интенсивности и емкости биологического круговорота

Таблица 27. Численность различных физиологических групп мик

Физиологическая группа микроорганизмов	Ельник орляково-брусничный			
	контроль		с люпином	
	Глубина взятия			
	0—1	5—10	0—1	5—10
Аммонифицирующие	2218	921	4871	689
Усваивающие минеральные фор- мы азота	3891	914	5429	1793
Олигонитрофилы	2909	988	11650	3267
Актиномицеты	888	150	719	629
Нитрифицирующие	1,1	0,1	2,3	1,7
Целлюлозоразрушающие	12,1	1,8	4,2	3,3
Микромицеты	32	14	20	23

веществ. В культурах сосны и ели с люпином он характеризуется возрастанием потребления элементов питания на построение годичного прироста при незначительно возрастающей интенсивности. Усиление мобилизации и ритма потребления азота и зольных элементов в свою очередь приводит к улучшению роста и повышению продуктивности культур.

Для построения текущего прироста фракций фитомассы в наибольшем количестве в биологический круговорот вовлекаются углерод и азот. Это видно на примере 13-летних сосняка орляково-брусничного (рис. 15) и ельника орляково-брусничного (табл. 28), испытавших 9- и 11-летнее влияние люпина. За счет деятельности клубеньковых бактерий в фитомассе люпина аккумуляровалось и с его опадом возвращалось на поверхность почвы и в почву в среднем около 45 кг/га азота воздуха ежегодно. Потребление, удержание и возвращение элементов питания в почву в культурах с люпином протекает интенсивнее, чем в контрольных. Это не только по-

Таблица 28. Показатели биологического круговорота веществ в ельнике орляково-брусничном, кг/га

Элементы питания	Контроль			С люпином		
	потребляется из почвы и воздуха	удерживается в древесное	возвращается с опадом и отпадом	потребляется из почвы и воздуха	удерживается в древесное	возвращается с опадом и отпадом
С	1190	398	792	3135	1336	1799
N	19,8	5,6	14,2	87,9	28,4	59,5
P	4,4	0,9	3,5	15,9	3,5	12,4
K	16,6	3,2	13,4	78,5	13,9	64,6

поорганизмов, тыс/г абсолютно сухого вещества

Сосняк орляково-черничный				Ельник орляково-черничный			
контроль		с люпином		контроль		с люпином	
образца, см							
0—1	5—10	0—1	5—10	0—1	5—10	0—1	5—10
1009	592	1145	734	2160	630	2277	804
1006	326	1912	388	1141	378	2049	418
1377	461	1592	522	2677	645	2862	754
373	79	436	193	650	73	778	84
32	4	36	7	76	9	99	15
64	7	73	10	26	8	77	12
186	51	468	44	490	43	768	57

вышает емкость биологического круговорота, но и способствует накоплению углерода и азота в наиболее насыщенной корнями растений слое почвы. Аналогичные данные получены и для других типов сосновых и еловых лесов.

Ускорение смыкания крон. Улучшение условий почвенного питания в культурах с люпином способствует повышению прироста не только центрального, но и боковых побегов крон деревьев. Это и приводит к более быстрому смыканию крон. Обмеры проекций крон в культурах сосны и ели, выполненные на постоянных пробных площадях, свидетельствуют о том, что смыкание культур с люпином в зависимости от типа леса и густоты посадки происходит на 3—5 лет раньше, чем контрольных. При этом нарастание диаметров крон соответствует увеличению диаметров стволов. В условиях сосняка верескового в культурах с люпином Б. Д. Жилкиным [12] отмечено уменьшение отношения диаметра кроны к диаметру ствола.

Улучшение роста древесных пород. Результаты исследований на постоянных и временных пробных площадях в наиболее распространенных типах сосновых лесов Белоруссии свидетельствуют о длительном положительном действии и последствии люпина на сохранность, показатели роста и массу древесины (табл. 29). Самые высокие относительные прибавки по массе в зависимости от типа леса отмечены после 4- и 14-летнего совместного произрастания сосны и люпина. С увеличением возраста культур, изреживанием и выпадением люпина относительная прибавка по массе стволовой древесины

Таблица 29. Показатели роста культур сосны

Вариант	Возраст, лет	Срок действия люпина, лет	Число стволов, шт/га	Средние		Сохранность, %	Сумма площадей сечения, м²/га	Масса, м³/га	В процентах к контролю
				Н, м	Д, см				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосняк вересковый									
Контроль	11	—	3974	1,1	1,2	60	0,40	1,0	100
С люпином	11	4	4867	1,6	1,7	73	1,22	2,6	263
Контроль	16	—	3974	2,6	3,1	60	2,98	7	100
С люпином	16	9	4810	3,3	3,5	72	4,57	14	200
Контроль	18	—	3974	3,2	4,6	60	6,76	17	100
С люпином	18	11	4807	4,2	5,2	72	10,09	33	194
Контроль	21	—	3961	4,3	5,2	59	8,32	33	100
С люпином	21	14	4583	5,6	6,2	69	13,75	62	188
Контроль	27	—	3961	6,6	7,3	59	16,64	67	100
С люпином	27	20	4452	8,5	8,2	67	23,60	114	170
Контроль	29	—	3541	8,5	7,7	53	16,64	82	100
С люпином	29	22	4361	9,6	8,5	65	24,86	139	169
Контроль	31*	—	2700	9,2	9,5	40	19,17	98	100
С люпином	31*	24	2550	10,5	10,8	38	23,46	138	170
Сосняк орляково-брусничный									
Контроль	8	—	6775	1,0	1,0	68	0,68	1,3	100
С люпином	8	4	7900	1,3	1,4	79	1,58	2,6	200
Контроль	15	—	6625	3,6	3,4	66	5,96	18	100
С люпином	15	11	6375	3,8	5,1	64	12,75	58	322
Контроль	19	—	5880	4,7	5,2	59	2,35	39	100
С люпином	19	15	5400	6,6	8,4	54	29,70	78	202
Контроль	24	—	5025	8,4	9,1	50	32,66	102	100
С люпином	24	20	1625	10,3	10,5	46	10,24	156	153
Контроль	26	—	5010	9,5	9,4	50	35,19	134	100
С люпином	26	22	4580	11,4	11,5	46	47,63	213	159
Контроль	28*	—	2275	11,7	11,0	23	21,61	127	100
С люпином	28*	24	2125	13,2	13,0	21	28,26	182	143
Сосняк орляково-черничный									
Контроль	7	—	8000	0,8	1,0	80	0,80	0,5	100
С люпином	7	4	6250	1,4	1,5	62	1,25	0,7	145
Контроль	13	10	7950	3,0	3,0	80	5,56	14	100
С люпином	13	10	5100	4,2	4,1	51	6,68	22	157
Контроль	17	—	7200	5,0	4,6	72	12,24	40	100
С люпином	17	14	4900	6,5	6,7	49	17,15	71	178
Контроль	20	—	7075	7,2	6,2	71	21,22	99	100
С люпином	20	17	4575	8,2	8,6	46	26,54	126	127
Контроль	22	—	7040	7,8	6,8	70	25,34	116	100
С люпином	22	19	4220	9,0	9,2	42	27,85	147	127
Контроль	26*	—	2700	11,6	10,1	27	21,60	130	100
С люпином	26*	23	2100	12,8	12,5	21	25,83	179	138

Примечание.* — возраст проведения рубок ухода.

постепенно снижается во всех типах леса. Максимальная прибавка массы стволовой древесины учтена в сосняках вересковом и орляково-брусничном. Превышение по массе в 29-летнем сосняке вересковом составляет 57 м³/га (69 %), в 26-летнем сосняке орляково-брусничном — 79 (59), в 22-летнем сосняке орляково-черничном — 31 м³/га (27 %). Средняя ширина годовичных колец в сосняке вересковом с люпином за последние 12 лет была на 36 %, в орляково-брусничном — на 49 % выше, чем без люпина [22, 23].

В условиях сосняка верескового культуры с люпином имеют более высокую сохранность, чем контрольные. Это связано с выполнением люпином защитной функции. В сосняке орляково-брусничном в период максимального развития люпина сохранность культур была более высокой по сравнению с контрольными, а в дальнейшем естественное изреживание в культурах с люпином протекало более интенсивно. В сосняке орляково-черничном, отличающемся повышенным естественным плодородием почвы, в культурах с люпином сохранность культур более низкая, чем в контрольных. В этих условиях в первые годы отмечено угнетение сосны люпином.

В оставленных без рубок ухода исследуемых молодняках к 26—30-летнему возрасту отмечено накопление мелких отставших в росте деревьев и снижение прироста по высоте и диаметру у большинства деревьев I—III класса продуктивности. Проведенными первыми рубками ухода весной 1977 г. количество деревьев было приближено к оптимальному в данном возрасте и созданы более благоприятные условия для дальнейшего роста и развития деревьев и древостоев. В условиях сосняка верескового на контроле вырублено 11 м³/га, в варианте с люпином — 32, орляково-брусничного — соответственно 41 и 86, орляково-черничного — 21 и 18 м³/га.

По данным учета [12], через 40 лет после введения люпина в культуры сосняка верескового все показатели роста в них выше, чем в контрольных (табл. 30). Интенсивнее протекает процесс естественного изреживания, увеличивается количество деревьев I—III класса продуктивности и общая масса стволовой древесины.

Данные хода роста показывают, что общая продуктивность культур с люпином в 25-летнем возрасте была выше, чем контрольных, на 79 %, 35-летних — на 67 и 47-летних — на 45 %.

Таблица 30. Показатели роста культур сосны

Показатели роста	Вариант		В процентах к контролю
	контроль	с люпином	
Возраст, лет	47	47	—
Количество жизнеспособных деревьев, шт/га	2250	2112	94
Количество сухостойных и валежных деревьев, шт/га	1300	2000	154
Средняя высота, м	13,6	15,8	116
Средний диаметр, см	12,7	14,0	110
Сумма площадей сечения жизнеспособных деревьев, м ² /га	28,5	32,6	114
Сумма площадей сечения сухостойных и валежных деревьев, м ² /га	4,2	10,0	238
Масса древесины жизнеспособных деревьев, м ³ /га	202	263	130
Масса древесины сухостойных и валежных деревьев, м ³ /га	21	61	290
Количество деревьев I—III классов продуктивности, шт/га	1262	1388	110

Продолжительность влияния многолетнего люпина на показатели роста ели изучали на постоянных пробных площадях, заложенных в условиях ельников орляково-брусничного, орляково-черничного и кисличного. Максимальная продолжительность учтенного влияния люпина на культуры ели составляет 19 лет. Данные учета (табл. 31) показывают, что влияние люпина на показатели роста зависит от продолжительности совместного произрастания его с елью и типов леса. В условиях ельника орляково-брусничного первые годы после введения люпина наблюдалась конкуренция за свет, влагу и элементы питания между елью и люпином. Через 7 лет прибавка по запасу составляла 43 %, через 11—225 % по отношению к контролю. В дальнейшем относительная прибавка постепенно уменьшалась, а абсолютная оставалась более высокой.

В условиях ельника орляково-черничного влияние многолетнего люпина на физиологические функции хвои, показатели роста ели стало заметно уже на 2—3-й год после его посева. После 11-летнего совместного произрастания ели и люпина прибавка по запасу составляла 217 %. В последующие годы отмечено изреживание посевов люпина под смыкающимся пологом ели и снижение относительной прибавки показателей роста. Аналогичные результаты получены в ельнике кисличном.

Таблица 31. Показатели роста культур ели

Вариант	Возраст, лет	Срок дей- ствия лю- пина, лет	Число ство- лов, шт/га	Сохран- ность, %	Средние		Сумма пло- щадей се- чения, м ² /га	Масса, м ³ /га	В процен- тах к контролю
					Н, м	Д, см			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ельник орляково-брусничный

Контроль	11	—	4885	98	1,5	1,4	0,98	1,4	100
С люпином	11	7	4690	94	1,7	1,7	1,17	2,0	143
Контроль	13	—	4820	96	1,7	1,9	1,45	2,5	100
С люпином	13	9	4460	89	2,6	2,5	1,78	4,6	184
Контроль	15	—	4650	93	2,2	2,2	1,86	4	100
С люпином	15	11	4380	88	4,0	3,1	3,28	13	325
Контроль	22	—	4810	96	5,5	5,4	11,06	42	100
С люпином	22	18	4266	85	7,8	8,3	23,04	113	269

Ельник орляково-черничный

Контроль	7	—	8820	88	0,7	0,8	0,80	0,6	100
С люпином	7	—	8050	80	0,7	0,7	0,74	0,5	83
Контроль	10	—	8790	88	0,9	1,0	0,88	0,8	100
С люпином	10	3	8010	80	1,2	1,1	0,80	0,9	112
Контроль	11	—	8790	88	1,0	1,1	0,88	0,9	100
С люпином	11	4	8000	80	1,5	1,4	1,60	1,7	189
Контроль	17	—	8680	87	2,4	2,2	3,47	8	100
С люпином	17	10	7970	80	4,0	3,4	7,17	20	250
Контроль	18	—	8200	82	3,2	2,8	4,92	12	100
С люпином	18	11	7480	75	4,6	4,2	10,47	38	317

Ельник кисличный

Контроль	11	—	11260	85	1,0	1,2	1,13	1,1	100
С люпином	11	3	11140	84	1,3	1,4	2,23	2,9	264
Контроль	12	—	11260	85	1,3	1,4	2,25	2	100
С люпином	12	4	11140	84	1,9	1,7	2,78	5	250
Контроль	18	—	11260	85	4,3	4,0	14,64	45	100
С люпином	18	10	11140	84	5,4	4,7	19,42	70	156
Контроль	27	—	9540	72	8,1	7,0	36,25	174	100
С люпином	27	19	9300	70	9,3	7,7	43,60	238	137
Контроль	27*	—	3560	27	10,2	9,3	24,06	140	100
С люпином	27*	19	3580	27	10,8	9,5	25,34	146	104

Примечание.* — возраст проведения рубок ухода.

На сохранность культур ели многолетний люпин в исследуемых типах леса существенного влияния не оказывает. Особенно это касается культур с последующей формой введения люпина. Имевшее место различие в сохранности культур связано с другими причинами.

Влияние люпина на плодоношение сосны. Обогащение почвы органическим веществом и азотом в культу-

рах с люпином не только способствовало улучшению роста сосны, более интенсивному протеканию физиологических процессов в хвое, но и снижению возраста возмужалости. Обстоятельные исследования по этому вопросу проведены Ю. Н. Азиевым [50]. Полученные данные свидетельствуют о снижении возраста возмужалости у сосны на 5—10 лет. Средний урожай шишек в условиях сосняков брусничных, орляково-брусничных и орляково-черничных в культурах с люпином возрастал в 2—2,5 раза, а в отдельные годы в 8,4 раза. Аналогичные данные получены и по среднему урожаю семян. Качество семян улучшается за счет биохимического состава, размеров и массы. Повышение количества и увеличение качества семян в сосновых молодняках и семенных плантациях под влиянием многолетнего люпина заслуживает внимания как в теоретическом, так и в практическом отношении.

Повышение устойчивости, водоохраных, защитных и других функций насаждений. Исследования, выполненные различными авторами, свидетельствуют о снижении повреждаемости культур сосны с многолетним люпином майским хрущом, численности подкорного клопа и повышении смертности гусениц соснового шелкопряда. В них формируется более благоприятный количественный и качественный состав почвенной мезофауны, общий зоологический фон и нетипичная микориза. Хорошо развитая зеленая масса, полученная в Негорельском учебно-опытном лесхозе начиная со второго года после посева его в междурядьях лесных культур, защищает леса от низовых пожаров. Травостой люпина, высеваемого вдоль дорог, на просеках и противопожарных разрывах, используется для локализации лесных пожаров. Скашивание массы люпина после созревания и опадения семян способствует отрастанию и снижению пожарной опасности в период осенних пожарных максимумов.

Более равномерное распределение и глубокое проникновение корней сосны в культурах с люпином способствует закреплению песчаных почв, крутосклонов и откосов, повышению ветроустойчивости и выполняемых ими защитных и водоохраных функций.

Продолжительное цветение, многоформенность, хорошие декоративные качества, морозоустойчивость, нетребовательность к плодородию почвы и другие полезные свойства позволяют использовать многолетний люпин

для улучшения эстетических свойств лесов рекреационных зон в широком экологическом ареале.

Зеленая масса люпина, скашиваемая в фазе незрелых бобов, может быть использована на удобрение как заменитель навоза, а в случае применения безалкалоидных многолетних люпинов — для приготовления силоса.

9. УХОД ЗА ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ С МЕЖДУРЯДНОЙ КУЛЬТУРОЙ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА

Введение многолетнего люпина в посадки древесных растений по способу сопутствующей или последующей культуры — мероприятие сравнительно кратковременное. После смыкания крон древесных растений в междурядьях люпиновый травостой сильно изреживается и уже не оказывает того положительного действия на почву, которое характерно для сплошных сомкнутых посевов.

Исследованиями на объектах кафедры лесоводства Белорусского технологического института установлено, что срок эффективного действия междурядной культуры люпина при густоте посадок сосны 7—12 тыс. шт/га составляет: в сосняках вересковых — 10—15 лет, в сосняках брусничных, мшистых — 8—12, в черничных и орляковых — 7—10 лет. В посадках сосны и ели с меньшей исходной густотой, с междурядьями шире 2 м длительность эффективного действия люпинового травостоя ограничивается на протяжении 20 лет условиями его самовозобновления, конкуренцией с сопутствующей травянистой и кустарниковой растительностью. По нашим наблюдениям, многолетний люпин, введенный в междурядья лесных посадок, практически не исчезает из древостоев на протяжении 60—70 лет. Однако длительность существования сомкнутого травостоя ограничена указанными выше причинами.

Продлить срок эффективного действия междурядной культуры многолетнего люпина можно с помощью рубок ухода. Восстановление сомкнутого травостоя достигается путем проведения осветлений в случае чрезмерного разрастания сопутствующих мелколиственных древесных пород (березы или осины), а в чистых по составу древо-

стоях проведением ранних прочисток в возрасте 12—15 лет.

Важным является определение оптимальной степени изреживания древостоев. В этом случае для максимального возможного развития люпинового травостоя нужно стремиться к проведению сильных степеней изреживания — до 25—35 % от первоначального запаса древостоев.

В этом случае резко возрастает освещенность под пологом леса. В культурах сосны при проведении рубок ухода линейным способом (вырубкой отдельных рядков) освещенность под пологом посадок составляет при вырубке каждого второго ряда 70 %, третьего 45, а при вырубке каждого пятого ряда 25 % от освещенности открытого места. В нетронутых рубками древостое она составляет 7—10 %.

В еловых культурах после проведения рубки освещенность возрастает в несколько меньшей степени, чем в сосняках (20—40 %). В смешанных насаждениях при рубке сопутствующих мелколиственных пород освещенность под пологом увеличивается пропорционально вырубемому запасу.

Многолетний люпин, растущий под пологом леса, быстро реагирует на увеличение светового довольствия. К сожалению, в литературе данные о реакции люпина на рубки ухода недостаточно полны. Но вполне надежные данные получены для насаждений типа сосняк орляково-брусничный (тип лесорастительных условий — свежая суборь В₂). Проведенные в культурах сосны 12-летнего возраста линейные и линейно-селекционные рубки дали следующие результаты.

Урожай люпина до проведения рубок составил всего лишь 1,2—3,3 т/га зеленой массы. Отметим, что урожайность зеленой массы в этих условиях на третий год после посевов люпина в междурядьях культур достигает 20—40 т/га. После проведения рубок люпиновый травостой сильно разросся и урожай зеленой массы при вырубке каждого второго ряда составил 8—9 т/га, при вырубке каждого третьего ряда — 6—7, при вырубке пятого ряда — 4—6 т/га.

Примечательно, что в нетронутых рубкой насаждениях люпиновый травостой продолжал изреживаться. На 4-й год после проведения рубок на контроле урожай зеленой массы снизился с 2,9 до 1,4 т/га.

При проведении рубок ухода не только возрастает освещенность и разрастается люпиновый травостой, но происходит также активизация почвенных и микробиологических процессов. Через 3 года после проведения рубок в еловых насаждениях запасы биогенных веществ в полуметровом слое почвы составляли: гумус — 102—111 %, азот — 110—134, фосфор — 101—177, калий — 104—159 % по отношению к контролю. Сходные результаты получаются и в сосновых насаждениях.

На 4—5 год после проведения рубок ухода наблюдается восстановление сомкнутости древесного полога, снижение освещенности под пологом леса и, как следствие этого, люпиновый травостой вновь изреживается.

Однако в силу инерционности почвенно-микробиологических процессов даже на 10-й год после проведения рубок в почве наблюдается повышенное содержание гумуса и общего азота, особенно при изреживании сильной степени (до 50 % от первоначального запаса). Разумеется, такие степени изреживания могут допускаться лишь в обоснованных случаях.

Улучшение условий почвенного питания положительно сказывается на росте древесных насаждений. При этом надо иметь в виду, что положительный эффект зависит от двух причин: от увеличения площади питания оставшихся после рубки деревьев и от обогащения почвы биогенными веществами, прежде всего гумусом и азотом. Существенную роль играет также увеличение емкости биологического круговорота веществ, достигнутое в первые годы после введения многолетнего люпина в посадки древесных растений.

Как правило, в древостоях, где проводилась рубка, улучшение роста оставшихся на корню деревьев происходит за счет увеличения их диаметров, хотя в еловых древостоях улучшается рост и по высоте. Общий запас древесины в насаждениях, пройденных рубками, будет зависеть от количества вырубленной массы и прироста оставшихся деревьев.

В сосновых культурах двадцатилетнего возраста типа сосняк орляково-брусничный (В₂) прирост древесной массы за 10 лет после проведения прочисток интенсивностью 15—22 % увеличился на 6—17 %, а при более сильных рубках даже немного уменьшился (до 4 %) по отношению к контролю. Хотя в вариантах с сильной рубкой (вырубка 2 и 3 рядов) наблюдается резкое усиление

прироста оставшихся деревьев по диаметру в 1,5—2,0 раза, это не компенсирует вырубленную массу.

В общем виде процесс формирования продуктивности насаждений при комплексном уходе в сосновых насаждениях может быть выражен уравнением

$$П = 0,38М - 0,06 М^2 - 0,12И + 0,33ИЗ,$$

где $П$ — общая продуктивность древостоя за 10 лет после рубки ухода;

$М$ — урожай зеленой массы люпина;

$И$ — интенсивность рубки, % от первоначального запаса;

$ИЗ$ — исходный запас насаждения до рубки.

Цифровые коэффициенты в приведенном уравнении показывают долю вклада каждого фактора в формирование общей продуктивности насаждения. Как видим, наибольший вклад дают исходный запас и урожай зеленой массы люпина.

В еловых насаждениях 32-летнего возраста, по данным В. В. Сарнацкого [45], общая продуктивность под влиянием комплексного ухода возросла с 245 до 341 м³/га.

К сожалению, данных для насаждений более старших возрастов нет, а рубки ухода в возрасте прочисток (10—20 лет) могут быть рентабельны лишь при условии полной реализации получаемой продукции, основную массу которой составляет древесная зелень и мелко-товарная древесина. Однако нужно отметить, что внедрение интенсивных технологий лесовыращивания должно сопровождаться мерами по повышению плодородия лесных почв, что позволит без большой боязни проектировать сравнительно густые насаждения сосны и ели— 5—10 тыс. шт/га с последующими изреживаниями в возрасте ранних прочисток. Изъятие большого количества биомассы из насаждения будет компенсироваться повышением плодородия почв. В этом отношении биологическая мелиорация леса культурой люпина имеет несомненные преимущества, чем использование минеральных удобрений.

10. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСОВ

Экономическая эффективность биологической мелиорации леса культурой многолетнего люпина — одно из решающих условий для широкого внедрения этого мероприятия в практику лесохозяйственного производства.

Учитывая основную особенность лесохозяйственного производства — длительный срок его производства, действующие в различных отраслях народного хозяйства методики определения экономической эффективности новой техники, новых технологий и различных мероприятий для лесного хозяйства в неизменном виде не могут быть применимы. Методические вопросы определения экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий исследовали многие видные лесоэкономисты. Однако единого методического направления в решении этих вопросов выработано не было. Утвержденной отраслевой методики определения экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий нет.

Наибольшее распространение и признание получил методический подход к решению этой проблемы академика В. И. Перехода [32]. Его позиция сводится к тому, что экономическая эффективность лесохозяйственных мероприятий может быть выражена через комплексную продукцию в денежном выражении, приходящуюся на единицу затрат или издержек производства. Им же предложена и методика определения сравнительной эффективности различных мероприятий. Оба эти предложения В. И. Перехода согласуются с «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений», разработанной и утвержденной Госпланом СССР, Госстроем СССР и Президиумом АН СССР в 1969 г., «Методикой определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», утвержденной в 1977 г., а также «Методикой определения экономической эффективности научно-исследовательских работ в лесном хозяйстве», утвержденной Гослесхозом СССР в 1986 г. [51, 24, 25].

Исходя из действующих в народном хозяйстве методик, определяют два основных показателя экономической эффективности — коэффициент общей (абсолютной)

экономической эффективности и сравнительную экономическую эффективность.

На уровне отдельных мероприятий коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности определяется по формуле

$$\mathcal{E}_m = \frac{\Pi}{C + E_n K}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_m$ — коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности отдельных мероприятий;

Π — годового экономического эффект, полученный в результате проведенных мероприятий, руб.;

C — себестоимость годового выпуска продукции, руб.;

K — капитальные затраты на осуществление мероприятий, руб.;

E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений.

Сравнительную экономическую эффективность определяют при сопоставлении различных вариантов задачи и выборе наиболее оптимального из них.

Сравнительная экономическая эффективность характеризуется минимумом приведенных затрат или сравнительным годовым экономическим эффектом.

Приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости и нормативной прибыли

$$Z = C + E_n K, \quad (2)$$

где C — себестоимость единицы продукции (работ), руб.;

K — удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) A_2, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}$ — годового экономического эффект, руб.;

Z_1 и Z_2 — приведенные затраты единицы продукции (работ), производимой с помощью базовой и новой техники, руб.;

A_2 — годового объем производства продукции (работ) с помощью новой техники в расчетном году в натуральных единицах.

Экономический эффект разработки и внедрения систем лесовыращивания, направленных на повышение продуктивности и улучшение качественного состава лесов, согласно «Методике определения экономической эффективности научно-исследовательских работ в лесном хозяйстве» [24], определяется по формуле

$$\Theta = [(\Sigma \Pi_n V_n - \Sigma C_n V_n) - (\Sigma \Pi_0 V_0 - \Sigma C_0 V_0)] A - \Sigma V_n K_{п.п.} \quad (4)$$

где ΣC_0 , ΣC_n — текущие затраты на лесовыращивание за оборот рубки в расчете на 1 га до и после внедрения результатов НИР (затраты на лесохозяйственные мероприятия по выращиванию 1 га леса);

$\Pi_0 \Pi_n$ — цена продукции, получаемой с 1 га леса за оборот рубки (с учетом продукции промежуточного пользования) до и после внедрения;

V_0 , V_n — коэффициенты приведения разновременных затрат и результатов;

A — объем внедрения результатов НИР за расчетный период, га;

V_n — коэффициент приведения предпроизводственных затрат;

$K_{п.п.}$ — предпроизводственные затраты по годам (затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы).

Фактор времени в расчетах экономической эффективности НИР учитывается путем приведения затрат и результатов к одному моменту времени (к начальному или конечному периоду проводимого мероприятия). Приведение осуществляется умножением (делением) затрат и результатов соответствующего года на коэффициент приведения, определяемый по формуле сложных процентов:

$$V = (1 + E_{н.п.})^t, \quad (5)$$

где V — коэффициент приведения;

$E_{н.п.}$ — норматив приведения (0,03);

t — число лет, отделяющее затраты и результаты данного года от момента (года) приведения.

Затраты и результаты, приводимые к началу периода, делятся, а к конечному периоду — умножаются на коэффициент приведения.

Кроме основных показателей имеются дополнительные экономические показатели, характеризующие эффективность НИР. К ним относятся:

прирост прибыли;
экономия от снижения операционных затрат на проведение лесохозяйственных работ (снижение себестоимости продукции);

рост производительности труда;
условное высвобождение работников;
экономия капитальных вложений;
снижение материалоемкости лесохозяйственных работ (продукции) и др.

С учетом вышензложенного разработана схема формирования показателей экономической эффективности биологической мелиорации леса. Все показатели экономической эффективности в схеме разделены на основные и дополнительные. Дополнительные состоят из натуральных, включающих в себя количественные и качественные, и стоимостных. Стоимостные дополнительные показатели — это денежное выражение натуральных показателей.

Основные показатели являются наиболее важными, так как они синтезируют дополнительные показатели и формируются на базе стоимостных. К этим показателям относятся общая (абсолютная) экономическая эффективность и сравнительная экономическая эффективность.

При сопоставлении вариантов мероприятий, различающихся в большей степени по продолжительности цикла, чем по структуре затрат во времени, учет фактора времени может быть ограничен введением в критерий эффективности срока, за который будет получен эффект с момента осуществления затрат. Эффекты по вариантам необходимо привести к единому отрезку времени, без чего коэффициенты эффективности затрат будут несопоставимыми. При этом выявляется вариант с получением на единицу затрат наибольшего среднегодового эффекта за период вкладывания средств.

С учетом фактора времени А. Д. Янушко [54] предлагает использовать следующую формулу для определения экономической эффективности биологической мелиорации леса:

$$K_{б-м} = \frac{100}{t} \frac{(T_1 - T) + D - C}{C}, \quad (6)$$

где T_1 , T — таксовая стоимость запаса насаждений в возрасте рубки соответственно с биологической мелиорацией и без нее;

Д — стоимость прочего положительного эффекта
С — себестоимость проведения биологической мелиорации;

t — время в годах от начала проведения мелиорации до возраста главной рубки.

В этом случае $\frac{100}{t}$ представляет собой коэффициент, учитывающий фактор времени. Чем ниже величина t при одной и той же величине второго сомножителя, тем выше коэффициент экономической эффективности. С увеличением t до 100 лет коэффициент экономической эффективности с учетом фактора времени и без него будет одинаков. Таким образом, учитывать фактор времени имеет смысл в том случае, когда средства вкладываются в мероприятия, дающие эффект через 10—30 лет. Если же мероприятия по повышению продуктивности будут действовать в течение всего периода выращивания, то есть когда величина первого сомножителя будет уменьшаться, а второго увеличиваться, коэффициент экономической эффективности с учетом фактора времени и без него будет иметь примерно одну и ту же величину.

Учитывая то, что биологическая мелиорация леса при сопутствующей и последующей формах введения люпина практически действует в течение всего срока выращивания насаждения, коэффициент экономической эффективности ее вполне можно определять без учета фактора времени. Что же касается введения люпина под полог приспевающего насаждения, то экономическая эффективность этой формы биологической мелиорации должна определяться по формуле (6), то есть с учетом фактора времени.

Экономический эффект биологической мелиорации может быть получен за счет снижения затрат на выращивание древесины, увеличения прироста ее и комплексной продукции в целом против базового варианта, а также за счет дополнительной величины прибыли. Эффект может быть общим за весь период действия мелиорации и среднегодовым.

Экономический эффект от снижения затрат на выращивание древесины определяется по формулам

$$\mathcal{E}_0 = (C_6 - C_л) W_л; \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_r = \frac{(C_6 - C_л) W_л}{t}, \quad (8)$$

где Δ_0 , Δ_r — общий и среднегодовой экономический эффект, руб.;

C_6 , C_l — себестоимость выращивания 1 м³ древесины по базовому и люпиновому вариантам, руб., коп.;

W_l — запас на 1 га в насаждении с люпином, м³;

t — срок действия люпина, лет.

Формулы для определения экономического эффекта биологической мелиорации по комплексной продукции имеют следующий вид:

$$\Delta_{0-к} = (\Sigma П^{к_l} - C_{л^л}) - (\Sigma П^{к_6} - C_{6^л}); \quad (9)$$

$$\Delta_{r-к} = \frac{(\Sigma П^{к_l} - C_{л^л}) - (\Sigma П^{к_6} - C_{6^л})}{t}, \quad (10)$$

где $\Sigma П^{к_l}$, $\Sigma П^{к_6}$ — комплексная продукция люпинового и базового вариантов, руб/га;

$C_{л^л}$, $C_{6^л}$ — себестоимость выращивания 1 га леса по обоим вариантам, руб.;

t — срок действия люпина, лет.

Показатели сравнительной экономической эффективности имеют определенные преимущества перед показателями общей экономической эффективности. Дело в том, что биологическая мелиорация является сравнительно новым мероприятием по повышению продуктивности леса. Насаждения с биологической мелиорацией как опытные, так и производственные имеют еще невысокий возраст (5—15 лет). Запасы древесины в этом возрасте небольшие и с точки зрения народнохозяйственного использования особой ценности еще не представляют. Запасы древесины в этом случае выступают как незавершенное производство. Готовой продукции, по существу, пока нет. Поэтому определить показатель абсолютной экономической эффективности биологической мелиорации для хвойных молодняков первого класса возраста нельзя.

Учитывая это, в качестве критерия экономической эффективности биологической мелиорации в хвойных молодняках следует использовать только два показателя. — минимум затрат на выращивание 1 м³ древесины и экономический эффект от снижения себестоимости продукции, незавершенной производством.

Для определения экономического эффекта биологической мелиорации в молодняках необходимо иметь следующие данные: возраст культур и срок действия люпина, себестоимость выращивания 1 га культур и 1 м³ дре-

Таблица 32. Показатели экономической эффективности биологической мелиорации хвойных молодняков

Порода	Тип леса	Варианты	Возраст культуры, лет	Срок действия люпина, лет	Себестоимость		Запас насаждения, м³/га	Эффект, руб.	
					1 га, руб	1 м³, руб., коп		общий	годовой
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Сопутствующая форма люпина

Сосна	Сосняк орляково-черничный	Контроль	13	—	158,2	3,76	42	—	—
		1 ряд люпина	13	12	164,1	3,28	50	23,9	2,0
		2 ряда люпина	13	12	167,5	2,94	57	46,8	3,9
Сосна	Сосняк вересковый	Контроль	14	—	156,9	15,69	10	—	—
		2 ряда люпина	14	13	166,2	8,31	20	147,6	11,3
Ель	Ельник-кисличник	Контроль	11	—	319,9	177,70	1,8	—	—
		3 ряда люпина	11	7	333,5	101,6	3,3	252,9	36,1
Ель	Ельник кустарниковый	Контроль	21	—	371,5	7,43	50	—	—
		3 ряда люпина	21	19	381,7	5,02	76	183,0	9,6

Последующая форма люпина

Сосна	Сосняк орляково-черничный	Контроль	16	—	173,3	2,99	58	—	—
		1 ряд люпина	16	14	179,2	1,93	93	98,9	7,1
		2 ряда люпина	16	14	182,6	1,60	114	158,3	11,3
Сосна	Сосняк орляково-брусничный	Контроль	19	—	197,8	3,30	60	—	—
		1 ряд люпина	19	15	203,7	2,68	76	47,1	3,1
		2 ряда люпина	19	15	207,1	2,01	103	132,8	8,9
Сосна	Сосняк вересковый	Контроль	22	—	198,7	6,02	33	—	—
		2 ряда люпина	22	15	208,0	3,15	66	189,3	12,6
		3 ряда люпина	22	15	211,4	3,41	62	161,8	10,8

Порода	Тип леса	Варианты	Возраст куль- тур лет	Срок дейст- вия лю- пина лет	Себестоимость		Запас насаж- дений, м³/га	Эффект, руб.	
					1 га, руб	1 м³, руб., коп		общий	годовой
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ель	Ельник кустарниковый	Контроль	18	—	187,7	4,17	45	—	—
		1 ряд люпина	18	10	186,8	2,87	65	71,3	7,1
		2 ряда люпина	18	10	189,1	2,70	70	88,8	8,9
Ель	Ельник-кисличник	Контроль	17	—	176,1	4,52	39	—	—
		1 ряд люпина	17	10	184,2	3,54	52	50,8	5,1
		2 ряда люпина	17	10	186,5	4,05	46	21,4	2,1

веса, запас ее на 1 га. Себестоимость создания культур и затраты по введению люпина можно определять по расчетно-технологическим картам. К этим затратам в зависимости от возраста культур следует добавлять прямые расходы на проведение рубок ухода в молодняках. Косвенные расходы за весь период выращивания молодняков (общепроизводственные, амортизация, противопожарные, лесозащитные, административно-управленческие и др.) берутся по фактическим расходам конкретного лесхоза.

Расчет экономического эффекта биологической мелиорации в хвойных молодняках на примере опытных объектов Негорельского учебно-опытного лесхоза приведен в табл. 32. Показатели общего и годового эффекта определены по формулам (7) и (8).

Величина общего эффекта от снижения себестоимости выращивания древесины в насаждении с люпином при прочих равных условиях зависит от возраста культур, условий местопроизрастания, формы введения люпина и количества высаживаемых рядков. При сопутствующей и последующей (на второй год) формах введения люпина можно значительно сократить средства на проведение дорогостоящих уходов за культурами. В условиях Украины экономия от сокращения уходов в культурах с люпином составляет 52 руб. на 1 га [7].

Показатели общего и ежегодного экономического эффекта выращивания насаждений с люпином в возрасте молодняка имеют в основном теоретическое значение и могут быть использованы только в качестве критерия при обосновании и проектировании мероприятий по биологической мелиорации. Практический эффект от биологической мелиорации может быть получен только в насаждениях более старшего возраста, в основном при рубке спелого леса и при проведении рубок ухода.

Биологическая мелиорация леса культурой многолетнего люпина в практике лесного хозяйства Белоруссии применяется уже более 30 лет. Во многих лесхозах имеются культуры с люпином, возраст которых приближается к 40 годам.

Экономическую эффективность биологической мелиорации в культурах 20 лет и более следует определять, используя формулы (6,9 и 10), то есть с учетом дополнительной продукции в денежном выражении и дополнительных затрат на ее получение.

Показатели экономической эффективности (коэффициент общей экономической эффективности, срок окупаемости затрат и экономический эффект в натуральном и денежном выражениях) можно определять по каждому участку культур с люпином, по лесхозу, области и в целом по БССР. Эффект возможно определять за каждый год в отдельности и за весь период действия биологической мелиорации.

К комплексной продукции биологической мелиорации, которая может быть учтена и оценена, можно отнести древесный запас на корню, продукцию промежуточного пользования, а также стоимость продуктов побочного пользования. Однако, учитывая то, что побочное пользование у нас осуществляется в основном бесплатно, в комплексную продукцию биологической мелиорации следует включать только первые два слагаемых. Среди лесозаготовителей существуют разногласия по вопросу оценки древесного запаса, получаемого в результате тех или иных лесохозяйственных мероприятий. Большинство авторов [6, 8] считают, что стоимость запаса следует учитывать по таксам, другие [27] по стоимости продукции лесозаготовок.

Следует признать, что наиболее правомерный показатель — это корневая стоимость запаса, поскольку оценивается древесина, находящаяся еще на корню. Таксовая цена леса на корню по своему экономическому содержанию складывается из издержек производства на лесовыращивание, фонда накопления на расширенное воспроизводство леса и дифференциального дохода (ренты), то есть она, как и любая другая цена, отражает затраты на производство.

Древесина промежуточного пользования по своему экономическому содержанию представляет собой дополнительную продукцию, получаемую в результате производства основной продукции. Затраты на проведение рубок ухода полностью включаются в себестоимость лесовыращивания. Учитывая изложенное, стоимостную оценку продукции биологической мелиорации, необходимо производить для оставляемой части насаждения по прейскуранту 07—01 «Таксы на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню», для выбираемой части по «Оптовым ценам на лесоматериалы круглые и дрова франколесосека», прейскурант 07—02.

Определять таксовую стоимость оставляемой части

насаждения можно и по качественной цифре, представляющей собой средневзвешенную таксовую цену одного обезличенного кубометра древесины. Использование качественной цифры значительно упрощает и ускоряет расчеты. Качественные цифры по сосне и ели для первых 3-х лесотаксовых поясов и 4-х разрядов такс, применяемых в Белоруссии, приведены в табл. 33 и 34.

Показатели экономической эффективности биологической мелиорации еловых культур по опытному объекту кафедры лесоводства БТИ им. С. М. Кирова приведены в табл. 35. Культурам ели 25 лет, срок действия люпина 21 год. На участке дважды проводились рубки ухода.

Из приведенных данных (табл. 35) следует, что наибольшую эффективную продуктивность, то есть комплексную продукцию, дают культуры ели с люпином; увеличение составляет 31 %. По экономической продуктивности, которая представляет собой стоимостное выражение комплексной продукции, показатели в культурах с люпином более высокие, чем по эффективной. Здесь превышение составляет 40 %. Это объясняется лучшими качественными показателями древостоя за счет более крупного диаметра насаждения.

Себестоимость выращивания 1 га насаждения с люпином выше контроля на 24 %. Такое увеличение произошло за счет дополнительных затрат на введение люпина, а также за счет большего запаса выбираемой древесины при проведении рубок ухода. В то же время себестоимость выращивания 1 м³ древесины, то есть себестоимость продукции, показатель наиболее важный, так как он согласуется с методикой определения себестоимости продукции в промышленности и сельском хозяйстве; в культурах с люпином на 6 % ниже, чем на контроле.

В культурах с люпином на 82 % выше прибыль, получаемая с 1 га леса, и в полтора раза выше рентабельность лесовыращивания в целом.

Дополнительные затраты на выращивание насаждения с биологической мелиорацией в сумме 100 руб/га обеспечивают даже в 25-летнем возрасте дополнительную экономическую продуктивность в 240 руб/га. Полученный коэффициент (2,3) свидетельствует о высокой экономической эффективности данного мероприятия.

В практике лесохозяйственного производства для оп-

Таблица 33. Качественная цифра сосны I класса товарности,

Диаметр средний, см	I пояс				II пояс	
	Разряды такс					
	1	2	3	4	1	2
1	2	3	4	5	6	7
2	1,94	1,14	0,85	0,62	1,50	0,97
4	3,60	2,30	1,66	1,24	3,00	1,80
6	5,00	3,16	2,36	1,80	4,24	2,50
8	6,20	3,80	2,92	2,22	5,28	3,10
10	7,16	4,32	3,40	2,60	6,16	3,58
12	8,00	4,74	3,78	2,84	6,90	4,00
14	8,60	5,10	4,05	3,05	7,38	4,30
16	9,14	5,40	4,30	3,23	7,82	4,58
18	9,58	5,64	4,50	3,38	8,20	4,80
20	9,96	5,86	4,86	3,54	8,52	4,98
22	10,30	6,05	4,82	3,64	8,80	5,15
24	10,60	6,24	4,96	3,76	9,06	5,30
26	10,88	6,42	5,10	3,86	9,30	5,44
28	11,16	6,58	5,23	3,95	9,54	5,60
30	11,38	6,71	5,34	4,03	9,74	5,70
32	11,56	6,81	5,43	4,08	9,92	5,80
34	11,68	6,86	5,47	4,12	9,98	5,86
36	11,74	6,89	5,50	4,14	10,04	5,90
38	11,80	6,91	5,52	4,16	10,10	5,92
40	11,86	6,93	5,53	4,17	10,12	5,94

руб., коп/м³

III пояс

3	4	1	2	3	4
8	9	10	11	12	13
0,75	0,58	1,25	0,81	0,65	0,49
1,45	1,08	2,50	1,60	1,20	0,90
2,08	1,50	3,64	2,26	1,66	1,25
2,55	1,86	4,49	2,70	2,06	1,55
2,90	2,15	5,26	3,08	2,38	1,79
3,20	2,40	5,76	3,36	2,70	1,98
3,44	2,58	6,15	3,62	2,94	2,15
3,66	2,74	6,53	3,85	3,12	2,28
3,82	2,87	6,78	4,02	3,26	2,39
4,00	2,99	7,05	4,18	3,40	2,48
4,12	3,09	7,26	4,31	3,50	2,56
4,26	3,18	7,48	4,45	3,60	2,64
4,38	3,26	7,69	4,57	3,70	2,71
4,48	3,35	7,90	4,70	3,80	2,78
4,56	3,43	8,05	4,79	3,86	2,84
4,64	3,50	8,20	4,87	3,92	2,89
4,68	3,52	8,27	4,91	3,95	2,91
4,72	3,54	8,31	4,93	3,97	2,92
4,73	3,55	8,34	4,95	3,99	2,93
4,74	3,56	8,36	4,96	4,00	2,94

Т а б л и ц а 34. Качественная цифра ели I класса товарности, руб.,

Средний диаметр, см	I пояс				II пояс	
	Разряды такс					
	1	2	3	4	1	2
1	2	3	4	5	6	7
2	1,44	0,90	0,64	0,50	1,35	0,72
4	2,90	1,74	1,22	0,96	2,40	1,45
6	4,00	2,40	1,76	1,34	3,25	2,00
8	4,90	2,92	2,22	1,66	4,08	2,45
10	5,60	3,34	2,60	1,95	4,80	2,80
12	6,22	3,70	2,95	2,19	5,40	3,10
14	6,76	4,02	3,23	2,40	5,86	3,38
16	7,20	4,26	3,45	2,54	6,20	3,60
18	7,60	4,48	3,62	2,68	6,53	3,80
20	7,94	4,68	3,77	2,80	6,83	3,97
22	8,20	4,82	3,89	2,90	7,06	4,10
24	8,42	4,95	4,00	2,98	7,26	4,21
26	8,64	5,08	4,10	3,05	7,44	4,32
28	8,88	5,21	4,20	3,12	7,60	4,44
30	9,08	5,32	4,30	3,19	7,75	4,54
32	9,24	5,42	4,38	3,26	7,89	4,62
34	9,36	5,49	4,44	3,31	8,00	4,68
36	9,46	5,55	4,49	3,35	8,10	4,73
38	9,52	5,59	4,53	3,39	8,18	4,76
40	9,58	5,62	4,56	3,42	8,24	4,79

3	4	1	2	3	4
8	9	10	11	12	13
0,58	0,43	1,00	0,64	0,48	0,36
1,16	0,87	1,94	1,24	0,97	0,73
1,60	1,20	2,71	1,71	1,33	1,00
1,96	1,47	3,36	2,08	1,63	1,23
2,26	1,68	3,95	2,39	1,87	1,43
2,53	1,94	4,46	2,69	2,10	1,60
2,76	2,10	4,86	2,91	2,29	1,74
2,92	2,22	5,18	3,08	2,42	1,83
3,07	2,33	5,48	3,24	2,54	1,92
3,21	2,42	5,70	3,38	2,66	2,01
3,32	2,50	5,88	3,49	2,74	2,07
3,42	2,56	6,04	3,58	2,82	2,13
3,51	2,62	6,19	3,67	2,89	2,18
3,59	2,68	6,33	3,76	2,97	2,23
3,67	2,74	6,47	3,85	3,03	2,27
3,74	2,79	6,60	3,92	3,09	2,31
3,79	2,83	6,71	3,97	3,14	2,35
3,84	2,87	6,79	4,02	3,18	2,38
3,87	2,90	6,85	4,05	3,21	2,40
3,90	2,93	6,89	4,08	3,24	2,42

Таблица 35. Экономическая эффективность биологической мелиорации культур ели

Показатели	Единица измерения	Контроль	С люпином	С люпином в процентах к контролю
1. Запас оставляемой части насаждения	м³	146	187	128
2. Выбираемый запас:				
а) ели	То же	7	9	129
б) березы	»	18	28	156
3. Эффективная продуктивность	м³	171	224	131
4. Качественная цифра ели	руб; коп.	3,26	3,45	106
5. Таксовая стоимость запаса	руб.	476	645	135
6. Стоимость древесины рубок ухода	То же	125	196	157
7. Экономическая продуктивность	руб.	601	841	140
8. Себестоимость лесовыращивания:				
1 га леса	руб.	436	540	124
1 м³ древесины	руб., коп.	2,55	2,41	94
9. Прибыль, га	руб.	165	301	182
10. Рентабельность:				
1 га	%	38	56	147
1 м³	То же	28	43	154
11. Дополнительная экономическая продуктивность	руб.		240	
12. Дополнительные затраты на биологическую мелиорацию	То же		104	
13. Коэффициент экономической эффективности биологической мелиорации			2,3	

ределения фактического экономического эффекта от внедрения биологической мелиорации леса можно использовать и несколько упрощенный способ. В частности, учесть дополнительный запас и его таксовую стоимость только оставляемой части насаждения и затраты на введение люпина по вышеприведенным технологическим картам. Расчеты можно производить на уровне лесхоза или лесхозов области, используя формулу:

$$\mathcal{E} = \sum A_i \Delta W_i T_i - 3 \Sigma A, \quad (11)$$

где $\mathcal{E}$ — экономический эффект, руб.;

A — площадь лесных культур с люпином и с положительной оценкой эффективности его действия, га;

ΔW — дополнительный запас на 1 га, получаемый в результате действия многолетнего люпина, м^3 ;

T — качественная цифра, представляющая собой средневзвешенную таксовую стоимость одного обезличенного м^3 древесины, руб. коп.;

Z — затраты на введение многолетнего люпина, руб/га;

i — интервал, равный 1 году.

Верхняя граница интервала будет соответствовать максимальному возрасту культур с люпином.

Определение фактического экономического эффекта от внедрения биологической мелиорации леса по конкретному предприятию можно производить по форме табл 35.

В табл. 36 приведен пример расчета фактического экономического эффекта. Дополнительный запас на 1 га определен на основании многолетних исследований в вересково-брусничных условиях местопроизрастания, соответствующих сосновым насаждениям II—III бонитета.

Произведенные расчеты по лесхозам некоторых управлений лесного хозяйства БССР показали, что даже при учете только дополнительного древесного запаса на корню и его таксовой стоимости биологическая мелиорация является высокоэффективным мероприятием по повышению продуктивности леса. Величина экономического эффекта по отдельным областям уже к настоящему времени составляет 120—150 тыс. руб. С увеличением возраста культур с люпином показатели экономической эффективности биологической мелиорации леса будут повышаться.

11. АЗОТНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

В земной коре содержится $2,3 \cdot 10^{-2}$ весовых процентов азота, а общие его запасы исчисляются десятками миллиардов тонн. Основная масса азота в почве находится в виде сложных органических соединений, необменно-поглощенных ионов аммония. Удерживается масса азота в кристаллической решетке алюмосиликатных минералов и недоступна растениям. В зависимости от механического состава и генетического горизонта почвы, произрастающих пород, наличия органического веществ-

Таблица 36. Расчет фактического экономического эффекта от внедрения биологической мелиорации леса

Год создания культур с люпином	Возраст культур в 1987 г.	Общая площадь культур с люпином, га	В том числе с положительной оценкой влияния люпина, га (А)	Средний диаметр, см.	Дополнительный запас с 1 га, м ³ (ΔW)	Дополнительный запас с площади культур с люпином, м ³ (площадь из гр. 4	Качественная цифра (II пояс, 2 разряд таксации), руб., коп. (Т)	Таксовая стоимость дополнительного запаса, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1958	30	20	17	9,8	64	1090	3,50	3810
1959	29	23	20	9,8	59	1180	3,50	4130
1960	28	7	6	9,7	55	330	3,49	1150
1961	27	10	8	9,6	50	400	3,48	1390
1962	26	49	41	9,5	46	1880	3,45	6480
1963	25	59	50	9,2	41	2050	3,43	7030
1964	24	138	117	8,8	37	4330	3,36	14550
1965	23	156	132	8,4	33	4350	3,28	14270
1966	22	140	120	8,0	29	3480	3,20	11130
1967	21	216	183	7,6	26	4760	3,12	14850
Итого	—	818	694	—	—	23850	—	78790

ва, лесорастительной зоны и других факторов валовое содержание азота колеблется в довольно широких пределах. В дерново-подзолистых почвах зоны хвойно-широколиственных лесов наблюдается дефицит азота. В гумусовом горизонте песчаных и супесчаных почв содержится 0,04—0,12 % валового азота, суглинистых—0,10—0,15, глинистых — 0,10—0,25 %. Обеспеченность растений азотом связана со скоростью минерализации азотистых органических соединений и содержанием в почве легкогидролизуемых его форм.

Древесные растения в процессе жизнедеятельности в большей мере потребляют аммиачный азот, в меньшей—нитратный. Интенсивность процесса образования аммиака и нитратов в значительной мере зависит от природы органического вещества и условий внешней среды. Содержание легкогидролизуемых соединений азота составляет 3—5 % от валовой его массы. В зависимости от водного, воздушного и теплового режима, механического состава и кислотности почвы, наличия органического вещества и валовых запасов азота масса гидролизуемых форм колеблется в пределах 10—150 кг/га и более. Около 50 % легкогидролизуемого азота представлено азотом аммиака и нитратов. В лесных почвах содержание

Таблица 37. Содержание азота в гумусовом горизонте почвы

Тип леса	Форма азота					
	валовой		легкогидро- лизующий		аммиачный нитратный	
	%	кг/га	мг/кг	кг/га	мг/кг	кг/га
Сосняк вересковый	0,05—0,09	600—1100	15—20	18—24	6—10	7—12
Сосняк мшистый	0,06—0,10	900—1600	18—37	28—58	8—16	12—25
Сосняк черничный	0,06—0,12	1100—2200	20—42	36—76	10—20	18—36

различных форм азота и обеспеченность растений довольно низкие (табл. 37).

Значение азота в жизни растений связано с тем, что он входит в состав белков, алкалоидов и других соединений, выполняющих важнейшие функции в процессе жизнедеятельности растений. Снижение содержания азота в фитомассе растений быстро и четко сказывается на окраске хвои (листьев), образовании репродуктивных органов и т. д. Содержание его в массе растений колеблется в очень широких пределах. Наиболее богаты азотом хвоя, ветви и мелкие корни. При этом азот в растении очень подвижен и быстро перемещается к точкам роста.

В процессе образования прироста растения потребляют из воздуха и почвы значительное количество углерода, азота и зольных элементов. Часть из них закрепляется в компонентах лесного фитоценоза, часть возвращается на поверхность почвы и в почву и часть отчуждается и вывозится с заготовленной древесиной и различными фракциями фитомассы. Использование всех частей древесных растений и компонентов приводит к обеднению почвы азотом и зольными элементами. С этим связана необходимость пополнения их проведением различных лесохозяйственных мероприятий с целью поддержания продуктивности насаждений на прежнем или более высоком уровне.

Неисчерпаемым источником азота является атмосфера. Над каждым гектаром земной поверхности в воздухе удерживается свыше 70 тыс. т азота, но для большинства растений он недоступен. Особое положение по

отношению к источникам азотного питания занимают бобовые растения, которые усваивают атмосферный азот при помощи клубеньковых бактерий и нуждаются в дополнительном азотном питании только в начале развития.

Ежегодно на поверхность почвы поступает до 3—5 кг/га атмосферного азота, преобразованного под действием грозových разрядов до форм аммиака и нитратов. Свободноживущие микроорганизмы (главным образом азотобактер) при благоприятных условиях способны ежегодно ассимилировать до 10—30 кг/га азота, а клубеньковые бактерии в симбиозе с бобовыми растениями за вегетационный период — до 300 кг/га азота [12].

Интенсивность азотфиксации зависит от вида бобовых растений, температуры, влажности и реакции почвы, размера клубеньков, содержания органического вещества, элементов питания и других факторов. Установлено, что недостаток влаги и воздуха в почве, резкие колебания температуры, повышенная кислотность почвы значительно снижают активность азотфиксирующих микроорганизмов. Нейтральная и слабокислая реакция почв является наиболее благоприятной для развития клубеньковых бактерий. Высокая обеспеченность почвы органическим веществом, подвижным фосфором и калием, а также микроэлементами (молибденом и бором) усиливает образование клубеньков и в несколько раз повышает активность бактерий. Повышенное содержание минеральных форм азота в почве снижает фиксацию молекулярного азота бобовыми растениями. При обильном питании бобовых азотом клубеньки образуются с большим опозданием и в меньшем количестве. В этом случае снижается значение бобовой культуры как азотособиравателя. Этот факт необходимо учитывать при подборе, размещении и использовании биомелиорантов для обогащения лесных почв и улучшения роста древесных пород. Максимальная активность клубеньковых бактерий наблюдается в период цветения. Так как бобовые растения в дополнительном азотном питании нуждаются только в начальный период развития, они могут успешно произрастать на почвах с благоприятным азотным режимом, обогащать их органическим веществом и азотом, усиливать процессы минерализации, повышать емкость и интенсивность биологического круговорота веществ. Применение их снижает затраты труда, средств и доро-

гостоящих удобрений и предотвращает загрязнение окружающей среды.

По данным Д. Н. Прянишникова [12], 1 га клевера ежегодно может связать 150—160 кг/га атмосферного азота, люпина — 160—170, люцерны — 250—300, сои — 100, вики, фасоли и гороха — 70—80 кг/га.

Опытами с применением стабильного азота N_{15} установлено, что 25—35 % азота бобовых используется растениями, а 65—75 % включается в общий фонд органического вещества почвы и повышает ее потенциальное плодородие.

Доля участия бобовых растений и связанная с ней фиксация атмосферного азота в естественном покрове лесов невелики. Для использования естественных сил природы для обогащения лесных почв азотом необходимо расширять посевы и сохранять естественные заросли бобовых растений. Особенно это касается типов леса с низкой обеспеченностью почв и растений азотом, рекреационных и других лесов, где в результате систематического применения азотных удобрений может произойти загрязнение почвы минеральными формами азота и привести к неблагоприятному воздействию на компоненты лесных биогеоценозов.

Повышение содержания в почве и лесном фитоценозе азота может привести к нарушению сложившегося соотношения между элементами почвенного питания и ухудшению роста растений. При необходимости соотношение азота и зольных элементов может быть улучшено внесением отдельных элементов с удобрениями.

При оценке обеспеченности лесных почв и нужд растений в азоте и зольных элементах рекомендуется использовать: визуальную диагностику условий питания растений по внешним признакам; диагностику условий произрастания по растениям-индикаторам; косвенные методы по размерам хвои (листьев); массу биогенных элементов в хвое (листьях), лесной подстилке и почве; биохимическую активность подстилки и почвы; вегетационный, балансовый и другие методы. Так как при использовании биомелиорантов может произойти изменение соотношения $N:P:K$ и связанное с этим появление признаков фосфорного, калийного и другого голодания, при визуальной оценке будут описаны внешние признаки не только азотного голодания.

Методы диагностики. *Визуальная диагностика усло-*

вий питания по внешним признакам. Визуальная диагностика применяется при необходимости приблизительно оценить условия роста древесных растений в каких-то условиях. Приблизительно об условиях почвенного питания растений можно судить по цвету хвои (листьев), приросту центрального и боковых побегов, общему состоянию растений и другим признакам. Каждый из элементов питания выполняет в растительном организме специфические функции и в большинстве случаев не может быть заменен другим. Недостаток элемента в почвенном растворе вызывает различные изменения. В литературе описаны внешние признаки [49], с помощью которых можно судить об обеспеченности древесных растений элементами питания.

При азотном голодании хвоя имеет бледно-зеленый с желтоватым оттенком цвет, наблюдается раннее осеннее пожелтение и опадение хвои, уменьшается охвоенность и прирост центрального и боковых побегов, ухудшается репродуктивная способность и общее состояние деревьев и древостоев.

При фосфорном голодании хвоя укорочена и имеет сероватый, серовато-зеленый, фиолетовый или красновато-бронзовый цвет, растение отстает в росте, замедляется образование репродуктивных органов, удлиняется период созревания семян. При очень сильном голодании в тканях растений замедляется синтез белков, а в тканях растений накапливается нитратный азот. Это может вызвать нарушение белкового обмена, особенно на фоне высоких доз азота. Визуально это не улавливается, но это должно настораживать лесоводов и при обнаружении признаков фосфорного голодания необходимо принимать меры по его предотвращению.

При недостатке калия кончики хвои сосны приобретают голубовато-зеленый цвет с медно-коричневым оттенком или коричневую пятнистость. У хвои ели появляется хлорозный желтый цвет, в последующем побурение и отмирание кончиков, задерживается одревеснение побегов, отмирают ветви в верхней части кроны.

При недостатке магния наблюдается хлороз и золотистость кончиков хвои сосны и ели, светлая пятнистость и раннее опадение, замедление роста. При недостатке кальция наблюдается пожелтение и побурение кончиков хвои сосны.

При недостатке серы и железа уменьшаются размеры

хвои, появляется хлороз и удлинение побегов.

При обнаружении подобных признаков голодания лесоводам следует применять комплекс мероприятий, направленных на улучшение условий почвенного питания и роста растений. Среди мероприятий биологической мелиорации должно отводиться не последнее место. Особенно там, где наблюдается азотное голодание.

Оценка условий питания по растениям-индикаторам. Живой напочвенный покров является зеркалом условий местопроизрастания. Он широко используется лесоводами для характеристики леса и лесорастительных условий. Каждому типу лесорастительных условий, наличию или недостатку в почве питательных веществ характерна определенная индикаторная растительность. Например, показателем нитрификации является иван-чай, щелочности — крапива, повышенной кислотности — щавель, бедности почвы элементами питания и влагой — кошачья лапка, овсяница овечья и другие. Признаком азотного голодания является отсутствие в покрове нитрофильных растений (малины, земляники). На основании этих признаков рекомендуются меры по улучшению условий почвенного питания.

Размеры хвои для оценки обеспеченности растений и почв элементами питания можно определить по шкале оценки, предложенной М. Вайчисом и А. Руткаускасом (табл. 38).

Таблица 38. Шкала оценки плодородия лесных почв по длине хвои [5]

Балл	Обеспеченность почв элементами питания	Интервалы длины хвои, мм	
		сосны	ели
1	Низкая	18,9	8,9
2		19,0—26,9	9,0—9,9
3		27,0—34,9	10,0—10,9
4		35,0—42,9	11,0—11,9
5	Средняя	43,0—50,9	12,0—12,9
6		51,0—58,9	13,0—13,9
7		59,0—66,9	14,0—14,9
8		67,0—74,9	15,0—15,9
9	Высокая	75,0—82,9	16,0—16,9
10		83,0	17,0

При низкой обеспеченности почвы элементами питания длина хвои сосны не превышает 43 мм, ели — 12 мм.

Такие почвы необходимо улучшать с помощью мелиоративных мероприятий.

Масса биогенных элементов (листовая диагностика). Потребление элементов питания является сложным физиологическим процессом, который зависит от концентрации почвенного раствора, подвижности элементов, кислотности, биологических особенностей растений и условий окружающей среды. Из одной и той же почвы различные растения потребляют неодинаковое количество химических элементов и в разном их соотношении. У растений не совпадают максимумы и минимумы потребления элементов. Чем энергичнее протекают в растении физиологические процессы, тем интенсивнее поступают минеральные вещества в корневую систему растений и вегетативные органы.

В основе метода листовой диагностики лежит выявленная в процессе длительных массовых исследований связь между содержанием важнейших элементов, условиями и показателями роста растений. При нормальном развитии растений потребность различных видов растений в элементах минерального питания довольно постоянна. Особенно это касается общего уровня потребления питательных веществ, количества их, которое используется растениями на создание единицы сухого вещества, и соотношения между отдельными элементами. Метод может быть использован только в случае, когда плохое состояние растений, изменение цвета хвои или пониженное содержание элемента связано с условиями питания.

Сотрудниками БелНИИЛХ по результатам исследований и обобщения литературных данных определено оптимальное содержание азота и зольных элементов в однолетней хвое сосны и ели для 40—60-летних насаждений Белоруссии (табл. 39).

Т а б л и ц а 39. Оптимальное содержание основных питательных веществ в однолетней хвое сосны и ели, в % к сухой массе
[49]

Порода	N	P	K	Ca	Mg
Сосна	1,6—1,7	0,14—0,15	0,50—0,60	0,25—0,30	0,09—0,10
Ель	1,1—1,2	0,13—0,18	0,60—0,70	0,40—0,50	0,08—0,13

Данные о содержании азота и зольных элементов в хвое сосновых и еловых насаждений слабого и оптимального роста приведены в табл. 40, а данные об обеспеченности еловых насаждений азотом — в табл. 41. Сравнивая данные по конкретному насаждению с табличными, можно судить об условиях питания и необходимости их улучшения.

Таблица 40. Содержание элементов питания в хвое сосны и ели по И. Верманну [49]

Породы	Содержание, в % к абсолютно сухой массе				
	N	P	K	Ca	Mg
Насаждения слабого роста					
Сосна	0,7—1,6	0,06—0,10	0,30—0,45	<0,05	0,05—0,09
Ель	0,8—1,3	0,05—0,11	0,15—0,33	<0,10	0,02—0,07
Насаждения оптимального роста					
Сосна	1,8—3,2	0,20—0,30	0,55—0,90	0,05—0,24	0,06—0,13
Ель	1,2—2,0	0,13—0,20	0,45—1,25	0,08—1,33	0,11—0,20

Таблица 41. Обеспеченность еловых насаждений азотом [49]

Уровень обеспеченности	Бонитет	Содержание азота в хвое, %		
		по Тамму	по Штребелю	по Небе
Не обеспечены	Ниже III	0,8—1,0	<1,12	<1,20
Средний	II—III	1,1—1,3	1,12—1,33	1,20—1,30
Хороший	II	—	>1,33	1,31—1,35
Очень хороший	I	>1,6	—	>1,35

Сведения о динамике содержания азота и зольных элементов в хвое сосны и ели в связи с сезоном года, возрастной и типологической структурой насаждений широко представлены в лесоводственной литературе. Сравнение экспериментальных данных с литературными по данному региону позволяет давать правильную оценку обеспеченности почв и растений азотом и зольными элементами.

Полученные нами данные по химическому составу хвои сосновых и еловых молодняков I—III класса бонитета свидетельствуют о недостаточной обеспеченности их азотом. Особенно это касается лесных культур, созданных на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования, и на местах гравийных карьеров.

Для определения уровня обеспеченности растений

азотом отбор образцов хвои для химического анализа рекомендуется проводить в 9 и 10 ч утра с южной стороны верхней трети крон 15—20 деревьев I—III класса продуктивности в период максимума потребления элемента породой (для сосны — с половины июля до половины сентября, для ели — с половины мая до половины июля). Масса средних образцов хвои в сыром состоянии 30—50 г. При необходимости определения нескольких элементов рекомендуется пользоваться методикой [49].

Биологическая активность подстилки и почвы. Биологическая и ферментативная активность [14] может очень точно характеризовать диагностические различия в почвах разной степени окультуренности и связанной с нею обеспеченностью растений азотом и зольными элементами. Для сравнительной оценки биологической и ферментативной активности почв предлагается ряд шкал (табл. 42, 43).

Т а б л и ц а 42. Шкала для оценки обеспеченности почв ферментами [14]

Степень обеспеченности почвы	Катализа, см ² /га, О ₂ за 1 мин	Дегидрогеназа, ТФФ на 10 г за 24 ч	Инвертаза, мг на 1 г за 24 ч	Уреаза, мг NH ₃ на 10 г за 24 ч	Фосфатаза, мг Р ₂ О ₅ на 10 г за 1 ч
Очень бедная	<1	<1	<5	<3	<0,5
Бедная	1—3	1—3	5—15	3—10	0,5—1,5
Среднеобогатенная	3—10	3—10	15—50	10—30	1,5—5,0
Богатая	10—30	10—30	50—150	30—100	5,0—15,0
Очень богатая	>30	>30	>150	>100	>15,0

Т а б л и ц а 43. Шкала для оценки обеспеченности почв микроорганизмами [14]

Степень обеспеченности почвы	Общее количество бактерий, млрд/г	Количество бактерий на МПА	Количество бактерий на средах Эшби, Чапека, КАА	Сухая биомасса, кг/га	
				бактерий	грибов
Очень бедная	<1	<1	<2	<42	<120
Бедная	1—2	1—2	2—4	42—85	120—400
Среднеобогатенная	2—5	2—5	4—10	85—170	400—1200
Богатая	5—10	5—10	10—20	170—340	1200—4000
Очень богатая	>10	>10	>20	>340	>4000

Вегетационный и балансовый методы. Вегетационный метод позволяет создать абсолютно одинаковые условия корневого питания растений, но из-за мощной корневой системы и ограниченных объемов и размеров вегетационных сосудов в лесном хозяйстве он не нашел широкого применения. Вегетационные сосуды в зависимости от целей опыта могут заполняться водным раствором, песком или почвой. С помощью этого метода можно установить влияние отдельных химических элементов на диагностические внешние признаки, физиологические функции и рост древесных растений, оптимальную потребность в химических веществах на создание единицы массы сухого вещества и др.

Балансовый метод дает возможность определить уровень почвенного питания. Он основан на точном учете количества химических элементов, вовлекаемых в биологический круговорот, и позволяет выявить недостаток или избыток химических элементов в почвенном растворе и необходимость регулирования потребности и соотношения между ними в течение вегетационного периода. Для разных пород установлено оптимальное соотношение азота, фосфора и калия в относительных процентах. Для сосны соотношение $N : P : K = 67 : 7 : 26$, для ели — $60 : 9 : 31$. Нарушение оптимального соотношения между основными элементами питания может быть отрегулировано проведением мелиоративных мероприятий.

12. УЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСА

Учет изменений, происходящих в насаждениях, подвергшихся биомелиорации в научных целях, ведется в стационарах и на постоянных пробных площадях.

В производственных условиях необходимо подобрать объекты для закладки пробных площадей после ознакомления с таксационными материалами и лесным фондом одновременно с рекогносцировочным обследованием. Обследование в натуре проводят с целью получить представление о состоянии участков насаждений, где был введен многолетний люпин. Полученные данные предлагается свести в форму 1.

Ф о р м а 1. Описание культур с люпином

Лесни- чество	Квар- тал, выдел	Тип леса и лесорастительных условий	Площадь лесных культур с люпином, га	Год создания культур	Порода, состав	Год введения люпина	Агротехника введения люпина	Состояние	
								древес- ных пород	люпина

Пробные площади, заложенные для изучения влияния многолетнего люпина на рост культур-фитоценозов, должны иметь контрольную секцию и секции с различными вариантами введенного люпина. Вариантами могут служить культуры разной густоты, полноты и размещения с различной густотой посева люпина, разными сроками его введения, различной продолжительностью действия и др. Пробные площади желательно заложить в насаждениях разных возрастных категорий, располагать их можно рядом и на некотором удалении друг от друга, но обязательно должна соблюдаться однородность насаждений и почвенно-грунтовых условий. Поэтому, подобрав контрольную секцию и секцию с люпином, необходимо заложить рядом с ними почвенные разрезы, описать их, установить однородность почвенно-грунтовых условий и взять образцы для агрохимического анализа. Влияние многолетнего люпина на рост древесных растений изучают методом сравнительного анализа. Индивидуальный пересчет деревьев проводят отдельно для каждой секции по форме 2.

Ф о р м а 2. Ведомость индивидуального пересчета деревьев на пробной площади

Вариант опыта	Номер дерева	Порода	Диаметры, см			Класс		Высо- та	Сос- тоя- ние
			СЮ	ЗВ	сред- ний	роста	про- дук- тив- ности		

Сплошной учет сохранившихся деревьев и посадочных мест на пробных площадях дает возможность определить их сохранность и влияние на них многолетнего люпина (форма 3).

Ф о р м а 3. Влияние многолетнего люпина на сохранность культур

Вариант опыта	Год создания культур	Год введения люпина	Возраст культур, лет	Количество деревьев		Исходная густота	Сохранность, %
				на секции	на 1 га		

Люпиновую фитомассу учитывают на 20—30 учетных площадках размером 1×1 м, равномерно расположенных по диагонали пробной площади. Данные о самовозобновлении и накоплении сырой массы люпина нужно занести в форму 4.

Ф о р м а 4. Количество растений и урожай фитомассы многолетнего люпина

Вариант опыта	Год		Количество, тыс. шт/га			Сырая масса, кг/га		
	учета	жизни люпина	кустов	всходов	всего	надземной части	корней	всего

Задачи учета и анализа сводятся к следующему:

1. Учесть влияние многолетнего люпина на фитоклимат, агрохимические свойства почвы и ее биологическую активность; интенсивность физиологических, биохимических процессов и радиальный прирост древесных пород.

2. Выявить сравнительную эффективность длительно-го воздействия многолетнего люпина на рост культур в зависимости от формы его введения, срока действия и условий местопроизрастания.

3. Установить закономерность влияния люпина на рост и продуктивность сосновых, еловых, дубовых и других насаждений в течение всего периода лесовыращивания (до возраста главной рубки).

4. Найти возможность продления срока эффективно-го действия междурядной культуры многолетнего люпина путем проведения рубок ухода различными способами и разной интенсивности и других лесохозяйственных мероприятий.

5. Проанализировав результаты учета, дать общее заключение о лесоводственной и экономической эффективности междурядной культуры многолетнего люпина в условиях данного лесничества и конкретные рекомендации производству по введению люпина.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев Е. К., Рубанов В. С., Довбан К. И.* Зеленое удобрение. — Мн.: Ураджай, 1970. — С. 192.
2. *Баранник Л. П., Калинин А. М.* Лес на промышленных пустынях. — Кемерово, 1976. — С. 52.
3. *Берегова Т. С., Лахтанова Л. И.* Повышение продуктивности леса методом биологической мелiorации. — Мн.: БелНИИНТИ, 1978. — С. 16.
4. *Вавилов П. П., Посыпанов Г. С.* Бобовые, азот и проблема белка // Вест. сельскохозяйственной науки. — 1978. — № 9. — С. 44—56.
5. *Вайчис М., Руткаускас А.* Школа оценки плодородия лесных почв и производительности насаждений. — Каунас: ЛитНИИЛесхоз, 1973. — С. 8.
6. *Васильев П. В.* Экономика использования и воспроизводства лесных ресурсов. — М.: АН СССР, 1983. — С. 366—381.
7. Влияние люпина на рост и развитие лесных культур. — М.: ЦБНТИ, 1976. — 2 с.
8. *Воронин И. В., Сенкевич А. А., Бугаев В. А.* Экономическая эффективность в лесохозяйственном и агролесомелиоративном производствах. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — С. 174.
9. *Довбан К. И.* Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии. — Мн.: Ураджай, 1981. — С. 206.
10. *Григорьев В. П., Гвоздев В. К.* Комплексный уход в сосновых молодняках. — Мн.: БелНИИНТИ, 1976. — С. 4.
11. *Григорьев В. П., Хуссейн Р. К.* Влияние рубок ухода и многолетнего люпина на рост сосновых молодняков // Лесовед. и лесн. хоз-во. — 1986. — Вып. 21. — С. 53—55.
12. *Жилкин Б. Д.* Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой люпина. — Мн.: Вышэйшая школа. — 1974. — С. 254.
13. *Зайцев Г. А., Моторин Л. В., Данько В. М.* Лесная рекультивация. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — С. 49—150.
14. *Звягинцев Д. Г.* Биологическая активность почв и шкала для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. — 1978. № 6. — С. 48—54.
15. Закладка и выращивание лесосырьевых плантаций ели и сосны. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. — 107 с.
16. Использование люпина с целью удобрения почв в лесных питомниках в Судетах // Лесоводство и агролесомелиорация. — 1978. — № 2. — С. 14.
17. *Каар Э. В.* Лесная рекультивация отвалов, образующихся при открытой разработке горючего сланца в Эстонской ССР // Тез. докл. координационного совещания. — Тарту, 1975. — С. 10.
18. *Камышков А. В.* Многолетний люпин — резерв растительного белка. — Л.: Колос, 1984. — С. 77.
19. *Колеберда Т. Н.* Повышение продуктивности лесонасаждений на отвалах путем биологической мелиорации // Интенсификация лесохозяйственного производства на базе внедрения достижения науки и передового опыта. — Харьков, 1978. — С. 44—46.
20. *Колеберда Т. Н., Данько В. Н.* Биологические методы интенсификации роста культур на промышленных отвалах // Лесн. хоз-во. — 1979. — № 4. — С. 44—46.

21. Козловская Н. В., Парфенов В. Н. Хорология флоры Белоруссии. — Мн.: Наука и техника, 1972. — С. 312.
22. Лахтанова Л. И., Берегова Т. С. Эффективность длительного влияния люпина на рост культур сосны // Лесоведение и лесное хозяйство. — Мн.: Высшая школа, 1979. — Вып. 14. — С. 60—64.
23. Лахтанова Л. И., Берегова Т. С. Эффективность длительного влияния многолетнего люпина и продуктивность еловых культур // Лесовед. и лесн. хоз-во. — Мн.: Высшая школа, 1983. — Вып. 18. — С. 42—44.
24. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений // Вопр. изобретательства, 1977. — № 7. — С. 46—65.
25. Методика определения экономической эффективности научно-исследовательских работ в лесном хозяйстве. — М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1986. — С. 153.
26. Мироненко А. В. Физиология и биохимия люпина. — Мн.: Наука и техника, 1965. — С. 204.
27. Моисеев Н. А., Полянский Е. В., Туркевич И. В., Рубцов М. В. Методические вопросы определения экономической эффективности мероприятий по воспроизводству и использованию лесных ресурсов // Лесн. хоз-во. — 1969, — № 12. — С. 4—11.
28. Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик. — М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1977. — С. 36.
29. Орловский В. Б., Стерин Л. З., Воробьев В. Н. Лесомелиоративная защита малых рек и озер Белоруссии. — Мн.: Ураджай, 1983. — С. 160.
30. Орловский В. Б., Поджаров В. К., Воробьев В. Н. Защитное лесоразведение в Белоруссии. — Мн.: Ураджай, 1980. — С. 135.
31. Пастернак Г. М., Усцкий И. М., Ладных Л. Ф. Влияние растений азотосбিরателей на потенциальную устойчивость сосны против корневой губки // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев, 1981. — С. 33—38.
32. Переход В. И. Методы установления эффективности мероприятий по повышению продуктивности лесов западных и центральных районов страны // Повышение продуктивности лесов Западных и Центральных районов СССР. — Мн.: 1962. — С. 41—46.
33. Повышение урожайности семенных деревьев сосны культурой многолетнего люпина: Информ. листок № 272. — Киров, Кировский ЦНТИ. — 1976. — С. 3.
34. Поджаров В. К. Агротехника введения многолетнего люпина в культуры сосны. — Мн.: Ураджай, 1967. — С. 47.
35. Растениеводство. — М.: Агропромиздат, 1986. — С. 512.
36. Рекомендации по созданию лесных культур сосны и ели с люпином. — Мн., 1978. — С. 35.
37. Рихтер И. Э. Интенсивность разложения вещества в почвах сосняка и ельника орляково-брусничных // Лесовед. и лесн. хоз-во. — Мн.: Высшая школа, 1976. — Вып. 11. — С. 49—54.
38. Рихтер И. Э. Изменение агрохимических свойств почвы в ельнике орляково-брусничном под влиянием люпина и минеральных удобрений // Лесовед. и лесн. хоз-во. — Мн.: Высшая школа, 1977. — Вып. 12. — С. 31—36.
39. Рихтер Т. А. Качественный состав органического вещества подстилки и почвы в культурах ели // Лесовед. и лесн. хоз-во. — Мн.: Высшая школа, 1979. — Вып. 14. — С. 27—31.

40. Рихтер И.Э., Рихтер Т. А. Влияние многолетнего люпина на состав органического вещества почв сосняков // Ботаника. — Мн.: Наука и техника, 1986. — Вып. 27. — С. 58—64.
41. Рихтер Т. А. Ферментативная активность лесной подстилки культур сосны и ели // Лесовед. и лесн. хоз.-во. — Мн.: Высшая школа, 1978. — Вып. 13. — С. 54—58.
42. Рихтер И. Э., Карбанович А. И., Рихтер Т. А. Влияние люпина на продуктивность и микрофлору почвы культур ели // Экология и защита леса. Патология леса и охрана природы. — Л., 1983. — С. 6—11.
43. Ронконен Н. И. Повышение эффективности лесовосстановительных мероприятий на Севере. — Петрозаводск, 1977. — С. 23.
44. Сельниш С. Х., Даниланс З. А. Рекультивация гравийных песчаных карьеров облесением в Латвийской ССР: Тез. докл. координационного совещания. — Тарту, 1975. — С. 263—264.
45. Сарнацкий В. В. Влияние комплексного ухода на формирование и продуктивность ельников Белоруссии; Автореф. дис..... канд. с.-х. наук. — Мн., 1984. — С. 18.
46. Сельскохозяйственная энциклопедия. — М.: Сов. энцикл.; 1972. — Т. 3. — С. 820—828.
47. Сельскохозяйственная энциклопедия. — М.: Сов. энцикл. 1974. — Т. 5. — С. 102—103.
48. Сляднев А. Комплексный способ выращивания сосновых насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — С. 103.
49. Победов В. С., Шиманский П. С., Волчков В. Е., Прокшин Д. Н. Справочник по применению удобрений в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — С. 184.
50. Справочник работника лесного хозяйства. 4-е изд. перераб. и доп. — Мн.: Наука и техника, 1986. — С. 24.
51. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений // Экон. газета. — 1969. — № 39. — С. 11—12.
52. Усцкий И. М. Влияние растений-азотособирателей на рост сосны и ее экологическую устойчивость против корневой губки // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев, 1981. — № 61. — С. 38—43.
53. Шаповалов В. Ф., Трепачев Е. П. Удобрение сераделлы // Агрохимия. — 1986. — № 1. — С. 69—75.
54. Экономика лесного хозяйства СССР. — М.: Высш. шк., 1980. — С. 282—316.
55. Юркевич И. Д., Гельтман В. С., Парфенов В. И. Сероольховые леса и их хозяйственное использование. — Мн.: АН БССР, 1963. — С. 144.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Современное состояние биологической мелиорации . .	4
2. Основные формы применения и использования многолет- него люпина в лесном хозяйстве	14
3. Биоэкологические особенности и ботаническая характе- ристика биомелиорантов	19
4. Объекты биологической мелиорации, подбор объектов, пла- нирование, масштабы, перспективы	43
5. Агротехника работ по биологической мелиорации . .	45
6. Вредители и болезни люпина и борьба с ними . . .	60
7. Технология биологической мелиорации лесных культур .	68
8. Биологическая мелиорация и продуктивность насаждений	77
9. Уход за лесными насаждениями с междурядной культурой многолетнего люпина	91
10. Экономическая эффективность биологической мелиорации лесов	95
11. Азотное питание растений и методы диагностики . .	111
12. Учет результатов биологической мелиорации леса . .	121
Литература	124

Производственное издание

Григорьев Виктор Павлович, Рихтер Иосиф Эдуардович,
Лахтанова Лариса Ивановна, Берегова Тамара Семеновна

БИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ЛЕСОВ

Заведующий редакцией Э. И. Липницкий. Редактор В. А. Халипов. Обложка художника С. В. Стрельского. Художественный редактор П. Ф. Барздыко. Технический редактор М. М. Соколовская. Корректоры К. А. Степанова, Е. В. Павлова.

ИБ № 1978

Сдано в набор 27.06.88. Подписано в печать 10.03.89. АТ 11158. Формат 84×108^{1/32}. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 6,72. Усл. кр.-отт. 7,04. Уч.-изд. л. 6,5. Тираж 1300 экз. Заказ 1289. Цена 35 к.

Издательство «Ураджай» Государственного комитета Белорусской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220600, Минск-4, проспект Машерова, 11.

Типография «Победа». 222310, Молодечно, ул. В. Тавлая, 11.