

630<sup>x</sup>2  
Б48

Белорусский технологический институт имени С.М.Кирова

630<sup>x</sup>231, 3391:582.475

На правах рукописи

**БЕРЕГОВА Тамара Семеновна**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ  
СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ КУЛЬТУРОЙ  
МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА**

**Специальность 06.03.03 - Лесоведение,  
лесоводство и защитное лесоразведение;  
лесные пожары и борьба с ними**

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

Минск - 1980

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте  
имени С.М.Кирова

Научный руководитель - доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор

**МИЛКИН Б.Д.**

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**РАХТЕЕНКО И.Н.**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
**ЕГОРЕНКОВ М.А.**

Ведущее предприятие -  
Министерство лесного хозяйства БССР

Защита состоится "5" марта 1980 г. в 10 часов  
на заседании специализированного совета К.056.01.01 по присуж-  
дению ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук в Бе-  
лорусском технологическом институте им.С.М.Кирова по адресу:  
220630, Минск, ул.Свердлова 13 а, корпус 4, ауд.240.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского  
технологического института им.С.М.Кирова

Автореферат разослан "28" января 1980 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент

**РИХТЕР И.Э.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Повышение продуктивности лесов - одна из важнейших задач лесного хозяйства. Необходимость ее ускоренного решения подчеркивается в Основах лесного законодательства Союза СССР и союзных республик. Конкретные меры по повышению продуктивности лесов в десятой пятилетке предусмотрены в решениях XXV съезда КПСС.

В системе мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов, все более широкое применение находит биологическая мелиорация леса междурядной культурой многолетнего люпина. Многолетний люпин, как средство повышения продуктивности леса, начал широко применяться в лесохозяйственной практике. Только в лесхозах Белоруссии площадь лесных культур с люпином составляет 17,0 тыс.га, а ежегодный объем работ по люпинизации достиг 3,0 тыс.га.

5640 ар  
Имеющиеся исследования по биологической мелиорации леса относятся в основном к изучению кратковременного (5-10-летнего) влияния люпина на рост хвойных древостоев. Стационарные объекты по биологической мелиорации, заложенные кафедрой лесоводства БТИ им.С.М.Кирова, дают возможность изучать длительное (15-50-летнее) влияние люпина на рост сосновых и еловых культурфитоценозов и уже сейчас сделать вывод о лесоводственной и экономической эффективности этого мероприятия.

Требуется обобщения также производственный опыт применения люпина в качестве средства повышения продуктивности хвойных молодых насаждений.

Цель и задачи исследования. Цель настоящей работы - изучить длительное влияние многолетнего люпина многолиственного на продуктивность сосновых и еловых культурфитоценозов на опытных и производственных объектах и определить эффективность биологической мелиорации в насаждениях разного возраста.

Задачи исследования сводятся к следующему:

- выявить сравнительную эффективность длительного влияния многолетнего люпина на рост сосновых и еловых культур в зависимости от формы его введения, срока действия и условий местопроизрастания;

- определить влияние биологической мелиорации на радиальный прирост сосны и ели;

- установить закономерность влияния люпина на рост и продуктивность сосновых насаждений в течение всего периода лесовыращивания (до возраста главной рубки);

- обобщить результаты производственного опыта биологической мелиорации леса культурой многолетнего люпина в лесхозах БССР;

- на основе массовых данных определить экономическую эффективность биологической мелиорации леса.

Объекты исследования. Объектами исследования послужили стационары кафедры лесоводства в Негрельском учебно-опытном и Ярцевском опытно-показательном лесхозах, а также производственные сосновые и еловые культуры с люпином Барановичского, Узденского, Ивацевичского, Гродненского и других лесхозов БССР.

Научная новизна результатов. Впервые проведены исследования длительного влияния многолетнего люпина на рост и продуктивность сосны и ели. Установлено, что биологическая мелиорация оказывает существенное влияние на основные таксационные показатели насаждений в течение всего периода их выращивания и дает на одном гектаре в возрасте главной рубки дополнительно до 140 м<sup>3</sup> древесины сосны. Изучение радиального прироста сосновых культур с многолетним люпином показало перспективность этого метода при исследовании влияния лесохозяйственных мероприятий на продуктивность насаждений. Разработана и апробирована методика определения и оценки величины эффекта биологической мелиорации культурой люпина и выявлена эффективность этого мероприятия. Впервые обобщен и проанализирован производственный опыт биологической мелиорации в лесхозах БССР.

Практическая ценность работы. Проведенные исследования теоретически и практически доказывают сравнительно высокую эффективность влияния люпина на рост насаждений в течение длительного времени. Практическое применение разработанных с нашим участием рекомендаций позволит повысить продуктивность и устойчивость к вредителям и болезням культур сосны и ели в лесхозах Белоруссии.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на ежегодных конференциях по итогам научно-исследовательских работ Белорусского технологического института им.С.М.Кирова (1973-1979), республиканских конференциях в г.Минске (1969), Бресте (1975), Днепрпетровске (1978), Каунасе (1979) и всесоюзных конференциях в Петрозаводске (1976) и Архангельске (1978). Рекомендации по введению люпина в насаждения сосны и ели обсуждены и приняты

научно-техническим советом Министерства лесного хозяйства БССР.

Диссертационная работа обсуждена и рекомендована к защите кафедрами лесоводства, экономики и организации производства и кафедрой дендрологии и физиологии растений БТИ им.С.М.Кирова.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций производству, приложения. Список литературных источников включает 236 наименований, из них 20 на иностранных языках. Работа изложена на 215 страницах машинописного текста (основной текст на 144 страницах), иллюстрирована 14 рисунками, содержит 39 таблиц. В приложении даны расчетно-технологические карты по созданию культур сосны и ели с люпином на 23 страницах.

Публикация результатов исследования. По материалам исследований опубликовано 18 научных работ, общим объемом 8,2 печатных листа.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

Биологическая мелиорация леса культурой многолетнего люпина, как недорогое и эффективное средство повышения плодородия почвы, занимает важное место в системе мероприятий по повышению продуктивности леса. Изучено многостороннее влияние этой культуры на лесные фитоценозы, накоплен большой опытный материал, имеется обширная литература.

Среди отечественных исследований по применению многолетнего люпина в лесохозяйственных целях необходимо отметить работы В.К.Алексеева (1951, 1959), В.И.Богоявленского (1941), Д.Н.Прянишникова (1945), Г.Н.Незабудкина (1965), А.И.Гончара (1966), Н.А.Обозова (1950, 1957), И.С.Мелехова (1966, 1968, 1973), В.С.Шумакова (1966), А.И.Воронцова и С.С.Ижевского (1966, 1972) и др. В зарубежной лесоводственной литературе - работы Видемана (1932), Виттиха (1954, 1956), Немеца (1954), Бредов-Штехова (1962, 1963) и др.

Особо следует выделить комплексные исследования по использованию люпина в лесном хозяйстве Б.Д.Жилкина (1951, 1962, 1966, 1974) и его учеников: Ю.Н.Азиева (1970, 1972, 1974), В.К.Подмарова (1958, 1967), В.П.Григорьева (1960, 1964), И.Э.Рихтера (1966, 1975, 1976), М.А.Егоренкова (1966, 1977), Л.И.Лахтановой (1969), Л.Н.Рожкова (1971), В.Н.Толкача (1969, 1971), Т.С.Береговой (1972, 1978) и др.

Исследованиями установлено, что биологическая мелиорация леса культурой люпина значительно повышает запасы стволовой древесины сосновых и еловых молдняков, увеличивает плодоношение сосны, ее смолопродуктивность и устойчивость против пожаров, энто- и фитовредителей.

Большинство исследователей изучало влияние люпина на рост лесонасаждений за сравнительно короткий (5-10 лет) срок его действия. В связи с этим нет ясности, как будет изменяться продуктивность насаждений в последующие годы. Недостаточно исследовано изменение радиального прироста в насаждениях с люпином. Слабо разработаны вопросы лесоводственной и экономической эффективности биологической мелиорации сосновых и еловых насаждений.

Учитывая это, настоящая работа и посвящена изучению длительного влияния многолетнего люпина на ход роста сосновых и еловых насаждений по высоте, диаметру и запасу. В ней рассматриваются вопросы прогнозирования роста сосново-люпиновых насаждений до возраста главной рубки; вопросы радиального прироста древесины как наиболее тонкого индикатора результатов влияния люпина на увеличение диаметра и запаса насаждения. Довольно широко исследуются вопросы лесоводственной и экономической эффективности биологической мелиорации.

Развитие биологической мелиорации в лесхозах БССР. Собранный и проанализированный нами по всем лесхозам республики материал об объеме и характере люпинизации лесных культур показал, что в Белоруссии за последние 25 лет люпин в лесные культуры введен на площади 17,4 тыс. га (табл. I).

Многие лесхозы республики серьезно занимаются вопросами повышения продуктивности лесов путем введения люпина в лесные культуры. Так, например, в Минском, Барановичском, Ивацевичском, Пружанском и некоторых других лесхозах площадь лесных культур с люпином составляет 600-700 га. Вместе с тем есть лесхозы, в которых работы по введению люпина начали проводиться только с 1978 года (Лунинецкий, Столинский), в других - объем этих работ невелик (Житколичокский, Жлобинский, Лельчецкий).

Люпин для повышения продуктивности лесов в производственных условиях БССР используется с 1954 г., но объем работ в первые годы был небольшим и носил опытный характер. С 1963 г. работы по люпинизации лесных культур несколько расширились и с 1972 г. составляли более одной тысячи в год, в 1977 г. - свыше двух и в

1978 г. свыше трех тысяч гектаров.

Т а б л и ц а I  
Объем работ по биологической мелиорации леса в БССР  
(на I.I.1979 г.)

Областные управления лесного хозяйства	Площадь лесных культур с люпи- ном, тыс. га	Средняя пло- щадь л/куль- тур с люпи- ном в га на один 1000 га лес- хоз	пло- щадь л/куль- тур с люпи- ном в га на один 1000 га лес- хоз	Процент л/к-р с люпином в общем объеме искусств. лесоразведения в:			Форма введения люпина, %	
				1965	1974	1978г.	сопут- ствую- щая	послед- ующая
Брестская	3,0	250	4,5	0,5	3,9	18,1	8,1	91,9
Витебская	1,9	112	2,2	1,3	2,5	4,5	15,8	84,2
Гомельская	1,8	86	1,3	0,2	0,7	8,6	40,6	59,4
Гродненская	2,7	270	4,5	1,1	2,6	10,2	15,9	84,1
Минская	4,1	205	3,7	1,3	4,0	12,7	17,4	82,6
Могилевская	3,3	300	4,4	1,3	2,7	16,5	15,3	84,7
Негорельский лесхоз	0,6	645	48,1	76,0	11,0	10,0	25,0	64,1
Всего	17,4	189	3,2	0,9	2,7	11,3	16,8	82,6

Удельный вес лесных культур с люпином в общем объеме искусственного лесоразведения к настоящему времени достиг 11,3%. В практике лесного хозяйства наибольшее распространение получила последующая форма введения люпина (83%). Люпин вводился в основном в сосновые и сосново-березовые культуры.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований явились постоянные пробные площади кафедры лесоводства БТИ им.С.М.Кирова в Негорельском учебно-опытном, Молодечненском, Воложинском и Ярцевском опытно-показательном лесхозах.

Эффективность влияния люпина на рост сосны сопоставлялась с действием минеральных удобрений и березы. Для этого исследовались стационары, где имелись варианты с внесением в насаждение минеральных удобрений и закладывались пробные площади в сосново-березовых культурах с долей участия березы в количестве от одной до трех единиц.

Пробные площади, заложенные в производственных лесхозах, размещены в основном в центральной части БССР. Имеются пробные площади также в Северном, Западных и Юго-Западном районах.

Всего было исследовано и проанализировано 23 опытных объекта, в состав которых вошли 68 секций, отражающих различные варианты введения люпина, возраст культур, их породный состав, условия местопроизрастания, срок действия люпина и т.д.

Исследованием охвачены различные условия местопроизрастания, начиная от бедных вересковых ( $A_1$ ) и кончая богатыми дубняково-снытьевыми ( $D_3$ ).

Таким образом, собранный материал охватывает все применяемые формы введения люпина, довольно широкий диапазон возраста лесных культур и продолжительности действия люпина, а также наиболее распространенные в Белоруссии типы леса.

Изучение влияния многолетнего люпина на продуктивность хвойных насаждений проводилось по общепринятым в таксации и лесоводстве методикам. Исследование велось методом сравнения показателей роста по высоте, диаметру, запасу и общей продуктивности пород в культурах с люпином и на контроле. Полученные таксационные показатели обработаны методом вариационной статистики.

На трех пробных площадях определялись весовые показатели биологической массы сосны по методике А.А.Молчанова, В.В.Смирнова (1967) с учетом методических указаний В.В.Антанайтиса и В.В.Загреева (1969). Для изучения радиального прироста на 16 секциях 6 пробных площадей с последующей и подпологовой культурой люпина у деревьев сосны клином Орлова брались висечки древесины на глубину 14-20 годичных слоев. Ширина годичных слоев измерялась при помощи микроскопа МБС-1 с точностью до 0,05 мм. Относительные величины прироста (индексы) вычислены по методике Т.Т.Битвинкина (1974).

Почвенные исследования проводились только на пробных площадях, заложенных в производственных лесхозах. Для характеристики почвенно-грунтовых условий стационаров Негорельского учебно-опытного лесхоза использовались опубликованные данные Б.Д.Жилкина (1974) и И.Э.Рихтера (1971).

Продукция биологической мелиорации, древесина наличного запаса и отпад, оценивались по прейскурантам 07-01, 07-01-03 и 07-02, исходя из средних по БССР поясов и разрядов цен. Себестоимость выращивания леса с мелиорацией и без нее - по методике И.В.Воронина и С.А.Масленикова (1957).

При определении экономической эффективности биологической мелиорации использованы основные положения типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений (1969)



и методики определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (1977).

В качестве критерия экономической эффективности были использованы следующие показатели: а) коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности; б) сравнительная эффективность, выраженная через величину эффекта; в) уровень рентабельности.

Экономический эффект рассчитан общий (за весь период действия мелиорации) и среднегодовой. Величина его в насаждениях I-III классов возраста образуется за счет снижения затрат на выращивание древесины, а в насаждениях старшего возраста - за счет дополнительной комплексной продукции в стоимостном выражении.

Для определения экономического эффекта от снижения затрат на выращивание древесины нами были предложены следующие формулы:

$$Э_{о.с.} = (C_{б} - C_{л.}) \cdot Z$$

$$Э_{г.с.} = \frac{Э_{о.с.}}{B}$$

где:  $Э_{о.с.}$  и  $Э_{г.с.}$  - общий и среднегодовой экономический эффект, руб.

$C_{б}$  и  $C_{л.}$  - себестоимость выращивания I м<sup>3</sup> древесины по базовому и люпиновому вариантам, руб. коп.;

$Z$  - запас на I га в насаждении с люпином, м<sup>3</sup>;

$B$  - срок действия люпина, лет.

Для определения экономического эффекта биологической мелиорации по комплексной продукции  $Э_{о.п.}$  применены формулы следующего вида

$$Э_{о.п.} = (\sum P_{л.} - C_{л.}) - (\sum P_{б.} - C_{б.})$$

$$Э_{г.п.} = \frac{Э_{о.п.}}{B}$$

где  $\sum P_{л.}$  и  $\sum P_{б.}$  - комплексная продукция люпинового и базового варианта, руб/га;

$C_{л.}$  и  $C_{б.}$  - себестоимость выращивания I га леса по обоим вариантам, руб.;

$B$  - срок действия люпина, лет.

По этим формулам была определена величина экономического эффекта биологической мелиорации в исследованных нами вариантах.

#### ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Изучение 68 вариантов хода роста культур сосны и ели по высоте, диаметру и запасу свидетельствует о значительном увеличении под действием люпина основных таксационных показателей.

Хорошие результаты дает сопутствующая форма люпина при создании культур 3-4-летними саженцами. Так, 7-13-летнее действие люпина на рост культур сосны и ели, созданных 3-4-летним посадочным материалом в Негорельском учебно-опытном и Ярцевском опытно-показательном лесхозах повысило продуктивность этих культур в два раза. На бедных почвах, в условиях сосняка верескового, люпин, введенный одновременно с посадкой однолетних семян сосны, за 13 лет своего действия увеличил запас насаждения на 100%. В более богатых орляково-черничных условиях произрастания под 12-летним влиянием люпина запас сосновых культур увеличился на 19-36%, причем лучшие результаты дал однорядный посев люпина (36%).

Последующая форма введения люпина повышает продуктивность сосновых и еловых культур в 1,5-2,0 раза. Более значительную прибавку по запасу дает двухрядный посев люпина. Результаты трехрядного посева близки к двухрядному. При однорядном посеве показатели несколько ниже.

Как правило, рядовой посев люпина дает лучшие результаты, чем посев вразброс.

На богатых почвах многолетний люпин оказывает более эффективное влияние на рост культур, чем на бедных. Аналогичную закономерность для минеральных удобрений отмечают Дейвис, Гаркарт и Макинтош (1978).

Смешанные сосново-березовые культуры менее продуктивны, чем чистые сосновые с люпином. Дополнительный запас в 26 и 45-летних культурах сосны с березой составляет 24 и 19% по отношению к контролю, а в культурах сосны с люпином соответственно 28 и 27%.

Подпологовая культура заслуживает особого внимания, поскольку дополнительный запас может быть получен и реализован в сравнительно короткий срок. Введение люпина под полог 32-летнего сосняка мшистого обеспечило за 8-летний период его удобряющего действия увеличение запаса на 32 м<sup>3</sup>, или на 14%.

Наши исследования на стационаре 3<sup>B</sup>, заложенном в Негорельском учебно-опытном лесхозе, по изучению влияния многолетнего люпина и минеральных удобрений на повышение продуктивности приспевающего (в возрасте 90 лет) сосняка брусничного II бонитета, проводились на протяжении 10 лет. На стационаре пять вариантов с двойной повторностью; контроль без рыхления, контроль с рыхлением почвы (двойное, вдоль и поперек, фрезование) и три варианта опытов - посев люпина, посев люпина по фону удобрения P<sub>70</sub>K<sub>60</sub>Ca<sub>2</sub> т/га и вне-

сение комплексного удобрения  $N_{60}P_{70}K_{60}Ca_2$  т/га.

По отношению к контролю, прирост в варианте с люпином увеличился в 2,3 раза, с люпином по фону удобрения в 2,6 раза и с минеральными удобрениями в 1,5 раза. Получен дополнительный запас древесины: в первом случае 31, втором - 39 и третьем - 13 м<sup>3</sup> с одного гектара.

Исследованиями установлено, что срок действия минеральных удобрений составляет 5-6 лет. За пределами этого времени они полностью используются или вымываются из почвы и в последующие годы на рост насаждения влияния не оказывают. Полученные нами данные подтвердили это положение. Люпин и люпин по фону минеральных удобрений дает большую органическую массу и спустя 10 лет после его введения, удобряя тем самым почву и способствуя дальнейшему повышению продуктивности насаждений.

Эффективность длительного влияния люпина на ход роста культур сосны. Многолетние исследования, проведенные нами на стационарах Негорельского учебно-опытного лесхоза, а также данные, опубликованные по этим стационарам ранее, позволили изучить длительное влияние многолетнего люпина на рост культур сосны в сосняке вересковом и орляково-брусничном начиная с 8-летнего возраста и до 55 лет.

Установлено, что и спустя 21 год после введения люпина в культуры показатели роста сосны по высоте, диаметру и запасу выше, чем на контроле. Одновременно выявлена закономерность, заключающаяся в том, что с увеличением возраста процент превышения запаса культур с люпином в обоих типах леса снижается, а абсолютная величина его увеличивается (табл.2).

Стационар 5<sup>а</sup> является весьма важным объектом для изучения длительного влияния люпина на рост культур сосны. На основании неоднократных обмеров и анализа модельных деревьев, испытавших 40-летнее влияние люпина, составлен прогноз хода роста насаждения.

Известно, что высота насаждения - функция возраста и условий местопроизрастания. Нами установлена математическая связь между высотой и возрастом на исследуемом объекте. Для этих целей использовано уравнение В.И.Дракина и Д.И.Вуевского (1940), которое наиболее правильно описывает эту зависимость, начиная с момента возникновения насаждения, т.е. наиболее четко отражает

S-образный характер кривой хода роста. Уравнение имеет вид:

$$y = a(1 - e^{-kt})^m$$

где:  $y$  - высота;  $a$  - верхняя граница роста;  
 $t$  - возраст;  $e$  - основание натурального логарифма;  
 $k$  и  $m$  - параметры уравнения (положительные величины).

Т а б л и ц а 2

Ход роста культур сосны

Воз- раст, лет	Срок дей- ствия люпи- на, лет	Средняя Н, м		Средний Д, см		Запас, м <sup>3</sup> /га			Превышение по запасу, м <sup>3</sup> /га	
		конт- роль роль	с лю- пином	конт- роль	с люпи- ном	конт- с лю- пином	в % к конт- ролю			
<b>8<sup>в</sup> Сосняк вересковый, А<sub>2</sub></b>										
11	4	1,1	1,6	-	-	1,0	2,6	263	1,6	
16	9	2,7	3,3	3,1	3,5	7,4	13,5	183	6,1	
22	15	4,3	5,6	5,2	6,2	33,0	62,0	188	29,0	
29	21	8,5	9,6	7,7	8,5	82,0	139,0	169	57,0	
<b>8<sup>к</sup> Сосняк орляково-брусничный, В<sub>2</sub></b>										
8	4	1,0	1,3	-	-	1,3	2,6	200	1,3	
15	11	3,6	4,8	2,7	3,6	14,6	41,4	293	26,8	
19	15	4,7	6,6	5,2	6,8	39,0	78,0	199	39,0	
26	21	9,5	11,4	8,4	9,5	134,0	213,0	159	79,0	
<b>5<sup>в</sup> Сосняк вересковый, А<sub>1</sub></b>										
25	18	6,0	7,2	7,2	8,2	58,0	104,0	179	46,0	
30	23	7,0	9,6	7,9	123,0	123,0	205,0	167	82,0	
35	28	9,6	11,0	8,6	10,5	143,0	230,0	161	87,0	
40	33	11,9	13,9	10,6	11,8	165,0	249,0	150	84,0	
47	40	13,6	15,8	12,7	14,0	223,0	324,0	145	101,0	
55	48	15,8	18,7	16,7	18,3	267,0	371,0	139	104,0	

Практическое применение уравнения дает хорошие результаты, о чем свидетельствуют работы В.К.Захарова и А.Д.Янушко (1967).

Аналитическая связь между высотой и возрастом для исследуемых культур сосны выразилась уравнениями вида:

$$H = 29,46(1 - e^{-0,0297t})^{2,1394} \quad (\text{для насаждения с люпином})$$

$$H = 25,72(1 - e^{-0,02657t})^{1,9438} \quad (\text{для насаждения без люпина}).$$

Анализ полученных результатов показывает, что отклонение вычисленных данных от фактических колеблется в пределах 0,4 м (максимум составляет 7,4%).

Для оценки точности выравнивания вычислен коэффициент корреляции, отражающий связь между фактическими и математически полученными данными. Близкие к единице коэффициенты корреляции (для культур с люпином 0,998 и для контроля 0,997) показывают, что параметры уравнения рассчитаны правильно.

Рассчитанные уравнения использованы для определения высот по 10-летним возрастным периодам. По вычисленным высотам на основании таблиц хода роста сосновых насаждений установлены запасы для культур с люпином и контроля (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Прогноз хода роста насаждений с люпином и на контроле

Возраст, лет	Математические высоты, м		Общий запас стволовой древесины, м <sup>3</sup>		Запас оставляемой части, м <sup>3</sup>		Разница по запасу			
	с люпином	на контроле	с люпином	на контроле	с люпином	на контроле	м <sup>3</sup>	%	м <sup>3</sup>	%
20	5,3	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
30	9,5	8,0	138	108	115	89	30	27,7	26	29,2
40	13,5	11,3	271	213	197	144	58	27,2	53	36,8
50	17,0	14,1	399	311	274	202	88	28,3	72	35,7
60	19,9	16,5	515	405	341	251	110	27,2	90	35,8
70	22,1	18,5	608	486	393	290	122	25,2	103	35,5
80	23,9	20,1	694	560	438	325	134	23,9	113	34,8
90	25,3	21,3	762	620	473	352	142	22,9	121	34,4

Полученные данные показывают, что превышение запаса на секции с люпином с возрастом увеличивается и в 90 лет составляет по общему запасу 140 и по оставляемой части насаждения - 120 м<sup>3</sup>/га.

Влияние люпина на качество насаждений и их общую органическую массу. Под влиянием люпина значительно улучшились качественные показатели запаса. В культурах с люпином количество деревьев первых трех классов продуктивности, т.е. более крупных, выше, чем на контрольных секциях, и соответственно - ниже число деревьев четвертого и пятого классов. Это превышение в среднем составляет около 10%.

На стационаре 5<sup>а</sup> в 47-летних культурах сосны под действием люпина увеличилась общая органическая масса на 56%, что составляет 80 кг в расчете на одно дерево. Масса стволовой древесины выше на 58%, а ветвей и сучьев - на 10%. Сухих сучьев на 36% меньше, чем на контрольной секции, что свидетельствует о лучшей очищаемости деревьев от сучьев.

Влияние биологической мелиорации на радиальный прирост. Исследование радиального прироста сосны в 29-летнем сосняке вересковом и 26-летнем сосняке орляково-брусничном дало возможность более точно установить влияние люпина на рост сосны по диаметру на протяжении 12 лет в зависимости от вариантов опыта - контроль, контроль с рыхлением, двух- и трехрядный посевы люпина.

Установлено, что в сосняке орляково-брусничном превышение годовичного прироста в культурах с люпином составляет 49%, а в сосняке вересковом - 36%. Все данные статистически обработаны, они имеют высокий процент точности, различия между контрольными и опытными вариантами вполне достоверны ( $t > 3$ ). Ширина годовичных слоев сосны почти одинакова как при двух, так и при трехрядном посеве люпина (2,31 и 2,32 мм). Разница в ширине годовичных слоев на контроле с рыхлением и на контроле без рыхления невелика (2,31 и 2,01 мм) и является недостоверной ( $t = 1,58$ ).

Полученные нами данные показывают, что с ухудшением условий местопроизрастания в ширине годовичных слоев увеличивается удельный вес поздней древесины, а годичный прирост в целом заметно падает. Если обратиться к абсолютным величинам, то можно отметить, что поздней древесины в культурах с люпином несколько больше, чем на контроле.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Оценка эффективности биологической мелиорации. К комплексной продукции биологической мелиорации можно отнести древесный запас в возрасте главной рубки, продукцию промежуточного пользования, а также стоимость продуктов побочного пользования. По данным Бредихина С.А. (1968), удельный вес древесины в общей комплексной продукции сосновых насаждений составляет 80%. Учитывая это, в качестве основного показателя эффективности биологической мелиорации был принят дополнительный древесный запас.

Расчеты показали, что стоимость дополнительной древесной продукции зависит от возраста насаждения, срока действия люпина и

условий местопроизрастания. Наибольшее влияние оказывают условия местопроизрастания и срок действия люпина.

Сравнением влияния люпина и березы на продуктивность 45-летнего сосняка мшистого выявлено, что дополнительная продукция в насаждении с люпином вдвое выше, чем в насаждении с березой.

Различие экономической продуктивности насаждений с люпином и без него наиболее значительно в возрасте 20 лет (89%). С увеличением возраста превышение уменьшается и к 90 годам составляет 27,8%. Однако абсолютная величина дополнительной продукции в 20 лет составляет 47, а в 90 лет - 470 руб/га.

Определено влияние различных мероприятий на продуктивность леса (посев люпина, посев люпина по фону минеральных удобрений и внесение комплексных минеральных удобрений). Расчет корневой стоимости дополнительного запаса в данном случае произведен по трем лесотаксовым поясам и в пределах пояса по четырем разрядам такс, применяемых в Белоруссии. Дополнительный прирост древесины в пределах вариантов опыта остается неизменным. Что же касается его корневой стоимости, то она существенно меняется в зависимости от природно-экономических условий. Так, в вариантах с люпином корневая стоимость дополнительного запаса колеблется от 32 до 230 руб/га, с люпином по фону удобрений - от 42 до 320 и с удобрением - от 15 до 103 руб/га.

Следовательно, проводить биологическую мелиорацию необходимо, прежде всего, в тех насаждениях, которые расположены в наиболее благоприятных природно-экономических условиях.

Себестоимость выращивания насаждений с биологической мелиорацией. Себестоимость выращивания 1 га культур сосны и ели с люпином в молодняках выше контрольных на 10-30%. Это увеличение связано с дополнительными затратами на приобретение семян люпина и его посев. В процессе лесовыращивания за счет сокращения прямых затрат по рубкам ухода в возрасте 50-90 лет из-за более высоких показателей среднего объема ствола, себестоимость 1 га культур сосны с люпином оказывается ниже, чем на контроле.

Себестоимость выращивания 1 м<sup>3</sup> древесины на всех опытных объектах с люпином значительно ниже, чем на контрольных. Это снижение в 20 лет составляет 31,6% и в 90 - 24,7%.

Экономическая эффективность биологической мелиорации хвойных насаждений. Общий и годовой эффект для есеновых и еловых молодняков определен по величине снижения себестоимости выращивания 1 м<sup>3</sup>

древесины.

При сопутствующей форме введения люпина в еловые насаждения годовой экономический эффект составляет 36-43 руб/га. Коэффициент общей экономической эффективности 2,7-5,0. Последующая форма дает лучшие экономические показатели при двухрядном посеве люпина.

Мы отдаем себе отчет, что показатели общего и ежегодного экономического эффекта биологической мелиорации в молодых насаждениях имеют в основном научное значение и могут быть использованы только при обосновании таких мероприятий. Фактический эффект от биологической мелиорации будет получен, главным образом, при рубке спелого леса и частично в результате рубок ухода.

Рентабельность выращивания культур с люпином выше контрольных в 30 лет на 35% и в 90 лет на 65%.

Величина экономического эффекта сильно варьирует в зависимости от лесотаксового пояса и разряда такс. В опыте с люпином, например, величина эффекта по первому поясу первого разряда такс в 10 раз больше, чем по третьему поясу четвертого разряда такс (218 и 20 руб/га). Одноразовое применение комплексных минеральных удобрений за 10-летний период эффективно только в насаждениях, относящихся к первому разряду такс. Наиболее эффективным мероприятием оказалось введение люпина. Об этом свидетельствует коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности и срок окупаемости затрат.

Оценка биологической мелиорации в производственных условиях.  
Эффективность введения люпина в лесные культуры лесхозами БССР оценивалась по четырехбалльной системе: хорошая, удовлетворительная, неудовлетворительная и эффективность не установлена из-за непродолжительного срока действия люпина. Несмотря на то, что эти показатели несколько субъективны, они довольно полно отражают эффективность биологической мелиорации.

Работники лесного хозяйства Белоруссии дали положительную оценку биологической мелиорации, как одному из мероприятий по повышению продуктивности лесов. Более высокая оценка эффективности в лесхозах Минской и Гродненской областей (91 и 89%). Многие лесхозы дают только хорошую или хорошую и удовлетворительную оценку. Так, Бобруйский и Пуховичский лесхозы эффективность биологической мелиорации оценивают только на хорошо. В Мядельском лесхозе хорошая оценка составляет 67%, удовлетворительная - 33%, в Кличевском соответственно - 83 и 17%, в Дятловском 85 и 15%, Ивьевском 47 и



53% и т.д. Однако имеются лесхозы, у которых введение люпина не дало положительных результатов (Василевичский, Комаринский, Лельчицкий, Петриковский и Озаричский). Площадь культур с люпином в этих лесхозах небольшая - 10-20 га. Неудачи здесь объясняются в основном несоблюдением правил агротехники введения люпина.

Расчеты, произведенные по результатам исследований показали, что уже в настоящее время дополнительный прирост в БССР составляет 22,7 тыс.м<sup>3</sup> древесины и в перспективе к 2000 г. будет получено примерно 580 тыс.м<sup>3</sup>. Затраты на введение люпина в культурах 20 лет и старше к 1977 г. полностью окупятся.

Работы по биологической мелиорации в республике из года в год увеличиваются. Согласно разработанному научно-техническому прогнозу развития лесного хозяйства БССР до 2000 г. введение люпина в междурядия лесных культур в 1981-1990 гг. составит 3,0 тыс.га и в 1991-2000 гг. 6,0 тыс.га в год. Есть все основания полагать, что рост объемов биологической мелиорации будет более значительным, чем предусмотрено прогнозом, так как в 1978, 1979 гг. работы по биологической мелиорации леса культурой многолетнего люпина выполнены на площади около 6,0 тыс.га.

Это направление в лесоводстве получило одобрение со стороны специалистов лесного хозяйства и заняло прочное место в системе мероприятий по повышению продуктивности леса.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Биологическая мелиорация вышла из стадии опытов на небольших участках и заняла прочное место в системе мероприятий по повышению продуктивности лесов.

2. Наиболее эффективной формой введения люпина является последующая - на второй или третий год - после посадки культур. Сопутствующая форма люпина целесообразна только при посадке культур 3-4-летними саженцами на бедных песчаных и супесчаных почвах. Эффективно также введение люпина под полог приспевающих насаждений.

3. Биологическая мелиорация леса дает положительные результаты во всех исследованных нами условиях местопроизрастания, однако эффективность ее выше на более плодородных почвах. Двухрядный посев люпина дает лучшие результаты, чем однорядный. Рядовой по-

сев имеет преимущества перед посевом вразброс.

4. Многолетний люпин оказывает положительное влияние на рост культур в течение длительного времени (20-50 лет).

5. Изучение ширины годичных слоев сосны показало, что радиальный прирост древесины в культурах с люпином в исследуемом интервале (12-13 лет) идет более интенсивно. В сосняке орляково-брусничном превышение годичного прироста в культурах с люпином против контроля составляет 49% и в сосняке вересковом - 36%. Средняя ширина годичных слоев почти одинакова как при двухрядном, так и при трехрядном посевах люпина. Удельный вес поздней древесины в ширине годичных слоев в культурах с люпином несколько меньше, чем на контроле (31 и 34%), а абсолютная величина ее значительно выше (0,92 и 0,67 мм).

6. Под влиянием люпина увеличивается не только запас насаждения, но и улучшаются его качественные показатели. Так, в культурах сосны с люпином 26-55-летнего возраста количество деревьев первых трех классов продуктивности в среднем на 5-10% выше, чем на контроле и соответственно ниже число деревьев IV и V классов. Это свидетельствует о том, что люпин в определенной мере способствует лучшему росту и развитию господствующего полога насаждения, который составляет основу деревьев будущего. Деревья сосны, произрастающие совместно с люпином, лучше очищаются от сучьев.

7. Себестоимость выращивания I га культур с люпином зависит от формы введения люпина, срока его действия и возраста насаждения. Создание лесных культур с последующей формой введения люпина обходится дороже, чем без него, на сумму стоимости семян люпина и затрат на их предпосевную обработку и посев. При сопутствующей форме введения люпина отпадает необходимость в многократных и дорогостоящих уходах за культурами, что приводит к снижению себестоимости культур даже на стадии их создания. Себестоимость выращивания I м<sup>3</sup> древесины во всех случаях и в любом возрасте в культурах с люпином на 25-32% ниже, чем на контроле.

8. В сосновых и еловых молодняках коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности находится в пределах от 0,4 до 1,0. С увеличением возраста насаждения эти показатели улучшаются. Уровень рентабельности лесовыращивания к возрасту главной рубки повышается почти вдвое. Величина эффекта подпологовой формы введения люпина за 10-летний период в приспевающих сосновых насаждениях составляет 80-170 руб/га.

9. Биологическая мелиорация леса в БССР уже в настоящее время обеспечивает значительный дополнительный прирост древесины (22,7 тыс. м<sup>3</sup>).

Разработанные нами совместно с кафедрой лесоводства БТИ имени С.М.Кирова рекомендации по созданию лесных культур сосны и ели с липным одобрены Научно-техническим советом Минлесхоза БССР (протокол № 7 от 16 марта 1978 г.) и утверждены министром лесного хозяйства БССР 3 апреля 1978 г.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Производственный опыт биологической мелиорации культурой липина многолетнего в лесхозах БССР. - Тезисы докладов научно-технической конференции молодых ученых БССР. - Мн., 1969, с.223-224.

2. Эффективность многолетнего влияния липина на продуктивность сосновых культур. В соавторстве с Б.Д.Жилкиным. - Сб.Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн., 1972, - вып.5, с.163-168.

3. Экономическая оценка биологической мелиорации еловых молодняков междурядной культурой липина. В соавторстве с Б.Д.Жилкиным. - Сб.Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн., 1972, - вып.6, с.66-71.

4. Влияние климатических факторов и удобрений на ширину годичных слоев сосны. В соавторстве с Б.Д.Жилкиным и Г.В.Меркулем. - Сб.Ботаника. - Мн., 1973. - вып.ХУ, с.67-71.

5. Опыт определения экономической эффективности биологической мелиорации сосняка верескового культурой многолетнего липина. В соавторстве с Б.Д.Жилкиным. - Лесной журнал, 1973, № 4, с.136-140.

6. Экономическая эффективность биологической мелиорации лесных культур в сосняке вересковом. В соавторстве с Б.Д.Жилкиным. - Сб. Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн., 1973, - вып.7, с.153-157.

7. Прирост как показатель эффективности введения многолетнего липина под полог сосновых культур. В соавторстве с В.П.Григорьевым и Л.И.Лахтановой. - Сб.Текущий прирост древостоев. - Мн., 1975, с.243-245.

8. Влияние липина на прирост сосновых культур-фитоценозов. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Сб.Ботаника. - Мн., 1976. - Вып.ХУИ, с.21-27.

9. Сравнительная эффективность выращивания сосновых, сосново-березовых и сосново-липниновых культур. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Сб.Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн. 1976. - Вып. II, с.101-106.

10. Влияние березы и липы на прирост сосны по диаметру. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Сб.Биофизические и системные исследования в лесной биогеоценологии. - Петрозаводск, 1976, с.47-48.

11. Рост и формирование радиального прироста сосны при кулисном смешении ее с березой и многолетним липником. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Сб.Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн., 1976. - Вып.12, с.96-103.

12. Повышение продуктивности леса методом биологической мелиорации (на примере Белоруссии). В соавторстве с Л.И.Лахтановой. БелНИИТИ Госплана БССР, экспресс-информация. Сер.Лесное хозяйство. - Мн., 1978, 15 с.

13. Текущий прирост как показатель эффективности длительного влияния липы на рост культур сосны. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Тезисы докладов к III Всесоюзной конференции по дендроклиматологии "Дендроклиматические исследования в СССР", Архангельск, 1978, с.172-173.

14. Повышение производительности лесных почв в связи с их облесением. В соавторстве с В.Н.Григорьевым, Л.И.Лахтановой, И.Э.Рихтером и Л.Ф.Валько. - Материалы и конференции по повышению эффективности использования земельных ресурсов СССР и защите земель от разрушения. - М., 1978, с.144-157.

15. Биологическая мелиорация культурфитоценозов сосны и ели. В соавторстве с Ю.Н.Азиевым, В.Н.Григорьевым, Л.И.Лахтановой и И.Э.Рихтером. - Сб.Биогеоценология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование. - Киев, 1978, с.57.

16. Рекомендации по созданию лесных культур сосны и ели с липником. В соавторстве с Ю.Н.Азиевым, В.К.Гвоздевым, В.П.Григорьевым, Л.И.Лахтановой, Г.В.Меркулем, В.П.Мухуровым и И.Э.Рихтером. - Леспроект, Мн., 1978, 35 с.

17. Эффективность длительного влияния липы на рост культур сосны. В соавторстве с Л.И.Лахтановой. - Сб.Лесоведение и лесное хозяйство. - Мн., 1979. - Вып.14, с.60-64.

18. Повышение продуктивности сосновых насаждений. В соавторстве с Ю.Н.Азиевым, В.П.Григорьевым, Л.И.Лахтановой, И.Э.Рихтером и Л.Ф.Валько. - Каунас-Гирионис, 1979, I, с.10-12.

ТАМАРА СЕМЕНОВНА БЕРЕГОВА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛМОРАЦИИ СОСНОВЫХ И  
ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ КУЛЬТУРОЙ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА

Подписано в печать 2.01.80. Формат 60x84<sup>1</sup>/16.

Печать офсетная. Усл.печ.л.0,93. Уч.-изд.л. 1.

Тираж 100 экз. Заказ 1 . Бесплатно.

Отпечатано на ротативе БТИ им.С.М.Кирова.

220630. Минск, Свердлова, 13-а.