

634.0.2

П-70

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Белорусский технологический институт
имени С. М. Кирова

На правах рукописи

Праходский
Анатолий Николаевич

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ
ПОДПОЛОГОВОЙ КУЛЬТУРОЙ ЕЛИ

Специальность 06.03.01. Лесные культуры,
селекция, семеноводство и озеленение городов

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

Минск 1973

БЗУ.0.2

П-70

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Б С С Р

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Праходский
Анатолий Николаевич

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ
ПОДПОЛОГОВОЙ КУЛЬТУРОЙ ЕЛИ

Специальность 06.03.01. Лесные культуры,
рекреация, семеноводство и озеленение городов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск 1973

Б-р БТИ им. С. М. Кирова
г. Минск, Свердлова, 13

3227ap

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

Научный руководитель - кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Ю.Д.СИРОТКИН

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук, профессор И.Н.РАХТЕЙКО

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А.Р.РОДИН

Ведущее предприятие - Министерство лесного хозяйства БССР.

Автореферат разослан "14" ноября 1973 г.

Защита диссертации состоится "26" декабря 1973 г.
в 10 часов на заседании Ученого совета Белорусского технологического института имени С.М.Кирова, г.Минск, ул.Свердлова, 13а, корпус 4, аудитория 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваш отзыв на автореферат просим направлять в двух экземплярах в адрес Совета.

Ученый секретарь Совета  (Н.П.Блинцова)

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС предусматривается улучшить ведение лесного хозяйства, более полно использовать лесные ресурсы и земли государственного лесного фонда, повысить продуктивность и качественный состав лесов нашей страны.

Структура будущих лесов, их продуктивность, состав и товарность зависят от успехов в лесовыращивании. В этом отношении решающее значение принадлежит лесным культурам, позволяющим не только ускорить процесс восстановления лесов, подобрать наиболее целесообразный их породный состав, но и резко увеличить продуктивность леса, создавая сложные насаждения из простых древостоев светолюбивых пород введением под их полог теневыносливых древесных растений.

Основными лесобразующими и наиболее ценными породами хвойных лесов Европейской части СССР являются сосна и ель. В Белорусской ССР в пределах ареала ели обыкновенной на супесчаных и суглинистых почвах часто формируются сосново-еловые фитоценозы, смешанные по составу или сложные по форме. В Гослесфонде БССР они занимают до 8% лесопокрытой площади, а в некоторых лесхозах Литовской ССР до 17-28% (И.Д.Юркевич, Ю.Д.Сироткин, 1962).

Многочисленными исследованиями Г.Ф.Морозова (1912, 1926, 1930), И.Д.Юркевича (1948), К.Ф.Мирона (1954), В.П.Тимофеева (1959, 1961, 1963) и др. показано, что смешанные сосново-еловые насаждения, по сравнению с чистыми, отличаются повышенным продуцированием. Еловый ярус повышает общую продуктивность сосновых насаждений только в условиях местопроизрастания, благоприятных для роста и развития ели. В такие насаждения, если не имеется качественного подроста ели и условий для его появления, целесообразно вводить ель во второй ярус, путем создания подпологовых культур.

Большой производственный опыт по созданию подпологовых культур ели в сосняках накоплен в Кретингском и некоторых других лесхозах Литовской ССР. В ряде лесхозов Белоруссии (Минский, Негорельский, Костиловичский, Дисненский и др.) также имеются подобные насаждения искусственного происхождения.

Целью настоящей работы было обобщение имеющегося опыта по созданию подпологовых культур ели, а также изыскание и научное обоснование наиболее рациональных способов искусственного введения ели под полог сосновых насаждений для повышения их продуктивности.

Диссертационная работа состоит из введения, 9 глав, выводов и практических предложений и списка использованной литературы. Работа изложена на 148 страницах машинописного текста, иллюстрирована 58 таблицами, 32 рисунками, в т.ч. 12 фотографиями. Список литературы включает 270 наименований, из них 22 на иностранных языках.

ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БССР

Приведены краткие сведения об естественноисторических условиях Белоруссии, на территории которой выполнены основные исследования: геология территории, рельеф, гидрография, почвы, климат и растительность.

К ИСТОРИИ ВОПРОСА О ПОДПОЛОГОВЫХ КУЛЬТУРАХ

Идея создания подпологовых культур в России была выдвинута видным русским лесоводом Ф.К.Арнольдом в 1880 году.

В начале этой главы дается разъяснение о разновидностях подпологовых культур, так как этот вопрос недостаточно раскрыт в литературе.

Под подпологовыми культурами понимают, в основном, предварительные культуры, т.е. культуры, которые создаются под пологом спелых насаждений за 1-3 или несколько лет до их рубки. ГОСТ 17559-72 введенный в действие от 21 февраля 1972 г. несколько уточняет этот термин и дает следующее определение: "Лесные культуры, предназначенные для замены поступающих в ближайшие годы в рубку спелых древостоев или создания более сложных насаждений". Наиболее широко освещены в литературе вопросы производства предварительных культур (Ф.К.Арнольд, 1887; А.П.Тольский, 1908, Е.Д.Годнев, 1953; М.А.Краснов, 1955; Е.П.Гончаров, 1961; Н.И.Рубцов, 1964, 1967 и другие).

Нами исследовались подпологовые культуры, которые являются одним из лесокультурных методов повышения продуктивности лесов. Эти подпологовые культуры создаются не в спелых и приспевающих древостоях, а в молодяках или средневозрастных насаждениях с целью формирования второго яруса, т.е. образование сложного насаждения из простого. На основании анализа работ русских и зарубежных авторов (Г.Ф.Морозов, 1912, 1926, 1949; И.Д.Юркевич, 1948; Г.В.Отневский, 1949; М.Е.Ткаченко, 1952; В.Г.Нестеров, 1952, 1954; К.Ф.Мирон, 1954; В.Н.Сукачев, 1953, 1955; В.К.Захаров, 1958; В.К.Поджаров, 1960; Г.Р.Эйтинген, 1949, 1962; И.Д.Юркевич и Ю.Д.Сироткин, 1962; В.П.Тимофеев, 1959, 1961, 1963; В.М.Обновленский, 1959, 1960, 1964; И.Н.Рахтеев, 1953, 1958, 1963, 1966; В.Н.Смирнов, 1961; *v. Pěgina*, 1960; *R. Sály* 1965 и др.) дается краткий литературный обзор по изучению простых (чистых) и сложных (смешанных) насаждений сосны и ели.

В послевоенные годы интерес к вопросу создания подпологовых культур с целью повышения продуктивности насаждений заметно возрастает. Изучению этого важного лесокультурного мероприятия посвящены работы И.Д.Юркевича

(1957), Ю.Д.Сироткина (1959), И.Д.Юрковича и Ю.Д.Сироткина (1962), Н.В.Лукина (1964), Е.Вагенкнехта (1955, 1964), А.И.Градецкаса (1967, 1970) и др. В этом разделе сообщаются результаты исследований по подпологовому культурному ели и других теневыносливых пород (елена, липы, бука) произрастающих в основных насаждениях.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Экспериментальные работы проводились в 1966-1972 гг. в Кретингском лесхозе Литовской ССР, Дисненском, Костиковичском, Минском, Уаденском и Негорельском учебно-опытном лесхозах БССР. Объектами исследований являлись подпологовые культуры ели, созданные различными способами в основных насаждениях разного возраста. Всего заложено 37 постоянных и временных пробных площадей.

Программа исследований предусматривала изучение следующих основных вопросов:

1. Изучение подпологовых культур ели обыкновенной в основных насаждениях с лесоводственной точки зрения.
2. Особенности роста и развития ели I-го класса возраста в культуре, созданной под пологом с ельников.
3. Фитоклиматические условия произрастания подпологовых культур ели.
4. Сезонный рост ели обыкновенной в подпологовой и открытой культуре.
5. Влияние окружающей среды на некоторые физиологические процессы ели в опытных культурах.
6. Экономическая эффективность производства подпологовых культур ели.

Изучение подпологовых культур ели производилось путем стационарных и экспедиционных исследований. Для пробных площадей определялось местоположение, рельеф, почва, тип леса, тип лесорастительных условий, способ и метод производства культур, их возраст, время и способ введения подпологовых культур, способ обработки почвы, подрост, подлесок, травяной и мховой покров и их видовой состав.

Для изучения физико-химических свойств почв на пробных площадях закладывались почвенные разрезы с описанием и зарисовкой генетических горизонтов, из которых брались образцы на анализ. Механический анализ выполнен по методу Сабчинна. Химический анализ производился следующими методами: содержание гумуса - по Тюрину, pH в КСГ-вытяжке - потенциометрическим методом, гидролитическая кислотность - по Каппелю, сумма поглощенных оснований - по Каппелю-Гильмовицу, содержание фосфора - по Кирсанову с определением концентрации вытяжки на ФРК-М. Вырыто 24 почвенных разреза, проанализировано 98 образцов почв.

На пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев верхнего

яруса и деревьев ели в подпологовой культуре возрастом свыше 20 лет с замером высот зеркальным высотомером, диаметров на высоте 1,3 м и на 1/2 высоты мерной вилкой. У деревьев ели возрастом меньше 20 лет, произрастающих под пологом основного древостоя, высота замерялась мерной рейкой с точностью до 1 см, а диаметр - штангенциркулем с точностью до 0,1 см. Обмерено диаметров, высот и других таксационных показателей более 74 000 тыс.

На всех опытных объектах проведена съемка проекций крон деревьев верхнего полога. Проекции крон деревьев вычислялись по вспомогательной таблице Н.М.Несслера (1931), как площади эллипсов. Съемка крон произведена у 12 400 деревьев.

Фитомасса подпологовых и открытых культур ели определялась по средним модельным деревцам, устанавливаемым по высоте, диаметру корневой шейки, протяженности и глубине кроны и густоте окроения. Произведен весовой анализ 53 модельных деревьев.

Химический анализ частей растений (хвоя, ветви, ствол и корни) производился по общепринятым методикам: калий - на пламенном фотометре (взвешивание готовилась по Шиневичу), азот - колориметрически с реактивом Несслера, фосфор - колориметрически (вариант Шмука и Курило, 1926). Влажность определялась термовесовым методом. Всего сделано свыше 1 800 анализов.

В течение трех лет (1968-1970 гг.) на стационарных пробных площадях изучался комплекс фитоклиматических факторов.

Освещенность определялась люксметром Ю-16 в ясные безветренные дни в 12-13 часов декретного московского времени. Измерения освещенности проводили на каждом стационаре на 25 постоянных точках. При этом учитывались методические рекомендации, имеющиеся в работах А.В.Савиной (1956), В.А.Алексеева (1963); Е.А.Акуловой, В.С.Хазанова, Ю.Л.Цельникер, И.С.Малкиной, Д.М.Шилова (1966), Г.Н.Маргайлика и Д.С.Трухановского (1967), В.С.Хазанова и Ю.Л.Цельникер (1968) и др.

Суммарную и отраженную солнечные радиации устанавливали походным альбедометром, а прямую радиацию - альбедометром с градуировочной трубой в тех же точках, что и освещенность.

Температуру воздуха измеряли в зоне крон подпологовых культур ели с помощью срочных, максимальных (ТМ-1) и минимальных (ТМ-2) термометров.

Температуру почвы измеряли в 13 часов дня на глубине 5, 10, 25 и 50 см термометрами Савинова, на поверхности почвы - срочными, максимальными и минимальными термометрами.

Проморзание и оттаивание почв изучали в течение зимы 1967/1968, 1968/1969 и 1969/1970 гг. через каждые 15 дней методом шурфования в 10-кратной повторяемости (А.А.Роде, 1960). В эти же сроки производилось

25 измерений высоты снежного покрова с помощью переносной снегомерной рейки и плотность его походным весовым снегомером. Количество жидких осадков учитывали полевыми дождемерами конструкции Ф.Ф. Давыта после каждого дождя.

Влажность воздуха определялась на высоте 0,2; 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 м аспирационным психрометром одновременно с освещенностью и температурой воздуха.

Влажность почвы определяли весовым методом (высушиванием образцов при температуре 105°C). Образцы почвы брались буром в постоянных точках до 1,5 м глубины из каждого генетического горизонта в 3-кратной повторности через 12-15 дней в течение пяти лет.

При проведении фитоклиматических исследований пользовались методическими работами В.И. Виткевича (1957), А.А. Молчанова (1961), М.С. Стернзата (1968), Ю.Л. Цельникер (1969), Н.И. Костыкавича (1969), И.К. Блинова и К.Л. Забалло (1969). Произведено более 15 тыс. измерений.

На протяжении 5 лет (1966-1970 гг.) велись наблюдения за сезонным ростом верхушечных и боковых побегов, световой квои и приростом по диаметру у ели в опытных культурах по методике, разработанной А.А. Молчановым и В.В. Смирновым (1967). Сделано 73 760 измерений сезонного роста вегетативных органов ели.

В течение вегетационного сезона ежемесячно на всех секциях в 9-11 часов утра бралась квоа 10 деревьев с трехкратной повторностью для определения содержания хлорофилла, каталазы, пероксидазы и сухого вещества. Содержание компонентов хлорофилла и каротиноидов в квое ели определялось по методике Т.И. Годнева (1952) на СФ-4. Расчет производился по формулам Д. Ветштейна (1967).

Интенсивность фотосинтеза и дыхания растений ели определяли в естественных условиях методом Л.А. Иванова и Н.Л. Косович (1946).

При проведении лабораторных исследований, по соответствующим программам, использовались методические работы Е.В. Аринушиной (1961), А.В. Петербургского (1963, 1968), К.П. Магницкого и др. (1969), И.И. Смольянинова и др. (1966), Л.Е. Родина и др. (1969), И.К. Блинова и К.Л. Забалло (1969).

Обработка лабораторного и полевого материала проводилась математико-статистическими методами с использованием рекомендаций М.Л. Дворецкого (1954), О.А. Труляя (1966), П.Ф. Ромицкого (1967), В.Д. Вознесенского (1969), Н.А. Плякинского (1970).

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОДПОЛОВОГОВЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ
В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

Исследование подпологовых культур ели,
созданных в сосняках разного возраста

Исследовались подпологовые культуры ели в чистых сосновых насаждениях разного возраста (Кретингский лесхоз ЛитССР) с целью определения оптимального возраста сосняков, в котором наиболее целесообразно вводить ель под полог. Пробные площади (21 шт.) закладывали в насаждениях с подпологовыми культурами и для сравнения в чистых древостоях сосны и ели на участках в условиях местопроизрастания свежей субори - В₂ (мшистая серия типов леса). Почва на всех участках дерново-подзолистая, слабо- или среднеподзоленная, разливающаяся на песках связных, подстилаемых песками рыхлыми с уровнем грунтовых вод от 2,0 до 3,5 м.

Культуры ели обыкновенной создавали в разные годы под пологом сосняков естественного происхождения. Посадку производили весной двухлетними сеянцами под сажальный меч в небольшие площадки или узкие плужные борозды.

В настоящее время исследуемые сосново-еловые насаждения имеют два яруса: верхний - сосновый, нижний - еловый. Возраст сосны 80-103 года, ель разного возраста от 11 лет до 51 года с интервалами в половину класса возраста (10 лет). Ель значительно моложе сосны и в подпологовой культуре не обгоняет в росте сосну, но все же рост ели соответствует ее биологическим особенностям. В раннем возрасте подпологовые культуры растут довольно медленно (IY класс бонитета), но уже во II и тем более III классах возраста рост их усиливается (II класс бонитета), увеличивается запас древесины.

В сосново-еловых насаждениях при разнице в возрасте сосны и ели, равной 70 и 58 годам, к возрасту рубки соснового элемента леса запасы елового яруса ничтожны (до 9 м³/га при полноте 1,0), поэтому говорить о повышении продуктивности насаждения нет основания. В данном случае ель может быть введена под полог сосняков в виде предварительной культуры для создания впоследствии елового насаждения.

С уменьшением разницы в возрасте между сосновым древостоем и подпологовой еловой культурой увеличивается значение ели в повышении общей продуктивности сосново-еловых фитоценозов. В насаждении, где различие в воз-

растах составляет 52 года, подпологовые культуры повышают общую продуктивность смешанного древостоя на 37,0-38,7% (226-235 м³/га), а при разнице в 45 лет на долю этих культур приходится до 41,7% (281 м³/га) общего запаса смешанного древостоя.

Сравнивая простые и сложные насаждения сосны и ели, оказалось, что запасы их по породам почти равные. В простых основных древостоях запасы составляют 379-421 м³/га, а в сложных насаждениях запасы соснового яруса 372-380 м³/га. В чистых 51-летних открытых культурах ели запасы древостоя 292-318 м³/га, а в подполовых культурах 226-235 м³/га. Таксационные показатели ели в открытых культурах несколько выше, чем в подполовых, но это не умаляет целесообразности введения ели под полог древостоев, как одного из лесокультурных методов повышения общей продуктивности насаждений.

Итоговым результатом мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов, является получение максимальных прибавок органической массы. Данные табл. I показывают, что за счет искусственно созданного второго яруса из ели можно получить дополнительно к возрасту спелости основного древостоя значительное количество органической массы. Подпологовые культуры ели к 51-летнему возрасту накапливают больше 200 т абсолютно сухой фитомассы на I га, причем 82,1% ее приходится на надземную часть древостоя в том числе стволовая масса составляет свыше 60%. С уменьшением возраста ели в подпологовой культуре падает запас фитомассы накопленной еловым элементом леса. В возрасте 40 лет он равен 129,29 т/га, в 30-летних подполовых культурах ели - 63,38 т/га, а в II-летних - всего 0,34 т/га. При сравнении запасов органического вещества разновозрастных (51 год) подполовых и открытых культур ели (первоначальное размещение посадочных мест одинаково I,3xI,5 м) оказалось, что открытые культуры имеют запас на 13,1% больше, чем подпологовые. Однако, следует подчеркнуть, что фитомасса открытых культур ели является основной на единице площади, а подполовых - дополнительной к запасу фитомассы основного насаждения.

Ель обыкновенная в подпологовой культуре сосновых насаждений БССР

Объектами исследований явились подпологовые культуры ели обыкновенной, произрастающие в культурах сосны Дисненского, Костюквичского, Минского и Удьянского лесхозов БССР. Следует отметить, что подпологовые культуры ели создавались различными способами. В Костюквичском, Минском и Дисненском лесхозах они применялись как способ формирования сложных насаждений из простых. Для того под полог чистых культур сосны (возрастом 25-40

Т а б л и ц а I

Занес биятмосом в поповозовны и откыткы культурах или обшновенной

Воз- раст, лет	Число стволов на 1 га, шт.	Н а д з е м н я я ч а с т ь						Абсолютно сухой вес биятмоса, т/га (числитель), % (знаменатель)		Превесные		Всего для древостов
		стволи	побеги однолет- ки	побеги 2-х и старше лет	сухие сучья хвои	одно- летняя хвоя	хвоя 2-х и старше лет	итого в надземной части	корни	Всего для древостов		
11	5075	0,05 14,7	0,02 5,9	0,06 17,6	-	0,05 14,7	0,10 29,5	0,28 82,4	0,06 17,6	0,34 100		
22	2509	2,30 24,6	0,16 1,7	2,09 22,4	0,01 0,1	0,72 7,7	2,04 21,8	7,32 78,3	2,03 21,7	9,35 100		
30	3616	36,71 57,9	0,40 0,6	6,71 10,6	0,95 1,5	1,30 2,1	7,14 11,3	53,21 84,0	10,17 16,0	63,38 100		
40	1780	82,32 63,7	0,60 0,5	11,02 8,5	2,06 1,6	1,83 1,4	10,11 7,8	107,94 83,5	21,35 16,3	129,29 100		
51	2346	120,73 60,3	0,91 0,4	16,35 8,2	8,13 4,1	2,34 1,2	15,87 7,5	164,33 82,1	35,81 17,9	200,14 100		
51x	2309	139,01 61,4	5,81 2,6	9,68 4,3	4,91 2,1	3,57 1,6	11,51 5,1	174,49 77,1	51,85 22,9	226,34 100		

Примечание: x - откытые культуры или.

лет), после проведения прореживания древостоя и понижения сомкнутости крон полога до 0,6-0,8, вводились культуры ели. В Минском и Удвинском лесозовых подпологовые культуры ели использовались как способ восстановления расстроченных молодых насаждений. В основных молодняках, которые были подвержены различным неблагоприятным климатическим и др. факторам и требовали проведения восстановительных лесокультурных работ, производились посадка или посев ели.

Исследования показали, что подпологовые культуры ели, созданные в основных насаждениях ряда лесозовых Белорусской ССР, успешно растут и развиваются, формируя второй ярус в чистых насаждениях, или улучшают их озеремное состояние.

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЕЛИ I КЛАССА ВОЗРАСТА В КУЛЬТУРЕ, СОЗДАННОЙ ПОД ПОЛОГОМ СОСЬЮВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Объектом исследования служили культуры ели обыкновенной созданные посевом, посадкой сеянцев 2-х лет и посадкой лесных дичков под пологом 26-летних культур сосны разной сомкнутости весной 1960 года (кв. 167 Негоральского уч.-оп. лесхоза). Тип леса - сосняк чернично-мшистый, тип условий местопроизрастания - свежая сукорь (B₂). Для сравнения на поляне, расположенной вблизи участка подпологовых культур, заложены открытые культуры ели (стационар 4). Почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на супеси легкой, песчанистой, подстигаемой песком связным, а ниже песком рыхлым, среднезернистым. Таксономическая характеристика культур сосны приведена в табл. 2.

Из числа многих показателей, характеризующих состояние, рост и развитие ели в подпологовой культуре, отдавалось предпочтение тем, которые были получены в результате массовых наблюдений (обмеров). К ним относятся сохранность культур, высота, прирост в высоту, диаметр и др. (табл. 3). Средние показатели сохранности и роста ели, а также общего запаса фитомассы по вариантам исследуемых культур, были подтверждены дисперсионному анализу. Результаты дисперсионного анализа показали, что на сохранность, рост в высоту и по диаметру, величину запаса фитомассы ели оказались достоверными влияния способа создания культур и сомкнутости крон полога сосны. Показатель силы влияния этих двух организованных факторов предельно высок (до 99,5%). В процессе роста и развития у подпологовых культур ели с увеличением сомкнутости крон верхнего яруса увеличивается естественный отпад, уменьшается сохранность и падает прирост в высоту и по диаметру, причем у культур созданных посевом, это проявляется раньше и выражено более резко, чем при посадке сеянцами и лесными дичками. Независимо от спо-

Таблица 2

Таксационная характеристика культур сосны

# ста-цио-наре	Год исследования	Состав насаждения	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Классности	Число стволов на 1 га, шт.	Сумма площадей сечений стволов, м ² /га	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га	Полнота	Сомкну-тость крон полога
1	1960	10С	26	11,0	8,9	I	3730	23,0	131	5,1	0,82	0,92
	1964	10С	30	12,7	10,0	I	3722	29,4	194	6,5	0,99	0,91
	1968	10С	34	14,2	11,4	I	3536	36,0	257	7,5	1,10	0,90
	1970	10С	36	15,0	12,5	I	2737	34,0	265	7,4	1,08	0,88
2	1960	10С	26	10,1	9,7	I	2916	21,5	113	4,3	0,79	0,75
	1964	10С	30	12,4	11,1	I	2910	28,1	181	6,0	0,95	0,78
	1968	10С	34	14,5	12,5	I	2840	34,3	258	7,6	1,00	0,81
	1970	10С	36	15,1	13,6	I	2481	36,1	280	7,8	1,10	0,82
3	1960	10С	26	11,1	9,5 ⁵	I	2469	17,1	99	3,8	0,61	0,62
	1964	10С	30	13,1	11,2	I	2463	23,7	162	5,4	0,79	0,71
	1968	10С	34	15,8	13,7	I	1757	24,8	211	6,2	0,71	0,65
	1970	10С	36	16,3	14,5	I ^a	1641	27,2	222	6,4	0,84	0,68

Таблица 3

Показатели сохрочности, роста и запаса фитомассы культур ели (осень 1970 года)

# ста-цио-наре	Сомкну-тость крон сосново-древостоя	Сох-ран-ность, %	Сред-няя вы-сота, см	Сред-ний диа-метр на вы-соте 0,1 м, мм	Индекс листво-вой поверх-ности	Глуби-на рас-прост-ранения корней, см	Дли-на рас-прост-ранения корне-вого дере-вца, см	Абсолютно сухой вес фитомассы, кг/га (1968 г.)					
								Надземная часть				Древесные корни	Всего для древо-стоя
								стволи-ки	побеги	хвоя	всего		

Посев ели (секция А)

1	0,90	23,3	16,6	2,4	0,0005	7,1	32,4	0,12	0,04	0,13	0,29	0,04	0,33
2	0,81	26,3	19,5	2,7	0,0012	7,4	57,6	0,27	0,20	0,37	0,84	0,20	1,04
3	0,65	62,5	21,1	3,0	0,0035	10,6	61,6	1,00	0,35	1,67	3,02	0,54	3,56
4 поляна	73,7	73,1	13,9	0,2357	15,3	2662,9	70,49	63,24	133,55	267,28	72,85	340,13	

Посадка ели сеянцами 2-летнего возраста (секция Б)

1	0,90	54,4	28,9	4,8	0,0044	9,8	165,3	1,61	0,74	1,67	4,02	1,27	5,29
2	0,81	72,3	36,6	6,4	0,0597	18,5	267,0	10,02	9,30	20,09	39,41	8,67	48,08
3	0,65	85,5	39,0	7,1	0,0688	30,7	366,3	13,24	16,59	33,63	63,46	14,17	77,63
4 поляна	90,1	134,5	30,5	0,6358	29,8	3129,6	389,27	331,63	805,42	1526,32	381,46	1907,78	

Посадка ели лесными дичками (секция В)

1	0,90	50,5	59,5	11,9	0,1402	40,2	867,2	44,30	56,79	68,29	169,38	43,32	212,70
2	0,81	81,7	72,2	15,4	0,2519	39,8	884,4	98,32	105,30	108,82	312,44	83,50	395,94
3	0,65	96,1	83,2	18,2	0,6320	48,6	1209,5	155,97	208,45	341,98	706,40	143,62	850,02
4 поляна	92,0	293,8	55,4	1,9853	55,3	7121,5	1531,31	1573,93	2359,37	5464,61	1136,63	6601,24	

соба создания подпологовых культур более мощно развиты как надземные, так и подземные органы ели в основном насаждении с наименьшей сомкнутостью полога (стационар 3). Здесь деревья ели отличаются более компактной островершинной кроной, в то время как на стационарах 2 и особенно 1 ель образует рыхлую зонтикообразную крону. Для этих растений характерно периодическое отмирание терминальной почки главной оси и образование замещающих побегов.

Максимальный индекс листовой поверхности (1,985) имеют открытые культуры ели, созданные посадкой лесных дичков. У подпологовых культур ели изменение величины листового индекса в сторону увеличения происходит с уменьшением сомкнутости полога древостоя сосны.

Наилучший рост надземных и подземных органов ели наблюдается в культурах, созданных лесными дичками, несколько слабее при посадке сеянцами двухлетнего возраста и самый слабый в посевах. Средний сухой вес одного дерева ели в подпологовых культурах, созданных первым способом, в 9,7 раза больше, чем при посадке вторым и в 156 раз больше, чем в посевах (стационар 3). Примерно такая же закономерность обнаружена и на других стационарах. Корневые системы ели в культурах, созданных лесными дичками, развиты сильнее и проникают значительно глубже в почву, что дает возможность полнее использовать запасы влаги и питательных веществ. Это указывает на важное значение применения укрупненного посадочного материала при создании подпологовых культур.

ФИТОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ ПОДПОЛОВОГОВЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ

1. Световой режим

Наши исследования показывают, что освещенность под пологом основного насаждения значительно ниже, чем на участке с открытыми культурами ели (стационар 4), а величина ее зависит от сомкнутости полога сосны. С увеличением сомкнутости от 0,65 (стационар 3) до 0,90 (стационар 1) освещенность уменьшается соответственно с 17,0-36,6 до 4,5-13,1 тыс. люкс. Результаты замеров освещенности на разных высотах показали, что освещенность на высоте 1 м на 3-14% выше, чем на поверхности почвы, так как часть солнечной энергии отражается и поглощается подпологовыми культурами ели.

Аналогично изменению освещенности в пытных культурах изменяются показатели фотосинтетически активной радиации (ФАР), прямой и суммарной солнечной радиации. Так, в летние солнечные дни ФАР под пологом сомкнутостью 0,90

колеблется в пределах от 0,026 до 0,075 кал/см² в мин, соответственно под пологом сомкнутостью 0,81 - от 0,036 до 0,181 и 0,65 - от 0,091 до 0,201 кал/см² в мин. Прямая радиация на стационаре 1 составляет 57,9%, на стационаре 2 - 81,1 и на стационаре 3 - 91,5% радиации открытого места (стационар 4), суммарная - соответственно - 35,1; 51,6 и 75,9%. Увеличение сомкнутости полога сосны способствует сильному ослаблению всех радиационных потоков поступающих к кронам подпологовых культур ели. Верхний ярус сосны, произрастающей на стационаре 1, отражает и поглощает от 70 до 89%, на стационаре 2 - от 70 до 85% и на стационаре 3 - от 23 до 65% общего количества света. Ель, произрастающая в культуре под пологом этих сосняков (станции 1, 2 и 3), соответственно получает в среднем 10,8-30,1%; 19,3-48,8% и 34,8-77,5%, а использует лишь 0,5-3,0%; 1,3-7,9% и 1,9-10% полного освещения. Естественно, что недостаток физиологически активных лучей отрицательно сказывается на росте и развитии подпологовых культур, однако, положительным является то, что в сложном насаждении более полно используется солнечная энергия.

2. Температурный режим воздуха

Полученные значения максимальной и минимальной температур воздуха показывают, что разница в температурах на стационарах 1 и 2 незначительна и колеблется в пределах точности наблюдений (0,1-0,5°C). На стационаре 3 средняя максимальная температура в весенне-летний период на 0,3-3,9° выше, а средняя минимальная - почти не отличается от температуры на первых двух стационарах. На участке с открытыми культурами ели средняя максимальная температура воздуха на 1,0-5,8° выше, а средняя минимальная - на 1,2-1,6° ниже, чем на участках с подпологовыми культурами. Изучение температуры приземного слоя воздуха по вертикали показывает, что наибольшая температура в насаждениях с подпологовыми культурами ели наблюдается у поверхности почвы в период с мая по июль, а на участке открытых культур - в течение всего периода наблюдений (май-сентябрь).

3. Температурный режим почвы

Рассматривая данные о температуре почвы на протяжении мая 1969 года - октября 1970 г., можно отметить, что с апреля по июль как средние максимальная и минимальная на поверхности почвы, так и на всех глубинах (5, 10, 25 и 50 см) температура последовательно повышалась. В сентябре, когда количество излучаемого поверхностью почвы тепла превышает его приход, отчетливо прослеживается снижение температуры на всех стационарах. С увеличением глубины почва холоднее. С уменьшением сомкнутости крон сосны температура верхних слоев почвы увеличивается (с 14,2 до 16,5°C) и достигает максимума на поляне (до 24,3°C).

4. Атмосферные осадки

Обеспеченность подпологовых культур ели атмосферными осадками не одинакова, а проникновение осадков под полог сосны зависит от сомкнутости ее крон. При сомкнутости крон сосны 0,90 в среднем за вегетационный период выпадает на поверхность почвы 71,3% осадков, в то время как под полог сосняка с сомкнутостью 0,65 их проникло 84,1%, от осадков, выпавших на поляне. При мелком морозящем дожде под полог проникает около половины тех осадков, которые выпадают на открытом месте. Если же дождь ливневого характера, то кронами деревьев сосны задерживается всего 2-18% выпавших осадков.

Динамика накопления снежного покрова в сосновых насаждениях, под пологом которых произрастают культуры ели, аналогична накоплению снега в открытых культурах ели. Минимальная высота снежного покрова образуется под пологом соснового насаждения с наибольшей сомкнутостью крон. Если высоту снежного покрова (февраль 1968 г.) на стационаре I принять за 100%, то на стационаре 2 он будет 102,3, на стационаре 3 - 109,3 и на стационаре 4 - 134,8%. Раньше всего сходит снежный покров в открытых культурах ели, а далее с интервалами в среднем 3-4 дня в сосновом насаждении с подпологовыми культурами стационара 3, затем 2 и I. Основной причиной замедленного таяния снега в лесу является пониженный приток солнечной радиации.

5. Влажность воздуха

Дефицит влажности воздуха в подпологовых культурах ели всегда меньше, чем в открытых. Если проследить изменение этого показателя с высотой, то оказывается, что у поверхности почвы (высота 20 см) воздух влажнее, чем на высоте 50 см, а над кронами (высота 200 см) процент влажности ниже, чем у поверхности крон деревьев ели (высота 100-150 см).

6. Водный режим почвы

Данные семилетних наблюдений (1964-1970 гг.) по влажности почвы на разных глубинах в исследуемых культурах показали, что максимальное количество влаги в верхнем 1,5-метровом слое почвы содержится в апреле, когда в почвенный профиль поступает большое количество влаги, накопленной в виде снега за зиму. К концу весны (май) и в летний период влажность почвы снижается, что обусловлено уменьшением поступления в почву влаги атмосферных осадков и увеличением расхода ее на транспирацию древесины и травянистой растительности на физическое испарение. Минимальные запасы влаги приходится на сентябрь. С начала октября по декабрь наблюдается повышение влажности почвы, вызванное увеличением количества осадков и незначительным расходом на транспирацию. В зимний период относительная

влажность почвы изменялась в небольших пределах (1-2%). В насаждениях с подпологовыми культурами ели влажность почвы увеличивается с уменьшением сомкнутости кроны сосны.

7. Движение воздуха

Наибольшую скорость ветер развивает на поляне с открытыми культурами ели. В насаждениях сосны с подпологовыми культурами ели скорость ветра значительно ниже, причем, с увеличением густоты древостоя сосны скорость ветра уменьшается.

Таким образом, подпологовая среда сосновых насаждений (стационары 1, 2 и 3) характеризуется фитоклиматическими условиями, резко отличающимися от микроклимата в открытых культурах ели (стационар 4).

СЕЗОННЫЙ РОСТ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПОДПОЛОВОЙ И ОТКРЫТОЙ КУЛЬТУРЕ

Рост надземных вегетативных органов ели обыкновенной начинается в мае, но в разное время. В подпологовых культурах сроки начала роста сдвигаются и зависят в основном от фитоклиматической среды, образованной под пологом сосняков разной сомкнутости.

3227ap
Абсолютная величина верхушечных побегов за вегетационный период в исследуемых культурах не одинакова и зависит не только от условий окружающей среды, но и от способа создания культур. Культуры ели, созданные посевом, образуют самый короткий побег, а самый длинный - культуры созданные посадкой лесных дичков.

В открытых культурах прирост верхушечных побегов за вегетационный период значительно выше, чем в подпологовых, не потому, что время роста продолжительнее на 5-10 дней, а оттого, что более высокая энергия роста. Интенсивность роста в исследуемых культурах в течение вегетационного периода не одинакова: в I и II-ой декадах мая побеги растут медленнее, затем прирост их увеличивается и достигает максимума в III-ей декаде мая и I и II декадах июня, а к концу июня - началу июля наблюдается резкое снижение в приросте. К этому времени длина побега составляет 85-99% общей длины его, хотя рост деревьев ели в высоту оканчивается спустя месяц.

Аналогично росту верхушечных побегов проходит рост боковых побегов ели. Однако для них характерны меньшие колебания прироста по декадам вегетации и в целом за сезон, чем для верхушечных побегов. Разница в энергии роста боковых побегов в открытых и подпологовых культурах выражена значительно слабее, чем разница в энергии роста центральных побегов.

С-кв. БТБ № 1, Д. М. П. 1932
г. Минск, Свердлова, 18

В отличие от роста побегов, интенсивный рост хвои происходит сразу же после распускания почек и длится 15-20 дней, а затем падает и прекращается в первой декаде июля. Максимальный прирост хвои приходится на II и III-ю декады мая, причем за это время формируется 67-91% ее общей длины.

Деятельность камбия у деревьев опытных культур ели начинается во второй декаде мая, но прирост по диаметру в мае протекает замедленно. Интенсивный рост по диаметру у елочек как открытых, так и подпалоговых культур наблюдается с июня по II-ую декаду июля. С уменьшением сомкнутости крон древостоя осины увеличивается абсолютный прирост по диаметру, а наибольшим приростом отличаются открытые культуры ели.

Таким образом, динамика роста вегетативных органов ели на протяжении вегетационного периода в подпалоговой культуре адекватна динамике роста ее в открытой лесной культуре, но энергия ростовых процессов ниже.

Изучение зависимости сезонного роста опытных культур ели от некоторых факторов внешней среды показало, что в первой половине вегетации энергия роста побегов зависит от температурного режима в отдельные декады. При повышении температуры воздуха усиливается рост верхушечных и боковых побегов ели. Выпадение осадков в июне и повышение относительной влажности воздуха также способствуют ростовым процессам, но особое значение эти метеорологические факторы приобретают в июле, когда начинает ощущаться недостаток влаги в почве. Между приростом стволиков по диаметру и температурой воздуха прямой связи не обнаружено. Рост деревьев ели в толщину зависит в некоторой степени от количества осадков, особенно в июле и августе. В первой половине вегетации (май, июнь) количество осадков не является главным фактором и на интенсивность роста сказывает влияние видимо весь комплекс погодных условий.

Кроме перечисленных факторов на величину сезонного прироста вегетативных органов ели в подпалоговой культуре исключительно большое влияние оказывает интенсивность освещения.

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ОПЫТНЫХ КУЛЬТУРАХ

Анализ результатов исследований показал, что содержание элементов питания и воды в разных органах ели неодинаково и зависит от функции того или иного ее органа и фитоклиматических условий произрастания опытных культур. Наибольшее количество азота и наименьшее - калия содержатся в вегетативных органах ели в открытой культуре. Азот поступает в хвою равномерно и исчезает его в период вегетации сильно изменяется (от 1,20 до 2,08%, стационар 2). Фосфор и калий в сезонной динамике претерпевают незначительные изменения соответственно от 0,23 до 0,27% и от 0,51 до

0,81%). В целом, для растений ели характерно относительно высокое содержание азота, фосфора и калия в тканях жизнедеятельных органов и низкое - в органах, выполняющих преимущественно механическую функцию.

Содержание хлорофилла в хвое опытных культур ели в течение вегетационного сезона значительно изменяется. Самый высокий показатель в апреле (1,91-2,10 мг/1 г абс.сухой хвои), затем он несколько уменьшается в июне и августе и самый низкий - в октябре (1,47-1,66 мг/1 г абс.сухой хвои, стационар 1).

Увеличение интенсивности освещения вызывает в хвое ели заметное снижение содержания хлорофилла (до 0,90 мг/1 г абс.сухой хвои) и каротиноидов (до 0,62 мг/1 г абс.сухой хвои, стационар 4), а также каталитической активности каталазы (до 1,3-4,4 мл O_2 /г мин.сухого вещества) и пероксидазы (до 0,54-0,70 условн.ед.).

С уменьшением сомкнутости кроны полога сосны, а, следовательно, с увеличением освещенности, возрастает интенсивность фотосинтеза и дыхания хвои ели в подпологовой культуре, что способствует повышению прироста вегетативных органов растений.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПОДПОЛОВОГОВЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ

Сортиментная структура показывает, что к возрасту рубки основного (основного) насаждения из древесины ели (281 м³/га, 45-летние подпологовые культуры ели) можно заготовить около 16% пиловочника, свыше 16% строгильных бревен и более 45% балансов и рудстойки.

Данные стоимостной оценки указывают на высокую экономическую эффективность создания подпологовых культур ели в сосновых насаждениях. Самый большой условно чистый доход (2686 руб.) получается при производстве подпологовых культур ели в 45-летнем сосняке. Уровень рентабельности выращивания сложных насаждений достигает 447%. С увеличением возраста реконструируемого насаждения эти показатели уменьшаются.

Важным условием снижения затрат на создание подпологовых культур и повышения экономической эффективности является рациональное использование механизации. В 1971-1972 годах нами проведены исследования по созданию подпологовых культур ели в культурах сосны механизированным способом. Посадка осуществлялась лесопосадочной машиной ЛМД-1, навешенной на узкогабаритный трактор Т-54Д.

В результате исследований были определены основные технологические операции и составлены три технологические карты на производство подпологовых культур ели в сосняках искусственного происхождения. Применение

трактора Т-54Д и лесопосадочной машины позволяет сократить стоимость создания I га подпологовых культур ели до 34-39 руб. Все это свидетельствует о высокой экономической эффективности предлагаемой технологии создания подпологовых культур.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Создание подпологовых культур ели в Белорусской и Литовской ССР в сосняках *голистой* серии типов леса (B_2) является весьма эффективным лесокультурным методом повышения продуктивности насаждений. К возрасту соснового древостоя (80-100 лет) подпологовые культуры ели образуют второй ярус, повысивший общую продуктивность насаждения на 200-280 м³/га ели на 30-42%. Из древесины ели можно заготовить около 16% пиловочника, свыше 16% строительных бревен и более 45% балансов и рудстойки.

2. За счет искусственно созданного второго яруса из ели можно получить дополнительно к возрасту главной рубки основного соснового древостоя более 200 тонн абсолютно сухой органической массы на I га, причем 82% ее приходится на надземную часть.

3. С уменьшением разницы в возрасте между основным древостоем и подпологовой еловой культурой увеличивается значение ели в повышении общей продуктивности сосново-еловых фитоценозов. Лучшим возрастом сосняков для введения ели во второй ярус следует считать II и начало III классов возраста.

4. Подпологовые культуры ели, произрастающие в основных насаждениях искусственного происхождения ряда лесов БССР, создаваемые как с целью формирования сложных насаждений из простых, так и с целью восстановления расстроенных молодняков, успешно растут и развиваются, образуя второй ярус в чистых насаждениях сосны.

5. Культуры ели, создаваемые посадкой под пологом основных насаждений, имеют весьма благоприятные условия для приживаемости и отличаются высокой сохранностью, поэтому закладывая густые культуры нецелесообразно. Оптимальная густота растений ели 1600-3300 шт. на I га.

6. Наиболее высокими таксационными показателями и биологической продуктивностью отличаются подпологовые культуры ели, созданные укрупненным посадочным материалом.

7. Существенное влияние на рост и развитие подпологовых культур ели оказывает сомкнутость полога древостоем сосны. Наиболее успешно вегетируют культуры ели под пологом с сомкнутостью кроны до 0,65 (полнота до 0,7).

8. Подпологовая среда сосновых насаждений характеризуется фитоклиматическими условиями резко отличающимися от микроклимата открытого места. На участках с подпологовыми культурами ели показатели светового режима,

температурного режима воздуха и почвы, атмосферных осадков, влажности воздуха, водного режима почвы и скорости ветра не одинаковы, а величина их зависит, в основном, от сомкнутости полога соснового древостоя. С уменьшением сомкнутости крон они по абсолютным величинам приближаются к показателям фитолимата в открытых культурах ели.

9. Динамика роста вегетативных органов ели в течение вегетационного сезона в подпологовой культуре адекватна динамике роста ее в открытой лесной культуре, но энергия ростовых процессов ниже. Наиболее высокими показателями сезонного роста вегетативных органов ели отличаются подпологовые культуры, созданные посадкой укрупненного посадочного материала в древостоях сосны с сомкнутостью крон 0,65.

10. Энергия роста вегетативных органов ели в подпологовой культуре в значительной степени зависит от различных метеорологических факторов в отдельные декады и даже месяцы. Кроме того на величину сезонного прироста ели в подпологовой культуре большое влияние оказывает свет. С улучшением световых условий наблюдается повышение суточного прироста. Поэтому в сосняках с подпологовыми культурами ели необходимо рубками ухода регулировать световой режим, который определяет, в конечном итоге, величину сезонного прироста деревьев ели.

11. Производство подпологовых культур ели в сосновых насаждениях экономически эффективно. Наиболее высокий условно чистый доход (2686 руб.) получается при создании подпологовых культур ели в 45-летнем сосняке. С увеличением возраста реконструируемого насаждения прибыль уменьшается. Уровень рентабельности выращивания сложных насаждений также повышается при уменьшении разницы в возрастах между сосной и елью.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать лесохозяйственному производству создание подпологовых культур ели, как один из лесокультурных методов повышения продуктивности насаждений.

Наиболее приемлемыми объектами для введения ели под полог, с целью создания второго яруса, являются чистые сосновые насаждения естественного и искусственного происхождения в условиях местопроизрастания: простые субори - В₂, В₃; сложные субори - С₂, С₃ (кисличная, черничная и шмелевая серии типов леса). Культуры ели следует вводить под полог соснового древостоя во втором и начале третьего классов возраста (25-45 лет).

Подпологовые культуры ели лучше создавать посадкой, так как посев во многих случаях не дает положительных результатов. Посадку подпологовых культур целесообразно проводить 2-4-летними саженцами ели (биологический возраст 4-6 лет) или дичками высотой 0,3-0,5 м. Посадка осуществляется лесопосадочной машиной ЛМД-1 (МД-1) в агрегате с трактором Т-54Д.

Сомкнутость крон полога соснового насаждения не должна превышать 0,7 (полнота до 0,7). При сомкнутости крон древостоя выше 0,7 перед создани-

ем подпологовых культур следует провести рубки ухода (прореживание).

Культуры ели вводятся под полог сосняков на участках, где отсутствует естественное возобновление теневыносливых древесных пород или имеется недостаточное их количество, а также в случае неравномерного распределения подроста по площади. Количество посадочных мест ели на 1 га при посадке саженцами составляет 1 600-2 500 шт., а при посадке сеянцами - 2 500-3 300 шт. В сосняках естественного происхождения посадочные места подпологовых культур размещаются в промежутках между деревьями сосны, а в насаждениях искусственного происхождения в междурядьях.

Основные положения диссертации докладывались на научно-технических конференциях Белорусского технологического института им.С.М.Кирова (1970, 1971, 1972), на республиканской научно-технической конференции молодых ученых (г.Гомель, 1972).

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Опытные подпологовые культуры ели обыкновенной. Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1969 года (краткие сообщения), БТИ им.С.М.Кирова, Минск, 1970 (соавтор).
2. Подпологовые культуры ели в сосняках разного возраста. Лесной журнал, № 2, 1970 (соавтор).
3. Сезонный рост ели в подпологовой культуре. Сб. "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. 5, Минск, 1972 (соавтор).
4. Узкогабаритный трактор. Ж. "Сельское хозяйство Белоруссии", № 4, 1972 (соавтор).
5. Рекомендации по созданию подпологовых культур ели. Информационный листок № 122 (6), Минск, 1972 (соавтор).
6. Биологическая продуктивность ели в подпологовой культуре. Сб. "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. 6, Минск, 1972 (соавтор).
7. Некоторые особенности роста и развития ели в подпологовой культуре. Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции молодых ученых. Гомель, 1972.
8. Ель под пологом насаждения. Ж. "Сельское хозяйство Белоруссии", № 10, 1972 (соавтор).

Зак. 588. Тир. 120 экз. Объем I п.л. 5 ноября 1973 г.
Отпечатано на ротационте ВТИ им.С.М.Кирова, г.Минск,
Свердлова, 13.