

634.0.2

A73

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Белорусский технологический институт имени С.М.Кирова

На правах рукописи

Ануфриева Валентина Григорьевна

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СОСНЫ И ЕЛИ
В СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ

Специальность 06.03.01 "лесные куль-
туры, селекция, семеноводство и
озеленение городов"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой сте-
пени кандидата сельскохозяйственных
наук

Минск,
1976

4224ар

634.0.2/181.41

Работа выполнена при кафедре лесных культур
Белорусского технологического института имени С.М.Кирова

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

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук, профессор И.Н.РАХТЕНКО
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А.Р.РОДИН

Ведущее предприятие —
Белорусский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства

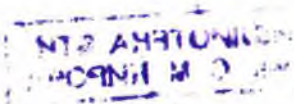
Автореферат разослан "30" октября 1976 года

Защита диссертации состоится в Белорусском технологи-
ческом институте им.С.М.Кирова "1" декабря 1976 г.
в 10 час., в ауд. 208, корпус 4.

Просим Ваши отзывы по автореферату, ОБЯЗАТЕЛЬНО В ДВУХ
ЭКЗЕМПЛЯРАХ С ЗАВЕРЕННЫМИ ПОДПИСЯМИ, присылать по адресу:
220630, Минск, ул.Свердлова 13-а, Ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Бело-
русского технологического института им.С.М.Кирова

Ученый секретарь специализированного совета К 497/1
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент И.Э.РИХТЕР.



UX

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. "Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы", принятыми XXV съездом КПСС, предусмотрено широкое проведение лесокультурных работ с целью успешного восстановления лесов и предотвращения смены пород. Решение поставленной задачи наряду с другими мероприятиями позволит увеличить продуктивность будущих лесов за счет благоприятного сочетания компонентов в лесном культурфитоценозе и наиболее полного использования плодородия земель.

Основную роль в обеспечении народного хозяйства деловой древесиной, как известно, играют хвойные породы, имеющие наибольшее распространение в лесах СССР. Только в Белоруссии свыше 56% покрытой лесом площади (С.Т.Моисеенко и др., 1969) занимают сосновые леса, среди которых в северных и центральных районах в пределах ареала ели на суглинистых и супесчаных почвах часто встречаются одно- или двухъярусные сосново-еловые насаждения высокой продуктивности (И.Д.Юркевич, Ю.Д.Сироткин, 1962). Однако из-за недостаточной изученности конкурентных особенностей лесообразователей сосново-еловых культурфитоценозов до настоящего времени научно обоснованные рекомендации по их выращиванию не разработаны.

4224 ар

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ. Диссертационная работа посвящена изучению опыта выращивания сосны и ели в Белорусской ССР и взаимоотношений между ними с целью выявления наиболее рациональных способов смешения и соотношения пород. Взаимовлияние их оценивалось по лесоводственно-таксационным показателям, сезонному росту побегов и хвои, накоплению ими сухого вещества, содержанию пигментов и активности ферментов в хвое, минеральному питанию в сезонном цикле, интенсивности фотосинтеза и по поглощению и миграции меченого фосфора при совместном произрастании.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. - Смешанные и чистые культуры сосны и ели черничной (2 класс возраста, смешение в рядах и I ряда сосны с I-3 рядами ели) и кисличной серий типов леса (2-4 классы возраста, смешение I ряда сосны с I рядом ели и в рядах) на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах в Брестском, Волковыском, Минском, Слуцком и Узденском лесхозах. В культурах заложено 66 пробных площадей, проанализировано 198 модельных деревьев, для исследования корневых систем заложено 24 траншеи. В лабораторных условиях выполнено около 8 тысяч анализов растительных и почвенных образцов, измерена радиоактивность свыше двух тысяч абсолютно - сухих средних проб вегета-

БИБЛИОТЕКА БТИ
С. М. КИРОВА

тивных органов саженцев сосны и ели.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Культуры изучались методом пробных площадей, при закладке которых и проведении на них всего комплекса работ использовали современные методики лесоводственных (И. Д. Кржевич, 1948, 1969; В. Н. Сукачев, С. В. Зонн, 1961; К. К. Высоцкий, 1962; Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич, 1968) и таксационных (Н. П. Анучин, 1960; В. К. Захаров, 1930; М. В. Давидов, 1965; В. С. Мирошников, О. А. Труль, В. Е. Ермаков, 1971) исследований. В основу изучения корневых систем положена методика И. Н. Рахтеенко (1963, 1970), сезонного роста побегов и хвои - А. А. Молчанова, В. В. Смирнова (1967), содержания пигментов - Т. Н. Годнева (1952), активности пероксидазы - А. Н. Бояркина (1951), каталазы - газометрически (А. И. Ермаков и др., 1952). Режим минерального питания исследовали по содержанию NPK, Ca и Mg в почве и хвое. Анализ почвы производили по общепринятым методикам: гумус - по Тюриу, pH солевое и водное - потенциометрически, гидролитическую кислотность - по Каппену, сумму поглощенных оснований - по Каппену-Гильковичу, азот - по Кьелдалу, фосфор - по Кирсанову электрофотокolorиметрически, калий - по Масловой на пламенном фотометре, кальций и магний - комплексонометрически. В хвое после мокрого озоления навески по В. Пиневиц азот определяли с реактивом Несслера электрофотокolorиметрически, фосфор - электрофотокolorиметрически (вариант Шмука и Курило), калий - на пламенном фотометре, кальций и магний - комплексонометрически.

В вегетационных опытах (песчаная культура) изучали радиометрически интенсивность фотосинтеза по поглощению $C^{14}O_2$ (В. Л. Вознесенский и др., 1965), поглощение и миграцию меченого фосфора P^{32} (И. Н. Рахтеенко, 1966).

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТОВ. Впервые представлены данные о взаимоотношениях сосны и ели при совместном произрастании в лесных культурах Белорусской ССР и в условиях вегетационного опыта, на основании чего определены наиболее перспективные способы смешения и обоснована биологическая совместимость этих древесных растений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ. Предложены способы закладки сосново-еловых культур, в которых улучшаются по сравнению с чистыми условия питания, в результате чего повышается их устойчивость и продуктивность.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Результаты исследований докладывались на ежегодных конференциях по итогам научно-исследовательских работ Белорусского технологического института им.С.М.Кирова (1970-1976), на двух республиканских (Минск,1973) и двух всесоюзных (Киев, 1973,1976) конференциях. На основании результатов исследований в Негорельском учебно-опытном лесхозе в 1974-1976 гг. созданы сосново-еловые культуры. Диссертационная работа рассмотрена и рекомендована к защите кафедрой лесных культур Белорусского технологического института им.С.М.Кирова.

ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. По материалам диссертации опубликовано 10 работ общим объемом 3 печатных листа.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Диссертационная работа изложена на 120 страницах машинописного текста, не считая литературы и приложений. Работа состоит из введения, шести глав и выводов. Список литературных источников включает 402 наименования, в том числе 41 на иностранном языке. Цифровые материалы представлены в 26 таблицах и 11 приложениях (40 страниц). Работа иллюстрирована 9 рисунками. В первой главе диссертации дается краткая характеристика лесорастительных условий Белоруссии, во второй - методика работ, в третьей - шестой - результаты полевых, вегетационных и лабораторных исследований, на основании которых даны выводы с рекомендациями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Взаимоотношения растений в устойчивости культур фитоценозов играют немаловажную роль и поэтому издавна привлекают внимание исследователей. В течение последних 20 лет многие из них (В.М.Обновленский, 1959; А.Ф.Киселев, 1959; И.Н.Рахтеенко, 1963; А.И.Градецкас, 1966; Л.Ф.Ипагов и др., 1972; Н.П.Калиниченко и др., 1973), изучая смешанные культуры из сосны и ели, в основном отмечали их достоинства и недостатки, а некоторые (А.И.Савченко, 1960; А.П.Благов и др., 1973) при этом указывали на целесообразность совместного их выращивания, не давая однако определенных рекомендаций смешения при закладке сосново-еловых культур фитоценозов в различных климатических и почвенных условиях.

Биологические особенности исследуемых культур сосны и ели

Рост и состояние культур. Сосна в смешанных культурах черничной серии типов леса на 80% представлена особями I-II классов роста (по Крафту), превосходит по высоте и диаметру чистые культуры (табл. I) и запас ее древесины к концу второго класса возраста составляет 241-308 м³/га. Ель при любом смешении отстает

Таблица I
Краткая таксационная характеристика 36-38-летних сосново-еловых культур в черничной серии типов леса

№ пробных площадей	Схема смешения современно-новый состав	Порода	Средние показатели		Бонитет	Запас, м ³ /га
			Н, м	Д, см		
15-16	10С	С	16,1 ± 0,5	15,1 ± 0,2	I	269 ± 29
1-4	3эВ10С	С	18,7 ± 0,8	19,5 ± 0,4	I ^б	291 ± 23
	7С3Е	Е	13,0 ± 0,2	10,6 ± 0,2	II	
5-8	2эВ10С	С	18,6 ± 0,7	19,5 ± 0,3	I ^а	349 ± 19
	8С2Е	Е	13,6 ± 0,3	10,5 ± 0,3	II	
9-12	1эВ10С	С	16,6 ± 0,3	15,9 ± 0,5	I ^а	307 ± 14
	9С1Е	Е	11,6 ± 0,8	9,8 ± 0,1	III	
13-14	С и Е	С	16,9 ± 1,3	17,4 ± 0,6	I ^а	312 ± 15
	В рядах 9С1Е	Е	13,4 ± 0,4	9,7 ± 0,8	II	

в росте от сосны, не поднимаясь выше II-III бонитета и представлена в основном особями III класса роста (58%). Древостой ее сильно изрежен и дополняет общий запас культурфитоценоза лишь на 10-30%. Низкий коэффициент конкурентных отношений (0,31-0,66) свидетельствует о некотором несоответствии для нее условий местопроизрастания. В целом сосново-еловые культуры в черничной серии типов леса достаточно устойчивые (степень устойчивости по К.К. Высоцкому (1962) 0,66-0,83), высокополнотные (I, 0-I, 3) и по запасам превышают культуры сосны на 8-23%.

В 10-летних культурах кисличной серии типов леса при смешении

ни 3рС2рЕ обе породы растут по I бонитету, хотя ель отстает от сосны по высоте на 18, а по диаметру на 37%. В чистых 13-летних культурах различия диаметров при одинаковых высотах пород аналогичны. К 19-летнему возрасту бонитет сосны смешанных культур по сравнению с чистыми на 2 единицы выше, а ели - на столько же ниже.

При смешении в рядах к 40-летнему возрасту на суглинистых почвах формируются высокополнотные (0,9-I, I) одноярусные древостои (ш. 31-38) с био групповым размещением пород, которые продуцируют по I^а-I^с бонитету (табл. 2). Они обладают довольно высокими степенью устойчивости (0,87-0,94) и коэффициентами конкурентных отношений (0,78) при близких показателях напряжения роста сосны (6,3-7,8) и ели (7,0-II, I). Такие культуры по запасам близки чистым сосновым (соответственно 380 и 386 м³/га), но на 17% ниже еловых. В подобных 55-летних культурах (ш. 54-58) обе породы растут по I^а бонитету, однако средние показатели сосны в них выше, а ели ближе, чем в чистых. Эти насаждения имеют высокую степень устойчивости (0,85-0,87) и коэффициент конкурентных отношений ели (0,74), а древостой представлен в основном особями I-II классов роста. По запасам (629 м³/га) они превышают на 37% сосновые и на 33% еловые культуры.

На супесчаных почвах при смешении в рядах к 65-летнему возрасту формируются одно- или двухъярусные культурфитоценозы в зависимости от сохранности сосны. Одноярусные наблюдаются при сохранности ее 16% (ш. 62), где по сравнению с чистыми культурами (ш. 65, 66) меньше на 20% высота сосны и на 33% диаметр ели, в связи с чем ниже и запасы. При сохранности сосны 27-35% ель отстает во втором ярусе (ш. 63-64), показатель напряжения роста по сравнению с предыдущим участком повышается с 7,0 до 9,3-10,5, а коэффициент конкурентных отношений снижается с 0,7 до 0,45. Однако степень устойчивости насаждений остается довольно высокой (0,73 против 0,85), а запасы их (619 м³/га) почти достигают сосновых, превышая на 15% еловые.

При рядовом смешении в культурах кисличной серии типов леса на суглинистых почвах с мощностью гумусового горизонта 18-20 см (ш. 48-50) высота ели в 41 год на 26, а диаметр на 35% меньше, чем у сосны. Благодаря лучшим показателям роста и сохранности сосны древесина ее составляет 78% запаса. Общий запас этих культур на II% превышает запасы сосновых, а в отдельных случаях не усту-

Краткая таксационная характеристика сосново-еловых культур в кисличной серии типов леса

№ пробных площадей	Схема смешения: современ-ный состав	Воз-раст: лет	По-ро-да	Средние показатели		Бо-ни-тет	Запас, м ³ /га
				Н, м	Д, см		
39-40	<u>IOС</u> <u>IOС</u>	39	С	21,3 ±1,8	19,6 ±1,3	I ^a -I ^c	386±5
41-43	<u>IOE</u> <u>IOE</u>	39	Е	20,0 ±0,2	16,1 ±0,5	I ^a -I ^b	447±11
31-38	<u>С и Е в рядах</u> <u>5-6С5-4Е</u>	40	С	21,1 ±0,6	19,3 ±0,6	I ^a -I ^c	380±16
			Е	19,7 ±1,1	15,9 ±1,3	I -I ^c	
46-47	<u>IpCIpE</u> <u>7EЗC</u>	41	С	21,3 ±0,1	21,9 ±3,0	I ^b	491±6
			Е	22,2 ±0,2	22,6 ±0,7	I ^b -I ^c	
48-50	<u>IpCIpE</u> <u>7-9C3-IE</u>	41	С	22,4 ±0,6	24,3 ±0,5	I ^b -I ^c	432±19
			Е	16,5 ±0,5	15,7 ±0,2	I -I ^a	
51-53	<u>IpCIpE</u> Iар.IOC, 2ар.IOE	41	С	21,6 ±0,1	24,1 ±0,2	I ^b -I ^c	411±14
			Е	10,8 ±1,1	9,5 ±0,5	II-III	
56	<u>IOС</u> <u>IOС</u>	55	С	22,7	22,0	I ^a	459
57-58	<u>IOE</u> <u>IOE</u>	55	Е	24,3 ±0,5	23,1 ±0,1	I ^a	475±32
54-55	<u>С и Е в рядах</u> <u>5-6C5-4Е</u>	55	С	24,4 ±0,6	25,6 ±0,9	I ^a	629±35
			Е	23,2 ±0,1	21,3 ±0,3	I ^a	
61	<u>IOС</u> <u>IOС</u>	70	С	23,2	28,3	I	380
60	<u>IOE</u> <u>IOE</u>	60	Е	24,8	24,3	I ^a	400
59	<u>IpCIpE</u> <u>7EЗC</u>	60	С	23,4	25,1	I ^a	390
			Е	20,0	18,3	I	
65	<u>IOС</u> <u>IOС</u>	65	С	30,0	28,8	I ^a	652
66	<u>IOE</u> <u>IOE</u>	65	Е	21,8	26,0	I ^a	541
62	<u>С и Е в рядах</u> <u>6C4E</u>	65	С	24,4	27,0	I ^a	441
			Е	23,7	18,0	I	
63-64	<u>С и Е в рядах</u> <u>8-9C2-IE</u>	65	С	27,9 ±0,1	27,2 ±0,2	I ^a	619±25
			Е	17,0 ±0,9	16,0 ±2,0	II-III	

парт еловым. На участках же с гумусовым горизонтом I4-I5 см (пп.5I-53) ель с первого десятилетия отстает в росте от сосны и к началу третьего класса возраста не поднимается выше половины ее высоты. Однако и здесь такие культуры по запасам ($4I\text{м}^3/\text{га}$) несколько превышают сосновые. Как при лучшем, так и при худшем росте в культурах рядового смешения особи ели I-II классов роста составляют 47%. С уменьшением гумусового горизонта в 2 раза снижается ее коэффициент конкурентных отношений и в целом степень устойчивости насаждений. Сосна же не зависимо от мощности гумусового горизонта представлена в основном особями I-II классов роста, а показатель напряжения роста (4,2-5,0) свидетельствует об оптимальных для нее условиях местопроизрастания. На участках с наносным гумусовым горизонтом около 65 см при рядовом смешении (пп.46-47) культуры характеризуются высокой степенью устойчивости (0,97-0,98) и коэффициентами конкурентных отношений (0,93-0,96) пород, растут по I⁰-I^C бонитету. Древесина ели благодаря преобладанию ее особей составляет 75% общего запаса ($49I\text{ м}^3/\text{га}$), превышающего на 9% еловые и 2I% сосновые культуры.

На супесчаных почвах при рядовом смешении ель в 60-летнем возрасте (пп.59) отстает как от сосны, так и от ели в чистой культуре (пп.60), но благодаря высокой сохранности (33%) запаса ее древесины составляет 65%. В последние 10-15 лет ель растет значительно интенсивнее и большинство особей ее вышло в верхний ярус насаждения, тогда как до 40 лет она находилась во втором. В результате этого улучшился коэффициент ее конкурентных отношений (0,62) и повысилась степень устойчивости насаждений (0,8I). Средние показатели сосны близки к 70-летней чистой культуре, а общий запас таких культур не уступает сосновым и еловым.

Фитомасса и опад. По запасам фитомассы 38-летние культуры фитоценозы рядового смешения и в рядах, а также большинство участков с преобладающим участием ели (2-3 ряда E I ряд C) в черничной серии типов леса близки между собой ($215-224\text{ т}/\text{га}$) и значительно превышают чистые сосновые ($182\text{ т}/\text{га}$). Независимо от смешения 68-88% общей биомассы древостоя их приходится на долю биопродукции сосны, представленной главным образом ствольной древесиной (54-70%). Большой процент (88) фитомассы сосны, а также ствольной древесины в ней (70) отмечен в культурах при смешении рядами и в рядах. Наименьший удельный вес составляет ее хвоя (3-6%) и мелкие корни (I-I,2%). В фитомассе ели древесина ствола не превышает 50-55%, а хвоя и мелкие корни - соответственно 2-5

и 3-5%.

В кисличной серии типов леса при смешении пород в рядах 39-40-летние древостои продуцируют 225-247 т/га органической массы и уступают лишь еловым культурам (282 т/га). Основную долю продукции составляет стволовая древесина сосны (74%) и ели (69%), хвоя же - соответственно 3-4 и 7-8%. При рядовом смешении, где ель частично или полностью находится во втором ярусе, биомасса культурфитоценозов представлена в основном продукцией сосны (151-160 т/га), в составе которой до 76% древесины и лишь 3% хвои. Половину фитомассы ели (18-49 т/га) составляет древесина ствола, 18% - хвоя, 20% - ветви. Биомасса этих культурфитоценозов (178-200 т/га) уступает даже чистым сосновым (203 т/га). На более плодородных почвенных разностях при таком смешении накапливается 274 т/га фитомассы, что незначительно меньше еловых, но на 30% больше сосновых культур.

Наибольшее количество органического опада образуется в смешанных и еловых культурах - соответственно 7,6 и 7,5 т/га против 4,2 т/га в сосновых. В опаде сосны содержится 42% отмершей хвои и 49% сучьев, в еловом же сучья составляют лишь 10% и 87% - хвоя. В смешанных культурах зимний опад сосны (30%) в 2 раза превышает его в чистых (16%), у ели же - почти одинаков (44 и 48%).

Распределение корней. В 36-38-летних культурах черничной серии типов леса независимо от способа смешения корневые системы сосны по сравнению с елью осваивают большую толщину почвы (2 м), хотя в основном сосредоточены (75%) в перегнойном и подзолистом горизонтах. Корни отставшей в росте ели проникают на меньшую глубину и свыше 60% их находится в перегнойном горизонте. При смешении ЗрЕПс содержание корней обеих пород в общей массе почти одинаково (1075 и 1038 г/м²), а при меньшем числе рядов ели и смешении в рядах преобладают корни сосны. Мелкие корни у сосны составляют 7-15, а у ели 7-25%.

В культурах кисличной серии типов леса корни сосны проникают при смешении в рядах на глубину 2,4 м, рядами - на 3,4-3,8 м и в чистых - на 3 м. Основная масса их сосредоточена также в гумусовом (соответственно 61, 52 и 45%) и подзолистом (16, 23 и 47%) горизонтах. Максимальная корневая населенность сосны отмечена в чистых культурах (8671 г/м²), минимальная - при смешении в рядах (1923 г/м²). Относительное содержание мелких корней сосны в чистых культурах и при рядовом смешении составляет 1,2-1,4%, а при

мешении в рядах в 2 раза меньше. Корни ели независимо от смешения достигают глубины 1,4-1,6 м и находятся большей частью в двух верхних горизонтах почвы. Однако по сравнению с сосной относительное их содержание в перегнойном горизонте (67-85%) выше. Масса их при смешении пород в рядах в 1,3 раза больше, чем в чистых, а при рядовом увеличивается с 1234 до 5299 г/м² с улучшением роста ели. Мелкие корни в чистых культурах составляют 7%, а в смешанных - лишь 2-4%. Сосново-еловые культуры по корневаселенности близки к чистым сосновым и почти в 2 раза превышают еловые. В общем, корневые системы сосны и ели в культурах кисличной серии типов леса по сравнению с черничной более развиты, однако относительное содержание мелких корней обеих пород в общей массе значительно меньше.

Некоторые физиологические особенности сосны^О и ели в культурах

Физиологические особенности сосны и ели изучались в 39-летних культурах кисличной серии типов леса Минского лесхоза в 1969-1973 гг.

Закономерности роста и накопления сухого вещества. Боковые побеги и хвоя у деревьев обеих пород I класса роста по сравнению с особями II-III классов растут на декаду продолжительнее. Побеги ели трогаются в рост в первой декаде мая (рис. I), причем в смешанных культурах на 3-4 дня раньше и к 10 мая достигают 13% окончательной длины. Энергия роста (суточный прирост в % от окончательной длины в конце вегетации) их возрастает до 2,4%, в результате чего к концу мая они достигают 62% длины. Затем рост побегов постепенно уменьшается и в июле прекращается, а в чистой культуре продолжается еще 20 дней (110 дней) с максимальной энергией (2,9%) в первой декаде июня. Побеги сосны трогаются в рост в третьей декаде апреля, достигая к началу мая в смешанных культурах 5 и в чистых 10% длины. Кульминация прироста их (2,9%) в смешанных культурах наступает в первой-второй декадах мая при общей продолжительности роста 80-85 дней, а в чистых (2,3%) - на две декады позже при росте 105-110 дней. Окончательная длина побегов в конце вегетации как у сосны, так и у ели не зависит от состава культурфитоценоза.

Хвоя ели ко времени опадения почечных чешуй в первой де-

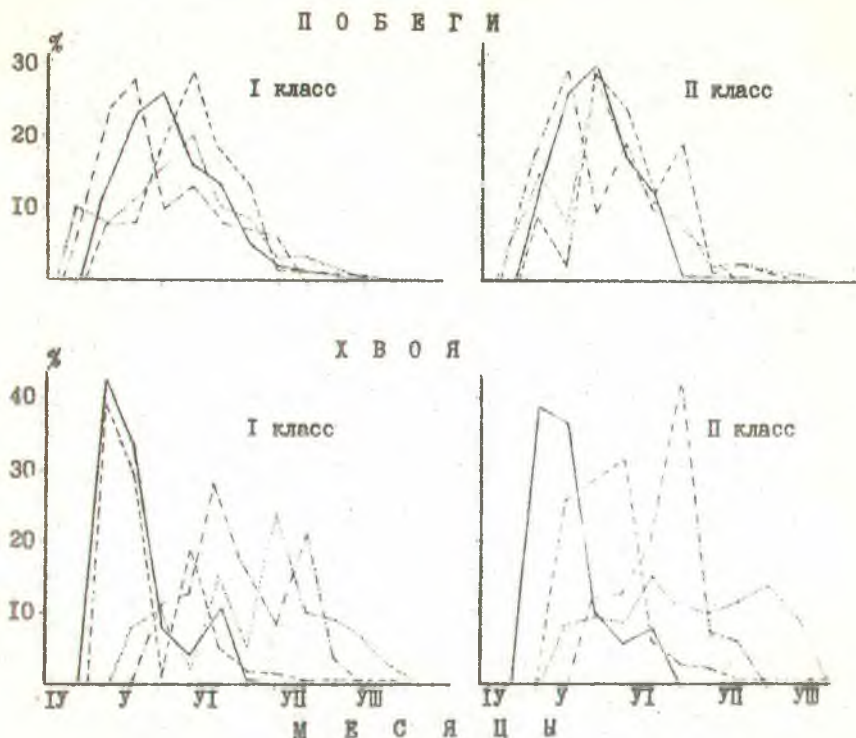


Рис. I. Подекадный прирост (процент окончательной длины) вегетативных органов ели (— в смешанных и - - - чистых культурах) и сосны (- · - · в смешанных и · · · · чистых культурах)

каде мая вырастает в смешанной культуре на 42 и в чистой — на 40% длины, достигая максимального суточного прироста (2,7 и 3,8%) в следующей декаде. Рост ее с постепенным снижением продолжается в смешанных культурах 60–65, а в чистых 90–100 дней. Хвоя сосны смешанных культур появляется в третьей декаде мая после кульминации прироста побегов и растет 70–80 дней с максимумом (2,8%) в середине июня, в чистых — на декаду раньше и растет 100–105 дней с наибольшей энергией в первой декаде июля.

Накопление сухого вещества в период вегетации происходит довольно равномерно. В побегах сосны оно заканчивается в сме-

панных культурах на 3 декады раньше (начало сентября), чем в чистых, при содержании 43-44%, а у ели в чистых и смешанных культурах одновременно (середина октября) при содержании соответственно 51 и 57%. Оводненность побегов в чистых культурах по сравнению со смешанными, начиная с июля, постоянно выше у ели на 18-54, а у сосны - на 6-36%. Ежемесячное накопление сухого вещества в хвое ели до конца августа составляет 5%, а в хвое сосны до середины октября 4%. К концу сезона показатели его достигают соответственно 41 и 43% и близки им в двулетней хвое. Абсолютная влажность хвои на протяжении вегетации снижается у сосны с 344 до 131%, а у ели - с 407 до 144%. Аналогичный характер носит синтез сухого вещества в чистых культурах.

Содержание пигментов в хвое чистых культур постоянно выше сосново-еловых (рис. 2). В молодой хвое отмечена минимальная их концентрация, которая в первый год вегетации остается меньшей, чем в двулетней хвое. У ели смешанных культур хлорофилл равномерно накапливается до октября (1,9 мг/г), в чистых же - до июля (3,1 мг/г). К зиме сумма зеленых пигментов уменьшается в 1,5 раза до минимальной в декабре. На второй год концентрация хлорофилла изменяется аналогично, но на более высоком количественном уровне. Максимальное количество зеленых пигментов в хвое сосны смешанных и чистых (соответственно 1,9 и 3,5 мг/г) культур отмечено в октябре, а в январе оно уменьшается в 2 раза. Как в чистых, так и в смешанных культурах отношение содержания хлорофилла "а" к "б" у обеих пород непостоянно и колеблется от 2 до 3.

Содержание каротиноидов в хвое обеих пород ниже, чем хлорофилла, и в процессе развития изменяется меньше. Отмечено, что сосновая хвоя этими пигментами богаче еловой, причем в смешанных культурах обеими породами их синтезируется больше (в 1,5 раза), чем в чистых.

Активность каталазы хвои ели в весенне-летний период не превышает 9,5-12,2 мл O_2 /г мин, причем более высокие показатели отмечены в чистой культуре. В сентябре-октябре она повышается в смешанной в 2,5 и в чистой в 4,5 раза, оставаясь в последующие два месяца на том же уровне. В двулетней хвое смешанных культур в мае она увеличивается до 44,4 мл O_2 /г мин, мало изменяясь до конца вегетации, а в чистых в начале снижается, повышаясь однако к октябрю в 1,5 раза. В хвое сосны изменения активности каталазы происходит аналогично, но на более высоком количественном

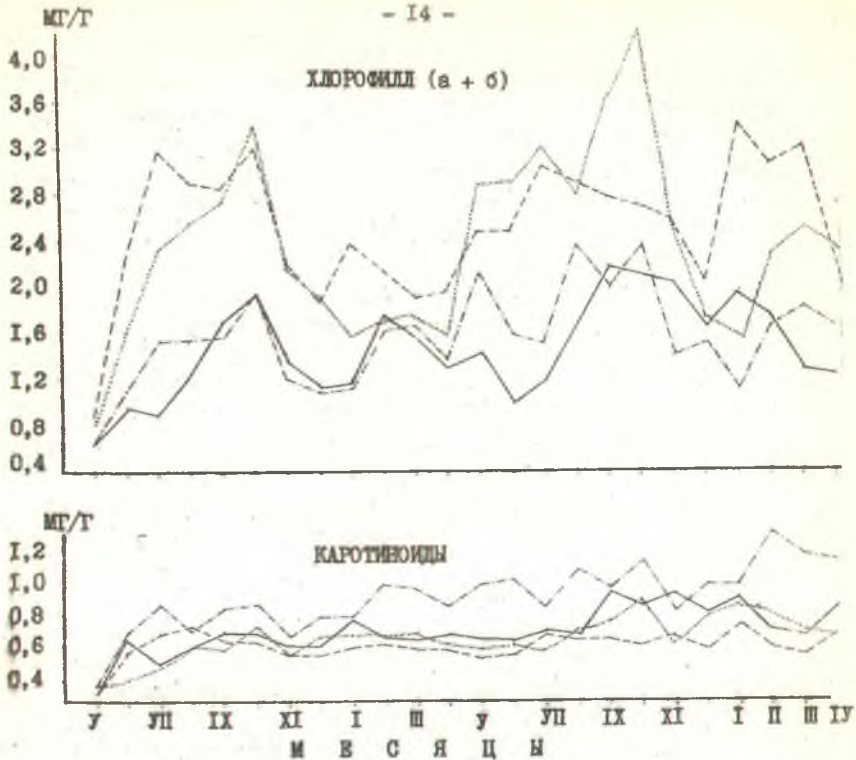


Рис.2. Содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое сосны и ели смешанных и чистых культур (обозначения см. рис.1)

уровне без снижения зимой.

Активность пероксидазы в вегетационном цикле непостоянна, повышается по мере старения хвои. Минимальные показатели ее (2,7-4,0 усл.ед. по Бояркину) отмечены в мае-октябре у однолетней хвои ели смешанных культур, в чистых же они в 3-10 раз выше, хотя в двулетней различия несколько сглаживаются. В хвое сосны активность пероксидазы в мае одинакова (4,0 усл.ед), а к октябрю повышается в смешанных культурах в 5 и в чистых в 9 раз. Более высокая активность этого фермента в чистых культурах по сравнению со смешанными сохраняется на второй год вегетации, увеличиваясь в мае в 2 раза. Активность пероксидазы, как и каталазы, в хвое сосны, как правило выше, чем ели.

Режим минерального питания. Молодая растущая хвоя обеих пород независимо от состава культурфитоценоза богаче биогенными элементами (за исключением кальция), чем после окончания ростовых процессов, причем у ели эти различия значительнее (рис.3). Однако хвоя ели, как правило, накапливает больше NPK в смешанных культурах по сравнению с чистыми в июне, а сосны - в июле, к концу же вегетации запасы их выравниваются. В двулетней хвое обеих пород концентрация этих элементов в вегетационном цикле изменяется меньше, чем в однолетней при минимальном содержании их в той и другой в сентябре. Содержание магния в однолетней хвое обеих пород смешанных и чистых культур на протяжении вегетации довольно стабильно, двулетняя же хвоя смешанных культур у ели богаче, а у сосны беднее магнием, чем чистых. Концентрация кальция весьма непостоянна и независимо от состава культурфитоценоза повышается по мере старения хвои. По сравнению с сосной количество биогенных элементов в хвое ели выше.

Содержание элементов питания в почве за вегетационный период изменяется довольно часто. В период активного роста под смешанными культурами отмечены несколько меньшие запасы NPK в почве, чем под чистыми, однако определенной взаимосвязи между содержанием их в почве и хвое не наблюдалось.

Особенности корневого и воздушного питания сосны и ели

Поглощение меченого фосфора корнями сосны и ели в песчаной культуре вегетационного опыта в разное время вегетации не одинаково. В чистой культуре обе породы от начала к концу вегетации постепенно усиливают поглощение его более чем в 2 раза (рис.4), причем ель потребляет в 1,8-3,6 раза больше сосны. При одинаковом участии в культуре (вар.2ЕЗС) ель и сосна используют максимальное количество фосфора в июле (1664 и 1284 ммг/г мин), однако сосна за сезон поглощает одинаково с чистой культурой, а ель - на 33% меньше. При большем (вар.3ЕЗС) и меньшем (вар.1ЕЗС) участии ель за сезон потребляет его соответственно на 16 и 14, а сосна на 65 и 75% больше их чистой культуры. У ели обоих вариантов максимальные различия с контролем отмечены в июле (в 1,5 и 2 раза), а у сосны в первом - также в июле (в 3 раза), во втором - на протяжении всей вегетации. Следует отметить, что

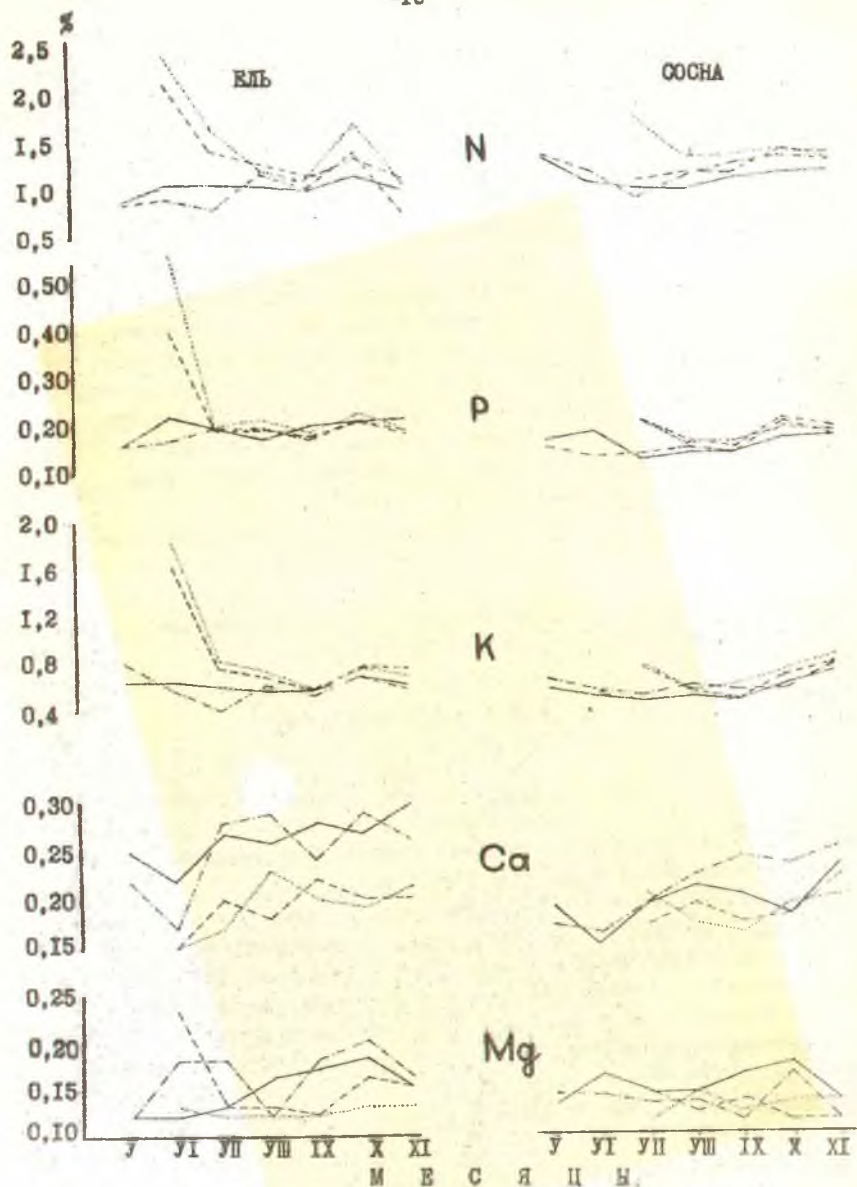


Рис.3. Содержание биогенных элементов в хвое ели и сосны в смешанных (..... -1-летняя, -.-.-.- - 2-летняя) и чистых (- - - - - 1-летняя, _____ - 2-летняя) культурах



Рис.4. Радиоактивность хвои ели (1) и сосны (2) при поглощении P^{32} корнями этих растений в чистой и смешанной культуре вегетационного опыта.

независимо от соотношения пород наблюдается единый - июльский - максимум поглощения фосфора сосной и елью.

Миграция меченого фосфора от одного растения сосны и ели к другому не совпадает с максимумом его поглощения. Ель по сравнению с сосной способна не только более интенсивно поглощать, но и выделять меченый фосфор. В июле-августе, например, радиоактивность хвои ели-акцептора (вар.е) в 5-9 раз превышала ее у сосны-акцептора (вар.д). Это дает возможность сосне при совместном произрастании с елью использовать доступный для питания фосфор, о чем свидетельствует (табл.3) радиоактивность хвои сосны-акцептора в августе (вар.б), превышающая в 9,5 раза контроль. Выступая в качестве донора, сосна является менее благоприятным партнером для ели (вар.а), так как активное поглощение ею фосфора не всегда сопровождается интенсивной передачей. Повышенная в 5,4 раза по сравнению с чистой культурой миграция его от сосны к ели отмечена лишь в июне, в августе же при интенсивном поглощении она была в 2 раза меньшей.

При большем участии (вар.в) сосна наиболее активно поглощает и выделяет P^{32} в августе, а по сравнению с контролем миграция его выше и в предыдущие месяцы. Ель же здесь интенсивно передает фосфор в июле, хотя максимальное количество его поглощает в августе. При меньшем участии (вар.1) сосна по сравнению с контролем поглощает фосфор на протяжении всего сезона, а передает - в июле и августе в 3-4 раза больше, тогда как ель равномерно поглощает и в 2-6 раз активнее передает его в течение всей веге-

Таблица 3

Миграция меченого фосфора между сосной и елью в чистых и смешанных культурах вегетационного опыта (радиоактивность 1 г абсолютно-сухой хвои)

Варианты опыта	Ель		Сосна		
	донор	акцептор	донор	акцептор	
	цп : гмп/мин : %	гмп/мин : %	гмп/мин : %	гмп/мин : %	
е, д - чистая культура (конт- роль)	У1	24885 100	422 100	4240 100	343 100
	УП	177735 100	810 100	42875 100	92 100
	УШ	163668 100	2807 100	82153 100	585 100
а - чередова- ние рядов сосны и ели	У1		2280 540	40628 958	
	УП		703 87	83576 195	
	УШ		1242 44	167366 204	
б - чередова- ние рядов ели с рядами сосны	У1	41600 167			562 164
	УП	151575 85			278 302
	УШ	202413 124			5580 954
в - чередование рядов из 2 сосен и 1 ели	У1	3965 16	500 118	10683 252	1507 439
	УП	71240 40	5890 727	56960 133	238 257
	УШ	207440 127	650 23	161905 197	12820 2191
г - чередование рядов из 2 елей и 1 сосны	У1	95580 384	1000 237	7390 174	95 28
	УП	105787 60	4913 606	71580 167	365 397
	УШ	101225 63	8081 288	128910 157	1750 299

тации, постепенно превосходя контроль к августу. Рассмотренные на примере хвои особенности фосфорного питания сосны и ели в основном свойственны и другим вегетативным органам (стволикам, корням).

Интенсивность фотосинтеза по мере физиологического старения хвои у ели в песчаной культуре вегетационного опыта падает в 5,5, у сосны - в 1,4 раза. При этом сосновая хвоя за сезон поглощает углекислоты на 24% больше еловой. В смешанной культуре независимо от соотношения пород ель использует на 15-40% $C^{14}O_2$ меньше, чем в чистой культуре. Сосна же в присутствии ели потребляет равное ее количество (вар.4Е2С) или на 5-18% большее (вар.3Е3С и 2Е4С). Независимо от участия пород максимальная фотосинтетическая активность хвои ели отмечена в июне, а сосны - в июле. Установлено также, что корневые выделения сосны и ели взаимно стимули-

руют ассимиляционную деятельность, в результате чего за сезон они поглощают на 7-8% углекислоты больше контроля.

Экономическая эффективность выращивания сосново-еловых культур

В настоящее время сосново-еловые культуры еще не достигли возраста спелости, поэтому невозможно дать им полную экономическую оценку. Однако анализ данных запаса древесины даже 55-летних культур показал, что они выгодно отличаются от чистых выходом крупномерной деловой древесины (7,3%). В сосновой части их древостоя относительный выход крупной (10%) и средней (77%) древесины превышает его в чистых (5 и 54%), а в еловой — это отмечено только в отношении крупной. За счет большего выхода и особенно улучшения товарности смешанные культуры по стоимости древесины с 1 га (1325-1425 руб) значительно превышают сосновые (997 руб) и еловые (1035 руб). В результате уровень рентабельности сосново-еловых культур (245-262%) выше чистых сосновых на 38-55% и еловых — на 23-40%, т.е. смешанные культуры экономичнее.

ВЫВОДЫ

I. Взаимоотношения компонентов в сосново-еловых культур-фитоценозах и успешность роста ели определяются как условиями местопроизрастания, так и размещением пород. В черничной серии типов леса независимо от смешения сосна отличается от чистых культур более высокими средними таксационными показателями и сохранностью. Ель же плохо сохраняется, отстает в росте от сосны на I-2 класса бонитета (3,5-5,7 м) и дополняет запас насаждений на 10-30%. По запасам древесины и устойчивости культуры сосны с елью в этих условиях не уступают сосновым.

Сосново-еловые культуры кисличной серии типов леса характеризуются достаточно высокой степенью устойчивости и при смешении в рядах формируют одноярусные насаждения с биогрупповым размещением пород, превышающие по запасам в 55-летнем возрасте чистые сосновые и еловые культуры. При рядовом смешении рост ели и запас культурфитоценозов повышается с увеличением перегнойного горизонта: при мощности его 14-15 см высота ее в 2 (10,8 м), а при 18-20 см — в 1,3 (на 6 м) раза меньше сосны; при наносном

гумусовом горизонте около 65 см - одинакова с сосной. По запасам древесины такие культуры превышают сосновые, а одноярусные - и еловые.

2. По запасам фитомассы сосново-еловые культуры превышают сосновые и уступают еловым, причем в кисличной серии типов леса разница больше, чем в черничной. В древостоях кисличников при смешении в рядах биомасса ели составляет до 60%, при смешении же рядами, а в черничной серии независимо от смешения - 10-30%. Стволовая древесина в биомассе обеих пород занимает около 60-70%. Отношение подземной части к надземной у ели в кисличной серии типов леса в 2 раза меньше, чем в черничной, у сосны таких различий не отмечено.

Наибольшая органическая масса опадает в смешанных культурах. Опад ели независимо от породного состава представлен в основном отмершей хвоей (87%), а сосны наряду с ней - и сучьями (в смешанных соответственно 42 и 49%, в основных - 59 и 26%).

3. Основная масса корней ели независимо от смешения и условий местопрорастания сосредоточена в гумусовом, а сосны также и в подзолистом горизонтах почвы. В кисличной серии типов леса общая масса корней (при относительно меньшем содержании мелких) обеих пород и глубина их проникновения больше, чем в черничной. Горизонтальное и вертикальное разрастание корневых систем не сдерживается ростом корней другой породы.

4. Совместное выращивание сосны и ели оказывает влияние на активность окислительно-восстановительных ферментов в их хвое и содержание пигментов, что видимо обуславливает более интенсивный рост побегов и хвои по сравнению с чистыми культурами. В результате в смешанных культурах раньше, чем в чистых, заканчивается рост этих органов при одинаковых размерах в конце вегетации, а также накапливается несколько больше сухого вещества в них. Более высокая фотосинтетическая активность хлорофилла, более высокое содержание каротиноидов и снижение активности каталазы и пероксидазы в хвое смешанных культур свидетельствуют о лучшей их устойчивости.

5. Выращивание сосны с елью в культурах способствует также обогащению молодой их хвои биогенными элементами, что сказывается на почвенном поглощающем комплексе, в содержании которого под смешанными насаждениями в период вегетации меньше НРК, чем под чистыми. Наибольшее обеднение элементами почвы отмечено одновременно со снижением их содержания до минимума в хвое к

концу вегетации (сентябрь), когда оно не отличается в разных по составу культурфитоценозах.

6. Совместное произрастание сосны и ели усиливает в вегетационном цикле активность поглощения фосфора корнями этих растений. Миграция этого элемента питания наблюдалась как между особями одного вида, так и между сосной и елью, причем по интенсивности она не всегда совпадает с процессом поглощения. Ель обладает лучшей способностью поглощать и выделять фосфор и поэтому при совместном произрастании с сосной способствует лучшему питанию последней по сравнению с чистыми культурами.

7. Сосновая хвоя за вегетационный сезон поглощает углекислоты больше, чем еловая. При совместном произрастании сосны и ели на 5-18% усиливается интенсивность фотосинтеза у сосны. Корневые выделения этих древесных растений взаимно стимулируют их ассимиляционную деятельность.

8. Культуры сосны с елью целесообразно выращивать в кислой серии типов леса при перекрестно-звеньевом способе смешения с первоначальной густотой около 4-5 тыс. шт. на I га. На более плодородных почвенных разностях возможно чередовать ряд сосны с 4-5 рядами ели, а в черничной серии типов леса предпочтение следует отдавать сосне. Такое размещение позволит повысить устойчивость и продуктивность культурфитоценозов за счет улучшения условий питания и фитолимата. С целью более быстрого смыкания полога и сокращения у ели периода замедленного роста при закладке культур желательно использовать разновозрастный посадочный материал: одно-двухлетние сеянцы сосны и четырех-пятилетние саженцы ели.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

✓1. Смешанные культуры сосны и ели и их корневые системы в кислых субориях Минского лесхоза. Республ. межвед. сборник "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. 6, изд. "Высшая школа". Минск, 1972 (соавтор Ю.Д. Сироткин).

✓2. Особенности сезонного роста сосны и ели в смешанных лесных культурах. Республ. межвед. сб. "Лесоведение и лесное хо-

яйство", вып. 7. Изд. "Высшая школа". Минск, 1973. (соавтор Ю. Д. Сироткин).

3. Поглощение P^{32} сосной и елью при совместном произрастании в песчаной культуре. Тезисы докл. республ. научн.-техн. конфер "Повышение продуктивн. лесов методами лесн. культур и основы организации х-ва в лесах искусств. происхождения", Минск, 1973. (соавтор Ю. Д. Сироткин)

4. Фитомасса сосны и ели в смешанных культурах. Тезисы докл. У-го делегатского съезда Всесоюз. ботанического общества. Киев, 1973. (соавтор Ю. Д. Сироткин)

5. О миграции меченого фосфора между растениями сосны и ели в смешанных и чистых культурах. Тезисы докл. Ш-го делегатского собрания Белорусского республ. ботан. общества. Минск, 1973.

6. Режим минерального питания сосны и ели при совместном произрастании в лесной культуре. Вести АН БССР, серия биол. наук, № 5. Минск, 1973. На белорусском языке. (соавтор Ю. Д. Сироткин). ○

7. Смешанные культуры сосны и ели в черничных суборах Барановичского лесхоза. Республ. межвед. сб. "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. 8, изд. "Высшая школа", Минск, 1974. (соавтор Ю. Д. Сироткин).

8. Фосфатное питание сеянцев сосны и ели при совместном произрастании. Республ. межвед. сб. "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. 9, изд. "Высшая школа". Минск, 1975. (соавтор Ю. Д. Сироткин)

9. Биомасса сосны и ели при совместном произрастании в культурфитоценозах кисличной серии типов леса. Республ. межвед. сб. "Лесоведение и лесное хозяйство", вып. II, изд. "Высшая школа". Минск, 1976.

10. Эколого-физиологические взаимодействия сосны и ели при совместном произрастании в культурфитоценозах. Сб. "Проблемы аллелопатии". Тезисы докл. IV Всесоюз. совещания по физиол.-биохимич. основам взаимодействия растений в фитоценозах. Изд. "Наукова думка". Киев, 1976. (соавтор Ю. Д. Сироткин)

Зак. 456. Тир. 100 экз. Объем I п. л. Формат 60x84 1/16

Подписано к печати 25/10-76г. Отпечатано на роралпринте
ВТИ им. С. М. Кирова.

Минск, Свердлова, 13.