

## ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Быстрый рост значения лесов в мировой экономике требует разработки системы мероприятий по повышению их продуктивности.

Основная причина низкой продуктивности насаждений в давно обжитой зоне смешанных лесов — отеснение их в агрикультурный период на менее плодородные (легкие и заболоченные) почвы. Так, например, в Минской области суглинки под пашней занимают 36%, а под лесом — 3%, соответственно супеси — 51% и 15%, пески — 7% и 59%, торфяно-болотные почвы — 6% и 23%.

В результате 50-летней работы по повышению продуктивности лесонасаждений применительно к наиболее распространенным типам сосновых лесов у нас сложилась следующая система, охватывающая две группы мероприятий: во-первых, мероприятия, связанные с повышением плодородия почвы (биологическая мелиорация путем введения почвоулучшающих растений, гидротехническая мелиорация, известкование, внесение органо-минеральных удобрений, торфование, покрытие почвы порубочными остатками и другим мульчматериалом, рыхление почвы, применение гербицидов); во-вторых, мероприятия, направленные на улучшение самих древостоев (введение наиболее продуктивных пород и их форм, селекция, гибридизация и семеноводство, повышение густоты низкополнотных древостоев, введение нижних кустарниковых ярусов, своевременное использование древесины отмирающих и мертвых деревьев, регулирование взаимосвязей лесообразователей рубками ухода, обрезкой сучьев, дендроцидами).

Исходя из учения Г. Ф. Морозова о лесе как географическом ландшафте и учения о типах лесных биогеоценозов, развиваемого в настоящее время школой акад. В. Н. Сукачева, под повышением продуктивности лесов мы предлагаем понимать не только увеличение запаса древесины, но и увеличение размеров пользования ею, улучшение побочных (не связанных с добычей древесины) пользования лесом, а также повышение защитных, водоохраных, оздоровительных, культурно-эстетических и других полезных функций леса. У нас сложилось представление, что чем больше выращивается на 1 га

основного продукта леса — древесины, тем выше все его многообразные полезные свойства.

За последние годы в нашем лесном хозяйстве большое внимание уделялось гидротехнической мелиорации, чего нельзя сказать в отношении биологической мелиорации легких почв. Между тем последние по своей природе бедны органическим веществом, что обуславливает их плохие водные свойства, низкую буферность, бедность основаниями и элементами минеральной пищи растений, особенно азотом. Эти почвы крайне нуждаются в повышении плодородия и в первую очередь в обогащении органическим веществом и азотом, утраченными ими в результате прокаливания в огне лесных пожаров, особенно частых на легких почвах. В Негорельском учебно-опытном лесхозе через 10 лет после низового пожара в древостое сосняка верескового 30—40-летнего возраста гумуса было 72%, а азота 66%, по сравнению с содержанием их в таком же насаждении, но не поврежденном пожаром.

В комплексе мероприятий, обеспечивающих устойчивое повышение продуктивности лесов на легких почвах, решающее значение имеет применение удобрений. В лесоводстве преобладают биологические удобрения, часто называемые биологической мелиорацией. К ним относится введение почвоулучшающих растений: древесных пород (акции белой, ольхи серой, ольхи черной, дуба красного, липы, березы, лиственницы и др.), кустарников (акации желтой, дрока, ракитника, бузины и др.), многолетних травянистых растений (люпина многолистного, люпина многолетнего, горца сахалинского и др.), однолетних растений (люпина желтого, люпина узколистного, люпина белого, прочих однолетних сидератов), внесение бактериальных препаратов, микоризы, покрытие почвы растительными остатками (хворостом, соломой люпина, вереском, картофельной ботвой). В последние годы в лесоводстве стали применять минеральные и органические удобрения.

Ведущее место в биологической мелиорации, по-видимому, принадлежит органическому веществу, которое влияет на обеспечение корней древесных растений питательными элементами, водой и воздухом. Оно может выполнять важные функции, поглощая и постепенно освобождая питательные вещества в более или менее уравновешенных количествах, увеличивая водоудерживающую способность почвы и поддерживая жизнедеятельность почвенной флоры и фауны. Благоприятная структура лесных почв зависит от рыхлящего воздействия корней лесообразователей и от использования органического вещества лесного опада бактериями, грибами, дождевыми червями и другим эдафом.

Запас органического вещества в лесных почвах динамичен. Он пополняется и уменьшается в результате естественного опада и разложения. Задача лесовода — следить за его динамикой и регулировать его баланс.

В последние годы авторитетные совещания ученых подтвердили справедливость взглядов акад. Д. Н. Прянишникова, утверждавшего, что азот в основном определяет массу деятельной протоплазмы в тканях растения и увеличивает площади листовой поверхности, стимулируя таким образом накопление продуктов фотосинтеза; что на большинстве наших почв растения обеспечиваются азотом в меньшей степени, чем другими питательными элементами; что азотные удобрения, если не используются растениями, легко выщелачиваются дождями. Поэтому очень важны все природные процессы, ведущие к связыванию свободного азота воздуха. Даже в странах, широко применяющих минеральные удобрения, абсолютная величина используемого в земледелии «биологического» азота, накапливаемого в почве азотфиксирующими микроорганизмами, намного выше «технического», т. е. азота минеральных удобрений.

Биологический азот, накапливаемый в почве бактериями, дешев. Поэтому проблема его широкого использования в силу чисто экономических соображений никогда не может быть снята даже при самой интенсивной химизации сельского и лесного хозяйства.

Размер «биологического» азотонакопления может быть значительно увеличен путем расширения культуры бобовых, применения нитрагина, получения высокоактивных рас клубеньковых бактерий, подбора видов и сортов растений, хорошо образующих клубеньки, создания для них определенного режима питания и пр.

Чтобы превратить большие площади малоплодородных легких почв в высокоплодородные, нужно прежде всего увеличить в верхней, наиболее корнеобитаемой части почвенного профиля содержание органического вещества, а это осуществимо только путем ежегодного получения на них высоких урожаев зеленой массы. Эту задачу решают междурядной культурой многолетнего люпина многолистного. В таежной зоне он, по-видимому, является лучшим азотособирателем с непревзойденными урожаями органической массы, достигавшими на супесчаных почвах Белоруссии 90 т/га и даже в Коми АССР, на 62° северной широты, — 70 т/га. Средний урожай зеленой массы люпина в 20—40 т/га отвечает средней норме вносимых на 1 га органических удобрений (навоз, торф и т. п.). Однако затраты на эти виды удобрений выше затрат на удобрение люпином.



Люпин давно занял прочное место в земледелии как заменитель навоза. Применение люпина в качестве зеленого удобрения в садах, виноградниках и оливковых рощах практиковалось задолго до нашей эры. В лесном хозяйстве его стали применять с конца прошлого столетия. Однако история применения люпина в отечественном лесоводстве долгое время складывалась из немногих эпизодических, часто незавершенных опытов, а главным образом — из логических умозаключений, далеких географических экстраполяций, догадок. Что касается зарубежного опыта, то проф. В. Виттих [1], подводя в 1956 г. итоги 50-летнего влияния люпина на лесную почву в Эбнате, отметил, что эта область еще ждет своего исследователя.

Мы поставили перед собой задачу посылно восполнить этот пробел.

В Негорельском учебно-опытном лесхозе Белорусского технологического института в условиях среднегодовой температуры  $+5,4^{\circ}\text{C}$  и среднегодовых осадков 636 мм в 1954—1956 гг. заложены стационары с последующей и сопутствующей междугодной культурой многолетнего люпина многолистного. Возраст сосны на этих стационарах к последнему их обмеру (осень 1965 г.) достиг 10—18 лет, а срок действия люпина 9—11 лет.

Исследования проводятся в следующих типах леса.

1. В сухом бору сосняке вересковом IV бонитета, занимающем в лесокультурном фонде БССР 38%, произрастающем на дерново-подзолистой связнопесчаной слабо- и среднеподзоленной почве, подстилаемой песком, характеризующейся, по А. Г. Медведеву [2], оценочным баллом (бонитетом) пахотных почв БССР «37». Кроме вышеуказанных стационаров, в этом типе леса под наблюдением находится и стационар 5а, заложённый автором в 1949 г. в посеве сосны 1923 г. с введенным в 1931 г. многолетним люпином.

2. В свежем бору сосняке-брусничнике III бонитета (рис. 1), занимающем в лесокультурном фонде БССР 8%, произрастающем на дерново-подзолистой связнопесчаной слабо- и среднеподзоленной подстилаемой мореной почве, характеризующейся оценочным баллом «42».

3. В свежей субори сосняке орляково-брусничном II бонитета, занимающем (после включения в него сосняков мшистых) в лесокультурном фонде БССР 34%, произрастающем на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной подстилаемой мореной почве, характеризующейся оценочным баллом «51».

4. Во влажной субори сосняке орляково-черничном I бонитета, занимающем в лесокультурном фонде БССР 11%, произрастающем на дерново-подзолистой связнопесчаной

оглеенной внизу почве, характеризующейся оценочным баллом «58».

В результате 9—11-летнего произрастания на этих стационарах многолетнего люпина в почве существенно повысилось



Рис. 1. Стационар 8н в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Опытная делянка с трехрядным посевом многолетнего люпина многолиственного в однометровые междурядья посадки сосны (возраст сосны 13 лет, люпина — 9 лет).

содержание гумуса (на 41—94%), что связано с ежегодным поступлением в нее органической массы люпина. Улучшилось и качество гумуса: отношение С : N стало уже. Наблюдается увеличение суммы поглощенных оснований. Под влиянием люпина в почве увеличилось не только содержание азота, но и содержание фосфора и калия. Показатели свойств почв, исследованных на наших стационарах, подтверждают заключения Р. Ланга (1931) и А. Немеца (1950), что мягкий люпиновый гумус улучшает физические и химические свойства почв и этим обеспечивает длительное, устойчивое повышение плодородия почвы и продуктивности леса.

Наблюдения И. Э. Рихтера (1966) над влажностью почвы за ряд лет показали, что за первые годы она под люпином существенно не изменяется, однако на делянках с 9—11-летним произрастанием в междурядьях многолетнего люпина она понизилась. Это, по-видимому, объясняется повышенной транспирацией сосны, продуктивность которой на стационарах с последующей культурой люпина резко возросла. Для улучшения водного режима намечено проведение рубок ухода.

Влияние многолетнего люпина на микроклимат молодняков сосны исследовалось на стационарах с сопутствующей



междурядной его культурой в сухом бору и влажной субори и сопоставлялось с показателями на ближайшем поле. Оказалось, что двурядный посев люпина в однометровых междурядиях значительно снижает освещенность сосны, прогрессируемость и испаряемость почвы и повышает увлажненность поверхностных горизонтов почвы. Это приводит к существенным изменениям в условиях жизни сосны, причем в сухом бору — в положительном направлении, а во влажной субори — в отрицательном.

Урожай растений прежде всего определяется размерами и продуктивностью работы фотосинтезирующего аппарата. Как свидетельствуют наблюдения, фотосинтез увеличивается с улучшением условий местопроизрастания, на делянках с люпином он интенсивнее, чем на контрольных, а у однолетней хвои выше, чем у двулетней.

Содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое сосны под влиянием люпина увеличивается.

На тех же подопытных деревьях, на которых исследовался фотосинтез, определялась и транспирация методом быстрого взвешивания (по Л. А. Иванову) с учетом исследований И. В. Гулидовой (1960).

Под влиянием люпина транспирация повышается на 6—12%. Влажность хвои сосны на делянках с люпином на 3—14% выше, чем на контрольных, а это улучшает ход всех физиологических процессов, в том числе приводит к более экономному расходованию воды на транспирацию.

На наших стационарах В. П. Григорьевым, а затем С. С. Ижевским были проведены анализы хвои сосны на содержание сахаров. Оказалось, что междурядная культура многолетнего люпина, улучшая азотное питание, снижает содержание в хвое сахаров и тем сильнее, чем хуже водоснабжение. Это объясняется изменением под влиянием люпина работы фотосинтезирующего аппарата в сторону уменьшения образования в хлоропластах углеводов и увеличения содержания белка.

Влияние люпина на биологический круговорот веществ показано на рис. 2 и в табл. 1.

Результаты наших с И. Э. Рихтером [3] исследований свидетельствуют, что биологическая мелиорация сосняков междурядной культурой многолетнего люпина многолистного, значительно обогащая почву элементами питания, обеспечивает более интенсивный их круговорот, благодаря которому они многократно участвуют в обмене веществ между сосновыми насаждениями и почвой. Этим объясняется непрерывающееся улучшение роста лесных культур после значительного вытеснения и даже полного исчезновения лю-



Линия из отдельных люпиново-сосновых сообществ в стадии чаши. Междурядная культура многолетнего люпина многолистной, изменяя среду жизни лесобразователей и их физиологию.

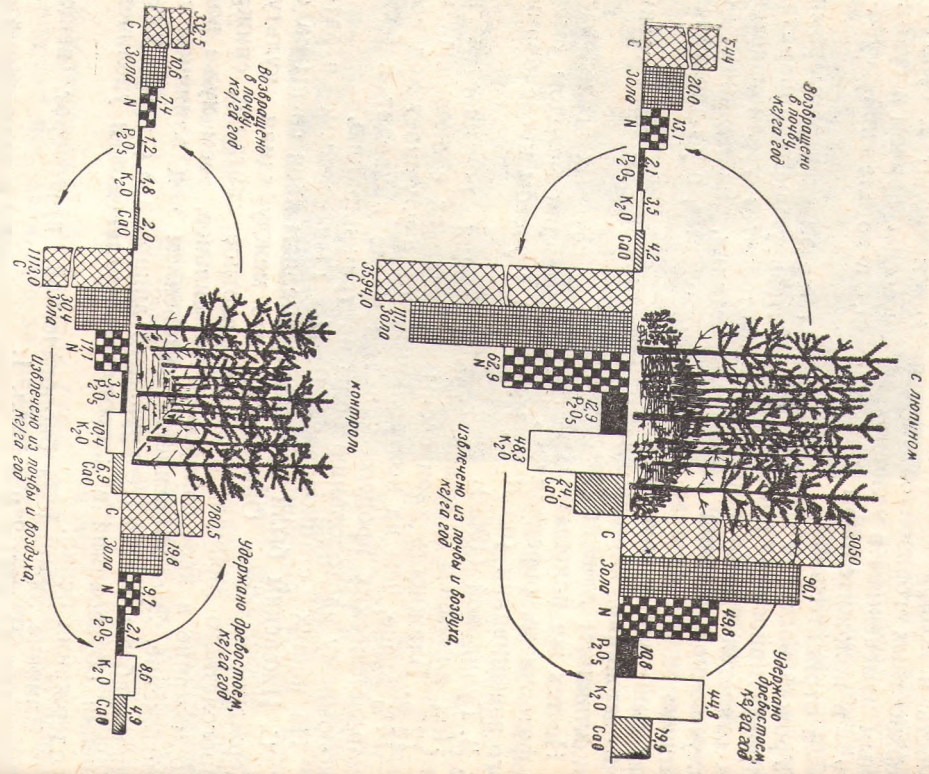


Рис. 2. Улучшение биологического круговорота веществ у сосны 13-летнего возраста в результате 9-летнего выгоня вилыния междурядной культуры многолетнего люпина многолистной.

Этот процесс, вызывает количественные и качественные изменения в росте древостоев сосны. Это показано в табл. 2. В условиях последующей междурядной культуры люпина, когда он высеивался спустя несколько лет после посадки сосны, наблюдается значительный дополнительный прирост

Данные о биологическом круговороте азота и зольных элементов, кг/га

Станция	Делянка	Зола			N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O			CaO		
		П*	У*	В*	П	У	В	П	У	В	П	У	В	П	У	В
Последующая культура люпина																
8е	Контроль	16,3	8,2	8,1	11,3	5,9	5,4	2,1	1,3	0,8	5,6	4,1	1,5	3,6	2,0	1,6
	С люпином	32,5	18,5	14,0	19,9	11,0	8,9	4,2	1,8	1,4	11,2	8,7	2,5	6,6	3,6	3,0
8и	Контроль	23,1	15,4	7,7	12,8	7,9	4,9	2,5	1,6	0,9	8,3	7,0	1,3	4,8	3,5	1,3
	С люпином	53,7	40,5	13,2	32,2	23,8	8,4	6,9	5,6	1,3	20,0	18,0	2,0	11,5	8,7	2,8
8к	Контроль	30,4	19,8	10,6	17,1	9,7	7,4	3,3	2,1	1,2	10,4	8,6	1,8	6,9	4,9	2,0
	С люпином	111,1	90,1	20,0	62,9	49,8	13,1	12,9	10,8	2,1	48,3	44,8	3,5	24,1	19,9	4,2
8а	Контроль	18,0	10,4	7,6	12,4	7,1	5,3	2,2	3,1	1,0	6,5	5,2	1,3	4,0	2,5	1,5
	С люпином	35,2	25,0	10,2	21,8	14,9	6,9	4,4	3,2	1,2	13,9	12,1	1,8	8,3	5,4	2,9
Сопутствующая культура люпина																
8т	Контроль	16,3	15,5	0,8	9,5	8,9	0,6	1,8	1,7	0,1	5,3	5,2	0,1	3,7	3,5	0,2
	С люпином	18,7	17,8	0,9	10,4	9,8	0,6	2,2	2,1	0,1	6,2	6,0	0,2	4,0	3,8	0,2

\* П — потребляется, У — удерживается, В — возвращается.

Влияние многолетнего люпина на рост культур сосны в разных условиях местопроизрастания

Стационар	Тип лесорастительных условий и леса	Бонитет	Делянка	Возраст сосны, лет	Срок действия люпина, лет	Количество деревьев на 1 га, экз.	Средняя высота, м	Коэффициент достоверн.	Средний диаметр, см		Запас стволовых древесин, м <sup>3</sup> га	Процент к контролю
									на высоте 1,3 м	на высоте 1/2		
<b>Последующая культура люпина</b>												
8е	Сухой бор сосняк вересковый	IV	Контрольная	18	—	3974	3,24	—	4,6	3,4	17,3	100
			С люпином	18	11	4807	4,23	8,06	5,2	3,8	32,8	190
5а		IV	Контрольная	40	—	2965	11,90	—	10,6	—	164,0	100
			С люпином	40	33	3175	13,90	—	11,8	—	255,0	156
8и	Свежий бор сосняк брусничный	III	Контрольная	15	—	3986	3,59	—	4,8	3,2	19,1	100
			С люпином	15	11	3855	4,51	8,93	5,7	3,4	30,9	162
8к	Свежая суборь сосняк брусничный	II	Контрольная	15	—	6625	3,58	—	3,4	2,7	17,8	100
			С люпином	15	11	6375	4,84	14,82	5,1	3,8	58,2	327
8а	Влажная суборь сосняк орляково-черничный	I	Контрольная	13	—	7050	3,05	—	3,0	2,6	13,5	100
			С люпином	13	10	5100	4,20	14,4	4,1	3,5	21,9	162
<b>Сопутствующая культура люпина</b>												
8и	Сухой бор сосняк вересковый	IV	Контрольная	10	—	22900	1,73	—	—	1,5	7,0	100
			С люпином	10	9	23070	1,76	—	—	1,5	7,7	110
8г	Свежая суборь сосняк орляково-брусничный	II	Контрольная	5	—	10350	0,67	—	—	1,11	0,7	100
			С люпином	5	4	8800	0,64	2,0	—	0,96	0,5	71
8	Влажная суборь сосняк орляково-черничный	I	Контрольная	12	—	5237	3,12	—	3,6	2,9	12,6	100
			С люпином	12	11	1300	2,82	2,3	4,8	3,9	5,5	44



стволовой древесины сосны, составляющий 162—327% по отношению к контролю. Сопутствующая культура люпина за 9—11 лет не оказала существенного положительного влияния, а на относительно богатых почвах наблюдалось даже явное угнетение сосны люпином.

Результаты повторных обмеров на стационаре 5а (с сосной 40-летнего возраста) в сосняке вересковом показали, что после введения люпина в 7-летние насаждения максимальное влияние его на рост сосны наступило на четвертый год, а затем здесь стало наблюдаться снижение уровней превышения запасов стволовой древесины по сравнению с контрольной секцией. Однако столь значительная прибавка в продуктивности стволовой древесины на делянке с люпином за 33 года, составляющая 91 м<sup>3</sup>, или 56% по сравнению с контролем, дает основание полагать, что существенная разница сохранится до главной рубки. При завершении процесса сильного самоизреживания мы считаем целесообразным испытать повторное введение люпина посадкой двулетней рассады, взятой из густых зарослей люпинников старшего возраста (испытывавших естественный массовый отбор на теневыносливость).

Наряду с положительным влиянием люпина на рост сосны отмечаются и более высокие показатели веса модельных деревьев, их стволов, сучьев и ветвей, хвои и корней. Качество древесины стволов на секциях с люпином лучше, так как процент веса сучьев от веса стволов на них меньше, чем на контроле.

Специально проведенное исследование [4] на стационаре 5а показало, что в результате 28-летнего воздействия люпина увеличилось количество деревьев высших классов продуктивности и узкокронных сосен (последних оказалось 63% против 47% на контроле). Наиболее существенное изменение отношений диаметров крон к диаметрам стволов наблюдается в результате изменения плодородия почвы под влиянием многолетнего люпина.

На стационарах 5а и 5б получены данные о благоприятном воздействии люпина на анатомическое строение и физико-механические свойства древесины сосны.

Исследования Ю. Н. Азниева [5] показали положительное влияние люпина на плодоношение сосны.

В. П. Григорьевым, применившим радиоактивный изотоп фосфора (P<sup>32</sup>), зафиксирован обмен корневыми выделениями между многолетним люпином и сосной.

С. С. Ижевским [7] на делянках с люпином выявлена повышенная устойчивость сосны против соснового шелкопряда, а по наблюдениям Р. И. Харитонович на делянках с люпином обнаружено снижение повреждаемости сосны вертуном.

Под влиянием многолетнего люпина улучшаются физические свойства почв и повышается водоохранная роль леса. Мощно развитыми корневыми системами люпин скрепляет почву крутосклонов, оврагов, откосов и песков, предотвращая смыв и размыв почвы. Поэтому он может широко использоваться в защитных лесонасаждениях. Люпин многолистный явно улучшает санитарно-гигиенические и эстетические свойства леса, сокращает повреждения леса биотическими и абиотическими факторами, особенно пожарами и снеголомами.

Богатый белками люпиновый корм используется для домашнего скота и птицы, для подкормки дичи и рыбы, что может значительно повысить доход от лесного хозяйства.

Начиная со второго года жизни, многолетний люпин вытесняет конкурирующие с сосной сорняки и позволяет обходиться без дорогостоящих ополков лесных культур.

Для широкого внедрения люпина в лесное хозяйство и лесомелиорацию необходима дальнейшая комплексная разработка этой темы с постановкой опытов в разных почвенно-климатических условиях, с применением единой методики, в частности, для закладки полевых опытов, определения экономической эффективности этого мероприятия, учета рациональных новых методов введения люпина в лесные культуры, жердняки, средневозрастные, приспевающие и спелые лесонасаждения с применением механизации, органо-минеральных удобрений и химических веществ в люпиново-лесных хозяйствах.

Возрастающее из года в год число сторонников биологической мелиорации лесов междурядной культурой многолетнего люпина дает основание полагать, что прогноз Г. Ф. Морозова о праве гражданства люпина в лесоводстве станет широко претворяться в жизнь.

Следует быстрее реализовать неоднократно принимавшееся авторитетными совещаниями решение об организации научно-исследовательской лаборатории по повышению продуктивности и мелиоративной эффективности лесов культурой люпина.

Мы будем рады, если скромные опыты коллектива кафедры лесоводства Белорусского технологического института в какой-то степени помогут лесоводам выращивать по два-три кубометра древесины там, где раньше выращивался один.

#### Л и т е р а т у р а

1. W. Wittich. 50 Jahre Ebnath. Forstwiss, Сb. 1, 1956.
2. А. Г. Медведев. Бонитировка почв при крупномасштабных почвенных исследованиях. Труды института почвоведения АН БССР. Минск, 1961.



3. Б. Д. Жилкин, И. Э. Рихтер. Повышение продуктивности сосновых насаждений Белоруссии путем улучшения биологического крутоворота веществ культурой люпина. Минск, 1964.

4. Б. Д. Жилкин. Классификация деревьев по продуктивности. М., 1965.

5. Ю. Н. Азниева. О влиянии многолетнего люпина на плодоношение сосны обыкновенной. «Лесной журнал», 1963, № 3.

6. В. П. Григорьев. Улучшение роста сосновых молодяков междурядной культурой многолетнего люпина. Автореферат канд. дисс. Минск, 1964.

7. С. С. Ижевский. Устойчивость культур сосны обыкновенной к сосновому шелкопряду и пути ее повышения. Автореферат канд. дисс. М., 1967.