

630*2

В 99

**БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С. М. КИРОВА**

630*237.4:582:445

На правах рукописи

УДК 631.82:630*561:630*24

ВЯРБИЛА Видмантас Винцентович

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СВЯЗИ
С КОЛЕБАНИЯМИ КЛИМАТА И
РАЗРЕЖИВАНИЕМ**

**06.03.03 «Лесоведение, лесоводство и защитное
лесоразведение; лесные пожары и борьба с ними»**

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

МИНСК 1983

Работа выполнена в Литовском научно-исследовательском институте лесного хозяйства.

Научный руководитель — академик АН Лит.ССР,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заслуженный деятель науки Литовской ССР
Л. А. КАЙРЮКШТИС.

Официальные оппоненты — доктор сельскохозяйственных наук В. С. ПОБЕДОВ,
кандидат биологических наук,
доцент Л. И. ЛАХТАНОВА.

Ведущее предприятие — Министерство лесного хозяйства и лесной промышленности Лит.ССР.

Защита состоится *14 февраля* 1984 г.
в *14*..... часов на заседании специализированного совета К.056.01.01 в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С. М. Кирова по адресу: 220630, Минск, ул. Свердлова, 13а, корпус 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан *09 января* 1984 г.

**Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент**

И. Э. РИХТЕР

Общая характеристика работы

Актуальность темы вытекает из решений XXV и XXVI съездов КПСС, Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик, где перед работниками лесного хозяйства поставлена задача государственной важности — расширить работы по восстановлению лесов и повышению их продуктивности. Это нужно и можно осуществить путем комплексного воздействия на среду обитания и прежде всего на почву — наиболее легко регулируемый компонент биосферы. Более чем полувековой опыт зарубежных стран и целый ряд работ, проведенных в последнее время в нашей стране, показывает, что одним из самых эффективных мероприятий по повышению продуктивности лесных насаждений является внесение минеральных удобрений. Умелое применение их позволяет добиться не только максимальной количественной производительности, но и обеспечивает здоровое, гармоничное развитие насаждения в целом. В этой связи изучение вопросов эффективного использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве весьма актуально.

Цель исследований — изучить влияние минеральных удобрений и их сочетания с рубками ухода на рост и продуктивность сосновых насаждений в связи с дендроклиматическими колебаниями прироста. При этом предполагалось разработать следующие вопросы: изучить влияние минеральных удобрений на ход формирования ассимиляционного аппарата и годичного прироста древесины в течение вегетационного периода; выявить количественные и качественные изменения прироста сосновых насаждений различной продуктивности при внесении полного и азотного удобрения; установить влияние минеральных удобрений на интенсивность отпада и дифференциацию деревьев в естественных и пройденных рубками ухода сосновых насаждениях; изучить эффективность минеральных удобрений в зависимости от дендроклиматических колебаний радиального прироста; определить экономический эффект от применения полного и азотного удобрения в естественных и изреженных сосновых насаждениях.

Научная новизна. Полученные новые данные о характере изменений сезонной динамики роста в высоту, по диаметру и ассимиляционного аппарата в зависимости от внесенных удобрений

БИБЛИОТЕКА БТИ
им. С. М. Гирова

6862ар

сосняков Южной Прибалтики. Установлено, что сезонная ритмика и продолжительность вегетативного роста под влиянием удобрений не изменяется, увеличиваются лишь количественные показатели роста, которые у деревьев различных классов роста и развития выражены в различной степени. Установлена зависимость влияния удобрений на рост сосняков по радиусу от сроков их внесения относительно дендроклиматического ритма. Получены новые данные об изменениях анатомического строения древесины и ее физико-механических свойств под влиянием длительного ежегодного удобрения сосняков.

Практическая ценность работы. На основании детального исследования динамики прироста фитомассы сосны и наблюдений за изменением её химического состава в течение вегетационного периода уточнены сроки внесения азотных удобрений, которые легли в основу при подготовке практических рекомендаций производству, внедряемых в системе Минлеспромхоза Лит.ССР /1983/. С целью получения максимального эффекта в первую очередь удобрению подлежат сосняки за 2-3 года до наступления оптимальных климатических условий роста, выявляемых при дендроклиматическом анализе колебаний радиального прироста. Для получения наибольшего эффекта удобрение высокополнотных сосновых культур, произрастающих на бедных песчаных почвах, целесообразно сочетать с их изреживанием средней интенсивности, выбирая в первую очередь угнетенные и сильноразвивающиеся деревья.

Апсодация работы. Основные положения, результаты и выводы исследований докладывались на научных конференциях преподавателей Литовской ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии /Каунас, 1979, 1981/; на Всесоюзном научно-техническом совещании "Итоги и перспективы научных исследований в области лесного хозяйства" /Пушкино, 1979/; на региональной конференции молодых ученых "Вопросы повышения продуктивности лесов" /Каунас, 1978/; на всесоюзной конференции молодых ученых "Роль науки в создании лесов будущего", посвященной XXVI съезду КПСС /Пушкино, 1981/.

Публикация работ. По материалам диссертации опубликовано 18 работ.

Объем и структура диссертации. Материалы диссертации изложены на 140 страницах машинописного текста, состоящего из введения, шести глав, выводов и предложений производству, списка литературы и приложений. Текст иллюстрирован 21 таблицей и 23 рисунками. Список литературы содержит 230 наименований.

На защиту выносятся следующие основные положения:

- теоретическое обоснование оптимальных сроков внесения азотных удобрений в течение вегетационного периода;
- прогноз оптимальных годовых периодов внесения минеральных удобрений в зависимости от дендроклиматического колебания радиального прироста;
- целесообразность внесения минеральных удобрений совместно с изреживанием в высокополнотных сосновых культурах низких классов бонитета и порядок отбора деревьев на рубку;
- обоснование несущественных качественных изменений древесины сосны, образовавшейся под влиянием удобрений.

Содержание работы

1. Анализ литературы. Рассматривается отечественная и зарубежная литература по вопросам, имеющим непосредственное отношение к содержанию работы. Подчеркивается, что пока ещё не полностью раскрыт механизм минерального питания хвойных насаждений, отсутствует теоретическое обоснование внесения минеральных удобрений в сосновых насаждениях, пройденных рубками ухода, никем не изучена эффективность удобрения в зависимости от дендроклиматических колебаний радиального прироста, окончательно не решенным остается и вопрос о влиянии удобрений на качество древесины. Для более полного решения этих проблем необходимо вести дальнейшие исследования.

2. Объекты и методика исследований

2.1. Характеристика объектов исследования

Исследования проведены на территории Литовской ССР, находящейся в переходной зоне между влажным западно-европейским климатом и континентальным климатом Евразии.

Объекты исследования заложены в чистых /15-80-летних/

сосновых культурах и насаждениях лишайникового, брусничного и кисличного типов леса, произрастающих на наиболее распространенных в Литовской ССР автоморфных подзолистых и дерново-подзолистых песчаных почвах различного плодородия, в A_1-C_2 типах условий местопроизрастания. Все почвы являются сильно- и среднекислыми, содержат мало органического вещества, общего азота, подвижного калия и фосфора, за исключением почв, бывших в недавнем времени под пашней. Всего в течение 1961-1978 гг. заложено 9 объектов исследования: для изучения влияния удобрений на динамику сезонного роста - 2 объекта; для изучения совместного влияния внесения удобрений и рубок ухода /вырубалось 12-36% по запасу/ - 4 объекта и 3 объекта для выявления эффективности влияния минеральных удобрений в связи с дендроклиматическими колебаниями роста сосны. На каждом из них в трехкратной повторности закладывалось по 2-8 пробных площадей - вариантов опыта по следующей схеме: контроль, N, NP и NPK. Размер пробных площадей колебался в пределах 0,01-0,04 га, а минимальное количество деревьев на каждой повторности составляло 220 штук. Применялись следующие дозы удобрений /кг/га д.в./: азота /мочевина, аммиачная селитра/ - 30-240, фосфора /гранулированный суперфосфат/ - 40-120 и калия /хлористый калий и калийная соль/ - 50-200. Большое внимание в работе уделено изучению водного режима почв объектов исследования, поскольку он в значительной степени определяет продуктивность сосняков. Водный режим почвы характеризуется по термодинамическим показателям, так как давление почвенной влаги более объективно характеризует степень ее доступности для растений по сравнению с весовыми единицами /%/ влаги.

Оценивая режим давления влаги в целом за три вегетационные периоды /1978-81 гг./ исследований можно отметить, что в течение этих лет в почве поддерживались условия достаточного увлажнения, поскольку давление влаги колебалось в интервале от -0,5 до -2,5 атм. Лишь в конце мая всех вегетационных периодов и в конце первой - начале второй декады июня 1978-79 гг. из-за отсутствия дождей почва была иссушена настолько, что в верхних ее горизонтах давление влаги упало до критической величины, т. е. превышало -7,0 атм. Однако это

наблюдалось непродолжительное время и в середине июня выпавшие обильные осадки промочили почву по всему профилю и тем самым увеличили давление выше $-2,5$ атм. В конце вегетационного периода давление в верхних горизонтах почвы повысилось до $-0,5$ атм, что свидетельствует о достаточном увлажнении. Таким образом, хотя во все вегетационные периоды давление почвенной влаги и достигало низких величин, все же это продолжалось недолго и позволило древостоям выстоять без существенных нарушений физиологических процессов.

3.2. Методика полевых и камеральных исследований

Для характеристики объектов исследования были использованы общепринятые в лесной таксации, лесоводстве и почвоведении методики. Для изучения динамики водного режима почвы под культурами сосны во время вегетационных периодов 1978–1980 годов через каждые 5 дней по 10 сантиметровым слоям до глубины 1 метра в 6-кратной повторности определялась влажность почвы термовесовым методом и давление почвенной влаги экспресс-гигроскопическим методом по В.Крюгеру, И.И.Судницыну /1976/, И.И.Судницыну /Авт. св. СССР № 871063. 1981/. Одновременно измерялась температура верхних почвенных горизонтов. Водно-физические свойства почвы изучены общепринятыми методами. Метеорологические данные /среднесуточные температуры воздуха, осадки, относительная влажность воздуха и продолжительность солнечного сияния/ брались из фондов агрометеостанции г. Каунас.

Изучение динамики сезонного прироста сосны и ее изменение под влиянием минеральных удобрений проводилось в течение трех вегетационных периодов /1978–1980 гг./ по методике А.А.Молчанова, В.В.Смирнова /1967/. Для наблюдения динамики формирования ассимиляционного аппарата в каждом варианте опыта, заложенного в 15-летних сосновых культурах брусничного типа леса, было отобрано по 15 средних глазомерноодинаковых по развитию деревьев, которые за последние 3 года имели тождественную сумму приростов в высоту. При этом изучалась динамика прироста массы и длины однолетней хвои, фиксировались ее влажность и концентрация основных элементов питания. Наблюдения проводились через каждые 10 суток с момента появления хвои текущего года по 20 октября. Концентрация общего азота, фосфора и калия определялась методом мокрого озоления серной

кислотой и перекисью водорода /Бондаренко, Харитонов, 1967/. На том же объекте исследования велись и наблюдения за динамикой сезонного роста и прироста в высоту при помощи линейки с точностью ± 1 мм.

Изучение сезонного прироста по диаметру в 45-летнем брусничном сосняке проводилось на деревьях разных классов роста и развития*. В каждом варианте опыта было отобрано по 5 деревьев каждого класса. Измерения велись при помощи индикатора часового типа с точностью $\pm 0,01$ мм, через каждые 5 дней.

Для изучения влияния минеральных удобрений на продуктивность насаждений и величину радиального прироста сосны в зависимости от его дендроклиматических колебаний с каждого варианта опыта во всех объектах исследования приростным буровом Пресслера у 30 деревьев брались образцы древесины - цилиндрики. Ширина годичных слоев измерялась при помощи прибора Б.Эклунда "АДЦО-х" с точностью $\pm 0,01$ мм. Определение дополнительного прироста, полученного под влиянием лесохозяйственных мероприятий, проводилось по методике И.Я.Лиены /1977, 1980/.

Изучение влияния минеральных удобрений на основные показатели физико-механических свойств древесины проводилось на образцах, взятых из участка 18-летних сосновых культур лишайникового типа леса, росших с момента их закладки под постоянным воздействием минеральных удобрений /удобрения вносились ежегодно с 1961 г. по настоящее время/. Это позволило взять пробы древесины, образовавшейся под влиянием удобрений, параметров, соответствующих стандарту. Для определения различий в свойствах древесины, в опытном и контрольном вариантах отобрано по пять модельных /средних по рангу/ деревьев. Отбор моделей, их раскряжка, изготовление образцов, проведение испытаний и обработка полученных данных осуществлялись по стандартизированной методике /Древесина. Отбор проб и методы испытаний. ГОСТ 16483, 1973/. Изучались три параметра древесины: предел прочности при сжатии вдоль волокон с 45-кратной,

* При выделении деревьев разных классов роста и развития руководствовались классификацией Л.А.Кайрюкштиса /1969/.

предел прочности при статическом изгибе — с 36-кратной, а плотность древесины — с 50-кратной повторностью. Анализ анатомических показателей древесины проводился по общепринятым методам в цитологии растений.

При изучении влияния удобрений на величину радиального прироста, для элиминирования возрастного фактора, ширина годовых колец выражалась в виде индексов. Степень сходства колебаний индексов прослеживалась по формуле Г.Т.Битвинскаса /1974/, а ритмичность радиального прироста — критерием экстремальных значений на 95 % уровне значимости.

Экономическая эффективность применения удобрений определена по методике Г.Т.Румянцева, П.Ф.Мойко /1973/.

Все полученные экспериментальные данные подвергались математической обработке: вычислялись вариационно-статистические показатели, корреляционные зависимости и существенность разницы между сравниваемыми вариантами. Ошибка опытов обычно не превышала 5 %.

3. Изучение динамики прироста сосны под влиянием минеральных удобрений в течение вегетационного периода

3.1. Ход формирования ассимиляционного аппарата

Установлено, что начало и интенсивность роста до наступления его максимума зависят от температурного режима /корреляционная связь между среднесуточными температурами воздуха и интенсивностью роста $r = 0,40-0,49$, $t = 1,3-1,5$ и

$r = 0,31-0,68$, $t = 1,1-3,1$ /. С другими климатическими показателями, такими как влажность почвы, относительная влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния корреляционная связь отсутствует. Снижение интенсивности и окончание роста хвои, согласно данным наших опытов, также мало зависят от всех ранее упомянутых климатических показателей.

Под влиянием минеральных удобрений динамика формирования ассимиляционного аппарата не изменяется, отмечается только некоторая интенсификация роста. Так, через первые три года после внесения полного комплекса удобрений длина хвои увеличивается в среднем на 13,4 %, а сухая масса 100 пар хвоинок — на 21,5 %.

Под влиянием только азотных удобрений эти увеличения составляют, соответственно, 5,4 и 9,9 %, что при уровне значимости $\alpha = 0,05$ являются существенными / $t = 4,1-10,5$ и $t = 6,1-18,8$ /. Среднее число хвоинок на побеге под влиянием удобрений не изменяется. Следовательно, при улучшении минерального питания прежде всего увеличиваются размеры и масса ассимиляционного аппарата сосны.

Сопоставляя данные динамики влажности однолетней хвои контрольного варианта с удобренными, видно, что улучшение минерального питания на изменение влажности хвои сказывается незначительно. При внесении полного комплекса удобрений она увеличивается на 6,7 %, а при внесении только азотных удобрений — на 3,4 %. Эти увеличения синхронны во все периоды вегетации. Поскольку снабжение сосны влагой было одинаковым во всех вариантах опыта, а масса хвои на удобренных вариантах увеличивается на более значительную величину, чем ее влажность, следовательно, с улучшением минерального питания возрастает продуктивность транспирации и более экономно используется почвенная влага.

Изучая динамику концентрации основных макроэлементов /NPK/ в хвое наряду с выявлением наиболее критических периодов в потребности их сосной, также подмечено, что чем интенсивнее происходит рост ассимиляционного аппарата, тем быстрее уменьшается концентрация этих элементов в хвое текущего года. При окончании роста ассимиляционного аппарата содержание азота, фосфора и калия постепенно вновь возрастает и в отдельные годы достигает, соответственно, 1,17-1,22 %, 0,14-0,25 % и 0,32-0,35 %, что согласно данным ряда исследователей, недостаточно /за исключением фосфора/ для успешного произрастания сосны.

При внесении как одних азотных, так и полного комплекса удобрений характер сезонной динамики концентрации азота, фосфора и калия в хвое не меняется. Но на опытных вариантах наблюдается некоторое увеличение концентрации азота и калия. Так, концентрация азота в N и NPK вариантах по сравнению с контролем, увеличивается, соответственно, на 14,0-15,4 % и на 22,2-21,1 % и составляет 1,44-1,53 и 1,59-1,63 % от сухого веса /рис. 1/. Содержание калия в N и NPK варианте увеличивается на 17,2-19,7 % и достигает 0,42-0,43 % от сухого веса. В результате внесения минеральных удобрений концентрация азота и

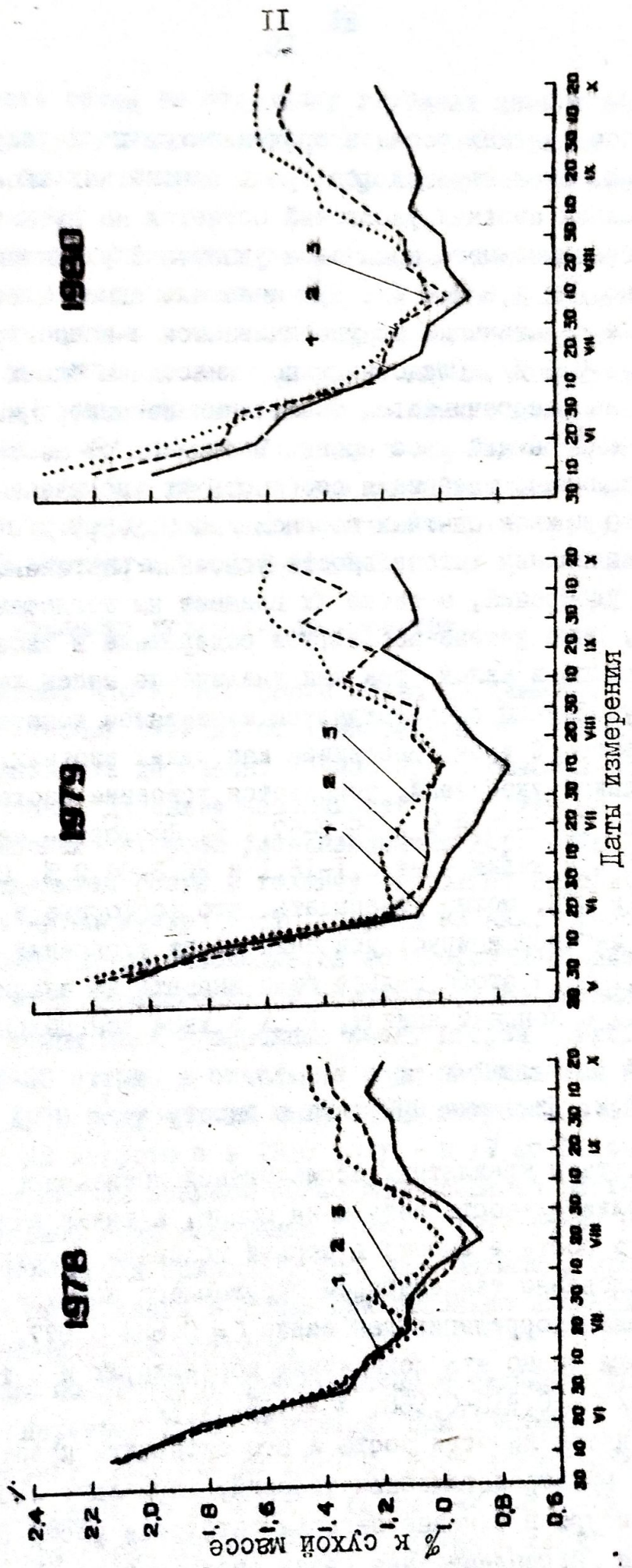


Рис. I. Влияние минеральных удобрений на динамику концентрации азота в однолетней хвое сосны
 I - контроль, 2 - N, 3 - NPK

калия в хвое опытных сосенок продвигается в сторону оптимальных величин. Концентрация фосфора в однолетней хвое после внесения одних азотных удобрений остается на прежнем уровне, а при внесении полного комплекса удобрений увеличивается незначительно /на 2,6–4,4 %/. При внесении одних азотных удобрений также практически не увеличивается и концентрация калия /на 0,6–0,9 %/. Следовательно, внесением одних азотных удобрений не обеспечивается увеличения концентрации фосфора и калия в однолетней хвое сосны. В отличие от азотных, фосфорные и калийные удобрения способствуют увеличению концентрации азота в хвое опытных сосенок /на 3,3–5,7 %/.

Для выявления интенсивности усвоения растениями отдельных видов удобрений, а также их влияния на поглощение других элементов, было учтено абсолютное содержание в хвое сосны азота, фосфора и калия, так как увеличение массы хвоинок под влиянием удобрений сопровождается изменением концентрации этих элементов в хвое. Внесением как одних азотных, так и полного комплекса удобрений, ускоряется усвоение азота, соответственно, на 10,4–36,6 % и 19,2–57,1 %, фосфора – на 5,1–16,9 % и 9,4–28,6 % и калия – на 5,1–16,1 и 26,3–60,2 %. Сравнивая варианты N и NPK, можно утверждать, что фосфорные и калийные удобрения интенсифицируют усвоение азота удобрений из почвы на 8,8–29,1 %, а этого нельзя было выявить из анализа одних лишь данных о концентрации N, P, K в хвое контрольных и опытных сосен.

3.2. Динамика прироста в высоту

Результаты трехлетних исследований показывают, что начало и продолжительность набухания почек, а также начало и интенсивность роста в высоту в первой половине вегетации прежде всего обусловлено температурой окружающего воздуха /прослеживается тесная корреляционная связь $r = 0,884-0,977$, $t = 3,8-7,5$ /. Весьма тесно эти показатели коррелирует и с температурой почвы / $r = 0,913-0,966$, $t = 4,5-11,1$ /.

Спад интенсивности роста и его окончание практически не зависят от метеорологических условий, поскольку среднесуточные температуры в течение периода затухания роста были довольно высокими /корреляционная связь отсутствует/. На это, по-видимому, не влияет и недостаток влаги, хотя в начале затухания

роста влажность почвы на отдельных глубинах иногда находилась в пределах труднодоступной для растений формы. Окончание роста по высоте скорее всего обусловлено генетическими свойствами сосны.

Подкормка как азотными, так и полным комплексом удобрений повлияла только на интенсивность роста побегов, но не изменила ни характера динамики, ни продолжительности периода роста сосны. Интенсивность роста в первом году после внесения удобрений увеличивается незначительно /данные недостоверны $t = 0,24-0,47/$, во втором году в вариантах N и NPK, соответственно, - на 2,8 и 9,1 %, а в третьем году - на 4,4 и 10,1 % /разницы при уровне значимости $\alpha = 0,05$ существенные только в NPK варианте $t = 1,6-2,5/$.

3.3. Динамика прироста по диаметру

Установлено, что начало роста сосны по диаметру также в наибольшей степени зависит от температурного режима и класса роста и развития деревьев. Начало роста слаборазвивающихся и угнетенных деревьев запаздывает в среднем на 10-15 суток по сравнению с хорошо развивающимися деревьями /рис.2/.

Анализ динамики роста в толщину позволяет выделить две вспышки более интенсивного роста. Первая из них, продолжительностью 30-60 суток, наблюдается во второй половине мая /с 15 по 27/ и, в зависимости от температурного режима, продолжается до конца июня - середины июля. Вторая - продолжительностью 15-20 суток, в отдельные годы наблюдается в разные сроки /в 1978 году - с 26 июля по 10 августа, в 1979 году - с 8 по 18 августа и в 1980 году - с 17 по 30 августа/.

В течение первой вспышки более интенсивного роста древесины в отдельные годы /особенно резко в 1979 году/ наблюдались локальные спады прироста, что, по-видимому, происходит из-за недостатка влаги в почве при довольно высоких среднесуточных температурах воздуха.

Рост сосны по диаметру прекращается у сильно и хорошо развивающихся деревьев 17-26 сентября, при понижении среднесуточных температур воздуха до 11-7°C. Рост слаборазвивающихся и угнетенных деревьев прекращается на 5-20 дней раньше. Прекращение роста сосны по диаметру, в отличие от роста в высоту, по-видимому, обуславливается температурным режимом, так как между приростом окончательного периода /от локального

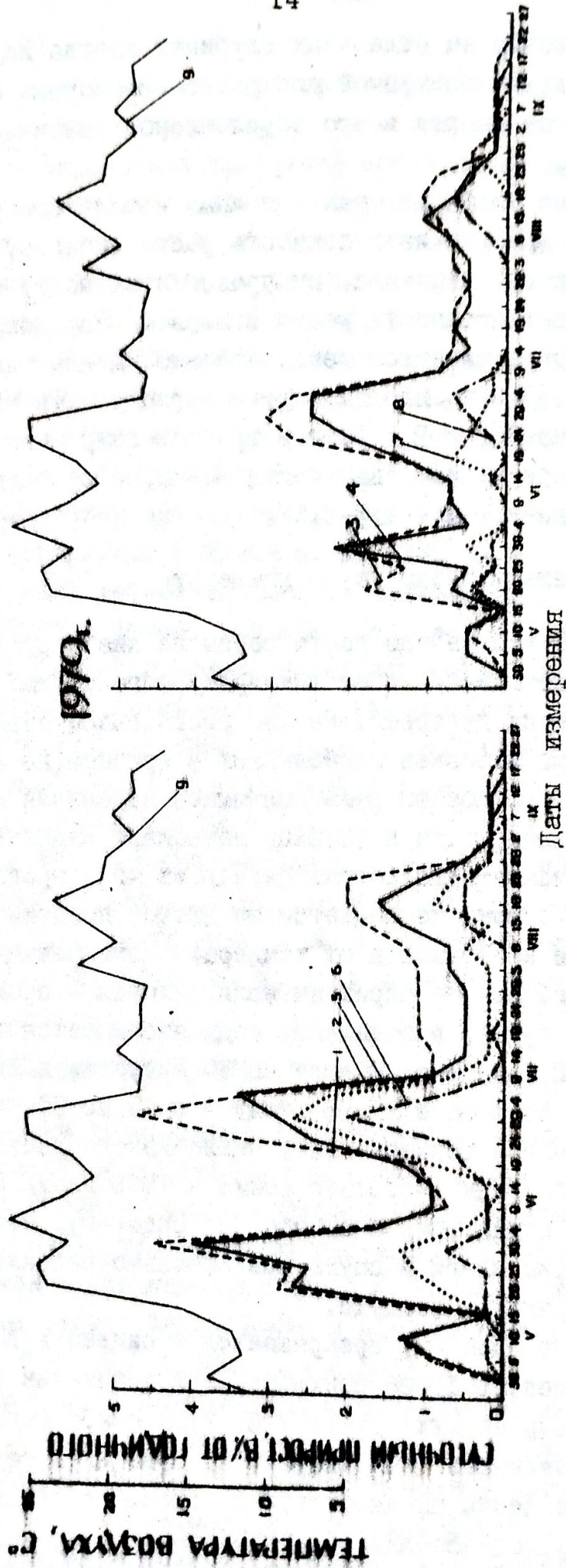


Рис.2. Динамика сезонного прироста сосны по диаметру в 1979 году деревьев разных классов роста и развития под влиянием минеральных удобрений
 I - А₁, 2 - А₁ контроль, 3 - А₁, 4 - А₁ контроль, 5 - В₁, 6 - В₁ контроль, 7 - С₁, 8 - С₁ контроль, 9 - температура воздуха

максимума до конца/ и температурой воздуха существует достоверная корреляционная связь / $r = 0,517-0,842$, $t = 1,2-3,1$ /.

Анализа данных прироста сосны по диаметру у деревьев разных классов роста и развития позволил выявить прямую зависимость между шириной годичного кольца и классом роста и развития. Сильно развивающиеся деревья /класс A^I/ растут на 22-59 % интенсивнее, по сравнению с хорошо развивающимися деревьями /класс A/. Интенсивность роста в толщину у слабо развивающихся деревьев /класс B/ составляет 39-55 % класса A, а у деревьев, растущих в угнетенном состоянии /класс C/, - лишь 26-38 %.

Азотная подкормка и в этом случае также не повлияла ни на динамику, ни на продолжительность периода роста сосны. Отмечается только более интенсивный рост удобренных сосен в течение всего вегетационного периода, кроме деревьев, растущих в угнетенном состоянии.

Согласно сводным данным в первом году на улучшение условий минерального питания быстрее других отзываются сильно-развивающиеся деревья /табл. I/.

Таблица I.

Увеличение радиального прироста у деревьев сосны разных классов роста и развития от азотной подкормки /в % от контроля соответствующих классов/

Год после внесения удобрений	Прирост			
	A ^I	A	B	C
Первый	114,2	98,7	103,4	86,6
Второй	125,5	124,0	192,1	72,0
Третий	112,3	133,3	162,6	60,2

Однако, на втором и третьем году наибольшее увеличение прироста наблюдается уже у средних, т. е. хорошо и слабо развивающихся деревьев и различия здесь существенные $t = 5,5-12,7$

Интенсивность роста угнетенных деревьев под влиянием минеральных удобрений из года в год снижается, и в последствии эти деревья превращаются в опад. Это понятно, так как усиленный рост деревьев высших классов роста и развития создает

худшие условия освещенности угнетенным деревьям. Кроме того, угнетенные деревья, обладая менее развитой корневой системой, не способны конкурировать за питательные вещества с деревьями высших классов.

Результаты исследований сезонного прироста по диаметру сосны разных классов роста и развития как бы теоретически обосновывают нецелесообразность внесения минеральных удобрений в высокополнотные сосновые культуры, особенно в более высокотрофных ^{типах} условий местопроизрастания, без предварительного их изреживания.

Учитывая процентную долю деревьев отдельных классов роста и развития в исследуемом сосняке /А^I-9, А-60, В-25 и С-5/, рассчитано, что в конечном счете за первые три года после внесения удобрений радиальный прирост насаждения увеличивается в среднем на 24,4 %.

4. Влияние минеральных удобрений на продуктивность основных насаждений и качество древесины

4.1. Влияние минеральных удобрений на интенсивность процесса естественного изреживания сосновых культур

Фактический материал по этому вопросу был получен на пробных площадях, заложенных для изучения влияния минеральных удобрений и рубок ухода на продуктивность сосновых культур и для изучения влияния ежегодного внесения минеральных удобрений на рост и развитие 18-летних сосновых культур. Установлено, что минеральные удобрения увеличивают интенсивность естественного изреживания сосновых культур /при ежегодном внесении удобрений на 211 % - по запасу и на 99 % - по количеству стволов, а при разовом - на 14-31 % и 5-38%/, и интенсифицируют отпад в основном в подчиненной части насаждения, т. е. мелких деревьев.

4.2. Влияние минеральных удобрений на продуктивность сосновых насаждений, пройденных рубками ухода

Результаты исследований показывают, что наибольший эффект от минеральных удобрений как в пройденных рубками ухода, так и в неизреженных насаждениях наблюдается при внесении их на бедных элементами минерального питания почвах, т. е. в культурах низких классов бонитета. Среднее увеличение дополнительно-

го радиального прироста в культурах I класса бонитета составляет 5-10 %, а в культурах IV класса бонитета оно значительно выше - 27-45 %.

При этом наибольший радиальный прирост получен от внесения полного комплекса удобрений в средневисоких дозах / $N_{120} P_{80} K_{100} + N_{120}$ /. Все же решающая роль здесь принадлежит азотным удобрениям, поскольку различия в дополнительном приросте между вариантами N, NP и NPK по критерию Стьюдента несущественны / $t = 0,05$, $t = 0,93-1,65$ /. При двукратном увеличении доз удобрений / $N_{240} P_{160} K_{200} + N_{240}$ / результаты оказываются близкими или даже меньшими.

Сопоставление дополнительного радиального прироста вариантов, пройденных рубками ухода, с аналогичными неразрезанными участками, дает возможность определить степень комплексного влияния минеральных удобрений и рубок ухода. Существенное увеличение среднего дополнительного радиального прироста наблюдается только в высокополнотных сосновых культурах IV класса бонитета, где дополнительный радиальный прирост превышает таковой только удобренных вариантов на 7,2-9,6 %. Он даже на 2,7-4,8 % превышает сумму приростов, полученную этими обоими мероприятиями, взятыми отдельно. Следовательно, наибольший биологический эффект от комплексного ухода за сосновыми культурами можно получить лишь в высокополнотных культурах высших классов бонитета на бедных подзолистых песчаных почвах.

4.3. Влияние минеральных удобрений на физико-механические свойства и анатомическое строение древесины сосны

Лабораторные испытания физико-механических свойств древесины показали, что различия /по Стьюденту/ между древесиной, образовавшейся под постоянным воздействием удобрений по сравнению с контролем, при сжатии вдоль волокон и при статическом изгибе несущественны и составляют, соответственно, $I_2 / t = 1,6/$ и $3I / \text{кг/см}^2 / t = 1,4/$. Под влиянием удобрений существенно снижается лишь плотность древесины с 432 до 408 $\text{кг/м}^3 / t = 3,95/$, что составляет 5,5 %.

Анализируя анатомическое строение древесины, установлено, что минеральные удобрения оказывают существенное влияние только на увеличение числа рядов трахеид /на 21,7-27,7 % $t = 2,5-5,6$ в ранней и на 17,3-16,2 % $t = 2,4-4,6$ в поздней древесине/

При этом различия между толщиной клеточных стенок и шириной полости клеток как в ранней, так и в поздней древесине не существенны. Поскольку удобрения больше способствуют росту числа рядов трахеид в ранней древесине и меньше — у поздней /на 3,8–9,9 %/, это в конечном итоге сказывается на процент поздней древесины в целом. Так, относительная доля поздней древесины в годичном слое на удобренных участках снижается на 2,54–3,03 %. Следовательно, уменьшение плотности древесины при внесении удобрений происходит за счет увеличения доли ранней древесины в годичном кольце. Учитывая, что более широкие годичные слои древесины в естественных условиях произрастания в насаждениях высших классов бонитета также формируются в результате увеличения процента ранней древесины /Матюшкина и др. 1974; Сергеева, 1975/, можно утверждать, что минеральные удобрения существенно не изменяют потребительские свойства древесины сосны, произрастающей на бедных подзолистых песчаных почвах.

5. Влияние дендроклиматических колебаний прироста на ширину годичных слоев удобряемых сосновых насаждений

Выявленная ритмичность и довольно высокая степень сходства радиального прироста между отдельными объектами исследования позволили установить увеличение прироста под влиянием минеральных удобрений в зависимости от времени удобрения в дендроклиматическом колебании климата. На объекте, удобренном за два года до кульминации прироста в очередном дендроцикле, дополнительный радиальный прирост увеличивается даже на 223 %, а общая продолжительность действия удобрений составляет 7 лет. В объектах, удобренных в середине снижения или в минимуме дендроритма, в тех же условиях местопроизрастания дополнительный радиальный прирост в среднем составляет, соответственно, только 169 % и 156 %, а продолжительность действия удобрений при этом исчисляется лишь 4–5 годами /рис. 3/. Следовательно, предварительно можно констатировать, что при внесении удобрений в период с благоприятными условиями роста сосняков наблюдается более значительный дополнительный прирост, чем при внесении удобрений в период с неблагоприятными для роста деревьев климатическими условиями.

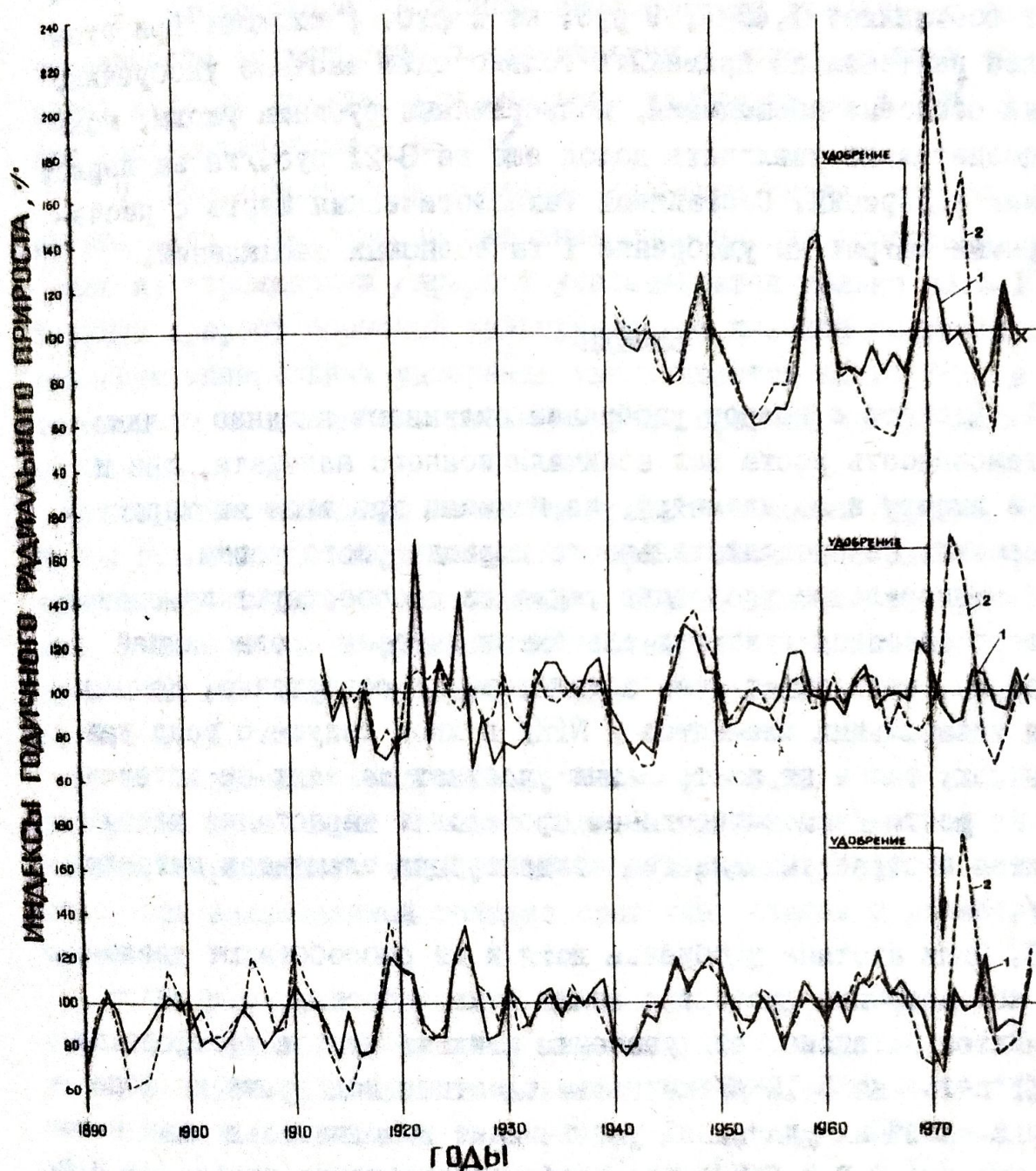


Рис.3. Влияние минеральных удобрений на динамику индексов радиального прироста в зависимости от времени внесения их в дендроклиматическом колебании прироста
1 - контроль, 2 - НРК

6. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений в неизреженных и изреженных сосновых насаждениях.

Наибольший экономический эффект /в размере 79-83 руб./га/ за период действия удобрений получен при удобрении средними дозами сосновых насаждений низкой продуктивности. Окупаемость затрат составляет 1,45-1,59 руб. на 1 руб. расходов. При этом наиболее рентабельно применять только одни азотные удобрения. Удобрив сосновые насаждения, подверженные рубками ухода, можно дополнительно увеличить доход ещё на 3-21 руб./га за период действия удобрений. Составлена технологическая карта с расчетом прямых затрат на удобрение 1 га сосновых насаждений.

ВЫВОДЫ

1. Азотное и полное удобрение оказывают влияние только на интенсивность роста как ассимиляционного аппарата, так и роста в высоту и по диаметру, не изменяя при этом ни характера динамики, ни продолжительности периода роста сосны.

2. Минеральные удобрения также не способствуют изменению характера сезонной динамики элементов питания в однолетней хвое сосны, возрастает лишь абсолютное их содержание. Концентрация минеральных элементов / NPK / в хвое текущего года как на опытных, так и на контрольных участках зависит от интенсивности ее роста /чем интенсивнее происходит нарастание массы хвои, тем быстрее уменьшается концентрация элементов питания в ней/.

3. Одни азотные удобрения хотя и не способствуют увеличению концентраций фосфора и калия в хвое сосны, но в целом увеличивают интенсивность усвоения этих элементов /фосфора на 5-17 %, калия на 5-16 %/ из почвы. Азотная подкормка на фоне фосфорно-калийных удобрений увеличивает дополнительно как концентрацию /на 3,3-5,7 %/, так и общее содержание азота /на 8,8-29,1 %/ в хвое текущего года.

4. Увеличение текущего прироста сосны под влиянием минеральных удобрений обуславливается, главным образом, интенсификацией деятельности камбия, поскольку они оказывают весьма слабое влияние на увеличение интенсивности роста в высоту главного побега.

5. Деревья разных классов роста и развития по-разному реагируют на внесение азотных удобрений. Наибольшее относительное увеличение прироста сосны по диаметру при этом наблюдается у слаборазвивающихся деревьев /на 63-92 %/, а угнетенные деревья на опытных участках растут хуже /на 28-40%/, чем на контроле.

6. Минеральные удобрения способствуют увеличению интенсивности естественного изреживания высокополнотных сосновых культур при разовом внесении удобрений на 5-38%, а при систематическом - на 99%.

7. Высокополнотные сосновые культуры высших классов бонитета мало отзывчивы на внесение минеральных удобрений даже после их изреживания /прирост увеличивается только на 5-10%/. Текущий прирост сосновых культур низких классов бонитета под влиянием минеральных удобрений увеличивается на 27-36%, а при совместном их влиянии с рубками ухода средней интенсивности на 34-45%.

8. Качественные показатели древесины сосны /предел прочности при сжатии вдоль волокон и при статическом изгибе/, сформировавшейся под постоянным влиянием минеральных удобрений, практически не изменяются. Уменьшаются только плотность древесины на 5,5% и процент поздней древесины в годичном слое на 2,5-3,0%.

9. Повышение продуктивности массы ствола после внесения удобрений происходит за счет более энергичного деления клеток камбия, выраженного числом отложенных рядов трахеид в годичном слое, при неизменной толщине клеточных стенок и диаметре трахеид.

10. Для более эффективного использования минеральных удобрений в сосняках, подкормку ими следует проводить за 2-3 года до наступления оптимальных климатических условий роста, чтобы максимальное влияние их совпало с очередным пиком в дендроциклическом колебании радиального прироста.

11. Экономически наиболее выгодно удобрять одними азотными удобрениями высокополнотные сосновые культуры низших классов бонитета после умеренного их изреживания, когда экономический эффект в денежном выражении составляет 14-97 руб./га за период действия удобрений.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для получения наибольшего биологического и лесоводственного эффекта азотные удобрения под основными насаждениями следует вносить в начале периода интенсивного роста всех составных частей фитомассы, когда проявляется наибольшая потребность в элементах минерального питания, что в условиях Литовской ССР наблюдается с середины мая по первой декаде июня.

2. В высокополнотных сосновых культурах, произрастающих на бедных элементами минерального питания песчаных подзолистых почвах, удобрение $N_{100-120} P_{60-80} K_{100}$ следует проводить совместно с изреживанием средней интенсивности, при этом выбирая угнетенные и сильноразвивающиеся деревья, поскольку самые отзывчивые на улучшение минерального питания являются средние деревья.

3. Внесение минеральных удобрений следует приурочить к дендроклиматическим ритмам колебания прироста: удобрять основные насаждения, которым до наступления максимума в дендроклиматическом колебании радиального прироста остается 2-3 года. Согласно данным многолетних прогнозов, составленных из динамики индексов колебания годовых слоев, минеральные удобрения в лиственничных и брусничных сосняках юго-восточных и восточных районах Литовской ССР следует вносить в течение 1982-1984, 1990-1992 и 2006-2008, а в западной части республики - 1987-1989, 1996-1997 и 2006-2008 годов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Динамика сезонного прироста по диаметру средневозрастных сосновых насаждений в связи с применением минеральных удобрений. - Пушкино, 1979, с. 201-203. - Рукопись деп. в ЦБНТИ лесхоз 27/IV-81 г., № 84-лд.

2. Влияние минеральных удобрений на текущий прирост приспевающих сосняков. - Науч. труды ЛитСХА. - Каунас-Норейкшкес, 1979, с. 9-11. - Соавтор П.Якас, на лит. яз.

3. Влияние различных доз азотных удобрений на текущий прирост древесины в средневозрастном сосняке брусничном. - Тез. докл. конф. молодых ученых. Каунас-Гирнионис, 1979, с.21-22

4. Повышение биологической продуктивности почв сосновых насаждений минеральными удобрениями. - В кн.: Почвы и их био-

логическая продуктивность : Докл. конф. посвящ. 60-летию существования кафедры почвоведения и агрохимии Эстонской СХА. - Тарту, 1979, с. 194-195. - Соавтор Р.И.Шлейнис.

5. Роль минеральных удобрений в повышении производительности подзолистых песчаных почв сосновых насаждений. - Тез. докл. Всес. совещ.: Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышение их продуктивности. М., 1980, с. 198-199. - Соавтор Р.И.Шлейнис.

6. Сезонная динамика азота в хвое сосны под влиянием минеральных удобрений. - В кн.: Пути повышения производительности лесов и их рациональное использование: Тез. докл. науч.-тех. конф. аспирантов и молодых ученых запад. отдел. ВАСХНИЛ. - Рига, 1981, с. 15.

7. Влияние азотных удобрений на радиальный прирост сосны разных классов роста и развития. - В кн.: Роль науки в создании лесов будущего: Тез. докл. Всес. конф. молодых ученых. - Л., 1981, с. 13.

8. Влияние минеральных удобрений на сезонный рост сосны. - Гириос /Леса/, 1981, № 3, с. 14-15, на лит. яз.

9. Изменение таксационных показателей и структуры фитомассы в ежегодно удобряемых сосновых молодняках. - В кн.: Проблемы охраны флоры и фауны: Сбор. науч. тр. ЛитСХА. - Каунас-Норейкишкес, 1981, с. 45-47. - Соавтор Р.И.Шлейнис, на лит. яз.

10. Влияние минеральных удобрений на самоизреживание сосновых культур. - В кн.: Проблемы охраны флоры и фауны: Сбор. науч. тр. ЛитСХА. - Каунас-Норейкишкес, 1981, с. 54-55, на лит. яз.

11. Влияние времени внесения азотных удобрений на изменение текущего прироста сосняков старшего возраста. - В кн.: Проблемы охраны флоры и фауны: Сбор. науч. тр. ЛитСХА. - Каунас-Норейкишкес, 1981, с. 30-31. - Соавтор П.Ю.Якас, на лит. яз.

12. Сезонный рост сосны и его изменение под влиянием минеральных удобрений. - Лесоведение, № 2, 1981, с. 12-18. - Соавтор Р.И.Шлейнис.

13. Удобрения и качество древесины. - Гириос /Леса/, 1981, № 12, с. 13, на лит. яз.

14. Влияние удобрений сосновых насаждений на качество древесины. - Лесное хозяйство, 1981, № 12, с. 8-11. - Соавтор Р.И.Шлейнис.

15. Когда, как и какими удобрениями удобрять леса. - Гирнос /Леса/, 1982, № 4, с. II-II. - Соавторы Р.И.Шлейнис и А.Д.Рагуотис, на лит. яз.

16. Влияние минеральных удобрений на интенсивность процесса самоизреживания основных культур. - В кн.: Комплексное ведение хозяйства в основных лесах: Тез. докл. науч.-производств. совещ. - Гомель, 1982, с. 174-176. - Соавторы Л.А.Кайрюкштис, Р.И.Шлейнис.

17. Содержание основных микроэлементов в почвах и сосновой хвое. - Науч. тр. ЛитНИИЛХа, 1982, т. XXII, с. 38-41. - Соавтор Р.И.Шлейнис.

18. Влияние минеральных удобрений на сезонный ход роста ассимиляционного аппарата сосны. - Тр. ЛитНИИЛХа, 1983, т. XIII, с. 71-82. - Соавтор Р.И.Шлейнис, на лит. яз.

Ответственный редактор Р.И. Шлейнис

Подписано в печати 15.12.1983 г. ЛВ00986 Тираж 100 экз.

Бумага 60x84 ¹/16. 1 печ.лист. Бесплатно

Отпечатано в типографии "Райде", г.Каунас, ул.Спаустувининку, II, Заказ № 14339