

630<sup>x</sup>

ПЗ2

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА

На правах рукописи

УДК 630<sup>x</sup>385.1:630<sup>x</sup>231.332/0433

ПИКК Яак Юханович

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ  
В ЭСТОНСКОЙ ССР

06.03.03 - Лесоведение и лесоводство;  
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 1988

Работа выполнена в Эстонском научно-исследовательском институте лесного хозяйства и охраны природы.

Научный руководитель - доктор биологических наук,  
профессор У. А. Валк

Официальные оппоненты - доктор сельскохозяйственных наук, доцент В. А. Ипатьев,  
- кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
Л. И. Рахтеенко

Ведущее предприятие - Министерство лесного хозяйства и охраны природы Эстонской ССР

Защита состоится 21 июня 1988 г.  
в 17. часов на заседании специализированного совета К.056.01.05 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 21 мая 1988 г.

Ученый секретарь Специализированного  
Совета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

И. Э. Рихтер

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986 – 1990 гг. и на период до 2000 г. в лесном хозяйстве предусмотрено работникам лесного хозяйства улучшить воспроизводство леса, более широко внедрять достижения науки, региональные системные хозяйствования, химизацию производства и интенсивно использовать земли лесного фонда.

Болота занимают около четверти (11665 км<sup>2</sup>) территории Эстонской ССР. 22,1% площади государственных лесов Эстонии находится на торфяно-болотные почвах. Продуктивность осушенных болотных лесов ниже средней продуктивности лесов Эстонии. В рамках проведенных исследований было выяснено, в какой степени можно улучшить рост осушенного малопродуктивного болотного леса при помощи минеральных удобрений, какое влияние это оказывает на компоненты лесного фитоценоза, на прирост запаса древостоя и на качество поверхностных вод.

Цель и задачи исследований. Основной целью настоящей диссертации является оценить на основании результатов комплексных исследований влияние удобрения на осушенный лес и дать практические рекомендации по повышению ценности и продуктивности осушенных болотных лесов при помощи минеральных удобрений.

При проведении исследований поставили следующие задачи: 1. Получить данные о влиянии удобрения на лесной фитоценоз, в первую очередь на дополнительный прирост запаса древесины, а также и на семеношение древостоя, лесной опад, плодородие почвы и растительный покров; выяснить зависимость эффективности удобрения от трофности почвы. 2. Изучить влияние удобрения на рост лесных культур и естественное возобновление деревьев. 3. Изучить опасность загрязнения поверхностных вод при удобрении осушенных торфяно-болотных почв и вымывание питательных элементов стоковыми водами. 4. Разработать рекомендации по удобрению осушенных болотных лесов, обеспечивающие повышение продуктивности древостоя и избежание загрязнения окружающей среды.

Научная новизна. В результате проведенных исследований и опытов получены новые для лесной науки данные о влиянии минеральных удобрений на компоненты лесного фитоценоза и разработаны новые научно обоснованные меры по повышению плодородия осушенных торфяно-болотных почв и интенсивности их лесохозяй-

ственного использования путем применения минеральных удобрений.

Практическая ценность работы и реализации результатов исследования. 1. На основании проведенных опытов установлено 5-14-летнее влияние различных комбинаций удобрений на дополнительный прирост древостоя. На основе этого разработаны рекомендации по подбору объектов удобрения, комбинаций удобрения, доз и времени удобрения, обеспечивающие достаточную экономическую эффективность использования минеральных удобрений. 2. Уточнены рекомендации по удобрению молодых лесных культур, заложенных на осушенных торфяных почвах. 3. Разработаны рекомендации по уменьшению опасности загрязнения вод при удобрении осушенных болотных лесов. 4. Предложены рекомендации по облесению выработанных торфяников и безлесных верховых болот, что позволяет повысить рекреационную ценность болот, расположенных в зеленых зонах городов.

Проведенные исследования содействуют повышению интенсивности и эффективности лесохозяйственного использования осушенных торфяно-болотных почв и внедрены Министерством лесного хозяйства и охраны природы Эстонской ССР при удобрении лесов.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно составлена программа и определены задачи исследований, собран, обработан и проанализирован весь полевой материал, обобщены результаты исследований и сделаны соответствующие выводы.

Апробация работы. Результаты исследований представлены на втором координационном совещании по использованию минеральных удобрений в лесном хозяйстве в Тарту в 1977 г., на координационном совещании по исследованиям в области лесоудобрения в Пушкино 24...26 марта 1982 г., на совместном советско-шведском симпозиуме по вопросам многостороннего лесопользования в Таллине 24...26 октября 1983 г., на международном симпозиуме по вопросам лесомелиорации, устроенном по инициативе Международного общества по торфу в Таллине 19...23 сентября 1983 г. и на всесоюзном совещании 12...13 августа 1986 г. в Архангельске.

Публикация. По теме диссертации опубликовано 22 работы.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованных источников (основная часть) и приложений, содержащих фактический материал, использованный при написании работы.

В основной части 149 с. машинописного текста, 48 табл. и 47 рис.. В списке литературы 352 источника, в т. ч. 110 на иностранных языках. Объем приложений - 125 с..

## I. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Из литературных источников (Шумаков, 1975, 1977; Победов, 1972, 1961, 1966; Валк, 1963, 1969, 1973; Валк, Райд, 1961; Ипатьев, 1976, 1984, 1965; Ипатьев и др., 1984; Шлейнис, 1972, 1976, 1966; Паршевников, Серый, Бахвалов, 1979, 1960; Мойко, 1977, 1978; Сацениекс, Капост, 1977; Стратонович и др., 1972; Елпатьяевский и др., 1973; Пятацкий и др., 1976; Стерин, 1979; Рябуха, 1973; Коржицкий, 1972; Матухно, 1962; Паавилайнен, 1963; Паарлахти, 1980; Malmström, 1935, 1952; Wilde, Voigt, 1955; Leyton, 1960; Hoffmann, 1964; Krauss, 1965; Tamm, 1964, 1965; Möller, 1978; Viro, 1965, 1970; Holmen, 1975; Baule, Fricker, 1967; Heikurainen, 1967, 1979; Huikari, 1973; Paavilainen, 1968, 1970, 1976, 1979, 1984; Kainisto, 1972, 1977, 1982; Päävanen, 1982; Barker, 1978; Schulz, Laiho, 1979; Karsisto, 1974; Salonen, 1980; Kreutzer, 1981; Kenttämies, 1980, и др.) видно, что влияние минеральных удобрений на лес различное. В зависимости от географических условий, местопроизрастания, древостоя и удобрений в разных районах наблюдаются довольно значительные различия в приросте древесины, во времени начала влияния удобрения и максимума влияния, в продолжительности влияния и пр. На осушенных болотных почвах удобрение повлияло на рост древостоя и возобновление леса благоприятно.

На мезотрофных болотных почвах рекомендуется вносить РК-удобрения, на мезо-олиготрофных - полное удобрение, на олиготрофных - NP- или полное удобрение. Благоприятное влияние однократного удобрения продолжается от 5 до 15 лет.

Не рекомендуется осушать и удобрять верховые болота с мощной олиготрофной торфяной залежью. В литературе также отмечается, что увеличение запаса питательных веществ в почве повышает продуктивность древостоя только до определенной границы. Густые древостои рекомендуется до внесения удобрений разреживать.

В литературе можно найти также данные об отрицательных влияниях минеральных удобрений. Отмечается, что на удобренных участках у деревьев удлиняется ростовой период, обуславливающий повреждение деревьев при ранних заморозках. На удобренной лесной почве начинается бурный рост сорняков, растет восприимчивость древостоя к болезням и уменьшается устойчивость его к вредителям. В результате удобрения болотных лесов в водоемы вымываются дополнительные количества минераль-

ных веществ, вызывая эвтрофирование и загрязнение.

Литературные данные показывают, что проблему удобрения лесов следует решать регионально. При проведении исследований в области лесоудобрения следует учитывать наряду с климатическими факторами также и эдафические и гидрологические условия, господствующие на изучаемом объекте.

## 2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДИКА

Исследовательская работа в средневозрастных и более старых древостоях проводилась на 10 постоянных опытных участках (72 пробные площади) и на 6 временных объектах (61 пробная площадь). Основными объектами были осушенные древостои IV - Уа бонитета на переходных и верховых болотах со следующими вариантами удобрения: контроль,  $N_{120}P_{156} + 2N_{120}$ ;  $N_{150}P_{156}$ ;  $N_{100}P_{100}K_{100} + 2N_{120}$ ;  $N_{100}P_{100}K_{80}$ ;  $N_{69}P_{117}K_{120}$ ;  $N_{100}P_{60}K_{60}$ ;  $N_{50}P_{30}K_{30}$ ;  $P_{100}K_{100}$ ;  $P_{100}K_{80}$ ;  $P_{50}K_{40}$ ;  $N_{100}P_{150}$ ;  $P_{57}K_{50}$ ;  $P_{200}K_{200}$ ;  $P_{200}K_{100}$ ;  $N_{100}K_{100}$ ;  $N_{30}K_{100}$ ;  $N_{100}P_{100}$ ;  $P_{50}$ ;  $P_{100}$ ;  $P_{150}$ ;  $P_{200}$ ;  $K_{100}$ .

Влияние удобрения на производительность насаждений определяли на основании данных измерения годичных колец 4660 кернов и на основании таксационных показателей древостоев. При определении прироста по запасу использовали методику и программу для ЭВМ, составленные доцентом Эстонской СХА А. Нильсоном (1980). Влияние удобрения на рост молодняков и на рост молодых лесных культур изучали на 14 опытных объектах. Влияние удобрения на естественное возобновление древесных пород проанализировали на 13 опытных объектах.

Для определения оптимальных сроков внесения удобрений заложили 7-вариантные опыты на мезотрофной почве в 6-летней сосновой культуре (удобряли в феврале, апреле, мае, июне, сентябре и октябре) и на олиготрофной торфяной почве в однолетней сосновой культуре (удобряли в апреле, мае, июне, августе, октябре и декабре). На двух объектах с сосновыми культурами, заложенных на олиготрофном торфе на выработанных торфяниках без растительного покрова, сравнили эффективность применения карбамида и аммиачной селитры.

Для сравнения роста потомства удобренного и неудобренного сосняка заложили одну посевную культуру (4 опытных варианта) и 8-вариантные опыты, один из них на выработанном торфянике и другой на лесосеке брусничного типа.

Для определения потребности в удобрениях использовали метод листовой диагностики.

Почвенные пробы взяли осенью в год закладки опыта и в год повторных измерений древостоя с глубины 10 – 20 см и 40 – 50 см. Для анализа взяли 278 почвенных образцов и 589 проб хвои.

Влияние удобрения на количество и фракционный состав лесного опада изучали в течение 9 – 10 лет в 80-летнем сосняке на верховом болоте и в 56-летнем сосняке на переходном болоте.

Для определения плодоношения и свойств семян в сосняках переходных болот было изучено 66 модельных деревьев. В сосняках верховых болот собраны шишки с 54 модельных деревьев.

Изменения, происшедшие в растительном покрове под влиянием удобрения, проанализировали на 276 постоянных квадратах (2 x 2 м). С целью изучения влияния лесоудобрения на химический состав поверхностных вод периодически брали пробы воды из канав удобренной и неудобренной территории (стоковые воды) и из колодцев грунтовых вод (почвенно-грунтовые воды). Всего проанализировали 549 проб воды, определив pH и содержание K, P, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, Ca и Mg.

Использованный для составления диссертации материал собран в 1972 – 1986 гг.

Все численные данные обработали статистически на ЭВМ "Наири 2-3". Существенность различия результатов в сравниваемых опытных вариантах оценили по t-тесту Стьюдента. Взаимные связи между признаками изучали при помощи корреляционного и регрессионного анализов, используя программу пошагового множественного регрессионного анализа, разработанную на кафедре лесостроительства Эстонской СХА.

### 3. ПОТРЕБНОСТЬ ОСУШЕННЫХ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ В УДОБРЕНИИ И ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЯ ОТ СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ВИДА АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

На наших опытных участках в верхнем 10–20 см слое со-  
держалось в мезотрофных торфяных почвах азота 0,7–2,9%,  
 $P_2O_5$  0,0–0,24% и  $K_2O$  0,01–0,07%; в олиготрофных торфяных  
почвах N 0,6–1,5%,  $P_2O_5$  0,0–0,15% и  $K_2O$  0,01–0,07%. На ме-  
зотрофных почвах местами для хорошего роста деревьев не хва-  
тает фосфора и калия, а на менее плодородных болотах и азота.  
На олиготрофных почвах обычно отмечается недостаток всех трех  
основных питательных элементов, особенно нехватка доступных  
для деревьев азота и фосфора. Такие же выводы можно сделать и  
из результатов химического анализа хвои, особенно ясно указы-  
вающих на необходимость внесения фосфора. Хвоя неудобренных  
осушенных сосняков на переходных болотах содержала N  $1,70 \pm$   
 $0,11\%$ , P  $0,16 \pm 0,07\%$ , K  $0,36 \pm 0,06\%$  и Ca  $0,31 \pm 0,02\%$ , а на  
верховых болотах N  $1,57 \pm 0,06\%$ , P  $0,12 \pm 0,01\%$ , K  $0,49 \pm 0,04\%$   
и Ca  $0,32 \pm 0,01\%$ . Выяснилось, что на неудобренных мезотрофных  
и удобренных олиготрофных торфяных почвах между увеличением  
возраста древостоя и содержанием N, P, K и Ca в хвоинках наб-  
людается отрицательная связь. Внесение одного питательного  
элемента изменяют содержание других питательных элементов как  
имевшихся, так и отсутствовавших в удобрении. Благоприятное  
влияние удобрения на содержание элементов в хвое продолжается  
2–3 года. На осушенных торфяных почвах между содержанием пи-  
тательных элементов в хвоинках отсутствуют сильные линейные  
взаимные связи, учитываемая корреляция ( $r = 0,60$ ) наблюдается  
только между содержанием фосфора и калия:  $K = 0,0754 + 2,04P$ .  
Связь сильнее в культурах, произрастающих на олиготрофных  
почвах.

На изученных мезотрофных и олиготрофных торфяных почвах  
корреляция между длиной и сухой массой 100 пар хвоинок силь-  
ная, но связь этих показателей с содержанием питательных эле-  
ментов в хвоинках слабая. Лучшей из них ( $r = 0,55$ ) оказалась  
связь между длиной хвоинок (L) и содержанием P:  $L = 55,36 -$   
 $1,067/P + 59,2P$ .

От времени внесения удобрения рост в высоту у лесных  
культур зависит мало. При определенных условиях осеннее удоб-  
рение может дать лучшие результаты, чем весеннее. На рост в  
высоту сосновых культур, заложенных на олиготрофном торфе  
влияние карбамида и аммиачной селиты одинаковое. При исполь-  
зовании карбамида отпад деревьев больше на 3% в год.

#### 4. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЛЕСНОЙ ОПАД, ПОЧВУ, РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ

Самыми бедными в отношении питательных веществ являются осушенные безлесные верховые болота и выработанные торфяники. На осушенных непродолжительное время переходных болотах с маломощной торфяной залежью содержание питательных элементов в почве достаточное, в результате чего потребности в удобрении нет; удобрение малопродуктивных переходных болот целесообразно. Применение  $NK$ -удобрений на мезотрофной торфяной почве создало для деревьев лучшие условия питания, чем иные варианты удобрений.

Влияние  $NPK$ -удобрения на болотах в течение первых пяти лет увеличивает потребление питательных элементов в верхнем 10–20 см слое почвы больше, чем другие варианты удобрения. По прошествии 7–10 лет после удобрения содержание питательных элементов в почве может оказаться ниже, чем в неудобренном древостое, в результате чего текущий прирост запаса удобренного древостоя резко уменьшается. Почва верхового болота, удобренная фосфором и повторно азотом 7–10 годами ранее, покрывается слоем подстилки из хвоинок и листьев мощностью до 3 см. В неудобренном сосняке на верховом болоте такой слой отсутствует.

Масса лесного опада в 1976–1984 гг. составила в неудобренном 56-летнем сосняке на переходном болоте I, I-2, 2 т/га в год и в 1974–1984 гг. в 80-летнем сосняке верхового болота I, 8–3, 8 т/га в год. Масса опада в древостое после удобрения существенно увеличивается, в основном, за счет увеличения массы хвои. Влияние  $N$  на увеличение массы хвоинок больше, чем  $P$  или  $K$ . При применении  $N_{100}P_{100}K_{80}$  в осушенном сосняке переходного болота масса опада на 3–4 году удвоилась, в осушенном 90 лет назад сосняке верхового болота увеличение под влиянием  $3N_{120}P_{156}$  было 1,5–1,7-кратным. Различие между массой опада неудобренного и удобренного древостоев самое большое на 3–4 году. В опавших хвоинках содержание  $N$ ,  $P$  и  $K$  больше, чем в хвоинках неудобренного древостоя.

В средневозрастных и более старых лесах на переходных болотах в результате удобрения, проведенного 5–7 годами ранее, число и покрытие видов в моховом ярусе в большинстве случаев уменьшалось, в травяном ярусе повышалось, в кустарничковом ярусе число видов оставалось почти без изменений. Самым слабым было влияние фосфорного удобрения. При внесении полного удобрения покрытие мохового яруса уменьшалось в 3,6 раза и

кустарничкового яруса в 3,1 раза. В вариантах РК, НР и НРК появлялось обычно 5-10 новых видов растений. Инвазионными растениями, которые постоянно отсутствовали в неудобренном древостое, были малина обыкновенная, гравилат речной, щитовник иголецкий, майник двулистный, крестовник липкий и звездчатка средняя.

В сосняках верховых болот под влиянием удобрения уменьшилось по прошествии 9 лет после удобрения в большинстве случаев покрытие мохового и кустарничкового ярусов, а покрытие травяного яруса увеличилось в 2-10 раз. В осушенном сосняке верхового болота, где было внесено РК-удобрение и в течение трех лет подряд вносили азот, появилась и распространилась массово малина (покрытие 10-46%). Всего в травяном ярусе удобренных опытных вариантов появился 21 новый вид: каменерий узколистный, щитовник иголецкий, седмичник европейский, щавель воробьиный, крестовник липкий и др. Вместе с уменьшением запаса азота в почве уменьшилось покрытие малины: улучшились условия освещения для растений и часть растений (вереск, подбел, дикранум многожковый), которые на время исчезли, появились снова.

Применение минеральных удобрений создает благоприятные условия для естественного возобновления лиственных деревьев и для роста ранее появившейся сосны естественного происхождения. Удобрением можно улучшить кормовую базу диких животных и повысить тем самым интенсивность охотничьего хозяйства.

#### 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОНОШЕНИЕ, КАЧЕСТВО СЕМЯН И РОСТ ПОТОМСТВА ДРЕВОСТОЯ

В результате удобрения значительно увеличивается плодоношение сосняков верхового и переходного болота. В средневозрастном сосняке самым эффективным является полное удобрение. В удобренном 3 года назад древостое в варианте  $N_{100}P_{100}K_{80}$  на переходном болоте плодоношение увеличилось в 2,5 раза по массе, а количество шишек удвоилось, т. е. увеличилась и средняя масса шишек. Урожай шишек в древостое, удобренном ( $N_{68}P_{117}K_{120}$ ) 7 лет назад, был на расстоянии 10-30 м от канавы на 80% и на расстоянии 50-70 м на 40% больше, чем в неудобренном древостое. Таким образом, предпосылкой успешного плодоношения при удобрении является благоприятный режим грунтовых вод. Влияние Р- и РК-удобрений слабее влияния полного удобрения.

В средневозрастном сосняке на верховом болоте под влиянием  $N_{100}P_{100}K_{100}+2N_{120}$  на четвертом году плодоношение увеличилось на 47% и число шишек на 13%. Большинство урожая шишек

(84 - 89%) в древостое было получено с деревьев I и II класса роста. Важно, чтобы удобрения были внесены за I-3 года до образования зачатков шишек семенного года. Благоприятное воздействие удобрений на плодоношение деревьев продолжается 5-6 лет.

Абсолютная масса семян повысилась под влиянием удобрения приблизительно одинаково во всех классах роста на IO - I6% и достигла в сосняках на переходных болотах 6 г и на верховых болотах 5,6 - 6,6 г. Выяснилось незначительное влияние удобрения на абсолютную всхожесть семян. При удобрении материнского древостоя отмечается благоприятное влияние удобрения на рост потомства.

## 6. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВОСТОЕВ

На осушенных непродолжительное время переходных болотах, бедных питательными веществами, рекомендуем вносить в культурах полное удобрение  $N_{100}P_{100}K_{100}$  или  $N_{50}P_{100}K_{100}$ , а на более плодородных и длительно осушаемых переходных болотах -  $P_{100}K_{100}$ . На малоплодородном болоте влияние удобрения в приканавной зоне с благоприятным водным режимом в 5 раз эффективнее, чем на участках, удаленных от канавы на 60 - 80 м. На переходном болоте со средним плодородием влияние малых доз удобрений на сосновые культуры может быть аналогичным влиянию больших доз.

Самыми важными удобрениями в культурах на верховых болотах являются фосфор и азот. Применение других удобрений может быть полезным, но не всегда необходимым. Относительно лучшие результаты дают дозы  $N_{100-200}$  и  $P_{150-200}$ . Нет необходимости вносить азот в сосновые культуры на осушенном верховом торфе сразу после их закладки. В первые годы мало пользы для роста культур от больших доз фосфорных удобрений ( $P_{240-320}$ ). Многократное внесение азота в сосновой культуре создает более благоприятные условия для распространения и роста березы естественного происхождения, вызывая смену древесных пород. При применении НРК и Р береза превышает существенно среднюю высоту сосны.

На выработанном торфянике верхний слой торфа биологически малоактивен, в нем мало фосфора и калия. На болоте с тонким слоем торфа (< 0,5 м), где удобрения вносили одновременно с закладкой культуры, лучший результат в сосновой и еловой

культуры получили с  $P_{60}K_{60}$ . На выработанном торфянике с мощным слоем мезотрофного торфа на рост культуры в высоту всегда положительно влияют P-удобрения и его комбинации с N- и K-удобрениями. Восемью годами позднее высота культуры была наибольшей в варианте  $P_{200}$ . Высокая доза азота  $N_{200}$  вызвала уже в год внесения удобрений вторичный рост у многих сосен, эта часть осенью не одревесневала и замерзала.

На олиготрофном торфе внесение  $P_{65}$  в двухлетнюю посадку сосны обеспечило на выработанном торфянике хорошую приживаемость и рост деревьев. Добавление азота  $N_{100}$  оказало тормозящее влияние на рост деревьев. Тормозящее воздействие карбамида на рост высоты несущественно сильнее, чем аммиачной селитры. При сплошном внесении  $P_{100}K_{100}$  в культурах сосны распространяется береза естественного происхождения (до 14000 шт./га). За пять лет соотношение численности сосны и березы выразилось в отрицательной корреляции ( $r = -0,60 \pm 0,11$ ), на неудобренных полосах между рядами посадки сосны береза практически не появилась.

В осушенных сосняках отпаду деревьев содействует избыточное внесение азота. Полученный таким образом эффект увеличения дополнительного прироста запаса растущих деревьев может уменьшиться из-за большого отпада деревьев.

Анализ радиального прироста и прироста запаса показал, что средневозрастные и более старые сосняки переходного болота с тонким слоем торфа (до 1 м) сразу после осушения в минеральных удобрениях не нуждаются. Часть их можно удобрить 15 годами позже, когда содержание питательных веществ, освободившихся в результате осушения, начинает уменьшаться. Потребность внесения PK- и NPK-удобрений проявляется раньше в более старых древостоях. Полное удобрение необходимо вносить в сосняках переходного болота с мощным слоем торфа. В сосняках переходного болота с промежуточной толщиной торфяного слоя (1-2 м) лучшим оказался вариант  $P_{100}K_{60}$ , который дал за 11 лет дополнительный прирост 10 м<sup>3</sup>/га, и в березняках вариант  $P_{100}K_{100}$ , когда дополнительный прирост за 11 лет составил 24 м<sup>3</sup>/га.

В сосняках верхового болота с внесением полным и повторно азотным удобрением прирост увеличился на 64% (20 м<sup>3</sup>/га) и на торфянистом верещатнике с полным удобрением на 37% (24 м<sup>3</sup>/га). Положительное влияние удобрения продолжается 6-11 лет, после этого прирост запаса удобренного древостоя меньше, чем неудобренного. Влияние полного удобрения продолжительнее, чем влияние NP-удобрения. В общем азотное удобрение следует применять

в средневозрастных и более старых сосняках верхового болота умеренно, чтобы избежать резкого снижения прироста древостоев позднее. Менее осушенные древостои переносят избыточное внесение азота лучше, чем древостои на интенсивно осушенной болотной верховой почве.

На основании преискуранта 07-01 денежная ценность древостоев на опытных объектах возросла за 10 - 11 лет в удобренных древостоях максимально на 145 руб./га больше, чем в неудобренных древостоях.

## 7. ВЛИЯНИЕ ЛЕСОУДОБРЕНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Удобрение болотных почв изменяет реакцию почвенно-грунтовых (ПГВ) и стоковых вод. Внесение азота, особенно повторное, повышает кислотность в воде. Под влиянием больших доз суперфосфата ( $P_{320}$ ) ПГВ на верховом болоте становится более нейтральной в течение двух лет. Вода в болоте становится нейтральнее в направлении движения: колодец ПГВ - осушительная канава - открытый собиратель. Вода в канавах нейтральнее ПГВ на переходных болотах на 1 - 1,5 единицы и на верховых болотах на 0,1 - 0,3 единицы.

Влияние минеральных удобрений на качество ПГВ продолжается 2 - 7 лет. Сначала из удобрений в ПГВ вымываются азот и минеральные соединения, позднее на состав ПГВ и стоковых вод влияют соединения, освободившиеся в результате процессов разложения торфа, усилившихся под воздействием удобрений. В зависимости от климатических условий и различий в экологическом фоне опытных объектов различными являются и объем и скорость вымывания питательных веществ. Быстро попадают в воду  $N-NO_3$  и  $N-NH_4$ , немного медленнее K и относительно медленно P и Ca.

Если с помощью удобрения для древостоя будут созданы оптимальные условия питания, то по прошествии нескольких лет в ПГВ удобренного болотного леса может содержаться некоторых питательных веществ даже меньше, чем в ПГВ неудобренного древостоя.

При сплошном удобрении осушенных верховых болот с самолета вымывание веществ удобрения стоковыми водами может составить в течение 9 месяцев: N 34%, P 13% и K 33%. Создание водозащитных полос шириной 2 м возле канав практически препятствует большому попаданию веществ удобрений в стоковые воды на первом году. Позднее количество вымываемых удобрений меньше, хотя вымывание отмечается и на четвертом году.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из химического анализа хвои выяснилось, что в мезо- и олиготрофных торфяных почвах всегда не хватает фосфора и влияние удобрения на содержание питательных элементов в хвое сосны кратковременное. Эффективность удобрения не зависит от времени внесения удобрений. Содержание питательных элементов в хвое удобренного болотного сосняка уменьшается по мере старения древостоя и находится в положительной корреляции с текущим годичным приростом в высоту. Содержание питательных элементов в хвое не характеризует рост деревьев на более длительный период. Линейная связь отмечается между длиной сосновых хвоинок и содержанием фосфора, но потребность древостоя в удобрении только по длине и массе хвоинок определить невозможно.

2. Масса опада в древостое после удобрения увеличивается существенно на 3-4 году, главным образом за счет увеличения массы хвои. На увеличение массы хвои N удобрение оказывает большее влияние, чем P- или K-удобрение. Содержание N, P и K в опавших хвоинках в удобренных древостоях больше, чем в неудобренных.

3. В результате удобрения число и покрытие видов растений в моховом ярусе уменьшаются, а в травяном ярусе повышаются. Сфагновые мхи и тесно связанные с ними виды на удобренных болотах отсутствуют или встречаются редко.

4. Применение минеральных удобрений создает благоприятные условия для появления естественного возобновления лиственных деревьев и для дальнейшего роста ранее появившейся сосны естественного происхождения. Безлесные осушенные болота можно облесить при помощи удобрений естественным путем.

5. В осушенных и удобренных сосняках увеличивается число шишек и средняя масса шишки. Самый большой эффект отмечается при применении полного удобрения в более интенсивно осушенном древостое. При удобрении материнского насаждения благоприятное влияние на рост потомства проявляется на почвах с недостаточным содержанием питательных веществ.

6. При удобрении лесных культур, растущих на осушенной мезотрофной торфяной почве, положительные результаты дает P- или PK-удобрение, на мезо-олиготрофной торфяной почве NPK-удобрение и на олиготрофной торфяной почве NP- или NPK-удобрение. Повторное и обильное внесение азота в сосновых культурах вызывает при отсутствии рубок ухода смену сосны березой.

7. Удобрение не дает существенного положительного эффекта на недавно осушенных болотах со слоем торфа менее I м, но це-

лесообразно удобрение длительно осушенных малопродуктивных переходных болот с более мощным слоем торфа и осушенных верхних болот.

Прирост запаса сосняков верхового болота, в которых внесены полное и повторно азотное удобрение, увеличивается. На изученных опытных участках прирост запаса увеличился за II лет дополнительно в среднем на 1,8 - 2,2 м<sup>3</sup>/га в год. На переходных болотах с мезо-олиготрофным торфом в РК-варианте дополнительный прирост запаса за 10 - 11 лет составил в среднем 0,9 - 2,2 м<sup>3</sup>/га в год. Удобрение средневозрастных и более старых болотных древостоев экономически выгодно.

8. Частое повторное внесение азота в средневозрастных и более старых осушенных сосняках верхового болота вызывает существенное усыхание деревьев, в результате чего по прошествии более длительного времени после удобрения продуктивность древостоя уменьшается.

9. Удобрение болот влияет на реакцию и химический состав почвенно-грунтовых вод в течение 2 - 7 лет. При наземном внесении удобрения оставление водозащитных полос шириной не менее 2 м возле канав уменьшает существенно попадание удобрений в стоковые воды.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИКИ

1. При выборе объектов удобрения следует учитывать, что в недавно осушенных болотных сосняках с тонким слоем мезотрофной торфяной почвы эффект удобрения незначительный. Для удобрения подходят давно осушенные болотные древостои с мезотрофным торфом (перегонойно-болотные леса) и лесные культуры и древостои как на недавно, так и на длительно осушенных мезо-олиготрофных и олиготрофных торфяных почвах. На олиготрофных почвах влияние удобрения продолжается недолго.

2. При удобрении лесных культур и древостоев применять следующие варианты удобрений: на мезотрофных торфяных почвах  $P_{100}^K K_{100}$ , на мезо-олиготрофных торфяных почвах  $N_{50-100} P_{100} K_{100}$ , на олиготрофных почвах  $N_{100-120} P_{100-150}$  или  $N_{100} P_{150} K_{100}$ , на выработанных торфяниках  $P_{60-100}$  или  $P_{100}^K K_{100}$ . Во избежание чрезмерного естественного возобновления и роста лиственных деревьев удобрения рекомендуется вносить на посадочные ряды полосами шириной 0,6 м и азотное удобрение вносить первый раз лишь когда культура смыкается или сомкнулась.

3. Удобрение вносить на незамерзшую землю без снежного покрова.

4. Во избежание загрязнения воды в канавах удобрения

вносить при помощи наземных механизмов или вручную, оставляя возле канав водозащитные полосы шириной не менее 2 м. С точки зрения охраны вод целесообразнее вносить карбамид, чем аммиачную селитру.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Влияние мелиорации на плодоношение и массу семян в сосняке верхового болота // Информационный лист. - 1973. - № 15. - С. 1-4 (на эст. яз.).

2. Возможности загрязнения грунтовых вод и водоемов при удобрении лесов // Лесное хозяйство II. - Таллин, 1976. - С. 60-65 (на эст. яз.).

3. Влияние удобрения на прирост древесины в сосняке на переходном болоте, оцененное различными методами исследования // Лесоводственные исследования. - Таллин, 1977. - Т. 13. - С. 20-45 (соавт. У. Валк, П. Тялли, Х. Сээмен; на эст. яз.; рез. на русск. и англ. яз.).

4. О влиянии минеральных удобрений на прирост древесины на постоянных опытных участках в Эстонской ССР // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. - Тарту, 1977. - С. 29-31 (соавт. У. А. Валк, Х. Х. Сээмен, П. Г. Тялли).

5. Влияние удобрения на плодоношение сфагновых сосняков // Там же. - С. 79-81.

6. С значении удобрения для урожайности семян в лесонасаждениях // Информационная серия VI : Лес, древесина, бумага. - Таллин, 1978. - № 12. - С. 4-8 (соавт. У. Валк, Х. Сээмен; на эст. яз.; рез. на русск. яз.).

7. Влияние удобрения на плодоношение и свойства семян в сосняках на осушенных болотах // Лесоводственные исследования. - Таллин, 1979. - Т. 14. - С. 134-143 (на эст. яз.; рез. на русск. и англ. яз.).

8. Применение удобрений - путь к улучшению семеноводства // Лесн. хоз-во. - 1980. - № 5. - С. 33-34 (соавт. У. Валк, Х. Сээмен).

9. Стимулирование плодоношения сосняков и ельников при помощи удобрения // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов: Тез. докл. и сообщ. на Всесоюз. науч.-тех. совещ. - М., 1960, - Ч. 2. - С. 382-386 (соавт. У. Валк, Х. Сээмен).

10. Влияние удобрения на прирост древесины в осушенных лесах // Лесохозяйственное использование осушенных земель: Тез. докл. второго сов.-финск. симпозиума. - Л., 1980. - С. 44-47 (соавт. У. Валк, П. Коллист, Х. Сээмен).

11. Оптимальные сроки удобрения в культурах сосны на выработанных торфяниках // Лесоводственные исследования. - Таллин, 1982. - Т. 17. - С. 128-135 (на эст.; рез. на русск., англ.)

12. Влияние лесных удобрений на химический состав поверхностной воды в осушенных болотах // Лесн. хоз-во. - 1983. - № 8. - С. 21-23.

13. Использование выработанных торфяников в лесном хозяйстве в Эстонской ССР // Лесопользование и охрана окружающей среды: Тез. докл. участников Всесоюзного науч.-тех. совещ. с участием иностранных специалистов. - М., 1983. - С. 198-202 (соавт. У. Валк, Л. Райд).

14. Содержание химических веществ в воде удобренных болотных лесов // Информационная серия XIV : Охрана окружающей среды. - Таллин, 1983. - № 6. - С. 13-15 (на эст.; рез. русск.)

15. Применение удобрений при лесохозяйственной рекультивации выработанных торфяников // Повышение эффективности использования минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тез. докл. Всесоюз. науч.-тех. совещ. - Гомель, 1984. - С. 85-86 (соавт. У. Валк, Л. Райд).

16. Загрязняет ли удобрение заболоченных лесов поверхностные воды? // Информационная серия VI : Лес, древесина, бумага. - Таллин, 1984. - № 1. - С. 6-10 (на эст.; рез. на русск.)

17. Влияние лесоудобрения на рост потомства // Лесоводственные исследования. - Таллин, 1984. - Т. 19. - С. 90-99 (на эст. яз.; рез. на русск. и англ. яз.).

18. Лесной опад в осушенном и удобренном сосняке верхового болота // Лесоведение. - 1986. - № 2. - С. 57-61.

19. О загрязнении поверхностных вод при удобрении осушенных болотных лесов // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве : Тез. докл. Всесоюз. совещ. - Архангельск, 1986. - С. 175-176.

20. Удобрение лесов и его влияние на химический состав поверхностных вод // Многостороннее лесопользование и охрана лесных ресурсов: Материалы сов.-шведского симпозиума. - Таллин, 1986. - С. 51-57 (соавт. У. Валк).

21. Результаты опыта по лесной мелиорации в Юго-Западной Эстонии // Эксперимент и математическое моделирование в изучении биогеоценозов лесов и болот: Тез. докл. Всесоюз. совещ. - М., 1987. - С. 157-160 (соавт. У. Валк, Х. Сээмен).

22. Содержание азота в поверхностной воде осушенных и удобренных болот и ее реакция // Лесоводственные исследования. - Таллин, 1987. - Т. - С. 117-127 (эст.; рез. русск., англ.)

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт имени С.М.Кирова  
ПРИК Яак Кухнович  
ДЕСОРОВСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИМАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ В ЭСТОНСКОЙ ССР  
Аннотация диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук  
Подписано в печать 17.05.88 г. Бумага 60x84/16.  
Усл. печ. л. 1,2 . Уч.-изд. л. 0,99. Тираж 150 экз. МВ-02723.  
Экспериментальный комбинат "Бит", Таллин, ул. Пикк, 68.  
Заказ №847-1003. Бесплатно.