

сированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири. Нижневартовск, 1995. Вып. 1. С. 34-38.

Чижов Б.Е. и др. Особенности восстановления предтундровых лесов Западной Сибири на техногенно нарушенных землях // Проблемы притундрового лесоводства. Архангельск, 1995. С. 126-137.

Чмыр А.Ф., Шлапак В.П., Бектобеков Г.В. Защита природной среды. Киев, 1994. 239 с.

Штина Э.А., Некрасова К.А. Водоросли загрязненных нефтью почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М., 1988. С. 57-81.

Ягубов Г.Ш. и др. Генетические особенности нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург, 1996. С. 172-173.

УДК 630.284

В.Н. Луганский, В.А. Щавровский, С.В. Залесов
(Уральская государственная лесотехническая академия)

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ОПЫТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СОСНЯКАХ УРАЛА

Рассмотрено комплексное влияние минеральных удобрений на отдельные компоненты насаждений сосны на Урале. Проведены исследования в УНПКГЛП УГЛТА и в Чебаркульском лесхозе. Проанализированы процессы отпада, приросты, динамика фитомассы древостоев, а также динамика видового состава и фитомассы нижних ярусов растительности, лесной подстилки. Сделаны выводы по длительному воздействию минеральных удобрений в насаждениях различных типов леса, возраста и происхождения. Предложены практические рекомендации по применению минеральных удобрений в сосняках Урала с целью повышения их продуктивности.

1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на территории учебно-научного производственного комплексного Государственного лесохозяйственного предприятия Уральской государственной лесотехнической академии (УНПКГЛП УГЛТА) в Свердловской области и Чебаркульского лесокомбината в Челябинской области. По лесоразделительному районирова-

нию Б.П. Колесникова (1969) территория УНПКГЛП находится в подзоне южной тайги Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной области, а Чебаркульский лесокомбинат - в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов Вишневогорского-Ильменского округа Восточно-Уральской провинции.

По своему сложному геологическому строению и своеобразным чертам геоморфологии, специфике природных условий в целом Урал представляет особую географическую область, отличную от смежных регионов, для которой необходима разработка своих комплексов и параметров хозяйственных мероприятий.

Климат Урала разнообразен. На Северном Урале существует диспропорция в избытке влаги и недостатке тепла. На Среднем Урале отмечается оптимальное для хвойных лесов сочетание этих климатических факторов. Южный Урал характеризуется высоким температурным режимом при недостаточном количестве осадков. Это следует учитывать при решении проблемы применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве данного региона.

На Среднем Урале преобладают горные подзолистые, дерново-подзолистые, бурые лесные почвы, которые нуждаются в фосфоре и азоте. На Южном Урале почвенный покров представлен в основном серыми лесными почвами, черноземами выщелоченными и оподзоленными, которые являются более плодородными, чем почвы Среднего Урала, но в большинстве своем недостаточно обеспечены фосфором.

Наиболее ценными для хозяйственного использования в регионе являются сосновые леса. До 60-70% площадей различных типов сосновых лесов нуждаются в дополнительном внесении элементов питания в почву, за исключением типов леса с явно недостаточным или избыточным увлажнением.

К особо нуждающимся в улучшении питательного режима почв, по нашему мнению, относятся насаждения сосны брусничной, ягодниково-зеленомошной, травяно-зеленомошной, разнотравной групп типов леса. Внесение минеральных удобрений в данных условиях местопроизрастания позволяет повысить продуктивность насаждений.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Опытные участки 1 и 2 заложены на территории УНПКГЛП УГЛТА, участок 3 на землях Чебаркульского лесокомбината Челябинской области.

Тип леса участка 1 - сосняк ягодниковый. Почва участка бурая горно-лесная типичная, отличается низким содержанием азота и фосфора,

монотонностью профиля, слабо подразделяется на горизонты, имеет кислую реакцию. Минеральные удобрения внесены в 1973 г. Количество пробных площадей - 17, общий размер участка 6,7 га. Древостой имеет возраст 100 лет, класс бонитета II, полнота 0,8-1,3, запас 360-500 м³/га. Состав древостоя 8-10 С с варьированием до 2 ед.Е, Б, Лц. Подлесок на пробных площадях участка 1 представлен рябиной, ивой, липой, шиповником, раkitником русским. Количество подлеска варьирует от 2,5 до 8,5 тыс.экз./га. Подрост состоит из березы, ели, сосны различного возраста и высоты. Количество подроста варьирует в пределах 6,9-20,2 тыс.экз. на 1 га. Живой напочвенный покров, как более динамичный из совокупности растений нижних ярусов, в значительной мере находится в зависимости от режима питания и освещения. В связи с этим количество встречаемых видов колеблется от 6 до 14. Основными видами являются черника, брусника, костяника, вейник, папоротник.

Второй участок - лесные культуры 1962 г., сформировавшиеся из 2-летних сеянцев сосны. Тип леса - сосняк разнотравный. Почва участка дерново-подзолистая, отличается резкой дифференциацией почвенного профиля, наличием подзолистого горизонта А₂, кислой реакцией, низким содержанием азота и фосфора. Минеральные удобрения внесены в 1978 г. Количество пробных площадей - 10, общая площадь 0,5 га. Древостой опытного участка 2 имеет возраст 30 лет, различную густоту, класс бонитета II, полноту 0,6-1,3, запас 135-284 м³/га. Состав древостоя 7,5-10 С, с варьированием до 2,5 ед. Лц.

Опытный участок 3 представляет собой лесные культуры 1952 г., созданные 3-летними сеянцами сосны. Тип леса - сосняк разнотравный. Почва участка - чернозем выщелоченный, отличается высоким содержанием азота и недостаточным количеством фосфора и калия. Особенною данной почвы является наличие выщелоченного от карбонатов горизонта В₂. Реакция чернозема выщелоченного близка к нейтральной. Минеральные удобрения внесены в 1972 г., в вариантах 1-4, 6, 7, 10, 12 - повторно в 1976 г. Количество пробных площадей - 74, общая площадь 3,5 га. Древостой опытного участка 3 имеет возраст 40 лет, густоту различную, класс бонитета I - III, полноту 1,3-1,8, запас 200-440 м³/га. Состав древостоя 10 С. Подрост и подлесок под пологом древостоя отсутствуют. Живой напочвенный покров редкий, расположен мозаично. Видовой состав представлен вейником лесным, костяницей, геранью лесной, подорожником, звездчаткой, земляникой, папоротником орляком.

Удобрения вносились вразброс и в борозды в виде фосфоритной муки (Р_м), двойного суперфосфата (Р), мочевины (N), калийной селитры (К) в различных дозах и сочетаниях, срок внесения - ранняя весна.

3. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОЦЕССЫ ОТПАДА В ДРЕВОСТОЯХ

3.1. Столетние естественные древостои

В связи с высоким возрастом и различной густотой древостоев пробных площадей нами предложено следующее деление по классам густоты деревьев на 1 га: I класс - 1100-1450, II класс - 800-1100 и III класс - 500-800. С момента внесения удобрений никаких рубок не проводилось и все имеющиеся сухие деревья оставлены непосредственно на пробных площадях. Таким образом, к категории отпада отнесены деревья как упавшие, так и засохшие, но находящиеся на корню.

В древостоях с густотой 1100-1400 дер. / га удобрения усиливают отпад деревьев. Отпад формируется целиком за счет ослабленных и угнетенных деревьев сосны, абсолютно не задевая такие породы, как береза, ель, лиственница. Наиболее высокая интенсивность естественного изреживания наблюдается в вариантах с внесением фосфоритной муки в дозе 200 кг/га, полного удобрения - в дозе $N_{300}P_{100}K_{300}$, азотных удобрений - N_{300} и N_{400} . Отпад в рассмотренных вариантах составляет 18,4; 13,7; 12,3 и 11,0%, а в контрольном он достигает лишь 6,8%. Наблюдения показали, что диаметры упавших деревьев находятся в прямой зависимости от первоначальной густоты древостоя, а также от дозы азота в удобрении.

При густоте 500-800 дер. / га за счет увеличения и улучшения режима питания, а также условий освещения наблюдается общее снижение скорости изреживания. В варианте же, где внесена мочевина в дозе N_{300} , а первоначальная густота древостоя составляла 534 дерева на 1 га, отпад равен нулю. Видимо, при этой густоте и в данных условиях местопрорастания оптимальной дозой является N_{300} . Наиболее крупные деревья выпадают в вариантах $K_{200}P_{100}N_{100}$. Наибольший отпад в древостоях данной густоты (8,6%) отмечен при внесении полного удобрения в дозе $N_{300}P_{200}K_{200}$, в контрольном варианте он составляет 2,7%.

3.2. Тридцатилетние лесные культуры

Наибольшее влияние на интенсивность изреживания в тридцатилетних лесных культурах, произрастающих на дерново-подзолистой почве, оказывают полные минеральные удобрения в дозах $N_{200}P_{200}K_{200}$, $N_{300}P_{300}K_{300}$, $N_{200}P_{400}K_{200}$. Отпад в древостоях составил соответственно 7,2; 10,0; 8,0%, в контрольном варианте - 4,8%. Внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{200}P_{200}$ создает оптимальные условия для

роста сосны в данных условиях местопроизрастания и снижает отпад по сравнению с контрольным вариантом в 3 раза.

3.3. Сорокалетние лесные культуры

Сорокалетние лесные культуры сосняка разнотравного, произрастающие на черноземе выщелоченном, в меньшей степени нуждаются в дополнительном питании. Исследуемые нами древостои отличались очень высокой первоначальной густотой, в связи с чем отпад достигает большой величины. Внесение удобрений в дозах $N_{60}P_{60} \times 2$, $N_{60}K_{120}K_{60}$, $N_{120}P_{60}K_{60}$ увеличивает отпад в 3-4 раза по отношению к контрольному и составляет соответственно 46, 44 и 59%. Наименьший отпад наблюдается при использовании азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{60}$.

Таким образом, внесение удобрений под полог древостоев различного происхождения оказывает значительное влияние на процессы их дифференциации и усыхания. Внесение удобрений в отдельных случаях может рассматриваться и как лесохозяйственное мероприятие, с эффектом, аналогичным рубкам ухода. Полученный экспериментальный материал по влиянию минеральных удобрений на дифференциацию и изреживание деревьев в древостоях сосны позволяет лучше обосновать виды и дозы используемых удобрений, вносимых главным образом с целью повышения продуктивности насаждений.

4. ДИНАМИКА РАДИАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Эффективность применения минеральных удобрений в лесу оценивается в первую очередь в зависимости от полученного дополнительного прироста древесины. Наибольшая эффективность минеральных удобрений отмечается в насаждениях, произрастающих на дерново-подзолистых, серых лесных, черноземах выщелоченных и оподзоленных (Победов, 1977; Победов и др., 1977; 1986).

4.1. Столетние естественные древостои

Исследования показали, что при использовании минеральных удобрений в 100-летнем древостое сосняка ягодникового различные по крупности деревья по-разному отзываются на дополнительное питание. Приросты изучались отдельно по трем категориям крупности деревьев.

Наибольший прирост у крупных деревьев в древостоях I класса густоты (1100-1450 шт./га) наблюдается при внесении в почву полного ми-

нерального удобрения в дозе $N_{300}P_{100}K_{300}$, который достиг 130% за период наблюдений в сравнении с контрольным. Увеличение прироста происходит на 1-3-й год и продолжается в течение всего периода наблюдений (18 лет). Использование иных удобрений, в том числе азотных N_{300} и N_{400} , не позволило добиться каких-либо значительных изменений в приросте.

Деревья средней крупности показали себя весьма отзывчивыми на удобрения, особенно азотные в дозах N_{300} и N_{400} , где прирост за период наблюдений составил 135 и 140% в сравнении с контрольным. Наибольший прирост наблюдается на 3-12-й год.

Тонкие деревья отозвались на внесение удобрений аналогично средним деревьям. Наибольший прирост отмечается при использовании азотных удобрений в дозах N_{300} и N_{400} . Средний прирост за период наблюдений составил 132 и 144% к контрольному. Длительность действия удобрений составляет 16 лет.

При снижении густоты до 500-800 шт. (III класс густоты) тенденции динамики приростов сохраняются, хотя крупные деревья в данных условиях становятся еще более инертными, чем в более густых древостоях. Наиболее эффективными оказались азотные удобрения в дозе N_{300} и азотно-калийные в дозе $N_{300}K_{300}$. Внесение данных удобрений увеличивает средний для всех деревьев прирост за период наблюдений до 129 и 125% по отношению к контрольному.

4.2. Тридцатилетние лесные культуры

Крупные деревья сосны, произрастающие в условиях сосняка разнотравного, в большинстве своем слабо отзываются на внесение удобрений. Однако в вариантах с использованием азотно-калийного в дозе $N_{200}K_{200}$ и полного $N_{200}P_{300}K_{200}$ удобрений средний прирост за период наблюдений выше, чем в контрольном, и составляет 118,5 и 118% соответственно.

Средние деревья показали себя реактивными на дополнительное питание. Наибольшую эффективность вызвали полные минеральные удобрения $N_{200}P_{200}K_{200}$, $N_{200}P_{300}K_{200}$ и $N_{200}P_{400}K_{200}$. Здесь прирост составил соответственно 150, 138 и 133% по отношению к контролю. Длительность действия не ограничивается периодом наблюдений, т.е. 11 годами, поскольку тенденция повышенных приростов сохраняется.

Тонкие деревья хорошо отозвались на внесение удобрений, особенно полных - $N_{200}P_{300}K_{200}$, $N_{200}P_{200}K_{200}$, $N_{200}P_{400}K_{200}$ и азотно-калийного в дозе $N_{200}K_{200}$, где приросты составили 146, 123, 126 и 126% по отношению к контрольному. Длительность действия данных удобрений также не ограничивается периодом наблюдений (11 лет).

4.3. Сорокалетние лесные культуры

В условиях сосняка разнотравного на черноземе выщелоченном высокоэффективными оказались азотные удобрения N_{180} и полные в дозах $N_{60}P_{120}K_{60}$, $N_{120}P_{60}K_{60}$, где прирост составляет 127, 143 и 142% по отношению к контрольному. Пик прироста в этих вариантах образуется на 10-13-й год. Длительность действия удобрения не ограничивается периодом наблюдений (14 лет).

Сравнительная эффективность минеральных удобрений древостоев различного возраста и происхождения и в различных условиях местопроизрастания представлена в табл. 1.

Таблица 1
Радиальный прирост деревьев сосны под влиянием удобрений

Характеристика насаждения	Наиболее эффективные дозы (кг д.в./га) по отношению к контролю (%)		
	I	II	III
Сяг., 100 лет, густота 1100-1450 шт./га, почва бурая лесная типичная	N_{300} 126	N_{400} 131	$N_{300}P_{100}K_{300}$ 119
Сяг., 100 лет, густота 500-800 шт./га, почва бурая лесная типичная	N_{300} 129	$N_{300}K_{300}$ 125	$N_{300}P_{200}K_{300}$ 120
Сртр., 30 лет, почва дерново-подзолистая	$N_{200}P_{200}K_{200}$ 124	$N_{200}P_{300}K_{200}$ 138	$N_{200}P_{400}K_{200}$ 124
Сртр., 40 лет, чернозем выщелоченный	$N_{200}P_{300}K_{200}$ 143	$N_{120}P_{60}K_{60}$ 1 42	N_{180} 127

Таким образом, использование минеральных удобрений в древостоях сосны различного возраста и густоты и в различных условиях местопроизрастания является эффективным лесохозяйственным мероприятием и позволяет значительно увеличить приросты древесины. Эффективность минеральных удобрений достаточно высока во всех исследованных условиях местопроизрастания. Оптимальными вариантами внесения удобрений в столетнем насаждении сосняка ягодникового на бурой горно-лесной типичной почве являются при густоте древостоев 1100-1450 шт./га - азотные N_{300} и N_{400} , полные $N_{300}P_{100}K_{300}$; при густоте 500-800 шт./га - азотно-калийные $N_{300}K_{300}$ и полные $N_{300}P_{200}K_{300}$. Наиболее рентабельным является использование азотных удобрений в высоких дозах, 300-400 кг д.в./га.

Для тридцатилетних лесных культур сосняка разнотравного, произрастающего на дерново-подзолистой почве, целесообразно вносить полные удобрения высокими дозами по 200-300 кг д.в./га каждого элемента. Для сорокалетних лесных культур сосняка разнотравного, произрастающего на черноземе выщелоченном, наиболее эффективны полные удобрения в дозах $N_{60}P_{120}K_{60}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$, рентабельно и внесение азотных удобрений в дозе N_{180} . Полученные данные свидетельствуют о желательности двухкратного внесения минеральных удобрений под полог древостоя. Необходимо первый прием приурочить к пику роста, т.е. в 30-50 лет, второй прием - за 10-15 лет до возраста главной рубки.

Хорошая отзывчивость сосны обыкновенной на минеральные удобрения, большой ее ареал и важнейшее эколого-социальное и хозяйственно-экономическое значение предполагают производственное применение удобрений в сосновых насаждениях для повышения их продуктивности.

5. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАДЗЕМНУЮ ФИТОМАССУ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ

Определение фитомассы различных фракций дерева связано с большими трудозатратами. Для сокращения объема работ из всех пробных площадей (ПП) объекта 1 было отобрано четыре со следующими вариантами удобрений: ПП 10 - $N_{300}P_{200}K_{200}$, ПП 15 - P_{200} , ПП 20 - N_{100} , ПП 11 - контрольный. Исследуемые древостои имеют одинаковый возраст, неодинаковую густоту, незначительно отличаются по составу.

Несмотря на небольшую по сравнению с контрольным древостоем густоту, опытные древостои характеризуются большим отпадом. Если в контрольном варианте запас сухостойных деревьев составил $5,5 \text{ м}^3/\text{га}$, то в опытных секциях он достигал от 10,1 до $26,0 \text{ м}^3/\text{га}$. Наибольший отпад наблюдается при внесении азотного и полного минерального удобрения. В отпад здесь переходят более крупные деревья. Улучшение условий питания интенсифицирует процессы дифференциации и изреживания в опытных древостоях. Внесение минеральных удобрений позволяет регулировать процессы отпада в древостоях, что сказывается и на накоплении надземной фитомассы в целом. Для снижения потерь древесины за счет потенциального отпада внесение минеральных удобрений должно сопровождаться проведением проходных рубок.

Минеральные удобрения вызывают увеличение общей надземной фитомассы в приспевающих древостоях сосны, которые в различных вариантах достигают 120-143% по отношению к контрольному. Кроме того, в результате воздействия удобрений происходит сдвиг в структуре

фитомассы в лучшую сторону. Внесение полного удобрения в дозе $N_{300}P_{200}K_{300}$, фосфорного P_{300} , азотного N_{100} позволяет увеличить долю ствола в общей надземной фитомассе до 89,5; 87,5 и 86,2% соответственно при 84,5% в контрольном варианте. В то же время в удобренных древостоях снижается доля ассимиляционного аппарата до 1,8-2,6% при 6,3% в контрольном варианте, т.е. при внесении удобрений «коэффициент полезного действия» хвои в 2-3 раза выше, чем без удобрений.

Внесение минеральных удобрений, особенно фосфорного P_{200} и полного $N_{300}P_{200}K_{200}$, способствует лучшему очищению ствола от сучьев, в связи с чем улучшается сортиментная структура древостоев в целом (табл.2).

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на очищение стволов от сучьев

Вид и доза удобрения, кг/га	Высота до первого мертвого сучка, м	Высота до первого живого сучка, м	Длина кроны, м
ПП 11 - контроль	6,6	11,75	8,1
ПП 10 - $N_{300}P_{200}K_{200}$	9,8	14,8	7,4
ПП 15 - P_{200}	10,8	14,5	7,4
ПП 20 - N_{100}	8,9	13,6	9,0

Таким образом, применение минеральных удобрений позволяет целенаправленно регулировать процессы накопления фитомассы древостоев и ее структуру. Наибольшей хозяйственной и лесоводственно-экономической эффективности в приспевающих древостоях можно добиться сочетанием удобрений и проходных рубок.

6. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НИЖНИЕ ЯРУСЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Использование минеральных удобрений в лесу не всегда дает желаемый результат для древостоев. Часто низкая эффективность удобрений связана со значительными потерями элементов питания в результате их выноса, перехода в недоступное состояние, перехвата другими растениями. Вне сомнения, что нижние ярусы растительности в ряде случаев способны успешно конкурировать с древостоем за элементы питания.

6.1. Живой напочвенный покров

6.1.1. Столетние древостои

Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на накопление фитомассы живого напочвенного покрова и на его видовой состав.

В условиях приспевающего сосняка ягодникового при густоте древостоя 1100-1450 дер./га внесение удобрений в виде фосфоритной муки дозой P_{M200} , суперфосфата P_{300} и азотного N_{300} масса живого напочвенного покрова составила 116,7; 122,9; 114,7% по отношению к контрольному. Увеличение дозы азота до 400 кг д.в./га угнетает развитие живого напочвенного покрова. При внесении удобрений в дозах P_{M200} и $N_{300}P_{100}K_{300}$ расширяется его видовой состав с 5 в контрольном до 15 видов в опытных вариантах. Азотные удобрения N_{300} и N_{400} способствуют этому процессу, количество встречаемых видов достигает 12. Полные удобрения $N_{300}P_{100}K_{300}$ увеличивают долю вейника, фосфоритная мука P_{M200} - брусники, азотные N_{300} и N_{400} - линией северной. Определяющую роль в живом напочвенном покрове, однако, во всех вариантах играют пять видов: черника, брусника, вейник лесной, костяника, папоротник, при этом в контрольном варианте на их долю приходится 99,5%. Эта же доля сохраняется и в удобренных вариантах. Во всех вариантах нами отмечена густота древостоев как фактор, определяющий процессы накопления живого напочвенного покрова. Чем гуще древостой, тем менее развит живой напочвенный покров, несмотря на внесение удобрения.

При снижении густоты древостоя до 500-800 дер./га (III класс густоты) наблюдается увеличение массы живого напочвенного покрова при использовании ряда удобрений: P_{M100} -122; $N_{300}P_{200}K_{200}$ - 158,5; $N_{300}K_{300}$ - 138,3; при N_{100} это увеличение достигает 163,5% по отношению к контрольному варианту. Использование азотных удобрений высоких доз N_{300} и калийных K_{200} действует угнетающе. Видовой состав в контрольном варианте и на опытных пробных площадях по количеству близок - 12-15 видов. Наиболее отзывчивым на дополнительное азотное питание оказался папоротник орляк, на азотное и фосфорное - вейник лесной.

6.1.2. Сорокалетние лесные культуры

В условиях сосняка разнотравного под сорокалетним древостоем сосны высокой густоты формируются плохие условия для роста и развития живого напочвенного покрова. Внесение полного удобрения $N_{120}P_{120}K_{120}$ увеличивает его массу в 1,3 раза, фосфорно-калийного $P_{60}K_{60}$ и азотного - угнетает, т.е. под молодыми густыми древостоями

удобрения не оказывают существенного влияния. Видовой состав покрова не меняется и составляет 6-7 видов, лишь при использовании азотного удобрения происходит его перераспределение в сторону увеличения доли папоротника орляка. Этот процесс подтверждает мнение о высокой отзывчивости данного вида растений на дополнительный азот в почве.

6.2. Подлесок

Большинство ученых сходятся во мнении, что подлесок не может соперничать с древостоем за элементы питания. Однако изменение режима питания не проходит бесследно для любых растений. Влияние видов и доз минеральных удобрений на формирование подлеска изучались нами на пробных площадях объекта I под пологом столетнего древостоя сосняка ягодникового.

Под пологом древостоев I класса густоты наблюдается увеличение количества подлеска при внесении P_{M200} , N_{400} , N_{300} и $N_{300}P_{100}K_{300}$. Количество подлеска выше в 1,4-2 раза, чем в контрольном варианте. Удобрения оказывают влияние на видовой состав подлеска. При использовании данных удобрений происходит значительное увеличение доли шиповника и снижение доли рябины. Шиповник иглистый проявляет очень высокую отзывчивость на дополнительное азотное и фосфорное питание. Липа мелколистная отрицательно реагирует на внесение фосфора. Наибольшее влияние на развитие подлеска оказывают азотные удобрения в высоких дозах - по 300 и 400 кг д.в./га. Минеральные удобрения во многих случаях увеличивают прирост растений по высоте, т.е. среднюю высоту различных видов подлеска. Однако явно прослеживаются тенденции выпадения ослабленных экземпляров в процессе улучшения режима питания.

Под пологом древостоев III класса густоты подлесок, в отличие от живого напочвенного покрова, не отзывывается на улучшение светового режима. Увеличение количества подлеска наблюдается только при внесении в почву удобрений в дозах P_{M100} , $N_{300}P_{200}K_{200}$ и $N_{300}K_{300}$. Удобрения $N_{300}K_{300}$ и $N_{300}P_{200}K_{200}$ увеличивают его количество по сравнению с контролем в 1,7 и 2,4 раза. Видовой состав варьирует под влиянием удобрений. При использовании полного и азотно-калийного удобрений происходит увеличение доли шиповника до 50-56%, в контрольном варианте его доля 13%. Фосфорные удобрения в любых дозах увеличивают долю рябины в подлеске до 50-57%, в контрольном варианте ее доля составляет 34%. Под древостоями более низких густот видовой состав подлеска

шире. Наблюдается зависимость прироста по высоте у растений отдельных видов подростка от вида и дозы удобрения.

6.3. Подрост

Для взрослых древостоев важное значение имеют процессы возобновления. Минеральные удобрения оказывают влияние на количество, видовой состав и физиологическое состояние подростка. Оценка лесовозобновления производилась на основе методики и шкалы А.В. Побединского (1966).

Под пологом древостоев I класса густоты формируется подрост в количестве 6,9-15,8 тыс.экз./га. Основные породы, слагающие подрост, - сосна, ель и береза. Внесение удобрений снизило количество подростка во всех вариантах, что произошло за счет выпадения ослабленных экземпляров. Однако во всех вариантах лесовозобновление оценивалось нами как удовлетворительное или отличное. При использовании полного минерального удобрения $N_{300}P_{100}K_{300}$ происходит нежелательное перераспределение подростка в сторону увеличения доли березы. Наиболее успешно протекает лесовозобновление при внесении фосфорных удобрений в виде суперфосфата P_{200} и фосфоритной муки $P_{M 200}$, где лесовозобновление оценивается как отличное, а на долю хвойных пород приходится до 90% от общего количества подростка. По физиологическому состоянию лучше всего выглядит подрост при внесении азотных удобрений.

Под удобренными древостоями более низкой густоты (III класс) процессы лесовозобновления идут более активно, что связано с улучшением светового режима и изменением условий питания. Лучшие варианты - фосфорные удобрения в виде суперфосфата P_{100} и P_{200} , а также азотное N_{100} . Однако во всех вариантах, в том числе и в контрольном, лесовозобновление оценивается как отличное. На долю ценных хвойных пород приходится до 70-90%. Процессы лесовозобновления в большей мере регламентируются густотой древостоя, а не какими-либо другими факторами. Эффективность фосфорных удобрений объясняется недостатком P_2O_5 в почве, а также особой отзывчивостью древесных растений на фосфор, что проявляется в улучшении развития генеративных органов и увеличении плодоношения деревьев в целом. Внесение удобрений не отражается на возрастной структуре подростка.

Таким образом, минеральные удобрения оказывают активное влияние на рост и развитие растений всех нижних ярусов насаждений. Наи-

более конкурентоспособным в борьбе за элементы питания является живой напочвенный покров. Увеличение массы живого напочвенного покрова способствует аккумуляции элементов питания в его тканях, что следует рассматривать как защиту окружающей среды от загрязнения, а также активному вовлечению этих элементов в биокруговорот. Использование минеральных удобрений позволяет регулировать количество и видовой состав подлеска, а также процессы лесовозобновления. Наибольшее положительное влияние на растения нижних ярусов растительности оказывают фосфорные и азотные удобрения в дозах по 200-300 кг д.в./га. Успешное развитие нижних ярусов растительности способствует увеличению фитомассы опада. Наличие легкоразлагающейся доли опада позволяет ускорить разложение подстилки, а следовательно, и интенсифицировать весь биокруговорот.

7. СОСТОЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА И ДОЗЫ УДОБРЕНИЯ

Опад, отпад и лесная подстилка являются активными участниками почвообразования (Зонн, 1954). В связи с высокой реактивностью лесная подстилка является наиболее показательной и информативной для процессов биологического круговорота в лесу. При увеличении отпада в древостое, особенно его грубых составляющих - древесины, коры, веток, шишек и т.д. - наблюдается накопление слаборазлагающейся фитомассы. Наличие же в древостое и подлеске лиственных пород способствует увеличению скорости разложения подстилки. Аналогичное действие оказывают и растения живого напочвенного покрова. Именно опад быстросазлагающихся компонентов способствует более быстрому формированию мягкой подстилки и синтезу органического вещества почвы.

7.1. Столетние естественные древостои

При I классе густоты наибольшее влияние на скорость разложения оказывает внесение азотного удобрения в дозе N_{300} и особенно полного удобрения $N_{300}P_{100}K_{200}$. Запасы подстилки под данным древостоем составляют лишь 59,4% к аналогичному показателю в контрольном варианте.

При снижении густоты до 500-800 шт./га (III класс) логично предположить, что минеральные удобрения оказываются более эффективными в направлении скорости разложения подстилки. Однако при анализе воздействия минеральных удобрений на формирование лесной подстилки отмечено слабое влияние на этот процесс азотного N_{300} и полного $N_{300}P_{200}K_{200}$ удобрений. Это явление связано с тем, что из чистых древо-

стоев сосны поступает масса инертного грубого материала. Дубильные вещества, содержащиеся в коре, ветках и хвое, как бы консервируют подстилку, препятствуя процессам ее разложения. В этих случаях минеральные удобрения различных видов и доз малоэффективны.

Большой информативностью, чем запас и мощность подстилки, по нашему мнению, обладает ее фракционный состав. Скорость разложения подстилки характеризуется коэффициентом разложения (K), который представляет собой отношение разложившейся фракции A'_0 к сильно-разложившейся A''_0 . Так, внесение удобрения в дозах P_{M200} , $N_{300}P_{100}K_{300}$, N_{300} под полог древостоев I класса густоты позволяет снизить коэффициент разложения с 0,91 до 0,35-0,39, т.е. увеличить скорость разложения в 2,3-2,6 раза.

7.2. Сорокалетние лесные культуры

Для получения сравнительных данных по воздействию удобрений на формирование лесной подстилки в иных лесорастительных условиях аналогичные исследования проведены в чистом молодом сосняке искусственного происхождения. В лесных культурах сосны высокой густоты формируется мощная лесная подстилка. Процессы разложения идут очень медленно, что связано с отсутствием в составе древостоя лиственных пород, а также подлеска и подроста, слабым развитием живого напочвенного покрова.

Больше всего мощность и запас лесной подстилки возрастают при внесении полного удобрения в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$, что связано с интенсификацией физиологических процессов всей совокупности растений, а также увеличением массы грубого опада и опада. Естественная скорость разложения подстилки под молодым густым древостоем ниже, чем под взрослым, в 1,4 раза. Внесение удобрений увеличивает скорость разложения подстилки в 1,5-2,5 раза. Наиболее эффективным является азотное удобрение в дозе N_{120} , при котором коэффициент разложения составляет 0,53, тогда как в контрольном варианте он достигает 1,25.

Таким образом, мощность и запас лесной подстилки зависят от количества опада и опада. При улучшении режима питания процессы опада и опада интенсифицируются. Внесение удобрений под полог древостоев различного возраста и происхождения ускоряет разложение лесной подстилки. Излишняя густота древостоя препятствует процессам разложения подстилки и синтеза органического вещества почвы. Большой эффективностью отмечается использование азотных и полных удобрений в смешанных насаждениях с хорошим развитием растений нижних ярусов.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минеральные удобрения оказывают комплексное влияние на компоненты насаждения. Полученные результаты наших исследований показали, что внесение удобрений увеличивает отпад в древостоях. В отдельных вариантах это увеличение составляет 1,5-4 раза. Древостой усиливают свой прирост до 20-43% в лучших вариантах. При использовании удобрений происходит перераспределение надземной фитомассы в сторону увеличения доли стволовой древесины на 2-6%. При улучшении условий питания наблюдается снижение доли ассимиляционного аппарата в 2,5-3,5 раза, а также улучшение очищенности ствола от сучьев, следовательно, и его сортиментной структуры.

Нами выделены изменения, происходящие в видовом составе, в росте и развитии нижних ярусов растительности. В ряде вариантов наблюдается интенсификация разложения лесной подстилки (1,5-2,5 раза) и биокруговорота в целом в зависимости от вида и дозы удобрения. Большое значение при этом имеют густота и состав удобряемых древостоев.

Применение удобрений эффективное, высокорентабельное лесохозяйственное мероприятие. На основе теоретического и экспериментального материала выработаны следующие рекомендации по использованию минеральных удобрений с целью повышения продуктивности насаждений.

9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях Урала минеральные удобрения следует применять в сосновых насаждениях брусничной, ягодниково-зеленомошной, разнотравной, липняковой группах типов леса. Не рекомендуется внесение удобрений в насаждения типов леса с явно недостаточным и избыточным увлажнением.

2. Вносить удобрения под полог древостоев сосны необходимо 2-3 раза до возраста главной рубки. Целесообразность первого приема определяется состоянием и ростом насаждений в наиболее критическом периоде их жизни в возрасте 10-30 лет. Второй прием проводится в 30-40-летнем возрасте, третий - в 80-90 лет, за 10-15 лет до главной рубки.

3. В густых древостоях необходимо сочетать внесение удобрений с рубками ухода средней интенсивности.

4. Удобрения вносить ранней весной при средней температуре воздуха +5...+8⁰С.

5. В целях повышения общей продуктивности древостоев на бурых горно-лесных почвах применять азотные удобрения в дозах 300-400 кг д.в./га; на дерново-подзолистых почвах использовать полные удобрения в дозах по 200-300 кг д.в./га азота, фосфора и калия; на черноземе выщелоченном также вносить полные удобрения в дозах по 60-120 кг д.в./га каждого элемента.

6. В целях увеличения доли стволов в надземной фитомассе древостоев и улучшения их сортиментной структуры на бурых горно-лесных почвах вносить азотные удобрения в дозах 100-150 кг д.в./га.

7. Назначение объектов для внесения удобрений, определение их видов и доз проводится исключительно на основе агрохимических анализов в расчете на высокую экономическую эффективность мероприятия.

8. Одновременно сопровождать назначение удобрений визуальной диагностикой состояния насаждения. Признаками голодания являются: азотного - бледная желтовато-зеленая хвоя; фосфорного - бронзово-фиолетовая укороченная хвоя; калийного - хвоя приобретает голубовато-зеленый цвет с медно-коричневым оттенком, иногда с коричневой пятнистостью.

ЛИТЕРАТУРА

Зонн С.В. Влияние леса на почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 100 с.

Колесников Б.П. Лесохозяйственные области таежной зоны СССР и системы лесного хозяйства в аспекте долгосрочных прогнозов // Инф. бюл. науч. совета по комплексному освоению таежных территорий. Иркутск, 1969. № 2. 22 с.

Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Наука, 1966. 62 с.

Победов В.С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 200 с.

Победов В.С и др. Справочник по применению удобрений в лесном хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1986. 175 с.

Победов В.С., Шиманский П.С., Волчков В.Е. Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. М.: ЦБНТИ, 1977. 34 с.