

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Институт экологии растений и животных УНЦ АН СССР

На правах рукописи

ПАВЛОВА Татьяна Сергеевна

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗОЛЫЙ
СОСТАВ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОДСТИЛКИ
(на примере сосняков таежной зоны восточных предгорий Урала)
(03.00.16 - экология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск
1978

Работа выполнена в лаборатории лесного почвоведения
Институте экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Научный руководитель – доктор биологических наук
В.П.ФИРСОВА

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук, профессор П.Л.Горчаковский,
кандидат биологических наук Ю.Д.Абстуров.

Ведущее учреждение – факультет почвоведения МГУ.

Заседание состоялось "12" апреля 1978 г. в "14"
часов на заседании специализированного совета Д-528 по защи-
те диссертаций на соискание ученой степени доктора биологи -
ческих наук при Институте экологии растений и животных Ураль-
ского научного центра АН СССР (620008, г.Свердловск, 1-8,
ул. 8 Марта, 202. Институт экологии растений и животных УНЦ
АН СССР).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Инсти-
тута экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Автореферат разослан "9" марта 1978 г.

Л.М.Связьмова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы определяется тем, что сосновые леса на Урале в связи с их водорегулирующей ролью в горных условиях и большим эксплуатационным значением, при все возрастающем объеме лесозаготовок, нуждаются в содействии их возобновлению и повышению продуктивности. Решение этой большой народнохозяйственной задачи должно проводиться на высоком научном уровне и, в этой связи, особое значение приобретает познание взаимосвязи и взаимовлияния леса и почвы, изучение экологии древесной и мохово-кустарничковой растительности и их роли в создании запасов питательных элементов в почве и на направление почвообразовательных процессов. К настоящему времени обобщен обширный материал, характеризующий химический состав растений (Родин, Базилевич, 1965). В таежной зоне он сравнительно хорошо изучен для древесных растений и до сих пор слабо освещен для травяного и мохово-кустарничкового ярусов лесной растительности (Рысин, Антихина, 1977). Между тем, растения нижних ярусов по сравнению с древесным, несмотря на небольшую массу опада, концентрируют значительную часть питательных элементов (Пьявченко, 1960; Scott 1955). Сведений о зольном составе лесной растительности в таежной зоне недостаточно (Абетуров, 1966), поэтому подобные исследования приобретают особое значение.

Цель работы:

1. Изучить зольный состав хвои сосны в зависимости от экологических условий.
2. Выявить особенности зольного состава мхов и кустарничков таежной зоны Урала в различных экологических условиях.
3. Определить в разных типах сосновых лесов запасы фитомассы напочвенного покрова и лесных подстилок, содержание и запасы зольных элементов в них.
4. Установить закономерности вы свобождения химических элементов в процессе разложения подстилок и особенности формирования гумусовых веществ в них в различных экологических условиях.

Научная новизна: Впервые на Урале проведено сравнительное изучение химического состава растений напочвенного покрова и хвои сосны в различных экологических условиях (от северной тайги до подзоны предлесостепенных сосново-березовых лесов). На основе полученных данных уточнены и дополнены представления об экологии сосны и растений доминирующих в напочвенном покрове сосновок Урала.

Реализация работы. Результаты исследований могут быть использованы в практике лесного хозяйства при лесокультурных работах, а также при разработке лесохозяйственных мероприятий (рубки ухода, внесение удобрений и др.), направленных на регулирование скорости биологического круговорота, а, следовательно, на повышение продуктивности лесов.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в спелых и приспевающих сосновых лесах Урала. Учет биомассы и химический анализ растений производился по методике М.А.Бобрицкой (1958), Л.А.Гришиной и Е.М.Самойловой (1971), валовой состав минерализованной части подстилки по Е.В.Арнштейниной (1970). Состав органического вещества подстилок определялся по методу И.В.Торина в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1975). Химический состав подстилок (pH , сумма обменных оснований, величина обменной кислотности, потеря при прокаливании) - по общепринятым методикам, азот - по Кильдельдаю.

Полученные данные обрабатывались методом математической статистики: вычислялось среднее содержание элементов (\bar{x}), среднеквадратическое отклонение (σ) и критерий достоверности различий по Стьюденту (t_d).

Апробация. Материалы диссертации доложены на IV и V Всесоюзных делегатских съездах почвоведов (Алма-Ата, 1970 ; Минск, 1977), на совещании "Растительные ресурсы Южного Урала и Среднего Поволжья и вопросы их-рационального использования" (Уфа, 1974), на VI региональной научно-производственной конференции почвоведов, агрохимиков и земледельцев Урала и Среднего Поволжья (Ижевск, 1975) и на заседании Свердловского отделения Всесоюзного общества почвоведов (1970, 1976).

Публикация. По теме диссертации опубликовано 10 работ.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 130 страницах машинописного текста, включает 52 таблицы, 20 рисунков. Она состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, насчитывающего 175 работ, и приложения. Основные рубрикации автореферата соответствуют рубрикациям диссертационной работы.

Глава I. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в восточных предгорьях Урала в подзонах северной, средней, южной тайги и подзоны предлесостепенных сосново-березовых лесов (Колесников, 1961) в спелых и приспевающих сосняках. Исследованием охвачены наиболее распространенные типы леса: в северной тайге — сосняки брусничные, бруснично-багульниковые, зеленомошно-ягодниковые; в средней тайге — сосняки брусничные, зеленомошно-ягодниковые, крупнотравные; в южной тайге — сосняки брусничные, ягодниковые, разнотравные; в подзоне предлесостепенных сосново-березовых лесов — сосняки брусничные, ягодниковые, зеленомошно-ягодники, разнотравные. Для сравнительного изучения обмена биогенных элементов в системе растение-почва обследовались также кедровые и еловые леса (Горчаковский, 1956; Зубарева, 1967; Кирсанов, 1961; Коновалов, 1961; Куклина, 1960). Одновременно с нашими работами на обследованной территории леса изучались сотрудниками лаборатории лесоведения Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР, нами использованы таксационные характеристики древостоя в составленные ими и схемы районирования. (Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области, 1973; Смолоногов, Кирсанов, Трусов, 1972; Фильзозе, 1958, 1967). Всего изучено 87 участков лесных фитоценозов. Из них на 35 участках сосновых фитоценозов определены запасы фитомассы травяно-мохового и кустарничкового ярусов и активной части подстилки (Карпачевский, 1973). Для этого в каждом фитоценозе засеклялось по 10—15 учетных площадок размером $1 \times 1 \text{ м}^2$ методом случайной выборки (ошибка выборки не превышает 10%). В результате для каждого типа леса в каждой подзоне заложено от 20 до 50 учетных площадок.

С каждой из 10 учетных площадок отбирался средний образец для определения влажности и химического анализа. Влияние экологических условий на зольный состав лесной растительности изучалось на примере сосны, ивов, бруслики и черники. Сбор растений травяно-жохового и кустарникового ярусов проводили с тех же учетных площадок; хвоя собиралась с терминальных побегов модельных деревьев.

Зольный анализ растений проводился по методике М.А.Бобрицкой (1958), Л.А.Гришиной и Е.М.Самойловой (1971), валовый состав минерализованной части подстилки по Е.В.Аринушкиной (1970). Состав органического вещества изучался совместно с М.И.Дергачевой по методу И.В.Тюрина в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1975). Химический состав подстилок (рН, сумма поглощенных оснований, величина обменной кислотности, потеря при прокаливании) – по общепринятым методикам, звот – по Кельдюлю.

Полученные данные обрабатывались методом математической статистики: вычисляли среднее содержание элементов (\bar{x}), среднеквадратические отклонение (s), критерий достоверности различий по Стьюденту (t_d).

Глава II. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованная территория простирается от 61° до 55° с.ш. и характеризуется заметным увеличением с севера на юг среднегодовой температуры воздуха от $-2,0^{\circ}\text{C}$ до $+1,6^{\circ}\text{C}$; суммы положительных температур более 10°C от 1422 до 5560; средней продолжительности безморозного периода от 91 до 160 дней; увеличением индекса сухости от 0,59 до 1,0. Закономерных изменений среднегодовой суммы осадков с севера на юг не наблюдается и она составляет около 450 мм в год (Агроклиматический справочник, 1962).

По лесорастительному и геоботаническому районированию рассматриваемая территория охватывает северную, среднюю, южную тайгу и подзону предлесостепенных сосново-березовых лесов (Горчаковский, 1968; Колесников, 1960, 1961; Прокеев, Колесников, 1963 и др.). Основной лесообразующей породой является сосна. В северной тайге сосновые леса занимают около половины

территории (Смолоногов, Кирсанов, Трусов, 1972), а в подзоне предлесостепенных лесов - 40% лесопокрытой площади (Колесников, 1961; Коновалов, 1961; Фильрозе, 1967). В непочвенном покрове сосновых лесов по мере движения к югу уменьшается участие мхов, возрастает роль злаков и разнотравья и увеличивается их видовое разнообразие.

Рельеф описываемой территории (Чикишев, 1966) увалисто-холмистый в северной части с абсолютными отметками высот 200-250 м, в средней части - грядово-лощинный с абсолютными высотами 200-250 м и относительными колебаниями 50-60 м и в южной - холмистый с абсолютной высотой 350-400 м над ур. моря.

В геологическом сложении участвуют основные и ультраосновные породы (амфиболиты, порфириты, амфеэвики, серпентиниты), кислые массивно-кристаллические породы (граниты, гнейсы) и сланцы (глинистые, хлоритовые, серицитовые), элювий и элювио-делювий которых служит почвообразующими породами.

В почвенном покрове широко представлены неоподзолененные (бурые) горно-лесные почвы (Иванова, 1949, 1954; Михайлова, 1968, 1970, 1976; Фирсова, 1968, 1970, 1977; Фирсова, Ржаникова, 1967, 1968). Северотаежные бурые горно-лесные почвы (Фирсова, 1977) отличаются высокой мобильностью органического вещества гуматно-фульвятного состава, в котором отсутствуют гуминовые кислоты, связанные с кальцием; слабой активностью микробиологических процессов и преобладанием в составе микрофлоры бактерий на ИПА и олигонитрофилов. В южнотаежных бурых горно-лесных почвах уменьшается кислотность, возрастает степень насыщенности основаниями, в гумусовом веществе представлены гуминовые кислоты, связанные с кальцием, в составе микрофлоры увеличивается роль актиномицетов и нитрифицирующих бактерий.

Наряду с горно-лесными бурыми почвами в почвенном покрове представлены лесные пелево-подзолистые (Фирсова, Ржаникова, 1970, 1972), маломощные горно-подзолистые почвы, преимущественно на магнезиальных породах (Ногина, 1948; Ржаникова, 1972).

Глава III. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ХВОИ СОСНЫ
**(*Pinus sylvestris L.*) И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
 УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА УРАЛЕ**

Оценка обеспеченности растений питательными веществами методом листового анализа основана на существовании тесной связи между концентрацией физиологически важных элементов в ассимилирующей ткани растения и его развитием и ростом. От содержания химических элементов в ассимилирующих частях растений в большой мере зависят особенности их обмена между растением и почвой.

На основе изучения содержания азота и зольных элементов в хвое сосны нами установлен ряд накопления в ней химических элементов ($n = 31$):

$\frac{N}{1,34} > \frac{Ca}{0,48} > \frac{K}{0,41} > \frac{Mg}{0,18} > \frac{Si}{0,12} > \frac{P}{0,10} > \frac{Al}{0,08} > \frac{S}{0,04} = \frac{Fe}{0,04} = \frac{Mn}{0,04}$,
 свидетельствующий о кальциево-азотном типе круговорота веществ, свойственном бореальным лесам (Родин, Базилевич, 1965).

Поскольку собранный материал характеризует химический состав хвои сосны в широком диапазоне природных условий (от северной тайги до предлесостепной подзоны), была сделана попытка установить характер различия в составе золы хвои в крайних по климатическим условиям подзонах: северной тайги и подзоны предлесостепенных сосново-березовых лесов. Для исключения влияния эдификационных факторов, в обоих подзонах сравнивался химический состав сосен, растущих на горно-лесных бурых неоподзоленных почвах, сформированных на элювии гранитов (табл. I).

Таблица I
 Содержание химических элементов в хвое сосны
 разных подзон

| Подзо- на | n | X G | Золь- ность | N | Si | Al | Fe | Ca | Mg | P | K |
|---------------------------------|---|--------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Северная тайга | 5 | X | 2,67 | I,44 | 0,10 | 0,08 | 0,04 | 0,46 | 0,20 | 0,18 | 0,48 |
| | | G | 0,25 | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Предлесо- степная подзона | 5 | X | 2,60 | I,43 | 0,11 | 0,07 | 0,05 | 0,60 | 0,17 | 0,08 | 0,43 |
| | | G | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

Установлено достоверное (подтвержденное критерием до-
ственности по Стюденту) увеличение количества кальция и
снижение фосфора в хвое сосны юга таежной зоны. Это согласу-
ется с возрастанием к югу роли кальция в круговороте веществ
и с понижением подвижности фосфора по мере снижения почвен-
ной влажности.

Для выяснения специфики влияния химического состава
хвои сосны на почву, по сравнению с другими хвойными порода-
ми, проводилось сравнительное изучение химического состава
хвои сосны (*Pinus sylvestris* L.) с хвоей кедра (*Pinus sibirica*
Maur) и ели (*Picea obovata* Ldb.) произрастающих совме-
стно или в непосредственной близости в пределах одной подзо-
ны (северная тайга).

Ряды накопления зольных элементов хвоей (средние дан-
ные, $n = 5$):

сосны $\frac{K}{0,48} > \frac{Ca}{0,46} > \frac{Mg}{0,20} > \frac{P}{0,18} > \frac{Si}{0,10} > \frac{Al}{0,08} > \frac{Fe}{0,04}$

кедра $\frac{Ca}{0,70} > \frac{K}{0,34} > \frac{Mg}{0,22} > \frac{P}{0,11} > \frac{Fe}{0,08} = \frac{Al}{0,08} > \frac{Si}{0,06}$

ели $\frac{Ca}{1,10} > \frac{K}{0,65} > \frac{Si}{0,42} > \frac{Mg}{0,16} > \frac{P}{0,14} > \frac{Al}{0,13} > \frac{Fe}{0,01}$

По сравнению с хвоей ели и кедра, хвоя сосны отличает-
ся пониженным содержанием кальция и повышенным фосфора. Хвоя
ели содержит наибольшие количества кремния, кальция, калия и
алюминия и наименьшие железа. Таким образом, на поверхность
почвы с хвоей ели поступают значительные количества кремния,
а с опадом сосны и кедра вносится больше железа.

На основе полученных данных сделана попытка выяснить
изменение химического состава хвои в зависимости от здрави-
ческих факторов: влажности почвы, содержания элементов в гуму-
совом горизонте почвы и химического состава горных почвооб-
разующих пород (учитывая их близкое залегание к поверхности
почвы и участие в минеральном питании древесных растений).

По мере увеличения влажности (от периодически сухих ти-
пов лесорастительных условий до периодически влажных) в пре-
делах одной подзоны наблюдается достоверное увеличение в

хвое сосны только азота (от 1,2 до 1,4%), содержание других элементов изменяется незначительно. Не обнаружено достоверной коррелятивной зависимости между валовым содержанием элементов в горизонте A₁ и в хвое. Химический состав хвои сосен, произрастающих на почвах при близком подстилении разных горных пород (граниты, гранитогнейсы, гнейсики, слюдистые сланцы и известняки), в отдельных случаях различается по содержанию алюминия, железа, кальция, фосфора, серы, марганца. Однако коррелятивная зависимость обнаружена только по содержанию кальция (отрицательная) и калия (положительная).

В процессе питания сосна стремится потреблять химические элементы в количествах, определяемых типом обмена веществ у данного вида (Раскатов, 1954).

Глава IV. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ НА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (ЗЕЛЕНЫЕ МХИ, БРУСНИКА, ЧЕРНИКА)

В напочвенном покрове таежных лесов всех подзон восточных предгорий Урала представлены зеленные мхи, брусника, черника. Распространение этих растений в широком диапазоне биоклиматических и почвенных условий делает их чрезвычайно интересным объектом для сравнительного изучения экологии этих видов и их роли в формировании запасов питательных элементов в подстилке, почве и в круговороте веществ в системе растение-почва.

I. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕЛЕНЫХ МХОВ

Содержание азота и зольных элементов в зеленых мхах, сущая по имеющимся в литературе данным (Абатуров, 1966; Кылли, Кяхрик, 1970; Манаков, 1970; Марченко, Карлов, 1962; Рожнова, 1963; Руднева, Тонконогов, Дорохова, 1966 и др.), варьирует в значительных пределах. Преобладающим элементом в их составе является азот, а из зольных элементов преобладает кальций или калий и иногда — кремний. Известно (Перельман, 1970; Рожнова, 1963 и др.), что зеленные мхи отличаются повышенным содержанием кремния и железа, однако количество этих элементов и порядок их в рядах накопления неодинаков. Исходя из полученных мирами данных, составлен ряд накопления элементов зелеными мхами

ми Урала *Pleurozium Spreberi*(Brid.) Mitt.(n=51)

$$\frac{N}{1,25} > \frac{Ca}{0,68} > \frac{Si}{0,43} > \frac{K}{0,33} > \frac{Mg}{0,20} > \frac{Al}{0,19} > \frac{P}{0,16} > \frac{Fe}{0,15} > \frac{S}{0,12} > \frac{Mn}{0,08}$$

т.е. преобладающими элементами являются азот, кальций и кремний. Следовательно, зеленомошный напочвенный покров, подобно древесному пологу, определяет кальциево-азотный тип круговорота веществ при значительной роли кремния в круговороте. Содержание химических элементов в одном и том же виде растений изменяется в зависимости от растительной зоны (Тюлина, 1928 ; Родин и Базилевич, 1965 и др.). Для выяснения роли природных условий на изменения химического состава зеленых мхов, полученные данные сгруппированы по подзонам: северная, средняя, южная тайга (объединенная с предлесостепной подзоной). Установлено, что с севера на юг возрастает зольность мхов (разница статистически достоверна), а также содержание большинства зольных элементов. Наблюдаемое увеличение содержания химических элементов во мхах южных подзон, по-видимому, объясняется усилением интенсивности круговорота веществ к югу.

Поскольку зеленые мхи потребляют питательные вещества не только из почвы, но и за счет элементов, вымываемых атмосферными осадками с крон и стволов деревьев (Тархова, 1970 ; Streeter 1970; Тамм 1964), представляет интерес сравнить зольный состав мхов, поселившихся под кроной различных хвойных древесных пород (сосна, кедр, ель), отличающихся по химическому составу хвои, а, следовательно, и стекающих с крон вод. Такое сравнение показало, что зеленые мхи в кедровых лесах отличаются от еловых меньшим количеством алюминия, железа, марганца (различие статистически достоверно), а от сосновых лесов большей зольностью, содержанием кальция, калия и меньшим количеством железа. Зеленые мхи под сосной, по сравнению с елью, накапливают достоверно меньшее количество калия и алюминия. Сопряженное изменение количества элементов во мхах и в хвои наблюдается только для кальция и магния.

Для оценки влияния почвенного питания на зольный состав зеленых мхов проведено сравнение их химического состава с содержанием элементов в подстилке. Проведенные подсчеты пока-

зели, что содержание валовых элементов в подстилке существенно не влияет на химический состав мхов. Наиболее тесная связь оказывается между содержанием кальция, фосфора и калия.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что кальций и магний принимают более активное участие во "внекорневом" питании мхов. Определенное влияние на химический состав мхов оказывает содержание кальция, фосфора и калия в подстилках. Зольный состав мхов сильно варьирует в зависимости от среды и им не свойственен "строгий" ряд биологического накопления элементов.

2. Химический состав листьев брусники

Согласно имеющимся в литературе данным (Абатуров, 1966; Казимиrow, Морозова, 1973; Манаков, 1961; Марченко, Карлов, 1962; Руднева, Тонконогов, Дорохова, 1966 и др.) химический состав листьев брусники в разных ареалах более постоянен, чем химический состав зеленых мхов. Преобладающим элементом является азот, количество которого колеблется от 0,88 до 1,27%, из зольных элементов доминируют кальций (0,36-0,68%) и калий (0,27-0,47%). Содержание железа в листьях брусники находится на минимуме. Количество кремния и особенно алюминия в листьях брусники колеблется в больших пределах (кремния от 0,01 до 0,07%; алюминия от 0,01 до 0,31%). Почти повсеместно они содержат большое количество марганца (0,11-0,22%).

Полученные нами данные (средние из 34 определений) по химическому составу листьев брусники таежной зоны Урала и составленный на их основе ряд накопления элементов:

$$\frac{N}{1,23} > \frac{Ca}{0,63} > \frac{K}{0,37} > \frac{Mg}{0,21} > \frac{P}{0,17} > \frac{Si}{0,15} = \frac{Mn}{0,15} > \frac{S}{0,11} > \frac{Al}{0,10} > \frac{Fe}{0,04},$$

подтверждают отмеченное в литературе преобладание в их химическом составе азота, кальция и калия при незначительном количестве железа.

Исходя из ряда накопления элементов в бруснике, можно сделать вывод о том, что брусличный непочвенный покров определяет в лесах с его доминированием кальциево-азотный тип круговорота веществ, при значительном участии калия, что отличает бруснику от зеленых мхов.

Сравнительное изучение химического состава бруслики в разных подзонах таежной зоны Урала показало, что в листьях бруслики к югу незначительно возрастает зольность, содержание кальция, магния, а достоверно увеличивается только количество калия. Не выявлено нами и достоверных отличий в химическом составе бруслики, растущей под пологом сосны, ели и кедра.

Близкое абсолютное содержание элементов в листьях бруслики, растущей под пологом разных древесных пород, и идентичные ряды накопления зольных элементов в разных подзонах свидетельствуют о слабой изменчивости химического состава бруслики в зависимости от условий среды.

Чтобы выяснить, сколько содержание химических элементов листьев бруслики зависит от валового содержания их в почве, рассчитан коэффициент корреляции по содержанию каждого элемента в листьях бруслики и в гумусовом горизонте, исходя из того, что бруслика потребляет питательные вещества преимущественно из гумусового горизонта (Авдошенко, 1949).

В результате проведенных расчетов установлено, что существует очень слабая связь между содержанием элементов в почве и в листьях бруслики, особенно для магния и фосфора.

3. Химический состав листьев черники

Листья черники, согласно имеющимся в литературе данным (Казимиров, Морозова, 1973; Менаков, 1962; Марченко, Карлов, 1962; Рысин, Антохина, 1977 и др.). содержит в наибольшем количестве азот (0,93-2,08%), а из зольных элементов почти поровну калий (0,45-1,00%) и кальций (0,45-1,02%). В минимуме в них содержится железо - 0,01%. Ряд накопления элементов листьями черники по нашим данным (средние из 23) имеет следующий вид:

$$\frac{N}{1,36} > \frac{K}{0,81} > \frac{Ca}{0,76} > \frac{P}{0,41} > \frac{Al}{0,40} > \frac{Mg}{0,35} > \frac{Si}{0,20} > \frac{S Mn}{0,15} > \frac{Fe}{0,05}$$

т.е. повторяет закономерности, свойственные накоплению элементов черникой других территорий. Исходя из данных, представленных в ряду накопления элементов листьями черники, можно сделать вывод о значительной роли калия в круговороте зольных элементов в лесах с непочвенным покровом из черники.

Сравнение химического состава листьев черники, произрастающей в разных подзонах теплой зоны Урала, показало тенденцию к увеличению зольности и абсолютного содержания кремния, алюминия, кальция и серы к югу. Листья черники под елью и сосной имеют близкие количества химических элементов, различия в их содержании не достоверны и ряды накопления элементов идентичны.

Для выяснения влияния валовых запасов химических элементов в гумусовом горизонте на химический состав листьев черники нами подсчитан коэффициент корреляции между содержанием элементов в почве и листьях черники, который недостоверен для всех элементов.

4. Сравнительная характеристика химического состава основных компонентов напочвенного покрова

Обобщая полученные нами данные можно отметить следующие отличительные особенности химического состава сравниваемых растений. Наибольшей зольностью (5,44%) и более высоким содержанием (на абсолютно-сухую навеску) азота, алюминия, кальция, магния, фосфора, калия и серы (разница достоверна) характеризуются листья черники. Зеленые мхи, в отличие от кустарников, имеют несколько меньшую зольность (4,0%) и меньшее количество азота (1,25%), а также повышенное содержание кремния (0,43%) и железа (0,15%). Наименьшая зольность соответствует листьям бруслики (3,20%); по содержанию химических элементов, кроме кремния и железа, они близки к зеленым мхам. Листья бруслики и черники имеют почти равные количества железа (0,04 - 0,05%) и марганца 0,15%.

Листья черники отличаются повышенным содержанием алюминия (0,40%). Накопление кустарниками больших количеств марганца, как отмечают Л.Е.Родин и Н.И.Базилевич (1965), является характерным признаком для кустарников разных мест обитания. Повышенное содержание железа в зеленых мхах, вероятно, сложилось в процессе эволюции виде (Перельман, 1966), и мхи, как типичные обитатели болот, где наблюдается высокая миграционная способность железа, являются его конценторами. Исследование

дуемые растения отличаются не только количественным содержанием элементов, но и порядком их расположения в рядах накопления:

зеленые мхи: N > Ca > Si > K > Mg > Al > P > Fe > S > Mn;

листья бруслики: N > Ca > K > Mg > P > Si = Mn > S > Al > Fe;

листья черники: N > K > Ca > P > Al > Mg > Si > S = Mn > Fe.

Кроме отмеченных различий по приведенным рядам накопления можно отметить, что доля калия и фосфора ниже в зеленных мхах, чем в бруслике и чернике. Роль алюминия незначительна в бруслике (предпоследнее место) и возрастает в чернике.

Глава II. ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ЗОЛЬНОГО СОСТАВА

I. Запасы фитомассы

С величиной фитомассы биогеоценоза тесно связана биологическая аккумуляция веществ и их круговорот, а также направление почвообразования. Большую часть биомассы в лесах образует древесный полог. Надземная масса травяно-кустарничкового яруса значительно меньше, но концентрирует значительную часть питательных элементов (Пьявченко, 1960; Scott 1955).

Величина фитомассы напочвенного покрова зависит от зональных условий, а в пределах одной зоны — от типа леса (Родин и Базилевич, 1965).

В таежной зоне Урала запасы сухой фитомассы колеблются в широких пределах (табл. 2).

Таблица 2

Средние запасы фитомассы напочвенного покрова в разных таежных подзонах Урала (ц/га)

| Под зона | n | \bar{x} | s |
|---------------------------|-----|-----------|------|
| Северная тайга | 90 | 102 | 19,2 |
| Средняя тайга | 60 | 37 | 4,5 |
| Южная тайга | 90 | 8 | 1,4 |
| Предлесостепенная подзона | 130 | 8 | 1,3 |

Математическая обработка подтвердила достоверность различий между северной, средней и южной тайгой. Различия в запасах между южной тайгой и предлесостепью недостоверны. В северной тайге (табл. 2,3) различия в запасах фитомассы напочвенного покрова между типами леса незначительны (разница недостоверна); в средней тайге они возрастают (разница между всеми тремя типами достоверна) и минимум запасов свойственен соснякам крупнотравным.

Таблица 3

Запасы фитомассы напочвенного покрова в разных типах соснового леса (ц/га)

| Подзона | Тип соснового леса | <i>n</i> | \bar{x} | <i>s</i> |
|---------------------------|-------------------------|----------|-----------|----------|
| Северная тайга | брусничный | 20 | 102 | 20,3 |
| | бруснично-багульниковый | 30 | 104 | 17,3 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 40 | 100 | 19,9 |
| Средняя тайга | брусничный | 20 | 47 | 7,4 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 20 | 41 | 2,8 |
| | крупнотравный | 30 | 21 | 3,5 |
| Южная тайга | брусничный | 30 | 5 | 0,8 |
| | ягодниковый | 30 | 9 | 1,7 |
| | разнотравный | 30 | 11 | 1,8 |
| Предлесостепенная подзона | брусничный | 20 | 4 | 1,0 |
| | ягодниковый | 30 | 10 | 1,7 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 30 | 10 | 1,3 |
| | разнотравный | 50 | 10 | 1,3 |

Распределение запасов фитомассы напочвенного покрова в южных подзонах (ыкнотеежной и предлесостепенной) несколько иное: сосняки брусничные обладают наименьшей массой (разница с другими типами достоверна), наибольшей – сосняки разнотравные, несколько меньше фитомасса сосняков ягодниковых и зеленомошно-ягодниковых.

Таким образом, в исследованных нами сосняках наблюдается значительное уменьшение запасов фитомассы напочвенного покрова с севера на юг. В северных подзонах минимальные запасы

присущи соснякам крупнотравным, максимальные - соснякам брусличным; в южных подзонах наоборот: наибольшие запасы фитомассы наблюдаются в сосняках разнотравных, наименьшие - в сосняках брусличных.

2. Содержание зольных элементов и азота в фитомассе напочвенного покрова

Фитомасса напочвенного покрова в разных подзонах и типах лесов значительно отличается и по содержанию азота и зольных элементов. Выявленна такая закономерность: содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния и серы и общая зольность возрастают с севера на юг, а в пределах одной подзоны от брусличных типов леса к зеленомошно-ягодниковым и травяным. Кремния содержится больше в напочвенном покрове северо- и среднетаежных лесов, кроме того, его больше в зеленомошно-ягодниковом покрове, чем в брусличном и травяном. Снижается к югу содержание алюминия и минимум его приходится на травяные типы леса. Содержание железа довольно стабильно в напочвенном покрове всех сравниваемых типов леса (табл. 4).

Ряды накопления элементов фитомассой напочвенного покрова начинаются азотом, на втором месте стоит кальций. Исключение составляют разнотравные ассоциации южных подзон, где ряд накопления открывает кальций, на втором месте стоит калий и лишь на третьем - азот.

В большинстве случаев три последних места занимают фосфор, сера и железо; исключение составляют разнотравные ассоциации южных подзон, которые в минимуме содержат алюминий, кремний и железо. Насыщенность напочвенного покрова азотом (отношение беззольное вещество:азот, Кылли, 1971) увеличивается с севера на юг, а в каждой подзоне от брусличного типа леса к ягодниковым и травяным. Запасы азота и зольных элементов в фитомассе напочвенного покрова в южных подзонах значительно (почти в 10 раз) меньше, чем в северных. По увеличению запаса элементов в фитомассе напочвенного покрова она располагается в следующем порядке: брусличная > ягодниковая > зеленомошно-ягодниковая > травяная (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав фотомассы напочвенного покрова различных типов лесов (средние данные)

| Подзона | Тип соснового леса | N | S ₁ | Al | Fe | Ca | Mg | P | K | S |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Северная тайга | брусничный | 0,89 ¹ | 0,43 | 0,22 | 0,01 | 0,56 | 0,13 | 0,09 | 0,28 | 0,10 |
| | бруснично-дугуйниковый | 81,3 | 43,7 | 22,7 | 1,0 | 57,3 | 13,2 | 9,2 | 28,5 | 9,7 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 61,8 | 21,2 | 21,8 | 1,0 | 35,0 | 11,1 | 7,2 | 18,4 | 4,9 |
| Средняя тайга | брусничный | 0,60 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,34 | 0,11 | 0,07 | 0,17 | 0,05 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 65,9 | 40,1 | 19,5 | 0,9 | 61,0 | 16,2 | 9,8 | 32,6 | 8,9 |
| | крупнотравный | 0,84 | 0,37 | 0,25 | 0,01 | 0,68 | 0,18 | 0,11 | 0,36 | 0,10 |
| Южная тайга | брусничный | 59,8 | 17,5 | 11,8 | 0,5 | 32,2 | 5,2 | 3,8 | 12,8 | 5,2 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 36,3 | 20,0 | 11,7 | 0,4 | 36,5 | 8,2 | 8,4 | 16,4 | 4,0 |
| | разнотравный | 1,11 | 0,25 | 0,29 | 0,01 | 1,03 | 0,25 | 0,20 | 0,66 | 0,18 |
| Подзона предлесостепенная | брусничный | 0,86 | 0,25 | 0,30 | 0,03 | 0,75 | 0,19 | 0,11 | 0,37 | 0,12 |
| | ягодниковый | 3,8 | 1,1 | 1,4 | 0,1 | 3,3 | 0,8 | 0,5 | 1,7 | 0,5 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 0,89 | 0,27 | 0,36 | 0,02 | 0,78 | 0,20 | 0,14 | 0,20 | 0,11 |
| Подзона разнотравья | брусничный | 8,2 | 2,5 | 3,3 | 0,1 | 7,2 | 1,9 | 1,3 | 1,8 | 1,0 |
| | ягодниковый | 0,97 | 0,62 | 0,20 | 0,02 | 0,84 | 0,23 | 0,15 | 0,31 | 0,11 |
| | разнотравный | 9,5 | 6,1 | 2,0 | 0,2 | 6,6 | 2,2 | 1,4 | 3,0 | 1,1 |

¹/ в числителе – % на абсолютную массу, в знаменателе – запасы в кг/га.

Глава VI. ЗАПАСЫ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДСТИЛОК СОСНОВЫХ ЛЕСОВ УРАЛА

Лесная подстилка — важный компонент лесного биогеоценоза. Изучение лесной подстилки как особого биогеоценотического горизонта может наиболее полно раскрыть взаимосвязи растительности и почвы (Зонн, 1964; Зонн, Урушадзе, 1974; Карпачевский, 1973; Шумиков, 1958).

1. Запасы подстилок

Наибольшие запасы подстилок наблюдаются в северной тайге в сосняках бруснично-багульниковых и зеленомошно-ягодниковых (64 т/га), наименьшие — в сосняках разнотравных (20 т/га) в предлесостепной подзоне (табл. 5).

Таблица 5
Запасы подстилок в сосняках Урала (т/га)

| Подзона тайги | Тип соснового леса | A_0' | | | A_0'' | | |
|---------------------------|---------------------------|--------|-----------|------|-----------|------|--|
| | | n | \bar{x} | s | \bar{x} | s | |
| Север - ная | брюсничный | 20 | 15,0 | 2,08 | 30,2 | 4,56 | |
| | брюснично-багульнико- вый | 30 | 19,6 | 2,46 | 45,1 | 2,96 | |
| | зеленомошно-ягоднико- вый | 40 | 23,9 | 2,74 | 40,5 | 2,93 | |
| Сред - ная | зеленомошно-ягоднико- вый | 20 | 15,7 | 2,19 | 31,3 | 2,86 | |
| | разнотравный | 30 | 11,6 | 1,38 | 22,1 | 3,80 | |
| Южная | брюсничный | 30 | 15,1 | 2,14 | 30,2 | 3,34 | |
| | ягодниковый | 30 | 10,0 | 1,78 | 23,7 | 3,88 | |
| | разнотравный | 30 | 6,5 | 1,08 | 24,7 | 3,26 | |
| Предле- состеп- ная | брюсничный | 20 | 15,8 | 2,29 | 29,0 | 2,94 | |
| | ягодниковый | 30 | 10,5 | 1,60 | 29,9 | 1,92 | |
| | зеленомошно-ягоднико- вый | 30 | 8,8 | 1,44 | 15,0 | 2,62 | |
| | разнотравный | 50 | 4,8 | 0,98 | 15,2 | 1,60 | |

По увеличению массы подстилок в северной тайге сосняки располагаются в таком порядке: бруснично-багульниковый > зеленомошно-ягодниковый > крупнотравный; в южной тайге: брусничный > ягодниковый > разнотравный; в предлесостепной подзоне: брусничный > ягодниковый > зеленомошно-ягодниковый > разнотравный.

С севера на юг в аналогичных типах леса наблюдается снижение запасов подстилок, за исключением сосняков брусничных, которые характеризуются близкими запасами во всех подзонах.

2. Содержание и запасы зольных элементов в подстилках

В составе зольного вещества подстилок северной и средней тайги доминирует SiO_2 , количества которого в разных подгоризонтах подстилок (A_0' и A_0'') колеблются от 50 до 71%, содержание R_2O_3 - от 15 до 21%; $\text{CaO} + \text{MgO}$ - от 6 до 14%; $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O}$ - от 4 до 10%.

Наибольшее количество SiO_2 содержат подстилки брусничных и крупнотравных сосняков; R_2O_3 - зеленомошно-ягодниковые; K_2O - крупнотравные. По количеству CaO , MgO и P_2O_5 сравнимые подстилки различаются незначительно.

В подзонах южнотаежной и предлесостепной также большую часть зольного вещества составляет SiO_2 - 43-62%; содержание R_2O_3 колеблется от 11 до 34%; $\text{CaO} + \text{MgO}$ - от 8 до 15%; $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O}$ - от 6 до 23%.

Максимальное количество SiO_2 и минимальное P_2O_3 в этих подзонах присущи подстилкам сосняков зеленомошно-ягодниковых, наибольшее количество CaO , MgO , K_2O - подстилкам сосняков разнотравных.

Во всех подзонах при разложении подстилок (при сравнении A_0' и A_0'') в составе зольного вещества возрастает количество SiO_2 , R_2O_3 и снижается CaO , MgO , P_2O_5 , K_2O .

Наибольшие запасы химических элементов в подстилках сосновых лесов Урала составляет углерод 88-253 ц/га, а из зольных элементов кремний - 19-63 ц/га, железо - 4-17 ц/га.

В подстилках сосняков брусничных накапливается наибольшее количество кремния (40,6-45,3 ц/га) и минимальное фосфора

(3 ц/га); подстилки зеленомошно-ягодниковые северных подзон выделяются большим накоплением железа (II,7-16,6 ц/га); ягодниковые подстилки южных подзон отличаются наибольшим накоплением алюминия (15-18 ц/га), кальция (8,5-10,5 ц/га), а травяные - калия (II,8- ц/га - в средней тайге; 8,8 ц/га - южной и 4,2 ц/га - в предлесостепи).

Таблица 6
Запасы химических элементов в подстилках

| Подзона тайги | Тип соснового леса | Запасы, ц/га | | |
|-----------------|-------------------------|--------------|-----|------------------|
| | | C | N | зольные элементы |
| Северная | брусничный | 192 | 4,8 | 63,2 |
| | бруснично-багульниковый | 209 | 4,8 | 49,8 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 253 | 5,9 | 70,7 |
| Средняя | зеленомошно-ягодниковый | 173 | 4,1 | 92,6 |
| | крупнотравный | 118 | 3,8 | 98,0 |
| Южная | брусничный | 113 | 4,4 | 87,7 |
| | ягодниковый | 102 | 4,0 | 84,6 |
| | разнотравный | 88 | 3,7 | 70,9 |
| Предлесостепная | брусничный | 110 | 4,0 | 82,0 |
| | ягодниковый | 106 | 3,8 | 94,5 |
| | зеленомошно-ягодниковый | 57 | 2,6 | 46,4 |
| | разнотравный | 42 | 2,3 | 49,3 |

3. Химические свойства подстилок

Кислотность подстилок (рН в KCl) колеблется от 3,9 до 5,4. Наблюдается тенденция к снижению кислотности подстилок с севера на юг. Величина рН более разложенного слоя (A_0) в подстилках северной и средней тайги по сравнению с величиной рН в A_0 меньше, а в южнотаежной и предлесостепной подзонах - больше, что указывает на более быстрое разложение подстилки южных подзон, по сравнению с северными.

Обменная кислотность северо- и среднетаежных подстилок обусловлена алюминием, в южных подзонах — водородом. Содержание обменных оснований колеблется в северо- и среднетаежных подзонах в A_0 от 35,8 до 60,5 мг-экв., в A_0'' от 19,6 до 40,4 мг-экв., а в южнотаежной и предлесостепной подзонах от 30,6 до 46,7 мг-экв. в A_0' и от 10,5 до 18,7 мг-экв. в A_0'' . Во всех подзонах и типах леса содержание обменных оснований больше в верхнем слое подстилки по сравнению с нижним.

Наибольшие величины потери при прокаливании обнаружены в подстилках средней и северной тайги (до 83%), тогда как в южнотаежной и предлесостепной подзонах не превышает 62%. На севере таежной зоны практически нет разницы в величине потери при прокаливании между A_0 и A_0'' , т.е. оба слоя подстилки слабо затронуты разложением и только в сосняках крупнотравных эта разница возрастает (табл. 7).

Содержание углерода в подстилках и величина отношения C/N уменьшаются к югу (табл. 7). Органическое вещество подстилок северной и средней тайги характеризуется невысоким содержанием гуминовых кислот (14–20% от общего углерода) и значительным количеством фульвокислот (27–32%). Отношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ не превышает 0,58 в A_0 и увеличивается в A_0'' до 0,71–0,98. Подстилки южной тайги и предлесостепи характеризуются более высоким содержанием гуминовых кислот (21–26%), меньшим количеством фульвокислот (20–27%) и соответственно более высоким отношением $C_{ГК}:C_{ФК}$ (0,90–1,04 в A_0' и 0,86–1,07 в A_0''). К югу ограживается разница в величине отношений $C_{ГК}:C_{ФК}$ в подгоризонтах подстилки (A_0' и A_0''), что указывает на большую гумификацию подстилок. В подстилках всех подзон отношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ увеличивается от сосняков бруничных к зеленомошно-ягодниковым и к травяным. Исходя из отношения $C_{ГК}:C_{ФК}$, подстилка на севере таежной зоны можно классифицировать как фульватно-гуматные, а на юге — как гуматные (Зонн, 1964).

В процессе разложения подстилок, наряду с изменением органической части, происходит изменение и их зольного состава. По мере увеличения степени разложения, происходит накопление кремния, железа, алюминия и вынос калия, фосфора, серы.

Таблица 7

Состав органического вещества подстилок сосновых лесов Урала (средние данные)

| Тип леса | Под- гори- зонт | Потеря при- пра- жев- ни, % | % к почве | C | N | C/N | C _{гк} | C _{ФК} | C _{Х/} но. | % к общему углероду | C _{ГК} | C _{ФК} |
|------------------------------|-----------------------|---|-----------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | Средняя и средняя тайга. | Средняя тайга и предпоследняя |
| Брусничный | A ₀ | 81 | 44,0 | 0,96 | 45,8 | 18,1 | 31,3 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 0,57 |
| | A ₀ | 79 | 40,8 | 1,04 | 39,2 | 19,0 | 26,1 | 54,9 | 54,9 | 54,9 | 54,9 | 0,72 |
| Бруснично-язгульни- ковый | A ₀ | 81 | 44,6 | 0,92 | 48,9 | 18,7 | 32,2 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 49,1 | 0,58 |
| | A ₀ | 82 | 33,1 | 0,82 | 39,7 | 20,7 | 29,1 | 50,2 | 50,2 | 50,2 | 50,2 | 0,71 |
| Зеленомошно-ягодни- ковый | A ₀ | 71 | 41,1 | 0,92 | 44,5 | 14,5 | 27,5 | 58,2 | 58,2 | 58,2 | 58,2 | 0,51 |
| | A ₀ | 73 | 37,1 | 0,94 | 38,9 | 20,2 | 26,0 | 53,8 | 53,8 | 53,8 | 53,8 | 0,77 |
| Крупнотравный | A ₀ | 57 | 39,9 | 1,07 | 37,3 | 18,5 | 34,8 | 46,7 | 46,7 | 46,7 | 46,7 | 0,53 |
| | A ₀ | 24 | 34,2 | 1,08 | 31,7 | 20,0 | 20,4 | 59,6 | 59,6 | 59,6 | 59,6 | 0,98 |
| Брусничный | A ₀ | 62 | 25,1 | 0,86 | 29,1 | 21,9 | 23,0 | 55,1 | 55,1 | 55,1 | 55,1 | 0,95 |
| | A ₀ | 59 | 27,3 | 1,01 | 27,2 | 23,4 | 24,4 | 52,2 | 52,2 | 52,2 | 52,2 | 0,96 |
| Ягодниковый | A ₀ | 58 | 27,7 | 0,83 | 32,3 | 22,6 | 25,3 | 52,1 | 52,1 | 52,1 | 52,1 | 0,90 |
| | A ₀ | 54 | 25,7 | 0,97 | 26,7 | 23,9 | 27,9 | 48,1 | 48,1 | 48,1 | 48,1 | 0,86 |
| Зеленомошно-ягодни- ковый | A ₀ | 59 | 31,4 | 1,03 | 31,3 | 21,1 | 20,4 | 58,4 | 58,4 | 58,4 | 58,4 | 1,04 |
| | A ₀ | 58 | 19,1 | 1,10 | 18,1 | 22,8 | 21,9 | 54,6 | 54,6 | 54,6 | 54,6 | 1,07 |
| Разнотравный | A ₀ | 46 | 27,1 | 1,17 | 23,2 | 26,1 | 25,4 | 48,4 | 48,4 | 48,4 | 48,4 | 1,03 |

х — углерод карбонизированного остатка.

Магний и кальций выносятся при разложении подстилок всех рассматриваемых типов леса северных подзон, а в южных подзонах в отдельных случаях наблюдается накопление кальция и магния.

Сравнительное изучение химического состава зеленой хвои с опавшей и зеленой части мхов с побуревшей показало, что в процессе разложения хвои во всех подзонах помимо железа, алюминия и кремния происходит накопление кальция и реже магния, а при разложении зеленых мхов кальций и магний накапливаются только в южных подзонах.

Большая часть химических элементов сосредоточена в A_0'' , особенно кремния, алюминия, железа, запасы которых в A_0'' превышают их количество в A_0' в 6-8 раз; несколько меньше разница в запасах азота, кальция и магния между подгоризонтами (в 1,5-2,0 раза); запасы фосфора, калия, серы обычно близки в обоих слоях подстилки, а в отдельных случаях их больше накапливается в A_0' .

Запасы углерода и азота, подобно массе подстилки, снижаются по мере движения к югу. Запасы зольных элементов определяются как массой подстилки, так и содержанием химических элементов в ней. Например, в сосняках брусничных разных подзон, несмотря на близкую массу подстилки, запасы зольных элементов, в связи с большим абсолютным содержанием их, выше в подстилках лесов предлесостепенной подзоны, чем северной тайги.

Таким образом, запасы химических элементов в подстилке определяются прежде всего массой ее, условиями разложения и особенностями химического состава напочвенного покрова.

ВЫВОДЫ

1. В химическом составе зеленой части сосновых биогеоценозов (в хвои сосны и растениях травянисто-мохового и кустарничкового ярусов) преобладают азот и кальций, что дает основание определить круговорот азота и зольных элементов в сосняках Урала как кальциево-азотный. Высокое содержание кремния в зеленых мхах и калия в кустарничках и травах способствует более значительному поступлению этих элементов на поверхность почвы с опадом.

2. Экологические условия и своеобразие питания растений определяют вариацию их химического состава. Содержание азо-

та и зольных элементов в зеленых мхах, в связи с преимущественным потреблением этих элементов из подстилок, химические свойства которых динамичны, подвержены наибольшим колебаниям. В химическом составе хвои сооны, которая в процессе питания может потреблять элементы не только из почвы, но и из горных пород, тоже колебается, но в меньших пределах. Кустарнички характеризуются наибольшей стабильностью химического состава, поскольку элементы питания они потребляют из гумусового горизонта, свойства которого в отличие от горных пород различаются слабо.

3. Запасы фитомассы напочвенного покрова зависят от подзоны и типа леса. В спальных и приславающих сосняках всех типов леса они снижаются от северной тайги к подзоне предлесостепенных сосново-березовых лесов. В пределах северной и средней тайги запасы фитомассы уменьшаются от сосняков брусличных к зеленомошно-ягодниковым и к крупнотравным, а в южной тайге и подзоне предлесостепенных сосново-березовых лесов от сосняков разнотравных к зеленомошно-ягодниковым, ягодниковым и брусличным. Запасы химических элементов находятся в прямой зависимости от запасов фитомассы. Зольность и насыщенность азотом фитомассы возрастает с севера на юг и от сосняков брусличных к травяным.

4. Запасы подстилок, углерода и азота в них уменьшаются с севера на юг. В подзонах северной и средней тайги наибольшие запасы присущи соснякам зеленомошно-ягодниковым, а в подзонах южной тайги и предлесостепенных сосново-березовых лесов — соснякам брусличным. Запасы углерода и азота в каждой подзоне уменьшаются от более сухих лесорастительных условий к более влажным. Запасы зольных элементов в подстилке определяются ее массой, условиями формирования подстилки и в отдельных случаях — количеством содержащихся в ней элементов.

5. Степень разложения подстилок возрастает от северных подзон к южным и от сооны ягодниковых к брусличным, к зеленомошно-ягодниковым и травяным. В процессе разложения подстилок происходит накопление кремния, железа, алюминия и вынос калия, фосфора, серы; кальций и магний выносятся в северных подзонах, в южных — иногда накапливаются. По составу органического вещества

ва на севере таежной зоны Урала формируются фульватно-гуматные, а на юге - гуматные подстилки.

6. Географически заменяющие друг друга одноименные типы сосновых лесов разных подзон не идентичны по запасам подстилки, степени ее разложения и количеству зольных элементов в ней. Северные варианты сравниваемых типов сосновых лесов (брюслич-ных, зеленошно-ягодниковых, травяных) отличаются от южных большими запасами (в 1,5-3 раза) подстилки, меньшей степенью ее разложения (в 1,5-4 раза) и некоторым снижением зольных элементов в брюсличных и зеленошно-ягодниковых и увеличением (в 2 раза) в сосняках травяных.

7. Выявленные отличия в разных типах леса и подзонах в сосновых лесах Урала по запасам массы напочвенного покрова, подстилок, азота и зольных элементов в них, а также в скорости их миграции в процессе разложения подстилок следует учитывать при проведении лесохозяйственных мероприятий, направленных на увеличение продуктивности сосновых лесов (при проведении лесокультурных работ, мероприятий по содействию естественного лесовозобновления, рубок ухода). Эти данные могут быть использованы при разработке систем ведения хозяйства на лесотипологической основе.

Рекомендации

1. Исходя из большой роли азота, фосфора, калия в жизни сооны и дефицита этих элементов в почвах Урала, рекомендуется с целью повышения продуктивности сосны повсеместное внесение азотных и калийных удобрений, а в подзонах южной тайги и предлесостепенных сосново-березовых лесов еще и фосфорных.

2. Интенсивное использование резервов питательных элементов, заключенных в подстилках и увеличение видового разнообразия кустарникового и травяного ярусов в сосняках Урала может быть достигнуто такими лесохозяйственными мероприятиями как рубки ухода, рыхление подстилок, в отдельных случаях известкованием.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Зольный состав зеленых мхов, как компонента напочвенного покрова в горных лесах Урала. - Тезисы докладов IV Всесоюзного делегатского съезда почвоведов, т. I, Алма-Ата, 1970.
2. Изучение обмена минеральных элементов между растительным покровом, хвоей и почвой в двух типах кедровых лесов Северного Урала. - Тр. Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, вып. 76, Свердловск, 1970.
3. Содержание валовых и подвижных форм НРК в напочвенном покрове, подстилке и почве северотаежных лесов Урала. - И. Экология, № 1, 1971 (в соавторстве).
4. Зольный состав хвои сосны в южнотаежных лесах Урала. - Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, вып. 85, Свердловск, 1972.
5. Зольный состав растений мохово-кустарничкового яруса лесов Южного Урала. - Тезисы докладов "Растительные ресурсы Южного Урала и Поволжья и вопросы их рационального использования", Уфа, 1974 (в соавторстве).
6. Выщелачивание зольных элементов и азота в процессе разложения подстилок сосновых лесов Урала. - Вопросы почвоведения, применения удобрений и обработки почв. Материалы УП региональной научно-производственной конференции почвоведов, агрономиков и земледелов Урала и Ср. Поволжья, Изд. "Удмуртия", Ижевск, 1975.
7. Зольный состав растений северотаежных лесов Урала. - И. Экология, № 5, 1975 (в соавторстве).
8. Запасы и химические свойства подстилок сосновых лесов Урала. - Исследование почв Сибири, Изд. "Наука", СО АН СССР, 1977 (в соавторстве).
9. Взаимосвязь между растительностью и почвой в сосняках средней тайги Урала. - Тезисы докладов У делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов, т. 5, Минск, 1977.
10. Особенности горно-лесных почв Южного Урала. - Тр. Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР, вып. 109, Свердловск, 1978 (в соавторстве).

НС 14026 ПОДПИСАНО К ПЕЧАТИ 15/П-78 г.
ОБЪЕМ 1 ПЕЧ-Л.

ТИРАЖ 100

ФОРМАТ 60x84 1/16
ЗАКАЗ 469

ЦЕХ № 4 ОБЪЕДИНЕНИЯ "ПОЛИГРАФИСТ",
СВЕРДЛОВСК, ТУРГЕНЕВА, 20