

**УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ**

На правах рукописи

М.Я. ЧЕБОТИНА

**ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ
ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
НА ПОДВИЖНОСТЬ РАДИОИЗОТОПОВ В ПОЧВЕ**

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

**Научный руководитель –
доктор биологических наук
Н.В. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ**

Свердловск, 1987

УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК С С С Р
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

На правах рукописи

М.Я. ЧЕБОТИНА

ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
НА ПОДВИЖНОСТЬ РАДИОИЗОТОПОВ В ПОЧВЕ

Автореферат

диссертации на соискание ученой
степени кандидата биологических
н а у к

Научный руководитель -
доктор биологических наук
Н.В. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ

Свердловск, 1967

Защита диссертации состоится

**в Объединенном ученом Совете при Институте
экологии растений и животных УФАИ СССР.**

**Отзывы направлять по адресу: г. Свердловск, 8,
ул. 8 Марта, 202, ученому секретарю Объединенного
ученого Совета кандидату биологических наук
Г. С. Хреновой.**

І. ВВЕДЕНИЕ

Выяснение закономерностей поведения химических элементов в почвах и растениях входит в круг проблем биогеоценологии, задачей которой, согласно В.Н.Сукачеву, является изучение баланса вещества и энергии в живых и косных компонентах биогеоценоза и между разными биогеоценозами.

Одним из наиболее важных компонентов биогеоценоза является растительность — фитоценоз. Он производит основную массу органического вещества в биогеоценозе и через нее в значительной степени определяет количество опада (остатков растений, в основном листьев, ветвей, коры и других частей растений), поступающего на поверхность почвы. Растительный опад, в свою очередь, служит основным вещественно-энергетическим источником почвообразования. Разлагаясь на поверхности почвы под влиянием атмосферных факторов (осадков, воздуха, температуры), животных и микроорганизмов, он высвобождает целый ряд органических и минеральных продуктов, которые возвращаются в почву в виде соединений, качественно отличных от находившихся в ней в первоначальном виде. Воднорастворимые первичные продукты, образующиеся при разложении опада, при постоянном воздействии их на почву, приводят к наиболее глубоким изменениям почвенного профиля, выражающимся в перемещении химических элементов в ней и формировании генетических горизонтов, различающихся по своим физическим и химическим свойствам.

Эксперименты по изучению поведения химических элементов в почвах и факторов, определяющих это поведение, дают количественный материал для оценки элементарных круговоротов вещества и энергии в биогеоценозе. Отсюда вытекает важное теоретическое значение вопроса о влиянии первичных продуктов разложения растительного опада на миграционную способность элементов в почве.

В пределах экспериментальной биогеоценологии, задачей которой является лабораторное изучение отдельных компонентов общего биогеоценологического процесса и биогеоценологические исследования в модельных биогеоценозах, с возможностью варьирования отдельных параметров системы, выделения радиационная биогеоценология, включающая все случаи весьма выгодных при количественных исследованиях, а иногда и неизбежных применений ионизирующих

излучений и метода меченых атомов (Тимофеев-Ресовский, 1957). В настоящей работе используется метод меченых атомов, который позволяет работать с весьма малыми концентрациями элементов, близкими к природным концентрациям рассеянных и микроэлементов. Использование метода меченых атомов представляет определенные преимущества в практическом отношении, так как оно дает возможность в то же время изучить судьбу радиоизотопов, являющихся отходами атомной промышленности и загрязняющих природные биогенносы.

Знание основных закономерностей поведения химических элементов в системе раствор-почва и раствор-почва-растение необходимо также для правильной организации минерального питания сельскохозяйственных культур в целях повышения их урожайности.

Основная часть имеющихся в литературе сведений по вопросу о роли первичных продуктов разложения растительного опада на подвижность химических элементов в почве относится к железу и алюминию. Это в основном работы И.С.Кауричева (СССР), Блэкфильда, Мюра (Англия), Шницера и де Лонга (Канада), Луссена (Франция). Установлено, что железо и алюминий в сравнительно больших количествах переходят в раствор при воздействии на почву водных экстрактов из наземных частей и органов различных растений. Причину мобилизирующего действия экстрактов в отношении этих элементов нельзя считать твердо установленной.

Что касается других химических элементов, то сведения о них в литературе еще более скудны.

В связи с этим, целью настоящей работы было изучение влияния первичных продуктов разложения растительного опада (водных экстрактов) на миграционную способность радиоизотопов двенадцати химических элементов в системе раствор-почва.

II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа проводилась с радиоизотопами двенадцати химических элементов: марганца ($Mn-54$), железа ($Fe-59$), кобальта ($Co-60$), цинка ($Zn-65$), рубидия ($Rb-86$), стронция ($Sr-90$), иттрия ($Y-90$ и $Y-91$), рутения ($Ru-106$), серебра

(Ag -II0), кадмия (Cd -II5), цезия (Cs -I37), церия (Ce- I44). Радиоактивность растворов, применявшихся в опытах, составляла 5-10 микрокюри/литр.

Для приготовления водных экстрактов использовались следующие виды растений:

древесные - сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), осина (*Populus tremula* L.), береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.), черемуха обыкновенная (*Radus racemosa* Gilib.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.);

травянистые - орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* Kuhn), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.);

мхи - сфагнум оттопыренный (*Sphagnum squarrosum* Pers.), политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune* Sm.), политрихум сжатый (*Polytrichum strictum* Sm.), дикранум мелколистный (*Dicranum fragilifolium* Lindb.), гриммия Дони (*Grimmia Doniana* Sm.), гедвигия реснитчатая (*Hedwigia ciliata* P.B.), туидиум елообразный (*Thuidium abietinum* Br., Sch. et Gmb.), плеврозиум Шребера (*Pleurozium Schreberi* Mitt.);

лишайник - умбеликария пенсильванская (*Umbelicaria pennsylvanica* Hoff).

Растительный материал собирался на территории Ильменского государственного заповедника им. В.И. Ленина (Челябинская обл.). Опавшие листья указанных древесных пород и наземные части травянистых растений собирались осенью, в сентябре, в период массового опада. Мхи и лишайники собирались в июле. Собранный растительный материал доводился до воздушно-сухого состояния; опыты с мхами и лишайниками проводились через три года после их сбора.

Перед приготовлением водных экстрактов был проведен методический опыт с кобальтом по выяснению времени экстрагирования. Опыт показал, что начиная с четвертых суток после начала настаивания в течение месяца десорбирующее действие экстрактов сохраняется постоянным. Учитывая это, в последующих опытах проводилось десятисуточное настаивание листьев на отфильтрованной озерной воде (pH = 8; Ca - 26 мг/л; Mg - 12 мг/л; Na+K - 16 мг/л; SO₄ - 8 мг/л; Cl - 5 мг/л).

В опытах с Fe-59, Co-60, Zn-65, Sr-90, Y-90, Ca-137 применялись экстракты, которые готовились настаиванием 100 г листьев на 5 литрах воды, в опытах с Mn-54, Rb-86, Y-91, Ru-106, Ag-110, Cd-115, Ce-144 - 100 г листьев на 1 литре воды. Как показали специальные опыты, объем воды, взятой для экстрагирования, в таком интервале отношений к количеству листьев не влияет на десорбирующую способность экстрактов.

В работе использовались четыре почвы, принадлежащие к различным зонально-географическим ландшафтам: дерново-подзолистая (горизонт A₂, Московская обл.), дерново-луговая (горизонт A_T, Челябинская обл.), чернозем (горизонт A_T, Курская обл.), краснозем (горизонт A_T, Грузинская ССР).

Влияние растительных экстрактов на подвижность радиоизотопов в системе раствор-почва изучалось в опытах по сорбции радиоизотопов почвой из раствора и десорбции их из почвы в раствор. Под сорбцией мы понимаем любой процесс, при котором элемент из жидкой фазы переходит в твердую, под десорбцией - любой процесс, в результате которого элемент из твердой фазы переходит в жидкую. Десорбирующим действием экстракта будем называть его способность удерживать элементы в растворе при сорбции данного элемента из экстракта почвой и переводить элемент из почвы в раствор при десорбции его из почвы экстрактом. Перед проведением опыта радиоизотоп вносился в исходный раствор (вода, экстракт, раствор ЭДТА) и выдерживался в течение суток. В опытах по сорбции навеска почвы (1 г) перемешивалась с исходным раствором радиоизотопа (20 мл) до установления равновесия (2 часа), раствор отделялся от почвы путем центрифугирования, после чего отбирались пробы раствора для анализа на содержание радиоактивности в жидкой фазе. В опытах по десорбции навеска почвы (1 г), содержащая данный радиоизотоп, перемешивалась (2 часа) с исследуемым десорбирующим раствором (20 мл). После центрифугирования отбирались пробы раствора для радиометрического анализа. Водные пробы объемом 1 мл выпаривались и просчитывались на радиометре Б-2 под счетной трубкой МСГ-17. По данным радиометрического анализа вычислялся процент радиоизотопа, остав-

шийся в жидкой фазе после взаимодействия раствора с почвой (в опытах по сорбции), и процент десорбции его из почвы (в опытах по десорбции). Контролем для этих опытов служил раствор радиоизотопа, приготовленный на озерной воде. Десорбирующая способность экстрактов сравнивалась также с десорбирующей способностью 0,01 М раствора ЭДТА.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

I. Влияние экстрактов из растительного материала на подвижность радиоизотопов в дерново-луговой почве

Прежде всего мы ставили своей целью получить общую феноменологическую картину влияния экстрактов из растительного материала на подвижность элементов в почве. Для этой цели мы исследовали влияние экстрактов представителей трех больших групп растительного мира: древесных пород, травянистых растений, а также мхов и лишайников.

а) Влияние экстрактов из листьев древесных пород

В этой серии опытов было изучено влияние экстрактов из листьев пяти древесных пород (сосны, березы, липы, черемухи, осины) на сорбцию почвой и десорбцию из почвы радиоизотопов всех двенадцати вышеперечисленных химических элементов.

Все изученные элементы по их поведению в системе раствор-почва можно разбить на четыре группы.

Марганец, железо, кобальт, цинк, иттрий, кадмий, цезий.

Как в опытах по сорбции, так и в опытах по десорбции экстракты переводят в раствор в среднем в 5-10 раз большие количества этих элементов, чем вода. Десорбирующее действие раствора ЭДТА по отношению к этой группе химических элементов значительно больше, чем действие экстрактов, и составляет 80-100% в опытах по сорбции и 50-100% в опытах по десорбции. Сильное десорбирующее действие ЭДТА по отношению к данным элементам объясняется образованием растворимых комплексных соединений этих элементов с ЭДТА с высокими константами устойчивости.

Рубидий, стронций, серебро. На эту группу элементов экстракты из листьев исследуемых древесных пород действуют

также очень сильно, увеличивая содержание этих элементов в жидкой фазе в среднем в 5-10 раз по сравнению с контролем. Однако, в отличие от предыдущей группы элементов, десорбирующее влияние ЭДТА на них меньше, чем десорбирующее действие экстрактов. Сравнительно слабая эффективность ЭДТА обусловлена более низкими константами устойчивости этого комплексона с данными химическими элементами, по сравнению с элементами предыдущей группы.

Рутений. Содержание этого элемента в растворе относительно высоко (40-80%) в присутствии всех изученных десорбентов. Экстракты и ЭДТА незначительно (в 1,5-2 раза) снижают сорбцию рутения почвой по сравнению с водой и несколько сильнее повышают десорбцию его из почвы.

Цезий. Очень сильно сорбируется почвой и практически не остается в растворе (2-4%) в присутствии всех исследуемых десорбентов.

Десорбирующая способность природных экстрактов возрастает в ряду десорбентов: озерная вода < экстракт из хвои сосны < экстракт из листьев березы < экстракт из листьев липы < экстракт из листьев черемухи < экстракт из листьев осины (рис. I), что соответствует возрастанию общего содержания воднорастворимых веществ, в том числе органических веществ и суммы катионов кальция и магния в указанном ряду десорбентов.

б) Влияние экстрактов из листьев травянистых растений

В этой серии опытов было изучено влияние экстракта из листьев орляка на подвижность Co-60, Rb -86, Sr -90, Y -90, Ru -106, Ag -110, Ca -115, Cs -137 и Ce-144 в почве, а также влияние экстракта из листьев полынни на подвижность в почве Fe - 59, Co-60, Zn - 65.

Опыты, проведенные с экстрактом из листьев орляка, показали, что все элементы, кроме цезия, увеличивают свою подвижность в системе раствор-почва под влиянием экстрактов. Так в опытах по сорбции подвижность элементов увеличивается: стронция и цезия - в 2 раза, кобальта и кадмия - в 3 раза, руби-

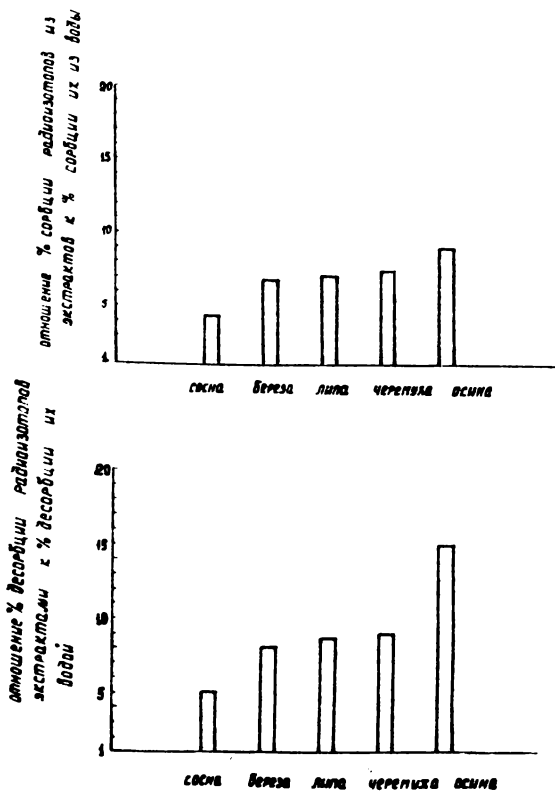


Рис. I. Сравнение действия разных экстрактов на сорбцию и десорбцию в почве всех изученных радионуклидов (усреднено по всем почвам).

дия - в 4 раза, иттрия - в 8 раз, серебра - в 14 раз по сравнению с контролем. На рутений исследуемый экстракт повлиял в наименьшей степени (при сорбции его из воды почвой в растворе остается 60% радиоизотопа, при сорбции же из экстракта - 80%). Экстракт из листьев подыны также увеличивает содержание исследуемых элементов в жидкой фазе: железа - в 2 раза, кобальта - в 10 раз, цинка - в 35 раз по сравнению с контролем (опыты по десорбции).

в) Влияние экстрактов из мхов и лишайника

Было изучено влияние экстрактов из восьми видов мхов и одного вида лишайника на подвижность Co-60 , Sr-90 , Cs-137 в почве. Изученные экстракты незначительно (в 1,5-2 раза) увеличивают содержание кобальта и стронция в жидкой фазе и практически не влияют на миграционную способность цезия. Исключение составляет мох *Sphagnum squarrosum*, экстракт которого показал сравнительно высокую десорбирующую способность по отношению к кобальту, увеличивая его содержание в жидкой фазе в 5 раз по сравнению с контролем.

2. Влияние экстрактов из растительного материала на подвижность радиоизотопов в различных почвах

Была изучена сорбция и десорбция радиоизотопов на четырех почвах, отличающихся по содержанию органического вещества в довольно широком интервале: дерново-луговая (12,2%), чернозем (10,6%), краснозем (5,8%), дерново-подзолистая (0,2%).

а) Опыт с экстрактами из листьев древесных пород

Опыт проведен с экстрактами из листьев тех же пяти видов древесных пород, что и предыдущие опыты, с радиоизотопами шести химических элементов (марганца, кобальта, цинка, иттрия, кадмия, церия).

На всех изученных почвах десорбирующее действие экстрактов значительно (в 5-20 раз) превышает десорбирующее действие озерной воды. Влияние экстрактов увеличивается в ряду почв: дерново-луговая < чернозем < краснозем < дерново-подзолистая (рис.2), что соответствует уменьшению содержания и изменению

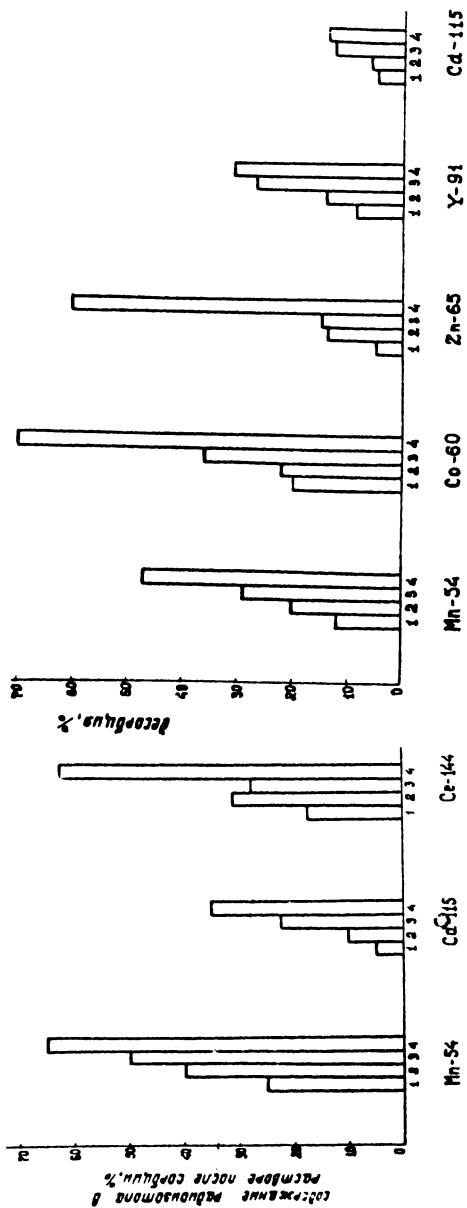


Рис.2. Усредненное действие экстрактов из листьев древесных пород на сорцию и десорцию радионуклидов в различных почвах (усреднено по всем экстрактам).
 1 - дерново-луговая почва; 2 - чернозем; 3 - краснозем; 4 - дерново-подзолистая почва.

качественного состава органического вещества в указанном ряду почв.

Что касается действия различных экстрактов, то на всех почвах обнаруживается тенденция к возрастанию десорбирующего влияния в той же самой последовательности, что и в опытах на дерново-луговой почве, т.е. в ряду десорбентов: озерная вода < экстракт из хвой сосны < экстракт из листьев березы < экстракт из листьев липы < экстракт из листьев черемухи < экстракт из листьев осины.

Десорбирующее действие экстрактов особенно велико в почвах с малым содержанием органического вещества (красноземе и дерново-подзолистой почве): для марганца, кобальта, цинка и церия на этих почвах оно приближается к действию ЭДТА (80-100%).

б) Опыты с экстрактами из листьев травянистых растений

Нами было изучено влияние экстракта из листьев орляка на сорбцию и десорбцию $\text{Cd} - \text{II}$ в четырех различных почвах, а также проведена десорбция $\text{Co}-60$ и $\text{Zn} - 65$ из этих почв экстрактом из листьев полыни. Оказалось, что экстракт из листьев орляка увеличивает содержание кадмия в жидкой фазе на различных почвах в 2-10 раз по сравнению с контролем; примерно таково же и влияние экстракта из листьев полыни на миграционную способность кобальта. Подвижность же цинка под влиянием экстракта из листьев полыни возросла еще больше - в 3-20 раз по сравнению с контролем.

Десорбирующая способность экстрактов из листьев орляка и полыни возрастает в том же ряду почв, что и в опыте с экстрактами из листьев древесных пород.

3. К вопросу о природе десорбирующего действия экстрактов из растительного материала

В этом разделе описаны результаты опытов, в которых мы пытались выяснить, хотя бы в первом приближении, с какой группой соединений - органических или минеральных - связана десорбирующая способность экстрактов, а также в какой физико-хими-

ческой форме находятся в экстрактах мобилизованные элементы - в ионно-молекулярной или коллоидной.

а) Влияние органической и минеральной части экстрактов на подвижность Fe - 59, Co - 60 и Sr - 90 в почве

В процессе разложения растительного опада в раствор переходит большое количество Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ и других катионов, концентрации которых в почвенном растворе могут превышать концентрации микроэлементов в почвах и водах на несколько порядков величин. Вступая с ними в реакции ионного обмена, эти катионы могут переводить микроэлементы в раствор.

Чтобы выяснить, в какой степени десорбирующее действие экстрактов связано с наличием в них органических веществ и свободных катионов, был проведен опыт по сорбции элементов почвой из цельных экстрактов (и воды), экстрактов (и воды), в которых органическое вещество удалено путем прокалывания, а также растворов кальция и магния, концентрация которых соответствовала концентрации их в экстрактах (и воде).

Опыт показал, что относительная роль органических веществ и свободных катионов в мобилизации экстрактами элементов зависит от химической природы последних. Так, мобилизация железа в основном связана с органическим веществом экстрактов; мобилизация кобальта примерно в одинаковой степени связана с наличием как органических, так и минеральных веществ, в основном катионов кальция и магния; десорбирующее действие экстрактов по отношению к стронцию целиком зависит от наличия свободных катионов кальция и магния в растворе.

б) Диализ экстрактов

С целью определения физико-химического состояния радиоизотопов в экстрактах (ионно-молекулярное или коллоидное) был проведен диализ экстрактов, в которых содержались радиоизотопы $Mn - 54$, $Co - 60$ и $\gamma - 91$.

Оказалось, что в опыте с марганцем и кобальтом процент диализуемых частиц довольно высок: в экстрактах он составляет в среднем 67% для марганца и 83% для кобальта по сравнению с

92-93% в контроле. Высокий процент диализуемых частиц свидетельствует о том, что эти элементы находятся в экстрактах преимущественно в ионно-молекулярной форме и лишь сравнительно небольшая их доля - в форме коллоидов. Иттрий обладает сравнительно низким содержанием диализуемых частиц (16-18% в контроле и опыте). Можно полагать, что этот элемент находится в экстрактах, так же как и в водном растворе, преимущественно в коллоидной форме.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описаны опыты по изучению влияния водных вытяжек из листьев пяти видов древесных пород (сосны, березы, липы, черемухи, осины) и двух видов травянистых растений (орляка и полынь) на подвижность двенадцати радио-изотопов химических элементов в почве. Опыты показали, что все исследованные экстракты обладают сравнительно сильной десорбирующей способностью, увеличивая подвижность всех исследованных радиоизотопов, за исключением Ca^{45} , в системе раствор-почва. Высокая десорбирующая способность экстрактов из листьев древесных и травянистых растений по отношению к ряду радиоизотопов химических элементов в почвах свидетельствует о том, что первичные продукты разложения растительного опада являются весьма существенным фактором, влияющим на миграцию химических элементов в почвах.

Анализ десорбирующей способности экстрактов из листьев древесных пород и озерной воды, на которой готовились экстракты, позволил установить ряд, в котором возрастает десорбирующая способность: озерная вода < экстракт из хвои сосны < экстракт из листьев березы < экстракт из листьев липы < экстракт из листьев черемухи < экстракт из листьев осины. В этой же последовательности возрастает общая сумма воднорастворимых веществ, в том числе содержание органического вещества и суммы катионов кальция и магния.

В природных условиях мобилизирующее действие растительного опада определяется не только эффективностью 1 г сухого веса листьев, но и величиной листового опада на единицу площади.

Последняя величина, по усредненным данным Л.Е.Родина и Н.И.Базилевич, для лиственных пород в общем выше, чем для хвойных; среди изученных нами пород наибольший листовой опад дают осинники. На этом основании можно предполагать, что мобилизующее действие первичных продуктов разложения опада лиственных пород (в расчете на единицу площади) больше, чем у хвойных пород; особенно велико оно у осины.

Как было показано на примере двух видов травянистых растений (орляка и полни), роль первичных продуктов разложения травянистых растений, так же как и продуктов разложения опада древесных пород, в миграции химических элементов в почве является весьма существенной. В биогеоценотическом отношении травянистые растительные сообщества отличаются большей активностью биологического круговорота зольных элементов по сравнению с древесными растительными сообществами. Это объясняется тем, что поступление химических элементов в почву из травянистых сообществ происходит за счет минерализации наземных частей растений, к тому же характеризующихся, по данным Л.Е.Родина и Н.И.Базилевич, в общем более высоким содержанием зольных элементов по сравнению с опадом древесных пород.

В отличие от высших растений, экстракты из мхов и лишайника незначительно повышали миграционную способность кобальта и стронция в почве, и также не влияли на подвижность цезия.

Процесс взаимодействия первичных продуктов разложения опада с микроэлементами почв зависит от типа почвы. Мобилизующая роль первичных продуктов разложения растительного материала возрастает в ряду почв: дерново-луговая < чернозем < краснозем < дерново-подзолистая. Весьма вероятно, что это связано с уменьшением содержания органического вещества в указанном ряду почв, а также с изменением качественного состава органического вещества в почвах этого ряда. Результаты опытов свидетельствуют о том, что биогеоценотическая роль одних и тех же видов растений будет различной в условиях разных зональных типов почв.

Влияние первичных продуктов разложения растительного опада на подвижность элементов в системе раствор-почва зависит

от химической природы изучаемого элемента. Наиболее сильное десорбирующее действие проявляют экстракты по отношению к таким элементам, как марганец, кобальт, цинк, стронций, иттрий, серебро. В меньшей степени они влияют на подвижность железа, рубидия, рутения, кадмия, церия и совершенно не влияют на подвижность цезия.

Десорбирующее действие экстрактов по отношению к ряду элементов может быть связано с наличием в них как свободных катионов, так и органических веществ; преобладание того или иного десорбирующего механизма зависит от химических свойств элемента и тех реакций, которые характерны для него в наибольшей степени.

Одним из возможных механизмов связывания химических элементов органическим веществом экстрактов является процесс комплексообразования. Косвенным подтверждением этого предположения служат опыты с ЭДТА, которые позволили выявить группу элементов, для которых механизм комплексообразования является наиболее вероятным: марганец, железо, кобальт, цинк, иттрий, кадмий, церий. Перечисленные элементы являются типичными металлами-комплексообразователями; комплексон ЭДТА удерживает их в растворе в высокой степени (80-100%). Десорбирующее действие экстрактов по отношению к этим элементам в среднем в 5-10 раз больше десорбирующего действия воды и по величине приближается в ряде случаев к действию ЭДТА (сорбция марганца на краснозем и дерново-подзолистой почве, десорбция кобальта из дерново-луговой почвы, сорбция церия на дерново-луговой почве).

В заключение этого раздела намечается краткий план дальнейших систематических исследований в области изучения влияния первичных продуктов разложения растительного опада на миграцию химических элементов в почве.

У. В Ы В О Д Ы

I. На примере экстрактов из листьев пяти видов древесных пород (сосны, березы, липы, черемухи, осины) и двух видов травянистых растений (орляка и полыни), а также экстрактов из восьми видов мхов и одного вида лишайника было изучено влияние первичных продуктов разложения растительного опада (водных экстрактов)

на миграционную способность радиоизотопов ряда химических элементов в системе раствор-почва. Оказалось, что первичные продукты разложения растительного опада являются фактором, в значительной степени увеличивающим миграционную способность элементов в почве.

2. Сильным десорбирующим действием обладают экстракты из листьев всех изученных видов древесных и травянистых растений. Из мхов и лишайников оказался высоко эффективным лишь *Sphagnum squarrosum*.

3. Десорбирующее действие для всех исследуемых химических элементов увеличивается в ряду: озерная вода < экстракт из хвои сосны < экстракт из листьев березы < экстракт из листьев липы < экстракт из листьев черемухи < экстракт из листьев осины. Это связано с возрастанием суммы воднорастворимых веществ, в том числе органического вещества и суммы катионов кальция и магния в указанном ряду.

4. Десорбирующая способность экстрактов зависит от типа почвы и возрастает в ряду почв: дерново-луговая < чернозем < краснозем < дерново-подзолистая, что, по-видимому, связано с уменьшением содержания и изменением качественного состава органического вещества в указанном ряду.

5. Все изученные элементы по относительному действию на них экстрактов и раствора ЭДТА можно разбить на группы:

а) марганец, железо, кобальт, цинк, иттрий, кадмий, церий (металлы - комплексообразователи с ЭДТА); подвижность этих элементов увеличивается в ряду: вода < экстракты < ЭДТА;

б) рубидий, стронций, серебро, подвижность которых возрастает в ряду: вода < ЭДТА < экстракты;

в) рутений, очень подвижный в условиях опыта по сравнению с другими элементами, незначительно увеличивает свою подвижность под влиянием как экстрактов, так и раствора ЭДТА;

г) цезий, практически не подвижен в почве и не меняет свою подвижность под влиянием экстрактов и ЭДТА.

6. Десорбирующее действие растительных экстрактов может быть обусловлено наличием в них как органических веществ, так и свободных катионов. Преобладание того или иного десорбиру-

щего механизма зависит от химических свойств изучаемого элемента. Одним из наиболее вероятных механизмов мобилизующего действия экстрактов, связанного с наличием в них органических веществ, является процесс комплексообразования.

7. Мобилизованные экстрактами химические элементы могут находиться в почвенном растворе как в ионно-молекулярной (например, марганец и кобальт), так и в коллоидной (например, стронций) форме, причем коллоидная форма может обладать довольно высокой миграционной способностью наряду с ионно-молекулярной формой.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. К вопросу о десорбирующем действии природных экстрактов. Докл. I-й научной конференции молодых специалистов-биологов. Свердловск, 1962 (совместно с Г.И.Махониной).

2. Влияние природных экстрактов на сорбцию почвой некоторых радиоизотопов. Почвоведение, № 3, 1964 (совместно с Г.И.Махониной и А.А.Титляновой).

3. Поведение радиоактивных изотопов в системе раствор-почва. В сб. "Радиоактивность почв и методы ее определения", Изд-во "Наука" 1966 (совместно с Н.В.Тимофеевым-Ресовским, А.А.Титляновой, Н.А.Тимофеевой, Г.И.Махониной, И.В.Молчановой).

4. К вопросу о поведении кобальта в почве. Труды Института биологии УФАИ, 1965, вып.45 (совместно с А.А.Титляновой).

5. Влияние водных экстрактов из листьев древесных растений на подвижность $m\mu$ - 54 в различных типах почв. Труды Института экологии растений и животных, 1968, вып.61.

6. К вопросу о природе десорбирующего действия экстрактов из растительного опада. Там же.

НС 18534 24/X1 1987 г.

Объем 1,26 печ.л.

Формат 60x84 1/16

Тираж 200

Заказ 1728

Цех № 4 объединения "Полиграфист",
Свердловск, Университетская пл., 9