

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

Борисова Галина Григорьевна

УДК 574.5:631.43:631.621:631.811

Динамика элементов питания растений  
в окультуренных гидроморфных почвах Зауралья  
в зависимости от экологических условий

03.00.16 - Экология



Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Екатеринбург - 1992 г.

Работа выполнена в лаборатории экологии почв Института экологии растений и животных УрО Российской Академии наук и отделе мелиорации почв Уральского НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Научный руководитель – доктор биологических наук,  
профессор Фирсова В.П.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
профессор Таршис Г.И.  
кандидат сельскохозяйственных наук  
Мамаева Л.К.

Ведущая организация – Институт почвоведения и агрохимии  
СО Российской Академии наук

Защита состоится "19" 05 1992 г. в 14 часов на заседании специализированного совета Д 002.05.01 по присуждению ученой степени доктора наук в Институте экологии растений и животных УрО РАН (620144 г. Екатеринбург, ул.8 Марта, 202)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и животных УрО РАН

Автореферат разослан "17" апреля 1992 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат биологических наук



Нифонтова М.Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Антропогенное воздействие на агроэкосистемы, обусловленное осушением и освоением гидроморфных почв, приводит к нарушениям в биогеохимических циклах биогенных элементов, а следовательно, к снижению почвенного плодородия и загрязнению природных вод. Повышение концентрации загрязняющих компонентов в водных объектах влечет за собой изменение структуры и нарушение нормального функционирования водных экосистем. Выявление особенностей сезонной и годичной динамики элементов питания растений в системе почва-растение-вода в различные по гидротермическим показателям годы является необходимым условием для прогнозирования характера и направленности культурного почвообразовательного процесса в мелиорируемых почвах, а также его регулирования с учетом охраны водных объектов и получения экологически чистой продукции.

Цель и задачи исследований. Основная цель диссертационной работы заключается в сопряженном изучении особенностей динамики элементов питания растений в гидроморфных почвах и инфильтрационных водах мелиорируемых агроэкосистем в зависимости от экологических условий. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Изучить сезонную и годичную динамику азота, фосфора и калия в окультуренных серых лесных глееватых почвах в разных экологических условиях.
2. Оценить влияние экологических (гидротермических, биологических, гидрологических) факторов на изменчивость содержания элементов питания растений.

3. Определить величину вымывания биогенных элементов с инфильтрационными водами при осушении почв и оценить степень его воздействия на продуктивность агроценозов, качество биологической продукции и природных вод.

Научная новизна. Впервые проведено изучение динамики питательных элементов в системе: гидроморфная серая лесная почва-растение-почвенно-грунтовые и дренажные воды в разных экологических условиях ризотажной подзоны Зауралья. Применение комплексного подхода к исследованию почвенных режимов и методов математической статистики позволило расширить и углубить представления об особенностях динамики биогенных элементов и оценить ее зависимость от экологических условий почвообразования.

Практическая ценность работы. Основные положения диссертационной работы вошли в заключительный научно-технический отчет по теме 3.1 проблемы 005.01.02 государственного плана НИР. Результаты проведенных исследований по сезонной динамике азота, фосфора и калия могут быть использованы для стандартизации сроков отбора почвенных образцов на химический анализ, предпочтительно совпадающих с максимальными или минимальными значениями в цикле сезонных изменений содержания питательных веществ. Материалы исследований по динамике химического состава дренажных вод были использованы при составлении нормативного документа ВСН "Мелиоративные системы и сооружения", раздел "Охрана природы", подраздел "Охрана вод" (в качестве приложения). Изучение воздействия параметров осушения на интенсивность миграции биогенных элементов и величину аккумуляции нитратов в продукции является необходимым условием для

разработки оптимальных режимов осушения с учетом охраны окружающей среды.

На защиту выносятся:

1. Особенности сезонной и погодичной динамики питательных элементов в окультуренных серых лесных глееватых почвах и инфильтрационных водах и ее зависимость от экологических условий почвообразования.

2. Количественные параметры выноса биогенных веществ дренажным стоком с осушаемых серых лесных глееватых почв и изменение их свойств под влиянием осушения и интенсивного сельскохозяйственного использования.

3. Зависимость интенсивности миграции биогенных элементов от положения уровня почвенно-грунтовых вод и его влияние на качество биологической продукции.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на научно-практических конференциях молодых ученых в НПО "Среднеуральское" (1988 и 1991 гг.), на школе-семинаре Института экологии растений и животных УрО АН СССР (1989), на Всесоюзной научно-практической конференции "Экологические проблемы сельского хозяйства и пути их решения" (Ленинград, 1991), на XI и XII научно-практических конференциях почвоведов, агрохимиков и земледелов Поволжья и Урала (Уфа, 1988 и Казань, 1991), на заседании Свердловского отделения Всесоюзного общества почвоведов (1991), на заседаниях мелиоративной секции ученого совета УралНИИВХ (1987, 1988, 1989, 1991 гг.), а также на заседаниях лаборатории экологии пчел Института экологии растений и животных УрО АН СССР (1987-1990 гг.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубли-

ковано 11 статей - из них 5 написаны в соавторстве.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и выводов. Работа изложена на 169 страницах машинописного текста, включает 21 таблицу и 20 рисунков. Список литературы содержит 277 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава I. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сезонная и погодичная динамика многих почвенных показателей является неотъемлемым свойством почвы. Исследования по динамике почвенных процессов проводились в различных районах нашей страны и за рубежом. Их результаты обобщены в работах С.П. Кравкова, А.А. Шука, М.М. Абрамовой, А.В. Барановской, Л.В. Холоповой, В.П. Фирсовой, Л.К. Мамаевой, В.Н. Башкина, Д.К. Коулмана, Д.У. Кука и других авторов. Эти исследования имеют большое значение для познания сущности почвообразования и могут быть использованы при разработке научно обоснованных путей повышения плодородия почв. Вопросы, связанные с цикличностью биогенных элементов, в Зауралье изучены недостаточно. Особенно слабо исследована динамика элементов питания в окультуренных гидроморфных почвах, для которых важным экологическим фактором, влияющим на изменчивость почвенных показателей, является неглубокое залегание уровня почвенно-грунтовых вод.

Антропогенное воздействие на агроэкосистемы, обусловленное осушением и окультуриванием гидроморфных почв, сопровождается увеличением емкости и интенсивности геологического круговорота, что может привести к снижению почвенного плодородия, а также к загрязнению биогенными веществами природных вод. Вопросам выноса химических элементов дренажными водами в мелиори-

руемых агроэкосистемах посвящены работы В.С.Брезгунова, Б.С. Маслова, Е.П.Панова, В.А.Трифорова, И.В.Минаева, Э.Б.Киндериса, В.П.Гусева, Л.К.Мамаевой и др.

Стационарные исследования с целью комплексного изучения особенностей динамики питательных элементов в мелиорируемых агроэкосистемах проводились на объекте "Арамилская пойма", расположенном в Зауральской холмисто-предгорной южнотаёжной провинции и осушаемом закрытым дренажем глубиной 1,0 м и расстояниями между дренами 5, 10 и 15 м. Параллельно проводились исследования на участке без осушения (контроль).

В целях изучения динамики элементов питания 4-6 раз за вегетационный период (1987-1989 гг.) из пахотного горизонта окультуренных серых лесных глееватых почв производился отбор проб методом смешанного образца, состоящего из 5 индивидуальных с каждой опытной делянки (площадь делянок - 100 м<sup>2</sup>, повторность - четырехкратная). В свежих образцах почв определяли содержание легкогидролизуемых соединений азота и подвижных форм фосфора и калия. При аналитической обработке почвенных и растительных образцов использовались общепринятые методы лабораторных исследований (Агрохимические методы исследований почв, 1975; Аринушкина, 1970). Содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния, железа в дренажных и почвенно-грунтовых водах определяли по общепринятым в Гидрометслужбе методикам.

В 1988-1990 гг. в дополнение к стационарным полевым наблюдениям проводили модельные исследования с помощью воднобалансовых лизиметров площадью 0,82 м<sup>2</sup>, в которых в течение периода вегетации растений поддерживались постоянные уровни почвенно-грунтовых вод (на глубине 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 м).

Статистическая обработка экспериментальных материалов

включала дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализ. Результаты изучения динамики элементов питания растений были обработаны также одним из методов многомерного анализа - методом главных компонент.

## Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В геоморфологическом отношении район исследований относится к древней предгорной эрозионной равнине с разработанными впоследствии аллювиальными долинами. Рельеф подгорной равнины эрозионный, поверхность ее увалистая. Высота увалов колеблется от 250 до 300 м. Стационар расположен в нижней части пологого водораздельного склона с гривисто-лохбинным рельефом. Перераспределение влаги атмосферных осадков в процессе поверхностного и почвенного стока по склону является важным фактором формирования гидроморфных почв.

Опытный объект характеризуется сложным геологическим строением. Коренные породы перекрыты четвертичными отложениями: слабопроницаемыми элювиальными глинами и суглинками, которые перемешаны с делювиальными наносами.

С гидрогеологической точки зрения опытный массив представляет собой единый водоносный горизонт с уклоном в сторону реки Арамилки, являющейся притоком реки Исеть. Питание верхнего водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации осадков и паводковых вод, а также подтягивания воды из водоносного комплекса, связанного с трещиноватостью коренных пород, и бортовых притоков.

Таким образом, геоморфологические и геологические особенности рассматриваемой территории (поступление влаги с верхних геоморфологических элементов, слабая проницаемость подстилающих пород, а также незначительная разгрузка грунтовых и скло-



новых вод в пойме р.Арамилка) являются важными факторами формирования избыточно увлажненных серых лесных глееватых почв. Этому благоприятствует и климат исследуемой территории, характерными особенностями которого являются преобладание осадков над испарением в годичном цикле, их неравномерное распределение как по годам, так и в пределах вегетационного периода, а также наличие сезонно-мерзлой прослойки.

Погодные условия в течение четырех лет наблюдений значительно различались. В 1987 году вегетационный период был влажным и теплым (обеспеченность по осадкам составила 10%, а по температуре - 2,5%); в 1988 году - засушливым и жарким (обеспеченность осадками 95%, а температурой - 0,1%), в 1989 году - сухим и теплым (обеспеченность по осадкам - 92%, а по температуре - 16,5%), а в 1990 году - влажным (9,5%) и достаточно теплым (63%).

Согласно лесорастительному (Колесников, 1969) и геоботаническому (Горчаковский, 1968) районированию, исследуемая территория расположена в южной части подзоны южной тайги. В южнотаежной подзоне Зауралья под смешанными лесами с преобладанием березняков складываются благоприятные условия для формирования серых лесных почв. Появление луговых сообществ под влиянием антропогенных факторов привело к усилению дернового процесса и способствовало формированию высокоплодородных серых лесных почв под агрофитоценозами.

В работе приведено морфологическое описание разреза окультуренных серых лесных глееватых почв, для которых характерно наличие мощного гумусового горизонта (25-30 см), отчетливо выраженное оглеение в виде сизых и охристых пятен в подпахотном горизонте. В горизонте В отчетливо видна ореховатая

структура.

В главе приведены таблицы с данными по гранулометрическому, микроагрегатному составу исследуемых почв, а также с их водно-физическими и физико-химическими показателями.

Согласно классификации почв по гранулометрическому составу, предложенной Н.А. Качинским (1958), серые лесные глееватые почвы опытного объекта относятся к пылевато-иловатым легким глинам. В пределах почвенного профиля дифференциация по гранулометрическому составу выражена слабо, однако следует отметить, что имеется тенденция к накоплению физической глины в пахотном горизонте.

Почвы исследуемого стационара обладают удовлетворительными водно-физическими свойствами, однако в подпахотных горизонтах значения общей порозности и коэффициента фильтрации понижаются, что вызывает ухудшение водно-воздушного режима. Узкий интервал между наименьшей влагоемкостью и влажностью разрыва капилляров обуславливает быстрый переход этих почв от состояния избыточного увлажнения к недостаточному. Следовательно, возникает необходимость целенаправленного регулирования их водного режима.

Для рассматриваемых почв характерно высокое содержание гумуса (8%), сумма поглощенных оснований составляет 38-42 мг-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями - 95-98%, реакция среды - нейтральная или близкая к нейтральной. Они обладают высоким содержанием легкогидролизуемого азота (12-18 мг/100 г почвы) и средним - подвижного фосфора (8-12 мг/100 г почвы). Количество подвижного калия колеблется от низкого до среднего (4-15 мг/100 г почвы). Содержание легкогидролизуемого азота характеризуется незначительной простран-

ственной изменчивостью (коэффициент вариации не превышает 10%), а подвижных форм фосфора и калия – средней (коэффициент вариации – 10–20%).

### Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ПОЧВАХ

Общими для трехлетнего цикла наблюдений тенденциями в динамике легкогидролизуемого азота является накопление его в почве в летний период и снижение его содержания к осени (рис. 1). В летнее время потери азота в результате отчуждения растительностью в значительной степени компенсируются благодаря интенсификации биохимических и биологических процессов, приводящих к повышению скорости минерализации органического вещества. Понижение его содержания к осени обусловлено усилением иммобилизации, денитрификации и частичным выносом в грунтовые и дренажные воды. К концу весны следующего года оно, как правило, восстанавливалось. Особенности сезонной изменчивости содержания легкогидролизуемого азота в почвах обусловлены динамикой их гидротермического режима в течение вегетационного периода. С помощью метода множественной регрессии установлено, что сезонная динамика легкогидролизуемого азота на 41% определяется величиной гидротермического коэффициента за пятидневный период, предшествующий отбору образцов на анализ. Характер изменений содержания легкогидролизуемого азота в осушаемых и неосушаемых почвах в основных чертах одинаков, несмотря на имеющиеся различия, которые наиболее отчетливо выражены в весенний и осенний периоды и обусловлены различной влажностью почв. При существующей системе агротехники за пятилетний период с 1985 по 1990 гг. среднее содержание легкогид-

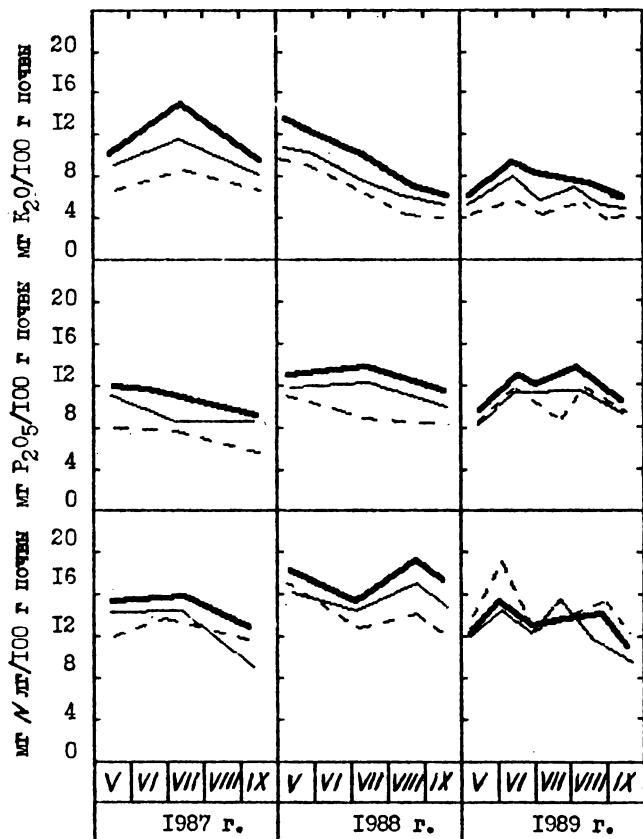


Рис. I Динамика легкогидролизуемого азота и подвижных форм фосфора и калия в почвах.

- Однолетние травы ( дренаж )
- Чистый пар ( дренаж )
- - - Однолетние травы ( без дренажа ) .

ролизуемого азота осталось на прежнем уровне, несмотря на ежегодное отчуждение значительных количеств азота с продукцией. Такая тенденция была характерна как для осушаемых агроценозов, так и для неосушаемых.

Содержание подвижного фосфора, как показали наши исследования, к концу вегетационного периода понижалось, а затем к весне следующего года восстанавливалось. Уменьшение количества доступного фосфора к осени обусловлено, очевидно, снижением биологической активности почвы и процессами закрепления фосфора (о чем свидетельствует аналогичная тенденция на чистых парах) и лишь отчасти потреблением растительностью, поскольку, как известно, величина отчуждения фосфора культурами существенно ниже по сравнению с азотом и калием. Вынос фосфора в грунтовые и дренажные воды незначителен в связи с его низкой подвижностью, особенно в почвах тяжелого гранулометрического состава. Следовательно, вертикальная миграция фосфора не играет существенной роли в понижении его количества. Миграция соединений фосфора по уклону местности в исследуемых почвах также невелика, поскольку уклон в пределах опытного объекта составляет величину не  $> 0,006$ . С помощью метода главных компонент выявлено существенное сходство между динамикой  $P_2O_5$  в осушаемых почвах и почвах без дренажа. Имеющиеся различия по сезонной изменчивости фосфора между этими вариантами проявляются, главным образом, в весенний период наблюдений (в мае). Но несмотря на сходство общего хода динамики фосфора в осушаемых и неосушаемых почвах, его содержание на участке без дренажа в 1987 и 1988 гг. было значительно ниже, чем при дренаже. Это обусловлено избыточным увлажнением неосушаемых почв в весенний и осенний периоды, которое приводит к образованию труднораств-

воримых фосфатов железа.

В целом за три года исследований содержание подвижного фосфора в почве несколько возросло, что связано с систематическим применением удобрений не только в эти годы, но и в годы, предшествующие периоду наблюдений.

Количество обменного калия в почве к осени закономерно убывало, главным образом как результат закрепления почвой, о чем свидетельствует аналогичная тенденция на варианте без растительности. Значительная фиксирующая способность исследуемых почв связана с высоким содержанием в них органического вещества и почти полной насыщенностью ППК двухвалентными катионами.

Величина доступного калия отчасти восстанавливается к весне (по сравнению с осенним периодом предыдущего года), как результат разложения растительных остатков и мобилизации калия из необменных форм. Однако в связи с ежегодным отчуждением значительного количества обменного калия с продукцией в условиях интенсивного земледелия требуется регулярное пополнение его запасов. Подтверждением этому является снижение содержания подвижного калия в почвах опытного участка за 3 года исследований от среднего до низкого не только под травами, где удобрения в 1988г. не вносились, но и под культурами пропашного севооборота, куда ежегодно вносились калийные удобрения (в умеренных дозах: 60,60 и 100 кг/га соответственно по годам исследований).

В результате исследований установлено, что 36% динамики подвижного калия обусловлены колебаниями гидротермических факторов.

Комплексный подход к исследованиям, а также применение методов множественной регрессии и главных компонент к анализу

имеющихся данных позволили расширить и углубить представления о динамике подвижных форм азота, фосфора и калия. В разные годы наблюдались различные амплитуды их колебаний и смещение сроков максимальных и минимальных значений, что обусловлено особенностями погодичной динамики гидротермического режима почв, но для всех лет характерно то, что минимум  $NPK$  приходится на осень. Это связано с тем, что погодные условия осеннего периода на исследуемой территории не являются благоприятными для минерализации пожнивных и корневых остатков, поступающих в почву после уборки урожая. Их разложение происходит главным образом в конце весны – начале лета, когда почва освобождается от излишней влаги и прогревается до  $15-16^{\circ}C$ . Общие черты между динамикой азота, фосфора и калия свидетельствуют о взаимосвязи между биогеохимическими циклами этих элементов и о сопряженности процессов трансформации их соединений под влиянием сходных экологических условий.

В результате исследований обнаружены общие тенденции между динамикой азота, фосфора и калия в почвах как при отсутствии растительности, так и при возделывании разных сельскохозяйственных культур, что является подтверждением ведущей роли гидротермических условий среди комплекса исследуемых экологических факторов, определяющих особенности сезонной и погодичной динамики элементов питания. Имеющиеся в отдельные сроки наблюдений различия в содержании этих элементов между участками, занятыми культурами разных видов, обусловлены различной биомассой поступающих в почву растительных остатков, особенностями фенологии растений и величиной потребления и отчуждения ими питательных элементов.

Оптимизация водно-воздушного режима почв в результате их

осушения и окультуривания способствует улучшению теплового режима и интенсификации микробиологических процессов, что приводит к существенному (на 30%) повышению продуктивности агроценозов (табл.).

#### Глава 4. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-ВОДА

Гидрохимический состав дренажного стока с осушаемых почв является важным показателем их биогеохимической трансформации в условиях антропогенного воздействия, связанного с осушением гидроморфных почв и их сельскохозяйственным использованием.

Появление дренажного стока в южнотаежной подзоне Зауралья приурочено, как правило, к третьей, реже ко второй декаде апреля. В это время дренажные воды характеризуются наименьшей минерализацией. По мере оттаивания почвы и повышения ее температуры происходит увеличение минерализации дренажных вод.

Азот мигрирует по почвенному профилю преимущественно в нитратной форме: до 97% минерального азота в дренажных водах опытного участка представлено нитратами. Максимальная концентрация нитратного азота в стоке наблюдалась в весенний и осенний периоды. Во время активного развития растительности она уменьшалась, что свидетельствует о важной роли фитоценоза как биогеохимического барьера в цикле азота. В результате оптимизации водно-воздушного режима почв под влиянием осушения наибольшее выражение получили окислительные процессы, что привело к повышению концентрации нитратного азота в дренажных водах от 4,0 до 7,6 мг/л (за четыре года исследований) и некоторому снижению аммонийного азота. В целом за период с апреля по октябрь величина выноса минерального азота с дренажными водами



Таблица

Продуктивность мелиорируемых агроценозов  
(стационар "Аремилская пойма"), ц/га

Годы	1987		1988		1989		1990	
	Видо-овес, з/к	Однолетние травы Озимая рожь, з/к	Турнепс	Овес, безост- тый, з/к	Карто- фель	Кострец тый, з/к	Кострец тый, з/к	Карто- фель
Дренаж, В= 15 м	285	167	754	189	313	172	128	253
Дренаж В= 10 м	310	158	717	172	282	126	121	232
Дренаж В= 5 м	280	136	710	162	271	124	118	208
Без осушения (контроль)	230	68	455	127	-	101	104	-
НСР 0,5	16,6	9,3	39,1	12,1	28,1	12,3	7,0	12,2
ΣХ %	1,9	2,1	1,8	2,3	2,8	3,2	2,1	1,5

из исследуемых почв составила в среднем 5,1 кг/га.

Содержание фосфора в дренажных водах было ничтожно мало, что связано с его слабой подвижностью и высокой степенью закрепления почвой. Потери фосфора с дренажным стоком составили в среднем 0,25 кг/га в год. Миграция калия по профилю исследуемых почв затруднена, что обусловлено их тяжелым гранулометрическим составом, но во влажные годы его концентрация в дренажном стоке возрастала, что отчасти объясняется его привнесом с расположенных выше по склону транзитных ландшафтов. Однако в целом для азота, фосфора и калия основной статьей расхода является отчуждение сельскохозяйственной продукцией. Миграция этих элементов за пределы агроэкосистемы с дренажным стоком составляет 2-6% от величины их отчуждения агрофитоценозом (рис. 2).

Биогеохимические циклы щелочноземельных элементов существенно отличаются от циклов азота, фосфора и калия, т.к. величина их вовлечения в биологический круговорот, как правило, ниже. Кроме того, кальций и магний в наибольшей степени концентрируются в вегетативных частях растений, которые остаются в почве в виде корневых и пожнивных остатков. Главной составляющей их миграции за пределы агроэкосистемы является поступление в геологический круговорот. Потери щелочноземельных элементов из почвы в результате их выноса дренажным стоком составляют в среднем 168 кг/га CaO в год и 88 кг/га MgO (рис. 2). В условиях влажного 1990 года концентрация этих элементов в дренажном стоке повышалась, что во многом обусловлено дополнительной их миграцией из почв выше расположенных геоморфологических элементов. В результате интенсивной миграции щелочноземельных элементов и их выноса дренажным стоком за пя-

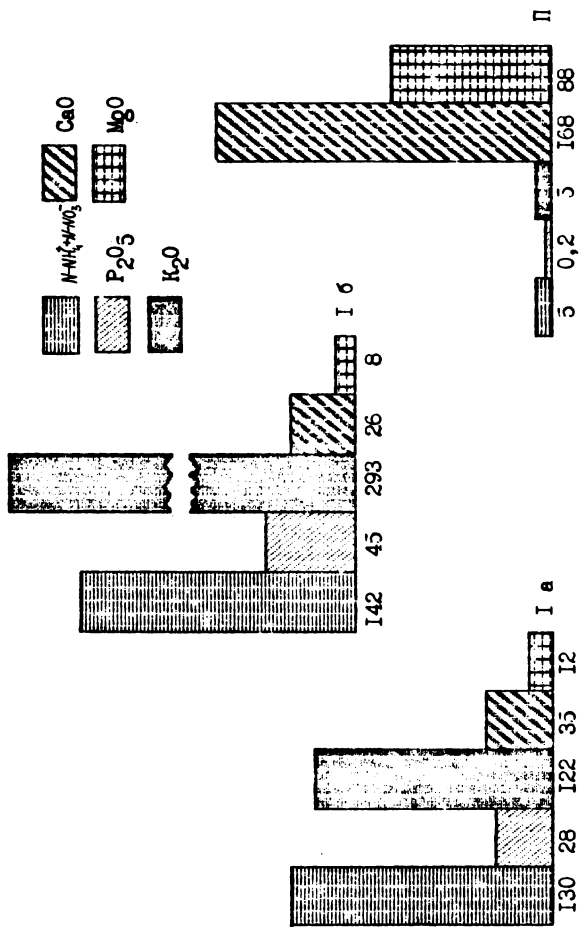


Рис. 2. Особенности биогеохимических циклов биогенных элементов в мелиорируемых агроэкосистемах.

I - отчуждение элементов сельскохозяйственной продукцией: а) однолетними травами (кг/га); б) корнеплодами (кг/га)

П - вынос элементов дренажными водами (кг/га).

тилетний период после строительства дренажа сумма поглощенных оснований кальция и магния уменьшилась на 8 мг-экв на 100 г почвы. Значительные потери кальция и магния приводят к ухудшению структуры почвы, ее физико-химических и коллоидных свойств, поэтому в систему окультуривания гидроморфных почв должны входить меры по сохранению почвенного плодородия: внесение органических удобрений, известкование почвы, внедрение водооборотных осушительно-увлажнительных систем, увеличение площадей трав и уплотнение посевов за счет введения промежуточных культур.

Поскольку содержание двухвалентного железа в почвенно-грунтовых и дренажных водах исследуемых почв не превышало 0,05 мг/л, то можно сделать вывод об отсутствии условий для закупорки дрен гидроокисью железа. Однако в период наблюдений имело место эпизодическое превышение ПДК по трехвалентному железу, следовательно, окисное железо в отдельных случаях может являться загрязнителем природных вод.

При проектировании дренажа важным вопросом является определение его основных параметров с учетом охраны окружающей среды и сохранения почвенного плодородия. В результате исследований установлено, что участки с расстояниями 5, 10 и 15 м между дренами различались по объему отведенной воды. Наибольшая величина объема дренажного стока, а следовательно, наибольший вынос элементов питания с дренажным стоком были характерны для варианта с меньшим расстоянием между дренами (5 м).

## Глава 5. ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Лизиметрические исследования показали, что близкое зале-

гание к поверхности почвенно-грунтовых вод в гидроморфных почвах оказывает существенное влияние на динамику элементов питания зоны аэрации и интенсивность их миграции по почвенному профилю.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о незначительных масштабах миграции азота, фосфора и калия в период вегетации растений. Во многом это объясняется высокой степенью их биофильности, а следовательно, их интенсивным использованием растительностью, что подтверждает важную роль агрофитоценоза как биогеохимического барьера.

Потери кальция и магния в результате внутрпочвенной инфильтрации значительно выше, чем азота, фосфора и калия, хотя и их величина меньше по сравнению с потерями этих элементов за счет выноса дренажным стоком.

Установлено, что с понижением УПГВ от 0,5 до 1,5 м величина водообмена уменьшалась в 3-4 раза. При УПГВ 2,0 м происходило возрастание инфильтрации атмосферных осадков и, как правило, усиление миграции биогенных элементов в почвенно-грунтовые воды.

Положение уровня почвенно-грунтовых вод оказывает также существенное воздействие на продуктивность культур. В засушливые вегетационные периоды максимальная величина биомассы турнепса (1988 г.) и картофеля (1989 г.) была получена на лизиметрах, в которых почвенно-грунтовые воды поддерживались на глубине 1,0 м. В 1990 г., особенностью которого был влажный вегетационный период, максимальный урожай картофеля формировался при поддержании почвенно-грунтовых вод на глубине 1,5 м.

Установлена зависимость величины накопления нитратов в продукции от глубины залегания почвенно-грунтовых вод: при по-

нижении УПТВ от 0,5 до 1,5 м происходило повышение величины аккумуляции нитратов в клубнях картофеля (от 93 до 267 мг/кг сырого вещества в 1989 г. и от 49 до 92 мг/кг сырого вещества в 1990 г.). При глубине 2,0 м их содержание в продукции несколько понижалось, что обусловлено повышенным вымыванием нитратов из корнеобитаемой зоны в почвенно-грунтовые воды в результате преобладания инфильтрации. Дополнительное увлажнение почв привело к существенному (в среднем на 40%) снижению величины аккумуляции нитратов.

Таким образом, повышение УПТВ до 0,5 м сопровождается не только снижением урожайности культур, но и уменьшением содержания крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля. Понижение УПТВ более 1,1 м приводит к избыточному накоплению нитратов в продукции, а также к непроизводительным потерям поливной воды. Кроме того, снижение УПТВ до 2,0 м вызывает усиление инфильтрации, приводящей к значительному вымыванию элементов питания. Следовательно, наиболее целесообразным является поддержание почвенно-грунтовых вод на глубине около 1,0 м.

## ВЫВОДЫ

I. Сезонные колебания содержания легкогидролизуемого азота и подвижных форм фосфора и калия в исследуемых почвах обусловлены циклическими изменениями климатических показателей. Максимальное их накопление происходило в благоприятных для разложения органического вещества условиях (в начале и середине лета), а минимальное содержание приходилось на осень. Выявлены общие тенденции между динамикой азота, фосфора и калия, что свидетельствует о взаимообусловленности их биогеохимических циклов, а также сопряженности процессов трансформа-

ции их соединений.

2. Сходство общего хода сезонной и погодичной динамики элементов питания растений в исследуемых почвах как при отсутствии растительного покрова, так и при возделывании различных сельскохозяйственных культур обусловлено ведущей ролью гидротермических факторов. С помощью регрессионного анализа показано, что в среднем 35% изменений содержания азота, фосфора и калия можно объяснить колебаниями гидротермических условий.

3. Осушение окультуренных серых лесных глееватых почв закрытым дренажем не оказало существенного воздействия на общий ход сезонной и погодичной динамики подвижных форм азота, фосфора и калия. Вместе с тем между почвами осушаемых и неосушаемых агроценозов выявлены достоверные различия по содержанию этих элементов, связанные с изменением экологических условий почвообразования под влиянием мелиорации почв. Происходящее при осушении улучшение водно-воздушного режима почв приводит к повышению продуктивности агроценозов (в среднем на 30%).

4. Осушение серых лесных глееватых почв сопровождается усилением миграции биогенных элементов по почвенному профилю и их непроизводительными потерями в результате выноса с дренажными водами, которые по своему химическому составу не представляют серьезной угрозы для загрязнения водоемов. Наблюдается лишь эпизодическое превышение ПДК по аммонийному азоту, магнию и трехвалентному железу. Величина выноса азота, фосфора и калия с дренажным стоком в период вегетации незначительна (составляет в среднем 10 кг/га или 2-6% от величины их отчуждения агрофитоценозом) в связи с интенсивным вовлечением этих элементов в биологический круговорот. Между тем потери кальция и магния, обусловленные их выносом с дренажным стоком,

очень велики (в среднем 168 кг/га СаО и 88 кг/га МгО), что привело к понижению суммы поглощенных оснований на 8 мг-экв/100 г почвы (за 4 года наблюдений).

5. Лизиметрические исследования позволяют сделать вывод о незначительных масштабах миграции азота, фосфора и калия по почвенному профилю в период вегетации растений. Потери кальция и магния вследствие внутрпочвенной инфильтрации также ниже по сравнению с их выносом дренажными водами.

6. Важным экологическим фактором, влияющим на интенсивность миграции элементов, продуктивность растений и их качественный состав, является глубина залегания почвенно-грунтовых вод. Наиболее экологически и экономически целесообразно поддержание УПТВ на глубине 1,0±0,1 м.

7. Фитоценоз является важным биогеохимическим барьером, снижающим интенсивность вымывания биогенных элементов, поэтому целесообразно увеличение площади посевов многолетних трав и уплотнение севооборотов за счет введения промежуточных культур.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Борисова Г.Г. Вынос элементов питания дренажным стоком // Агрохимия на службе урожая: Тез. докл. науч.-практ. конф. - Свердловск, 1988. - С.14.

2. Борисова Г.Г. Особенности динамики азота осушаемых почв // Тез. докл. науч.-произв. конф. "Роль молодых ученых и специалистов в развитии агропромышленного комплекса". - Свердловск, 1988. - С.9.

3. Борисова Г.Г. Динамика пищевого режима осушаемых серых лесных почв // Научные основы и практические приемы повы-



шения плодородия почв Урала и Поволжья: Тез. докл. науч.-произв. конф. почвоведов, агрохимиков и земледелов Урала и Поволжья. - Уфа, 1988. - С.21-22.

4. Борисова Г.Г., Макарова Е.Г. Плодородие осушаемых гидроморфных почв Среднего Урала // Тез. докл. республик. науч.-техн. конф. "Интенсивное земледелие и охрана окружающей среды". - Волгоград, 1989. - С.172.

5. Борисова Г.Г. Особенности пищевого режима осушаемых серых лесных почв // Проблемы мелиорации и водного хозяйства Урала / СибНИИГиМ. - Красноярск, 1989. - С.29-35.

6. Борисова Г.Г. Биогеохимические циклы в мелиорируемых агроэкосистемах // Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды: Информационные материалы. - Свердловск: УрО АН СССР, 1989. - С.12-13.

7. Борисова Г.Г., Макарова Е.Н. Эффективность сельскохозяйственного использования серых лесных глееватых почв // Экологические аспекты продовольственной проблемы. - Свердловск: УрО АН СССР, 1990. - С.53-56.

8. Макарова Е.Н., Борисова Г.Г. Эффективность двустороннего регулирования водного режима почв при выращивании картофеля // Матер. конф. "Актуальные проблемы интенсификации земледелия и животноводства в современных условиях". - Ч.4. - Свердловск, 1990. - С.12-16.

9. Дальков М.П., Гусев В.П., Федоров В.Н., Одинцева Г.Я., Борисова Г.Г. Природоохранные мероприятия при мелиорации земель в Уральском регионе // Экологические аспекты агротехнических и мелиоративных мероприятий. Экономические аспекты взаимовыгодного сотрудничества: Материалы сов.-фим. симпозиу-

ма. - М., 1991. - С.57-60.

10. Борисова Г.Г., Макарова Е.Н. Миграция биогенных элементов в гидроморфных почвах в зависимости от уровня стояния в них почвенно-грунтовых вод // Почвы Среднего Поволжья и Урала, теория и практика их использования и охраны: Тез. докл. XII конф. почвоведов, агрохимиков и земледелов Среднего Поволжья и Урала. - Ч.П. - Казань, 1991. - С.19.

11. Борисова Г.Г. Динамика химического состава дренажных вод в мелиорируемых агроэкосистемах // Экосистемный подход к управлению качеством поверхностных и подземных вод мероприятиями на водосборах: Тез. докл. Всерос. науч.-техн. конф. - Свердловск, 1991. - С.16-17.

*Г.Г. Борисова*

Подписано к печати 13.01.92г. Заказ 24. Тираж 100 экз.  
ЛОП Уралгидромета. г.Свердловск, ул. Н-Воля, 64