

**Г.И. Пиловец
В.А. Федотов**

География почв с основами почвоведения

Витебск 2005

**Г.И. Пиловец
В.Л. Федотов**

**География почв с основами
почвоведения**

Курс лекций

УДК 631.4(075.8)
ББК 40.3я73
ПЗ2

Авторы: доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **Г.И. Пиловец**;
кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники УО «ВГУ
им. П.М. Машерова» **В.Л. Федотов**

Рецензент: доктор географических наук, профессор **В.С. Аношко**

В курсе лекций изложены основные вопросы общего почвоведения, географии почв, рассматриваются почвообразовательные процессы и основные почвы на территории Беларуси, даются знания о бонитировке, эрозии, рекультивации почв, кратко охарактеризованы земельные ресурсы мира и проблемы охраны почв.

Учебное издание предназначено для студентов географических специальностей.

УДК 631.4(075.8)
ББК 40.3я73

© Пиловец Г.И., Федотов В.Л., 2005
© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2005

Содержание

Введение	6
Часть 1. Общее почвоведение	7
1. Понятие о почве	7
2. Роль и значение почвы и почвоведения	10
2.1. Значение докучаевского почвоведения для физической географии	10
2.2. Роль и место почвы в географической оболочке Земли	12
2.3. Значение изучения почвы для народного хозяйства	12
3. Почвоведение как наука. Методы изучения почв	13
3.1. Почвоведение как наука	13
3.2. Методы изучения почв	13
4. История развития почвоведения	14
5. Образование и строение почв	24
5.1. Почва и ее плодородие. Экологическая полифункциональность почв	24
5.2. Общая схема почвообразовательного процесса	26
5.3. Факторы почвообразования	28
5.4. Морфология почв	38
6. Состав почв	42
6.1. Фазовый состав	42
6.2. Минералогический и химический состав почвы	43
6.3. Органическое вещество почвы. Почвенный гумус	46
6.4. Гранулометрический состав почвы	51
6.5. Почвенные коллоиды	53
7. Свойства почв	56
7.1. Поглотительная способность почвы	57
7.2. Реакция почвы	59
7.3. Экологическая индикация реакции почв	64
7.4. Структура почвы	64
7.5. Общие физические свойства почв	67
7.6. Физико-механические свойства почвы	68
7.7. Почвенная вода и водные свойства почвы	70
7.8. Воздушные свойства почв	75
7.9. Тепловые свойства почв	77
8. Геохимия и энергетика почвообразования	79
9. Биогеохимические провинции и их экологическое проявление	80
10. Процессы почвообразования	81

Часть 2. География почв	84
1. Разнообразие почв в природе	84
1.1. Классификация, систематика и номенклатура почв	84
1.2. Закономерности территориального размещения почв на Земле	86
2. Общая характеристика зональных типов почв	87
2.1. Почвы арктической зоны	87
2.2. Почвы тундровой (субарктической) зоны	89
2.3. Почвы таежно-лесной зоны	94
2.4. Почвы зоны широколиственных лесов	98
2.5. Почвы лесостепной зоны	99
2.6. Почвы влажных субтропических, тропических и экваториальных лесов	101
2.6.1. Красноземы и желтоземы субтропических влажных лесов	102
2.6.2. Желтые, красно-желтые и красные ферраллитные почвы влажных тропических и экваториальных лесов	104
2.7. Почвы переменно-влажных ксерофитно-лесных и саванных субтропических и тропических поясов	106
2.7.1. Сероземы	106
2.7.2. Брюнизем влажной субтропической пампы	108
2.7.3. Красно-коричневые почвы типичных саванн	108
2.7.4. Красно-бурые почвы сухих опустыненных саванн	109
2.7.5. Черные почвы субтропического и тропического поясов ...	110
2.8. Почвы суббореальных степных зон	111
2.8.1. Черноземы	111
2.8.2. Черноземовидные дерновые кальциево-гумусовые почвы высокотравных прерий	113
2.8.3. Каштановые почвы	114
2.9. Почвы пустынь и полупустынь	115
2.9.1. Бурые почвы	115
2.9.2. Серо-бурые почвы	116
2.9.3. Такыры	117
2.9.4. Неразвитые песчаные и каменистые почвы пустынь	118
3. Азональные почвы	119
3.1. Интразональные почвы южных зон	119
3.2. Торфяные почвы	122
3.3. Аллювиальные (пойменные) почвы	122
3.4. Вулканические почвы	123
4. Почвы горных областей	123
5. Почвы речных пойм	124
6. Почвенно-географическое районирование	125

7. Основные почвы Беларуси	126
7.1. Основные факторы почвообразования	126
7.2. Характеристика почвообразовательных процессов и почв на территории Беларуси	130
8. Бонитировка почв	143
9. Эрозия почв	144
10. Рекультивация земель	145
11. Земельные ресурсы мира	146
12. Охрана почв	148
Контрольные вопросы	152
Литература	157

ВВЕДЕНИЕ

«География почв с основами почвоведения» является одной из фундаментальных дисциплин, которую изучают студенты-географы всех форм обучения и специальностей университетов.

Учебный курс рассчитан на 56 часов, из них на лекционные занятия отводится 16 часов.

Курс лекций по географии почв с основами почвоведения состоит из основных частей: общая теория образования и свойства почв, география почв. В части I рассматриваются вопросы общего почвоведения: понятие о почве и ее плодородии, почвоведение как наука, факторы почвообразования, состав и свойства почв, процессы почвообразования. Часть II знакомит с разнообразием почв в природе, с почвами различных географических зон: арктической, тундровой, таежно-лесной, степной, пустынной и т.д. Рассматриваются почвообразовательные процессы и основные почвы на территории Беларуси. Даются понятия бонитировки, эрозии, рекультивации почв. Охарактеризованы земельные ресурсы мира и проблемы охраны почв.

Авторы выражают искреннюю благодарность доктору географических наук В.С. Аношко за рецензирование рукописи и полезные замечания, сделанные им в процессе работы авторов над пособием.

Часть 1. Общее почвоведение

1. Понятие о почве

География почв с основами почвоведения является одной из фундаментальных дисциплин. Предметом изучения курса является особое природное тело – *почва*. Наука, изучающая почвы, их образование, строение, состав и взаимосвязи с окружающей средой, называется *почвоведением*.

Становление науки почвоведения и понятия о почве имеет свою предысторию. В развитии естествознания почвоведение занимает особое место. Еще немногим более ста лет назад царила установившаяся система наук с четкими, казалось, незыблемыми границами. Минералогия изучала минералы, ботаника – растения. Но в природе все находится во взаимосвязи, и состав минералов влияет на развитие растений, а растения в процессе своей жизнедеятельности способствуют разрушению одних минералов и образованию других.

Под влиянием постепенного понимания всеобщей взаимосвязи как фундаментального свойства природы и для изучения его многообразных проявлений в конце прошлого века начался процесс углубленной специализации и взаимопроникновения естественных наук. В настоящее время наличие многочисленных направлений естествознания, возникших и возникающих на грани смежных наук, никого не удивляет, а названия «геофизика», «биогеография», «биогеохимия» стали привычными. Значение почвоведения в истории науки заключается в том, что появление почвоведения знаменовало начало современного этапа развития наук об окружающей среде.

Поверхностный слой земли, на котором можно выращивать нужные растения, привлекал внимание людей с незапамятных времен. В результате многовекового практического опыта и научных агрономических исследований накопился обширный материал по характеристике поверхностного слоя земли. В середине 30-х годов прошлого века эта отрасль земледелия получила название почвоведения. В соответствующих курсах и трудах под почвой подразумевали верхний слой земли, содержащий основную массу корней растительности.

В процессе развития геологических исследований было обнаружено, что верхняя часть горных пород, находящихся на поверхности, в большей или меньшей степени изменена. На месте массивных горных пород образуется толща рыхлого элювия – *кора выветривания*. Этот элювий и продукты его переотложения геологи стали также называть *почвой*.

В итоге, к середине XIX в. сложились агрономическое и геологическое представления о почве, которые существенно различались

между собой. Достаточно сказать, что мощность почвы согласно агрономическому представлению не превышала полуметра, а по геологическому – могла достигать нескольких сотен метров. Однако следует ли отсюда вывод, что в природе существует несколько почв: одна – почва агрономов, другая – почва геологов, третья – почва строителей и т.д.? Конечно, нет. Почва существует в природе объективно, независимо от сознания людей, но является настолько сложным образованием, что на первых стадиях ее изучения исследователи невольно обращали внимание на какое-нибудь одно качество почвы, на одну ее сторону. Это и привело к неодинаковым представлениям о почве.

Длительное время на поверхности нашей планеты выделяли три группы («царства») природных образований: минеральные, растительные и животные. Каждая группа являлась объектом изучения определенных наук. Группа минеральных образований – предметом изучения различных геолого-минералогических дисциплин: химические соединения – минералогии, закономерные сочетания минералов (горные породы) – петрографии, толщи горных пород (их параметры, условия залегания и относительный возраст) – геологии. Группа растительных организмов изучалась ботаникой, животных – зоологией.

Почва находится на самой поверхности литосферы. Поэтому, может быть, ее следует относить к минеральным образованиям и изучать (аналогично горным породам) ее химические соединения и сочетания этих соединений? Но среди составных частей почвы имеются компоненты, которые не могут быть объектом исследования ни минералогии, ни петрографии, – это растительные и животные организмы. Они находятся там постоянно. Стоит отделить от почвы растения и животных – и почвообразовательные процессы нарушатся. Если происходит замена одних группировок растительных и животных организмов другими, то почва соответственно меняется.

Может быть, почва является продуктом деятельности растительных и животных организмов и изучать ее следует соответствующими биологическими методами? Попробуем отделить минеральный субстрат от растительности, например, будем выращивать растения в сосуде с водой, внося питательные вещества прямо в водную среду. Совершив свой жизненный цикл, растение отомрет, но растительные остатки не будут, конечно, почвой. Из геологии известны разнообразные органические осадки древних водоемов, преобразованные затем в нефть, каменные угли, битуминозные сланцы; известны органические осадки современных водоемов – илы, сапропели. Но все это ничего общего с понятием почвы не имеет.

Итак, почву нельзя отнести ни к минералам, ни к животным или растительным организмам. Но минерал, растение и животное – это определенные природные тела. Следовательно, *почва также является само-*

стоятельным природным (естественно-историческим) телом, подобно растению, животному или минералу. Однако сложность понятия почвы заключается в том, что это природное тело состоит из многих составных частей и может существовать только в процессе взаимодействия агентов-почвообразователей – *факторов почвообразования.*

Существует два основных определения, что мы понимаем под почвой (В.В. Докучаева и В.Р. Вильямса). Опираясь на эти определения, мы можем сказать: почва – это верхний плодородный слой Земли, который образуется под влиянием факторов и процессов почвообразования. Состоит из генетических горизонтов, где происходит взаимодействие между твердой, жидкой, газообразной и живой фазой в результате протекающих элементарных физических, химических, физико-химических и биохимических процессов.

Почва является одним из компонентов биосферы – биокосным телом, образованным отмершим органическим веществом и породой. Материальная основа почвообразования – порода, вода, растительность, воздух. Между живыми существами и продуктами их распада существует взаимодействие с минеральной составляющей почвообразующих пород, водой и воздухом.

Основоположник современного научного почвоведения В.В. Докучаев сформулировал «понятие о почве как вполне самостоятельном естественно-историческом: теле, которое является продуктом совокупной деятельности а) грунта, б) климата, в) растительных и животных организмов, г) возраста страны, а отчасти и д) рельефа местности». Таким образом, В.В. Докучаев открыл *почву как особое природное образование.* Суть открытия В.В. Докучаева – установление почвы как функции всех факторов почвообразования – не сразу была оценена современниками.

Прежде всего, казалось странным, что почву, которую так долго изучали и еще большее время использовали в практических целях, – эту почву можно увидеть как-то иначе, чем рассматривали до сих пор. Если бы, речь шла об открытии новых свойств почвы, дополняющих уже известные, то это открытие было бы воспринято всеми с удовлетворением. Но В.В. Докучаев, оперируя преимущественно известными фактами, доказывал, что почва представляет собой совершенно особое образование, чего ранее не видели. Все факторы почвообразования, о которых говорил В.В. Докучаев, были известны. Их последовательно выдвигали различные ученые, но в качестве одного определяющего условия. Согласно мнению одних ученых, характер почвы определялся климатом; другие считали, что определяющим фактором будет состав исходной породы; третьи утверждали, что почва создается животными; четвертые всецело связывали образование почвы с растительностью. Поэтому многие, в том числе и крупные ученые, восприняли учение В.В. Доку-

чаева как новый, «улучшенный» вариант одной из известных гипотез происхождения почвы – растительной, геологической или климатической. Например, известный климатолог А.И. Воейков принял учение В.В. Докучаева о почве за один из вариантов климатической гипотезы почвообразования.

В.В. Докучаев резко возражал против такого толкования его взглядов, подчеркивая, что *возникновение почвы происходит в результате совместного действия всех факторов*.

На своих лекциях о почвоведении он чрезвычайно образно говорил о значении почвы как производного всех факторов почвообразования: «В русской и иностранной литературе много спорили о том, какому из трех факторов: грунту, климату или организмам – придать наибольшее значение при рассмотрении вопроса об образовании почв. Одни стояли за первенство климатических причин, другие – за преобладание роли организмов, третьи приписывали наисущественнейшее значение материнской породе, грунту. Но я полагаю, что это праздные, ни к чему не ведущие догадки. Если бы, предположим, медик задался вопросом, что важнее для организма человека: вода, воздух или пища, то, без сомнения, такой вопрос все бы сочли праздным и бесполезным. И вода, и воздух, и пища одинаково необходимы, ибо без каждого из этих веществ в отдельности невозможно существовать, а потому поставленного выше вопроса и решать нечего. Точно так же совершенно бесполезно задаваться вопросом о том, какой именно из почвообразователей играл наиважнейшую роль в истории образования почвы. Каждый из них в отдельности одинаково важен».

Таким образом, Докучаев показал, что понятие о почве неразрывно связано с диалектическим представлением о ее генезисе (образовании) в результате взаимодействия факторов почвообразования. Поэтому учение Докучаева о почве получило название генетического почвоведения.

2. Роль и значение почвы и почвоведения

2.1. Значение докучаевского почвоведения для физической географии

Закономерное распределение почв в связи с изменением факторов почвообразования – один из основных выводов генетического почвоведения. Этот вывод имел чрезвычайно важное значение для развития физической географии. Проблема закономерного размещения по поверхности земли отдельных тел (минералов, животных, растений) или значений отдельных показателей (например, температуры воздуха, количества атмосферных осадков и т.п.) давно занимала естественников. В XVIII и XIX вв. в этом отношении были достигнуты крупные успехи. Значитель-

но большую сложность представляет познание географии взаимосвязей отдельных факторов.

Изучение взаимосвязей и взаимовлияния составных частей окружающей природной среды стало одной из главных задач физической географии XX в. Это изучение осуществляется на разных уровнях. Проводятся исследования в глобальном масштабе, при котором изучается взаимодействие атмосферы, литосферы, гидросферы и живого вещества в географической оболочке нашей планеты. Изучаются эти связи и на более низких уровнях, в пределах отдельных континентов и их частей вплоть до самой мелкой пространственной единицы географической оболочки – ландшафта. В любом случае исследуются взаимосвязи между природными компонентами, закономерно связанными на определенном пространстве. Такой подход, лежащий в основе современных физико-географических исследований, логично вытекает из принципов учения В.В. Докучаева. В 1881 г. он писал: «Можно думать, что все важнейшие физико-географические и естественно-исторические элементы рассматриваемой нами территории находятся (как это и следовало ожидать) между собой в постоянной географической связи».

Значительным достижением современной географии является учение о ландшафтах (геосистемах), под которыми понимается результат сочетания и совместной деятельности всех географических факторов (климата, рельефа, горных пород, вод, почв, растительности, животного мира, человека). Одним из главнейших источников современного учения о ландшафтах есть генетическое почвоведение. Огромное значение идей В.В. Докучаева для географии отмечали А.А. Григорьев, К. К. Марков, С.В. Калесник и другие выдающиеся советские географы. Создатель учения о ландшафтах Л. С. Берг писал, что «основоположником современной географии был великий почвовед В.В. Докучаев».

Генетическое почвоведение способствовало появлению в географии ландшафтно-геохимического направления, которое занимается изучением взаимосвязей в окружающей природной среде методами геохимии. Основателем этого направления был известный почвовед-докучаевец Б.Б. Полынов. В настоящее время геохимическое направление в географии активно развивается с привлечением принципов и подходов генетического почвоведения. Как видим, наука о почве по самой своей основе глубоко географична.

Значение почвоведения для физической географии усиливается тем, что почва – не только один из компонентов ландшафта, но и одновременно служит его показателем. Б.Б. Полынов, перефразируя выражение В.В. Докучаева, говорил, что почва – зеркало ландшафта. Поэтому сравнительно-географический метод изучения почв одновременно является важнейшей частью физико-географических исследований.

2.2. Роль и место почвы в географической оболочке Земли

Почва образуется в зоне контакта почти всех сфер Земли. Она выступает как результат взаимодействия различных сфер и сама выполняет значительную роль в ее функционировании.

Общепланетарное значение почвы выражается в том, что она является не только жизненным простором для наземных организмов растительного и животного мира, но и служит основным источником питания, энергии и воды для растений.

В почве задерживаются минеральные и органические вещества, происходит их преобразование из одной формы в другую, доступную для растений.

Почва выполняет санитарные функции (содействует очищению воды, воздуха, разрушению вредных веществ).

Почвы являются своеобразным буфером и предохраняют поверхность суши от переувлажнения, перегревания, переосушения.

Почва способствует аккумуляции значительного количества солнечной энергии в результате фотосинтетической деятельности растений.

Почва является основным звеном в процессе малого биологического и большого геологического круговоротов веществ.

В литосфере почва является источником веществ, которые содействуют образованию минералов, пород, полезных ископаемых.

Воздействие почвы на воды проявляется в изменении химического состава грунтовых и поверхностных вод, в формировании речного стока и водного баланса, а в конечном итоге в круговороте воды на Земле.

Влияние почвы на атмосферу определяется тем, что почвенная атмосфера находится в постоянном взаимодействии с воздухом атмосферы.

Благодаря плодородию почва выступает как основное условие возникновения сельского хозяйства и существования человека на планете.

2.3. Значение изучения почвы для народного хозяйства

Велико значение почв для области практической деятельности человека – сельского хозяйства, где она является основным средством производства. Необходимо изучение почвенного плодородия и разработка мероприятий для его сохранения. Плодородие определяется как природными свойствами почвы, так и способами ее возделывания. Плодородие при рациональной эксплуатации почвы не снижается. С задачей повышения плодородия тесно связано улучшение (мелиорация) почв. Отдельные участки и крупные площади часто непригодны для сельскохозяйственного использования в силу заболоченности, засоления и т.п. Улучшение этих почв возможно только на основе изучения процессов их образования.

Все более широкое применение находят геохимические методы поисков рудных месторождений с привлечением данных почвоведения.

Изучение почв имеет важно при строительстве дорог и магистральных трубопроводов, ирригационных и гидротехнических сооружений, для лесного хозяйства и, как в последнее время выяснилось, для здравоохранения.

3. Почвоведение как наука. Методы изучения почв

3.1. Почвоведение как наука

Почвоведение – наука о почвах, их образовании, строении, составе и взаимодействии с окружающей средой. Изучает пути рационального использования и охраны почв и их изменении под влиянием антропогенного воздействия.

Почвоведение – комплексная наука, тесно связанная с географией, биологией, геологией, химией, физикой и другими природоведческими науками, а также с сельскохозяйственными, мелиоративными, и другими научно-прикладными направлениями.

Почвоведение изучает почвенный покров как особую сферу Земли (педосферу). Педосфера является частью географической оболочки, которая сформировалась в результате продолжительного взаимодействия сфер Земли. В связи с этим почву следует рассматривать как природное тело, верхний слой суши (в несколько метров толщиной), созданное в результате совместного воздействия природных компонентов на горные породы.

На границе географии и почвоведения возникла особая дисциплина – география почв с основами почвоведения. География почв с основами почвоведения изучает происхождение, свойства, динамику почв, процессы и факторы почвообразования, которые влияют на территориальное размещение почв, их распространение.

География почв делится на общую, которая изучает факторы почвообразования и общие закономерности географического распространения почв на Земле и региональную, которая выявляет пространственные закономерности размещения почв регионов (от отдельных хозяйств до материков).

3.2. Методы изучения почвы

Почвоведение как самостоятельная наука имеет и свои методы изучения почв. Методы изучения почвы теснейшим образом связаны с учением В.В. Докучаева о почве. В результате взаимодействия факторов почвообразования почва приобретает определенные свойства, с изменением факторов почвообразования эти свойства будут закономерно меняться. «Малейшее изменение в одном из почвообразователей, – указы-

вал В.В. Докучаев, – ведет за собой изменение в характере почвы». Отсюда следуют важные выводы: а) если факторы почвообразования в различных местах одинаковы, то и почва будет одинаковой; б) изучив факторы, можно предсказать, какая будет почва.

Исходя из этих выводов, был разработан основной метод изучения почв – сравнительно-географический, заключающийся в сопряженном, одновременном исследовании почв и факторов почвообразования в разных географических условиях с последующим их сопоставлением.

Параллельно с комплексным изучением факторов почвообразования на исследуемой территории подробно изучаются сами почвы – их внешние признаки, а главное, химические и физические свойства. В настоящее время при почвенных исследованиях применяются различные виды химических анализов, анализы физических свойств, минералогический, термохимический, рентгеноструктурный, спектральный, микробиологический и многие другие. В итоге устанавливается определенная связь в изменении тех или иных свойств почвы с изменением почвообразующих факторов. Зная закономерности распределения почвообразующих факторов, можно создать почвенную карту для обширной территории. Именно таким образом и была выполнена в 1899 г. В.В. Докучаевым первая мировая почвенная карта, известная под названием «Схемы почвенных зон Северного полушария».

Второй метод почвенных исследований – метод стационарных исследований. Этот метод уточняет, детализирует метод сравнительно-географических исследований. Он заключается в систематическом наблюдении за каким-либо почвенным процессом. Так, например, если систематически измерять содержание углекислоты в почвенном воздухе на протяжении года на разных глубинах, можно выяснить режим углекислоты в данной почве. Систематическое определение содержания какого-либо химического элемента в почвенной влаге на разных глубинах дает представление о миграции этого элемента в почве. Место для стационарных исследований выбирается очень обдуманно, на типичных почвах, с определенным сочетанием почвообразующих факторов. Таким образом, метод стационарных исследований уточняет и детализирует метод сравнительно-географических исследований.

4. История развития почвоведения

Выделяют следующие этапы развития науки о почвах:

- 1 этап – первичная систематизация сведений о почвах и удобрении почв (IV в. до н. э. – IV в. н.э.);
- 2 этап – создание кадастров почв (VI–XVI вв.);

3 этап – составление агрономических трактатов о почвах и первые мысли о роли минеральных соединений в питании растений (XV–XVII вв.);

4 этап – зарождение современных взглядов на плодородие почв ученых Западной Европы и Ломоносова в России; появление гумусовой теории питания растений Тэера и минеральными соединениями Либиха (XVIII–XIX вв.);

5 этап – создание теоретического почвоведения и науки о почвах в работах Докучаева, Сибирцева, Костычева, Вильямса и других русских ученых (конец XIX в. – первая половина XX в.);

6 этап – современный этап развития географии почв и почвоведения в мире, использование новейших методов исследований и открытие новых знаний о почвах Земли и их плодородии (вторая половина XX века – начало XXI века).

1 этап. Как научная дисциплина почвоведение окончательно сформировалось во второй половине XIX столетия. Однако корни становления этой дисциплины уходят в глубокую древность – в начало зарождения земледелия (около 10 тыс. лет тому назад). В очагах древней цивилизации (Китай, Древний Египет, Древняя Греция, Древний Рим, 3 тыс. лет до н.э.) имело место накопление эмпирических знаний о почве, приемах ее обработки, свойствах, были первые попытки группировок почв для целей их использования и улучшения. Известны своими работами в области почвоведения такие ученые Древнего Рима и Древней Греции, как Катон Старший, Вергилий, Колумелла, Герадот и др.

2 этап. Средневековье – длительный период застоя в области естественных наук. Некоторые успехи в исследовании почвенного покрова были получены в Византии, Китае, Германии, Италии. К этому периоду относятся первые научные исследования и в России. С началом разложения феодального общества вновь появился интерес к изучению почв в связи с проблемой питания растений. В ряде работ того времени отражалось мнение, что растения питаются водой, создавая химические соединения из воды и воздуха; почва же рассматривалась как инертная среда, механическая опора для растений.

3 этап. Большие успехи в развитии науки о почве были достигнуты в период Возрождения (XV–XVII вв.). Были разработаны теории о роли почвы в питании растений, определены в общих чертах состав и происхождение гумуса, улучшена группировка почв. Считается, что в период Возрождения почвоведение как наука была почти полностью сформирована.

4 этап. XVIII столетие ознаменовалось интенсивным развитием российского почвоведения. Важное значение для формирования научных взглядов на почву имели работы М.В. Ломоносова (1711–1765) – о питании растений, о происхождении черноземов и др. М.В. Ломоносов

полагал, что растения питаются не только водой, но и тонкими частицами земли. Большое внимание Ломоносов уделял вопросу о происхождении перегноя, который он рассматривал как продукт биологических процессов. Преподавание элементов почвоведения в России началось вскоре после смерти Ломоносова, с 1770 г., в Московском университете в составе курса «Сельскохозяйственное домоводство». К концу XVIII в. стала очевидна несостоятельность теории водного питания растений. Ее сменила гумусовая теория Альбрехта Тэера. Согласно этой теории, растения могут питаться только органическим веществом почвы и водой. А. Тэер был одним из основоположников агрономии и организатором первого высшего агрономического учебного заведения.

В XVIII–XIX столетии в разработке вопросов питания растений и химии почв следует отметить работы шведа Берцелиуса, немца Ю. Либиха, француза Ж.Б. Буссенго и др. В первой половине XIX в. знаменитый немецкий химик Юстус Либих (1803–1873) разработал минеральную теорию питания растений. По этой теории растения усваивают из почвы минеральные вещества, из перегноя же – только углерод в виде угольной кислоты. Так как растения извлекают из почвы минеральные элементы, то каждый урожай, увозимый с поля, истощает почву. С целью ликвидации дефицита элементов в почву необходимо вносить минеральные удобрения, приготовленные заводским путем. Крупная заслуга Либиха – введение в практику сельского хозяйства применения минеральных удобрений. Большим минусом в его взглядах был недоучет роли азота в питании растений. Значение азота для почвы и растений было изучено французским ученым Ж. Ю. Буссенго.

5 этап. К середине XIX в. накопился обширный материал по изучению почв. Однако эти данные были в высшей степени неоднородными и даже относились к различным объектам. Специалисты в области сельского хозяйства и агрономии изучали преимущественно пахотный горизонт. Геологи под почвой подразумевали мощную толщу продуктов выветривания горных пород. Попытки механически соединить эти по существу различные направления привели к появлению эклектической и нежизнеспособной агрогеологии. Для почвоведения XIX столетия характерен большой подъем. Начинается дифференциация науки, расширяются связи с другими науками, образуются учебные центры по подготовке специалистов сельского хозяйства.

Александр Васильевич Саветов (1826–1901) – профессор Горьковского земледельческого института, а с 1859 по 1901 г. Петербургского университета. Основатель травопольной системы в земледелии, основное место в своих научных работах отдавал вопросам почвоведения (термин почвоведение появился в 80-х годах), изучению почв для целей сельского хозяйства. Под его руководством формировался талант величайшего почвоведоведца – В.В. Докучаева, организовавшего экспедиции

по изучению черноземов России, стоял у истоков Петербургской почвоведческой школы (Докучаев, Вернадский, Глинка, Просолов, Сибирцев, Танфильев и др.).

Иван Александрович Стебут (1833–1921) – профессор Горьковского земледельческого института, а с 1864 г. Петербургского земледельческого института и Петровской сельскохозяйственной академии. Его научные работы были направлены на внедрение в практику достижений агрономической и почвенной науки (известкование почв, полеводство). Его ученик Д. Н. Прянишников развил его труды и содействовал химизации сельского хозяйства.

Однако настоящую научную революцию в почвоведении совершил Василий Васильевич Докучаев (1846–1903). Ему принадлежит честь создания подлинной науки о почве (научного почвоведения) – генетического почвоведения. Рассматривал почву как самостоятельное природное тело. Разработал учение о природных и почвенных зонах, о факторах почвообразования, о классификации почв и др.

Сын сельского священника, В.В.Докучаев окончил Вяземское духовное училище и Смоленскую духовную семинарию. Затем он был направлен в Петербургскую духовную академию, но после двухнедельного пребывания оставил ее и поступил в Петербургский университет на физико-математический факультет. В напряженных материальных условиях В.В. Докучаев окончил университет. В начале своей научной деятельности В.В. Докучаев выступает как специалист в области геологии четвертичных отложений и геоморфологии Средней России. Его первая (магистерская) диссертация называлась «Способы образования речных долин европейской России». В то же время он начинает знакомиться с почвами – принимает участие в составлении статистической почвенной карты европейской части России и проводит ряд различных исследований почв. В 1877 г. вольное экономическое общество поручило В.В. Докучаеву исследовать черноземную полосу России. В процессе работы по изучению чернозема сложились основные представления В. В. Докучаева о почве.

В 1883 г. был опубликован классический труд В.В. Докучаева «Русский чернозем», который стал его докторской диссертацией. В работе изложено совершенно новое представление о почве как об особом естественно-историческом теле, возникающем и развивающемся под совместным воздействием почвообразовательных факторов. Эта работа заложила основы новой отрасли естествознания – почвоведения. В дальнейшем В.В. Докучаев проводил исследования в бассейне Средней Волги (Нижегородская губерния). В процессе этих работ не только получили дальнейшее развитие взгляды В.В. Докучаева, но и выросла блестящая плеяда его учеников, многие из которых позже внесли крупный вклад в различные отрасли естествознания. Таковы В.И. Вернадский – круп-

ный минералог, один из основоположников геохимии и создатель биогеохимии; Ф.Ю. Левинсон-Лессинг – петрограф; географы и геоботаники А. Н. Краснов и Г. Н. Танфильев; почвоведы К.Д. Глинка, Н.М. Сибирцев, Г.Н. Высоцкий и ряд других ученых. В последние годы жизни В.В. Докучаев совершил ряд путешествий (в Бессарабию, в Среднюю Азию, на Кавказ), дополнил свою теорию новыми положениями и составил первую почвенную карту северного полушария.

В.В. Докучаев создал научное генетическое почвоведение. Он установил принцип строения почвенного профиля, закон горизонтальной зональности и высотной поясности почв, разработал новые методы исследования почв и основы их картографии. Он предложил первую научную генетическую классификацию почв. Значение В.В. Докучаева в почвоведении столь велико, что, по мнению известного американского почвовед К.Ф. Марбута, его можно сравнить со значением Ч. Дарвина в биологии и Ч. Лайэля в геологии.

Большой вклад в развитие почвоведения на этом этапе внесли и другие русские ученые.

Н.М. Сибирцев (1860–1900) – ученик, ближайший сотрудник В.В. Докучаева, автор первого учебника по почвоведению.

Г. Н. Высоцкий (1865–1940) – русский ученый, создатель учения о типах водного режима почв.

П.А. Костычев (1845–1895) – русский ученый, заложил научные основы агрономического почвоведения.

П. С. Коссович (1862–1915) – русский ученый, стремился увязывать данные химического, физического и агрономического изучения почвы с принципами генетического почвоведения.

К.Д. Глинка (1867–1927) – русский ученый-геолог (минеролог), изучал процесс выветривания минералов. Занимался разработкой проблем почвенно-географического картографирования и др.

К.К. Гедройц (1872–1930) – русский почвовед, крупный специалист в области химических и физико-химических анализов почв.

С.С. Неуструев (1874–1928) – русский ученый, автор первого учебника по географии почв.

В.Р. Вильямс (1863–1939) – русский ученый, автор учения о едином почвообразовательном процессе. Исследовал гумус почв и почвенное плодородие.

Б.Б. Плынов (1877–1952) – русский ученый, создал учение о геохимии ландшафтов, выветривании горных пород.

Л.И. Прасолов (1875–1954) – русский ученый, внес большой вклад в разработку вопросов картографии почв.

Ряд положений В. В. Докучаева был при его жизни уточнен и развит Н.М. Сибирцевым (1860–1900) – учеником и ближайшим сотрудником В.В. Докучаева. Н.М. Сибирцев возглавил первую в России кафедру почвоведения (в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства). Он был автором первого учебника генетического почвоведения. Н.М. Сибирцев разработал на основании принципов В.В. Докучаева учение о горизонтальной зональности почв, которое

положено в основу его генетической классификации почв. Многие ученики Н.М. Сибирица стали видными почвоведом.

Исследования степных почв, начатые В.В. Докучаевым, продолжил и углубил его ученик Г.Н. Высоцкий (1865–1940). Особо важное значение среди его многочисленных трудов имели многолетние стационарные исследования почвенных процессов. Г.Н. Высоцкий создал учение о типах водного режима почв. Характерной чертой его исследований является их тесная связь с решением практических задач.

Одновременно с В. В. Докучаевым жил и работал П.А. Костычев (1845–1895) – крупный ученый, почвовед и агроном. Будучи высококвалифицированным химиком и биологом, П.А. Костычев провел ряд важных исследований процессов накопления и разложения органических веществ в почве, заложил научные основы агрономического почвоведения.

Особое внимание аналитическим исследованиям почв уделял П.С. Коссович (1862–1915). При этом в отличие от анализов почвы в додокучаевский период, П.С. Коссович стремился увязывать данные химического, физического и агрономического изучения почвы с принципами генетического почвоведения.

Еще более глубоко химические и физико-химические свойства почвы изучил ученик П.С. Коссовича К.К. Гедройц (1872–1932). Он ввел в практику почвенных исследований химические и физико-химические анализы, без которых в настоящее время изучение почвы немыслимо. Его труд «Химический анализ почвы» до сих пор является одним из ведущих руководств в почвенно-химических лабораториях. К.К. Гедройц детально исследовал коллоидные явления в почве и разработал учение о поглотительной способности почв.

Блестящим представителем докучаевской школы почвоведения был К.Д. Глинка (1867–1927). Деятельность К.Д. Глинки была чрезвычайно многообразной. Его разносторонние научные исследования (изучение минерального состава почв и почвообразующих пород, классические экспериментальные исследования по выветриванию минералов, изучение древних почв, почвенно-географические исследования) сочетались с большой научно-организаторской и педагогической работой. К.Д. Глинка был организатором и руководителем экспедиционных почвенно-географических исследований, охвативших огромную территорию азиатской части России. Он руководил высшими учебными и научными учреждениями, в том числе Докучаевским почвенным комитетом и Почвенным институтом имени В.В. Докучаева. Характерная особенность работ К.Д. Глинки – стремление обосновать географические закономерности почвоведения обширным аналитическим материалом. Его книга «Почвоведение» выдержала пять изданий в России и была переве-

дена на иностранные языки. Деятельность К.Д. Глинки получила высокое признание, как в России, так и за рубежом.

Большой вклад в географию почв внес С.С. Неуструев (1874–1928), длительное время принимавший участие в экспедициях по изучению почв в различных районах России. Он автор первого специального курса по географии почв.

В.Р. Вильямс (1863–1939) – русский ученый, автор учения о едином почвообразовательном процессе. Исследовал гумус почв и почвенное плодородие.

Оригинальное направление в почвоведении связано с именем Б.Б. Полынова (1877–1952). Он заложил основы современного учения о выветривании и развил учение В.В. Докучаева о взаимосвязанности факторов почвообразования, увязав его с достижениями геохимии. Опираясь на учение В.И. Вернадского о роли живого вещества на Земле, Б.Б. Полынов экспериментально показал ведущую роль живых организмов при почвообразовании. Б.Б. Полынов обогатил географию, создав учение о геохимии ландшафтов, имеющее большое теоретическое и народнохозяйственное значение.

Картографическая школа, которой по праву гордится советское почвоведение, в значительной мере связана с деятельностью Л.И. Прасолова (1875–1954). Произведенные под его руководством картографические работы и оценка земельных фондов по различным типам почв имели значение для сельского хозяйства и для дальнейшего развития географии почв. Обобщение почвенно-географических данных позволило Л.И. Прасолову обосновать представление о почвенных провинциях и других единицах почвенного районирования.

Из краткого исторического обзора становления науки почвоведения следует, что наука о почве как о самостоятельном природном образовании сформировалась в России. Докучаевские идеи оказали сильное влияние на развитие почвоведения в других странах. Многие русские термины вошли в Международный научный лексикон.

Выдающаяся деятельность русских, российских, советских почвоведов получила международное признание. Президентом Первого Международного конгресса почвоведов был избран русский почвовед К.Д. Глинка. Видные российские почвоведы избирались на ответственные должности в Международной почвоведческой организации и в институтах системы ООН (ЮНЕСКО – организации ООН по вопросам экономики, науки и культуры, ФАО – Продовольственной и агрономической организации).

В то же время всякая истинная наука является мировым достоянием и обогащается творчеством всех народов. Важные исследования для познания процессов почвообразования и изучения почв разных территорий провели ученые других стран.

Ф. Рихтгофен – немецкий геолог и географ, изучал процессы выветривания горных пород, выделил области формирования типов почвообразующих пород.

Е. В. Гильгард (1883–1916) – американский почвовед, изучал влияние климата на образование и состав почв.

Э. Раманн (1853–1926) – немецкий почвовед, рассматривал почву как продукт внешних условий (в основном климата, установил и изучил тип бурных лесных почв).

А. де Зигмонд (1883–1939) – венгерский почвовед, рассматривал время как фактора почвообразования.

Э. Бланк (1877– 1955) – немецкий почвовед, под его редакцией был создан фундаментальный многотомный справочник по почвоведению.

В. Л. Кубиена (1897–1970) – немецкий ученый, заложил основы нового направления в почвоведении – микроморфологии почв.

А. Лякруа, Ж. Обер, Р. Менъен, Ж. Дюран, Н. Ленеф – французские почвоведы, изучали почвы и продуктам выветривания Африки.

Г. Эрар – французский ученый, разрабатывая историко-геологический аспект почвообразования, создал теорию биорексистазии.

Ф. Дюшофуру – французский ученый, углубленно изучал почвы умеренного пояса, обнаружил и изучил процесс лессиважа.

Дж. Милн – английский почвовед, разработал учение о почвенных катенах.

Дж. Прескотт, С. Стифенс – почвоведы Австралии, изучали состав, генезис и палеогеографию почв и кор выветривания.

К. Марбут, Ч. Келлог, И. Торп – американские почвоведы с привлечением принципов генетического почвоведения разработали особую систему диагностики, названий и классификации почв.

Еще во второй половине XIX в. известный немецкий геолог и географ *Ф. Рихтгофен*, обобщив огромный материал, собранный во время экспедиции по Азии, выделил на земной поверхности области, отличающиеся условиями выветривания и денудации: элювиальные области, области преобладания денудации, области преобладания накопления наносов и т.д. Хотя этот исследователь и назвал выделенные территории областями почвообразования, но они были скорее областями формирования типов почвообразующих пород – плейстоценовых отложений, продуктов выветривания.

Близок по взглядам к В.В. Докучаеву был выдающийся американский почвовед *Е.В. Гильгард* (1883–1916). Деятельность его протекала в тот период, когда формировалось докучаевское почвоведение в России. Гильгард полагал, что ведущая роль в почвообразовании и выветривании принадлежит климатическим условиям. Одна из основных его работ носит название «О влиянии климата на образование и состав почв». Все почвы и грунты этот ученый разделил на две большие группы: почвы влажных (гумидных) и сухих (аридных) областей. Следует заметить, что это разделение имеет большое значение для оценки процессов выветривания, но для правильного понимания формирования почв нельзя игнорировать значение других факторов почвообразования. Позже Гильгард пришел к выводу, что почвообразующие породы, рельеф и особенно растения также имеют важное значение для образования почв,

но ведущую роль он по-прежнему отводил климату. Гильгард был близок к пониманию процессов формирования почвенного профиля. Большое значение имели его работы по изучению засоленных почв. Будучи профессором Калифорнийского университета и организатором известной Калифорнийской опытной сельскохозяйственной станции, Гильгард много сделал для подготовки кадров почвоведов США. Его фундаментальные работы сыграли важную роль в развитии почвоведения на Западе.

Большое влияние идеи генетического почвоведения оказали на деятельность крупного немецкого почвовед-а Э. Раманна (1853–1926), который первым из западноевропейских почвоведов стал рассматривать почву как продукт внешних условий (в основном климата). Раманн установил и изучил тип бурных лесных почв, широко распространенных в ландшафтах широколиственных лесов Западной Европы. Этот исследователь изучил русский язык и широко использовал русскую литературу.

Развитию генетического почвоведения в Западной Европе способствовала деятельность известного венгерского почвовед-а А. де Зигмонда (1883–1939), уделявшего особое внимание проблеме времени как фактора почвообразования.

Важный вклад в обобщение представлений о составе и строении почв в различных географических зонах и районах земного шара сделал видный немецкий почвовед Э. Бланк (1877–1955). Группой почвоведов под редакцией Бланка был создан фундаментальный многотомный справочник по почвоведению. Труды немецкого ученого В.Л. Кубиены (1897–1970) были заложены основы нового направления в почвоведении, получившего название микроморфологии почв. Это направление в настоящее время активно развивается во многих странах, в том числе в России.

Французские почвоведы, начиная с работ известного минералога и геолога А. Лякруа, проявляли большой интерес к почвам и продуктам выветривания Африки. В этом плане были выполнены крупные исследования (Ж. Обер, Р. Менъен, Ж. Дюран, Н. Ленеф и др.). Разрабатывая историко-геологический аспект почвообразования, Г. Эрар создал теорию биорексистазии. Углубленное изучение почв умеренного пояса позволило Ф. Дюшофуру обнаружить и изучить процесс лессиважа, весьма распространенный при образовании многих почв.

Среди исследований английских почвоведов выделяются труды Дж. Милна, которым разработано оригинальное учение о почвенных катенах, представляющее крупный вклад в географию почв.

Весьма большие успехи в изучении состава, генезиса и палеогеографии почв и кор выветривания были достигнуты почвовед-ами Австралии (Дж. Прескотт, С. Стифенс).

Почвенная служба США с конца прошлого века проводит разносторонние исследования почв. Обобщение этого обширного эмпирического материала было проведено ведущими американскими почвоведом К. Марбутом, Ч. Келлоггом, И. Торпом и другими с привлечением принципов генетического почвоведения. В последние десятилетия почвоведы США разработали особую систему диагностики, названий и классификации почв.

Для познания закономерностей почвенного покрова мира важное значение имели почвенные карты крупных регионов и материалов. Таковы в первую очередь почвенные карты европейской части бывшего СССР и всей его территории, составленные Л.И. Прасоловым, И.П. Герасимовым, Н.Н. Розовым и др. (1948, 1954, 1956). Определенный уровень знаний отражают карты почв Западной Европы (Г. Штремме, 1927), Австралии (Дж. Прескотт, 1931), Северной Америки (К. Марбут, 1935), Восточной Африки (Дж. Милн, 1935) и др.

6 этап – современный этап развития географии почв и почвоведения в мире, использование новейших методов исследований и открытие новых знаний о почвах Земли и их плодородии (вторая половина XX века – начало XXI века).

Успехи в развитии почвоведения сделали возможным открытие соответствующего профиля научно-исследовательских учреждений, кафедр почвоведения при высших учебных заведениях, создания международного общества почвоведов. Для развития теоретических представлений и успешного изучения почвенного покрова нашей планеты необходимы деловые связи разных национальных школ. В 1924 г. было организовано Международное общество почвоведов. Первый Международный конгресс почвоведов состоялся в США (1927 г.). Вторым – в России (1930 г.). Длительное время, с 1961 г. проводится большая и сложная работа по созданию Почвенной карты мира, в составлении которой большая роль принадлежит советским ученым. С учетом последних достижений в изучении почвенного покрова отдельных стран были составлены почвенные карты Австралии (С. Стифенс, 1960), Африки (д'Ор, 1964), Азии (В.А. Ковда и Е.В. Лобова, 1964), Южной Америки (Л. Брамао и Р. Коста да Лемос, 1965).

Почвоведы России принимают активное участие в осуществлении таких ответственных программ ЮНЕСКО и ФАО, как изучение проблем аридизации суши, охрана земельных ресурсов «Человек и биосфера», «Глобальные изменения» и др.

Достижения русского почвоведения во второй половине XX века касаются разработки почвенно-географического районирования (Герасимов, Иванов, Розов), геохимического подхода к изучению эволюции почв (Вернадский, Полынов, Глазовская), изучения органического вещества почв (Тюрин, Кононова, Александрова), почвенных процессов и

режимов (Радэ, Скрынникова, Кавричев), почвенно-мелиоративных процессов (Качинский, Ковда, Егоров), химических свойств почв (Антипов-Каратаев, Горбунов, Зирин), классификации и диагностики почвы (Герасимов, Розов, Иванова), структуры почвенного покрова (Фридланд, Романова).

Развитие науки о почвах в Беларуси началось с открытия первого высшего учебного заведения – Гори-Горецкого земледельческого института в 1858 г. (сейчас Белорусская сельскохозяйственная академия). Работы по изучению почв возглавил Я.Н. Афанасьев (1877–1937). Школа белорусских ученых-почвоведов многочисленна. Среди них в первую очередь следует отметить И.С. Лупиновича (1900–1968), П.П. Рогового (1895–1985), И.Ф. Горкушу (1896–1979), А.Г. Медведева (1897–1985), Т.Н. Кулаковскую, Т.А. Романову, Ж.И. Смеяна, М.П. Булгакова и др. В республике проведено детальное изучение почв. Составлены почвенные карты различного масштаба. Учеными республики много сделано по изучению почвенных процессов, минералогии, агрохимических свойств, эрозии почв, по бонитировке и др. В республике работает научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения. В каждой области в составе станции химизации сельского хозяйства действуют почвенные отделы, которые изучают почвенный покров соответствующих территорий и выдают хозяйствам рекомендации по рациональному использованию почв.

В последние годы на передний план выходят проблемы охраны почв и их умелое использование. Сюда относят мелиорацию, борьбу с эрозией, рекультивацию почв. Большое значение имеют проблемы прогнозирования будущего состояния почв.

5. Образование и строение почв

5.1. Почва и ее плодородие.

Экологическая полифункциональность почв

Первое научное определение почвы дал В.В. Докучаев. Он определил почву как вполне самостоятельное естественно-историческое тело, возникшее в результате деятельности климата, живых организмов, рельефа, грунта, возраста страны.

Современное определение понятия почвы дает профессор МГУ Б.Г. Розанов: *«Почва – это сложная полифункциональная открытая четырехфазная структурная система в поверхностной части коры выветривания горных пород, организмов, климата, рельефа, времени и обладающая плодородием».*

К числу основных отличий почвы от горной породы следует отнести следующие: неоднородность почвы по вертикальному профилю,

выраженная связь почвы с географической средой, наличие в почве специфических физических, химических, биологических свойств и др. Важным интегральным показателем отличия почвы от исходной горной породы является ее плодородие.

Плодородие – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, воздухе и др. Благодаря этому почва участвует в возобновлении биомассы, в том числе и урожая сельскохозяйственных культур.

Различают естественное и искусственное плодородие. Естественное плодородие образуется в результате длительного процесса почвообразования и тесно связано с действием природных факторов. Высокое естественное плодородие имеют черноземы, дерново-карбонатные почвы.

Искусственное плодородие почвы создается в результате целенаправленного воздействия на нее человека – мелиорации, обработки, внесения удобрений и др. В результате такой деятельности малоплодородные почвы преобразуются в высокоплодородные.

Плодородие целинных, невозделанных почв определяется продуктивностью естественной растительности. В виде годового прироста она составляет от 10 до 300 ц/га и более сухой фитомассы. Плодородие обрабатываемых почв можно оценить фитомассой культурных растений – от 50 до 180 ц/га сухого вещества.

Потенциальное плодородие – это суммарное (естественное и искусственное) плодородие почвы.

Благодаря плодородию почва является основным средством сельскохозяйственного производства. Выступает в качестве базиса размещения всех отраслей народного хозяйства. В отличие от других средств производства (например, сельскохозяйственных машин) почва при эксплуатации не только не теряет своих свойств, но при правильном использовании даже улучшает их, становится более плодородной.

Почва является важным компонентом биосферы, четвертым царством природы, выполняет на земле функцию регулятора равновесия между ее сферами (атмосферой, гидросферой, биосферой, литосферой), которая так необходима для развития жизни в разных формах ее проявления.

На современном этапе чрезвычайно важны *экологические подходы к изучению почвы*, а именно: анализ функционирования почвы в экологических системах, рассматривая ее в неразрывном единстве с различными почвообразователями, с учетом ответного воздействия самой почвы на формирующие ее факторы.

Биогеоценотические функции почвы (функции почвы как компонента биогеоценоза) исключительно разнообразны. Особое место занимает интегральная функция – почвенное плодородие, тесно связанная со

всеми остальными. Можно уверенно констатировать, что *экологическая многофункциональность* почвы является ее фундаментальной чертой.

5.2. Общая схема почвообразовательного процесса

Почвообразовательный процесс (почвообразование) – это сложный природный процесс преобразования материнской горной породы в почву, ее становления и эволюции под воздействием комплекса факторов. По своей природе – это биофизико-химический процесс.

Преобразование горной породы в почву происходит в результате одновременно идущих процессов – выветривания и почвообразования. Они тесно связаны между собой, но обычно первый процесс предшествует. Физическое и химическое выветривание подготавливают породу к почвообразованию – доводят до состояния рыхляка, в котором может содержаться некоторое количество влаги и элементов питания в доступной форме.

Общая схема почвообразования состоит из следующих основных стадий: 1) привнесение химических элементов и соединений с атмосферными осадками, почвенными животными и растениями в почвообразующую породу; 2) элементарные процессы содействуют преобразованию, перемещению и аккумуляции химических элементов по профилю почвы и формированию генетических горизонтов; 3) частичный вынос химических элементов за пределы почвенного профиля с участием атмосферных осадков.

1 стадия – привнесение химических элементов и соединений с атмосферными осадками, почвенными животными и растениями в почвообразующую породу.

Почвообразование начинается с поселения на продуктах выветривания горной породы микроорганизмов, растений, животных. Сначала поселяются одноклеточные организмы (фото- и хемосинтезирующие автотрофы), микроскопические водоросли. Они добывают из породы труднодоступные элементы и связывают азот – тем самым создают условия для поселения более сложных растительных организмов. Зеленые растения поглощают из породы необходимые химические элементы, осуществляют фотосинтез и создают органические вещества. Органические остатки отмерших организмов разлагаются микроорганизмами. Из большей части остатков, после их частичного разложения, синтезируется новое стойкое вещество – гумус, а остальная часть полностью минерализуется до конечных продуктов разложения – CO_2 , H_2O , ионы. Гумус постепенно накапливается в верхней части породы, придавая ей темную окраску и новые свойства. Одновременно с образованием гумуса идет и процесс его разложения микроорганизмами.

В результате постоянно идущих процессов синтеза и разложения органического вещества происходит круговорот углерода, азота и элементов зольного питания в системе почва – растение – почва. Его обычно называют *малым* или биологическим круговоротом веществ. Благодаря биологическому круговороту в верхних слоях почвы накапливаются элементы питания растений N, K, P, Ca, S, и др. В результате порода приобретает качественно новое свойство – плодородие.

Вместе с малым круговоротом веществ в природе имеет место и так называемый *большой*, или геологический, круговорот веществ. С ним связан процесс выноса из почвы взмученных и растворенных веществ в ручьи, реки, моря, океаны с образованием на дне водоема осадочных пород.

В результате геологических изменений земной коры они вновь могут выйти на дневную поверхность и попасть под влияние континентального выветривания. Очевидно, что для поддержания плодородия почвы необходимо стремиться содействовать проявлению биологического круговорота веществ и ограничивать геологический.

Отличительной чертой почвообразовательного процесса является синтез минеральных соединений – глинистых минералов, солей под воздействием организмов, продуктов их распада, атмосферных факторов. Одновременно идут и процессы разрушения минералов. В итоге минералогический состав почвы может существенно отличаться от минералогического состава материнской породы.

2 стадия – преобразование, перемещение и аккумуляция химических элементов по профилю почвы и формирование генетических горизонтов.

Почвообразование сопровождается взаимодействием минеральных и органических веществ с образованием сложной системы органо-минеральных соединений.

Характерная черта почвообразовательного процесса – перераспределение части минеральных и органических веществ по вертикальному профилю с помощью воды и корневых систем растений и возникновение генетических горизонтов.

В начальной фазе образования почвы возникают фрагментарные почвенные горизонты. В период зрелой фазы формируется почвенный профиль и устанавливаются показатели состава и свойств почв.

3 стадия – частичный вынос химических элементов за пределы почвенного профиля с участием атмосферных осадков. Эта стадия начинается когда почва уже сформирована (наличие почвенного профиля, определенного состава и свойств почвы).

В результате общей схемы почвообразования формируется новая регулирующая, открытая биокосная система, для которой характерны циклический и поступательный характер почвообразования. Скорость почвообразования зависит от величины используемых энергетических

ресурсов. Поэтому почвообразование во влажных экваториальных лесах в девять раз происходит быстрее, чем в зоне тундры. Использование энергии на почвообразование в тундре составляет 8 МДж/см² почвообразования в год, а в тропиках – 240–280 МДж/см² в год. Соотношение энергии, используемой на процессы следующие: 100 частей идет на испарение, одна часть – на биохимические процессы, 0,01 части – на выветривание.

Изменчивость в пространстве и во времени факторов почвообразования, а значит и процессов, которые имели место в прошлом и действуют в настоящее время, обуславливает закономерности географического распространения почв на земной поверхности, их развитие, эволюцию.

При изменении экологических условий (климат, растительность и др.) почва вступает в фазу эволюционного развития – в ней возникают новые признаки и свойства, соответствующие изменившимся экологическим факторам.

5.3. Факторы почвообразования

Под факторами почвообразования понимают элементы природной среды, под влиянием которых образуются почвы.

Основоположник почвоведения В.В. Докучаев заложил начало учения о факторах почвообразования. Он первым установил, что формирование почвы тесно связано с физико-географической средой. В.В. Докучаев выделил пять факторов почвообразования – климат, почвообразующие породы, живые и отмершие организмы, возраст и рельеф местности. В современном почвоведении к перечисленным факторам добавляют хозяйственную деятельность человека, грунтовые воды. При изучении почв важно учитывать взаимные связи и влияние всех факторов почвообразования.

Функциональную зависимость почвы от факторов почвообразования можно показать схематичной формулой:

$$\text{Почва} = f (K + П + О + Р + ХД + ГВ) t,$$

где f – функция; K – климат; $П$ – порода; $О$ – организмы; $Р$ – рельеф; $ХД$ – хозяйственная деятельность; $ГВ$ – грунтовые воды; t – время.

Функциональная зависимость между почвой и факторами почвообразования настолько сложна, что решение вышеприведенной формулы пока не представляется возможным. Однако В.В. Докучаев указывал, что затруднения эти временные и есть все основания ожидать, что сложные зависимости между почвой и факторами, ее образующими, будут найдены. В настоящее время основанием для такого заключения являются, во-первых, нарастающие темпы получения количественных (цифровых) данных о свойствах почв в различных условиях и, во-

вторых, широкая компьютеризация и использование математических методов изучения массовых цифровых данных.

Почвообразующие породы. Горные породы, на которых формируются почвы, называют почвообразующими или материнскими. Самыми распространенными являются рыхлые осадочные породы. Имеют плейстоценовый (четвертичный) возраст. Покрывают 90 % территории внетропической части северного полушария. Осадочные породы отличаются рыхлым сложением, пористостью, водопроницаемостью и другими благоприятными для почвообразования свойствами. Мощность их может достигать больше сотни метров.

Встречаются следующие *генетические типы* осадочных пород: элювиальные, делювиальные, аллювиальные, моренные, водно-ледниковые, озерно-ледниковые, эоловые и др.

Материнская порода является материальной основой, субстратом, на котором формируется почва. Почва в значительной мере наследует от исходной породы ее гранулометрический, минералогический, химический состав и свойства. Однако почвообразующая порода не есть скелет почвы, инертный к развивающимся в ней процессам. Она состоит из разнообразных минеральных компонентов, различным образом участвующих в процессе почвообразования. Среди них имеются частицы, практически инертные к химическим процессам, но играющие важную роль в образовании физических свойств почвы. Другие составные части почвообразующих пород легко разрушаются и обогащают почву определенными химическими элементами, таким образом, состав и строение почвообразующих пород оказывает чрезвычайно сильное влияние на процесс почвообразования.

Так, например, в условиях хвойно-лиственных (смешанных) лесов обычно формируются дерново-подзолистые почвы. Однако, когда в пределах лесной зоны почвообразующие породы содержат повышенное количество карбонатов кальция, то образуются почвы, резко отличающиеся от дерново-подзолистых. Но в ландшафтах, где расположены лёссовидные отложения, содержащие повышенное количество карбонатов кальция, формируются своеобразные дерново-карбонатные почвы, резко отличающиеся внешним видом и свойствами от дерново-подзолистых почв. Таким образом, существенное значение имеет карбонатность породы, на которых могут образовываться почвы с хорошими физико-химическими свойствами. Лучшими почвообразующими породами являются лессы и лёссовидные суглинки, а также карбонатные породы – на них образуются относительно плодородные почвы.

Рельеф принадлежит к числу важнейших факторов почвообразования. Влияет на почвообразование главным образом косвенно, перераспределяя воду, тепло и твердые частицы почвы. Влияние рельефа сказывается главным образом на перераспределении тепла и воды, кото-

рые поступают на поверхность суши. Значительное изменение высоты местности влечет за собой существенное изменение температурных условий, сравнительно незначительное изменение высоты сказывается на перераспределении атмосферных осадков, экспозиция склона имеет большое значение для перераспределения солнечной энергии, определяет степень воздействия на почву грунтовых вод.

Роль и значение макро-, мезо- и микрорельефа заметно отличается. С формами макрорельефа (равнины, горы, низины) может быть связано изменение количества осадков по мере распространения воздушных масс, приносящих их. Это создает условия для постепенной смены типов растительности, а значит, и почв. В горах при изменении высоты местности изменяется температура воздуха, характер увлажнения, что и обуславливает вертикальную зональность климата, растительности и почв.

Элементы мезорельефа (холмы, гряды, водоразделы, овраги) перераспределяют солнечную энергию и атмосферные осадки на ограниченной территории. На равнинных участках рельефа почти все атмосферные осадки воспринимаются почвой; склоны из-за стока теряют воду, а в понижениях она может излишне накапливаться, вызывая заболачивание.

Существенно различие в инсоляции южных и северных склонов – до 10°C, что отражается на водном режиме и характере растительности.

Отрицательные и положительные элементы рельефа, рядом находящиеся, имеют, как правило, разный водно-воздушный и пищевой режим, неодинаковую реакцию (рН).

Поверхностный и внутренний сток вызывает направленную миграцию твердых частиц (растворенных веществ) – устанавливается обмен веществ между формами мезо- и микрорельефа. В итоге мощность гумусового горизонта на склоне может в 2–3 раза меньше, чем в понижении. Сильный сток воды с крутых склонов вызывает эрозию почв, создает тяжелые условия для поселения растений.

Формы микрорельефа (мелкие западины, кочки, пригорки) содействуют возникновению отличий в среде обитания растений, формированию микроструктуры растительного покрова и большого разнообразия почвенных сочетаний и комплексов.

В зависимости от положения в рельефе и степени увлажнения различают автоморфные (почвы водоразделов, склонов), полугидроморфные (заболачиваемые) и гидроморфные почвы. Последние две группы (ряды) почв находятся в сопряженной зависимости от автоморфных почв, то есть почвы понижений испытывают воздействие поверхностных и грунтовых вод, обогащенных химическими элементами и соединениями, извлеченными из почв выше расположенных участков. Геохимическая зависимость полу- и гидроморфных почв от автоморфных называется *геохимическим сопряжением*.

Геохимическая связь в условиях мезорельефа имеет одностороннюю направленность.

В условиях микрорельефа эта связь имеет двухстороннюю направленность – химические элементы, мигрирующие с поверхностным стоком в микрозападины, обогащает их. Но иссушение микроповышений вызывает капиллярное подтягивание почвенных вод из понижений – некоторая часть элементов тоже подтягивается.

Климат. Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов оказывает климат. С ним связано обеспечение почвы энергией (теплом) и водой. Именно они определяют гидротермический режим почвы.

От годового количества поступающего тепла и влаги, особенностей их суточного и сезонного распределения зависит развитие почвообразовательного процесса. Водный и тепловой режимы почвы непосредственно влияют на развитие и разнообразие организмов, величину их биомассы, на скорость и характер разложения органических веществ, на образование гумуса, разрушение минеральной части почвы. Так, в условиях сухого горячего климата большого количества гумуса в почве не накапливается – образуется небольшое количество опада, органическое вещество его быстро минерализуется. В засушливых районах в период отсутствия осадков наблюдается замедление биологических и физико-химических процессов. Иная картина наблюдается в условиях холодного, бореального климата – здесь идет замедленное разложение опада и может образовываться даже торф. Наличие морозного периода обуславливает промерзание почвы, прекращение биологических и резко подавленность физико-химических процессов.

Гидротермический режим также обуславливает скорость и направленность процессов перемещения воднорастворимых солей по профилю. Так, в условиях умеренно холодного влажного климата происходит значительный вынос органических и минеральных соединений в нижнюю часть почвенного профиля или в грунтовые воды. По-иному идут процессы перемещения солей в условиях горячего сухого климата – вода поднимается по капиллярам с нижних слоев, что может вызвать засоление почвы.

Движение воздушных масс (ветер) влияет на газообмен почвы и захватывает мелкие частицы почвы в виде пыли. Ветер вызывает процесс физического выветривания горных пород. Выдувает с поверхности почвы глинистые и пылеватые частицы, опесчанивает ее, обуславливает эрозию. Ветер может содействовать также засолению почв, заноса соли с поверхности соленых водных бассейнов.

Климат оказывает влияние на почву не только непосредственно, но и косвенно, воздействуя на биологические процессы (распределение высших растений, интенсивность микробиологической деятельности).

Климатические условия земного шара закономерно изменяются от экватора к полюсам, а в горных странах – от подножия к вершине. В этом же направлении закономерное изменение испытывает состав растительности и животных. Взаимосвязанные изменения столь важных факторов почвообразования влияют на распространение основных типов почв. Следует подчеркнуть, что влияние элементов климата, так же как и всех других факторов почвообразования, проявляется лишь во взаимодействии с другими факторами. Так, например, в условиях высокогорной альпийской зоны количество осадков примерно такое же, как в условиях таежной зоны, однако одинаковое количество осадков в первом и во втором случаях не обуславливает одинаковый тип почв: в альпийской зоне развиты горно-луговые, а в таежной – подзолистые почвы, благодаря существенному различию многих факторов почвообразования.

Воды. Формирование почв происходит под влиянием поверхностных и грунтовых вод. Их роль сводится главным образом к перемещению взмученных веществ, растворенных соединений под влиянием гравитационных и капиллярных сил, гидролизу почвенных минералов; при застое воды развиваются глеевый и болотный процессы.

Определенное влияние на почвообразование оказывают *почвенно-грунтовые воды*. Вода является средой, в которой протекают многочисленные химические и биологические процессы в почве. Для большей части почв на междуречных пространствах основным источником воды служат атмосферные осадки. Однако там, где грунтовые воды расположены неглубоко, они оказывают сильное воздействие на почвообразование. Под их влиянием меняется водный и воздушный режимы почв. Грунтовые воды обогащают почвы химическими соединениями, которые в них содержатся, в отдельных случаях вызывают засоление. В переувлажненных почвах содержится недостаточное количество кислорода, что обуславливает подавление деятельности некоторых групп микроорганизмов. В результате воздействия грунтовых вод формируются особые почвы.

Биологический фактор. Является ведущим в процессе почвообразования. Его развитие стало возможно только после возникновения жизни. Без жизни не было бы почвы. Почвообразование на Земле началось только после появления жизни. Любая горная порода, как бы глубоко разложена и выветрена она ни была, еще не будет почвой. Только длительное взаимодействие материнских пород с растительными и животными организмами в определенных климатических условиях создает специфические качества, отличающие почву от горных пород.

В почвообразовании участвуют следующие группы организмов: *микроорганизмы, зеленые растения и животные*. Действуя совокупно, они образуют сложные биоценозы. Вместе с тем каждая из этих групп выполняет специфические функции.

Благодаря деятельности *микроорганизмов* происходит разложение органических остатков и синтез содержащихся в них элементов в соединения, поглощаемые растениями. К микроорганизмам относятся бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли и простейшие. Их количество в 1 г почвы колеблется от миллионов до миллиардов особей. Масса микроорганизмов составляет от 3 до 8 т/га, или около 1–2 т/га сухого вещества. Особенно много микроорганизмов в верхних горизонтах почвы, в прикорневой зоне. Микроорганизмы – пионеры почвообразования, они первыми поселяются на материнской породе.

Бактерии – самая распространенная группа микроорганизмов в почве. Осуществляют разнообразные процессы преобразования органических и минеральных соединений. Благодаря их деятельности осуществляется грандиозный процесс переработки колоссального количества мертвого органического вещества, которое ежегодно поступает в почву. При этом происходит высвобождение химических элементов, которые были прочно связаны с органическим веществом.

Большое значение имеет деятельность гетеротрофов, которые обуславливают процесс аммонификации – разложение органического вещества с образованием аммонийных форм азота. Полезной является и нитрификация – деятельность автотрофных аэробных бактерий, окисляющих аммонийный азот сначала до азотистой, а потом до азотной кислоты. В результате этого растения получают такой необходимый им элемент питания, как азот. За один год деятельности нитрифицирующих бактерий может образоваться до 300 кг солей азотной кислоты на 1 га почвы.

Вместе с тем в почве с недостатком кислорода может происходить денитрификация – восстановление нитратов почвы до молекулярного азота, что ведет к потере его почвой.

Определенные группы бактерий способны поглощать молекулярный азот воздуха и переводить его в белковую форму. Этой способностью владеют свободноживущие в почве и клубеньковые бактерии, которые живут в симбиозе с бобовыми растениями. После смерти азотфиксирующих бактерий почва обогащается биологическим азотом – до 200 кг/га.

С помощью бактерий осуществляются процессы окисления различных веществ. Так, серобактерии окисляют сероводород до серной кислоты – в результате в почве за год накапливается до 200 кг/га сульфатов.

Большая группа железобактерий для поглощения углерода использует энергию окисления закисного железа.

Актиномицеты, или лучистые грибы, разлагают клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы, участвуют в образовании гумуса.

Грибы. Содержание их измеряется десятками тысяч экземпляров в одном грамме почвы. Наиболее распространены плесневые грибы, а в лесных почвах – гриб-мукор. Грибы разлагают лигнин, клетчатку, белки, дубильные вещества. При этом образуются органические кислоты, способные преобразовать почвенные минералы. Часто грибы вступают в симбиоз с зелеными растениями, образуя при этом на корнях микоризу, улучшающую азотное питание растений.

Водоросли развиваются на поверхности почвы. Максимальное количество их наблюдается во влажные периоды. В лесных почвах преобладают диатомовые, сине-зеленые водоросли. Они обогащают почву органическим веществом, активно участвуют в выветривании горных пород.

Лишайники – сложное симбиотическое образование гриба и водоросли. Встречаются повсюду – на почве, на деревьях, голых скалах. Разрушают породы, воздействуя на них механически и химически. Органические остатки лишайников и минеральные зерна горной породы являются по существу примитивной почвой для поселения на ней высших организмов.

Высшие растения. Зеленым растениям принадлежит главная роль в почвообразовании. На суше ежегодно образуется $15 \cdot 10^{10}$ т биомассы, синтезируемой зелеными растениями за счет фотосинтеза.

Биомасса – общее количество живого органического вещества растительного сообщества. Наибольшая биомасса в лесных сообществах – 1–4 тыс. ц/га. Травянистые сообщества образуют меньшую биомассу. Луговые степи – 250 ц/га, сухие степи – 100 ц/га, пустыни – 43 ц/га. Часть биомассы в виде корневых остатков и наземного опада возвращается в почву. Ежегодно поступает в почву (опад, корни): таежный лес – 4–6 т/га, луговые степи – около 14 т/га, агрофитоценоз – 3–8 т/га. Растения в процессе своей жизнедеятельности синтезируют органическое вещество и определенным образом распределяют его в почве в виде корневой массы, а после отмирания надземной части – в виде растительного опада. Составные части опада после минерализации поступают в почву, способствуя накоплению перегноя и приобретению характерной темной окраски верхнего горизонта почвы. Кроме того, растения аккумулируют отдельные химические элементы, в небольшом количестве содержащиеся в почвообразующих породах, но необходимые для нормальной жизнедеятельности растений. После отмирания растений и разложения их остатков эти химические элементы остаются в почве, постепенно ее обогащая.

Вторая важная функция зеленых растений – концентрация зольных элементов и азота. До 95 % массы сухого вещества растений приходится на углерод, кислород, водород и азот. Кроме того, в растениях накапливаются так называемые зольные элементы (около 5 %) – кальций, магний, калий, натрий, сера, хлор и др. – около 70 химических эле-

ментов. Многие химические элементы накапливаются в почве (в составе органических веществ) за счет биогенной аккумуляции. Установлено, что бобовые растения в своем составе больше накапливают кальция, магния, азота; злаки – фосфора, кремнезема, т.е. имеет место избирательность в поглощении химических элементов.

Лесной опад хвойных пород, разлагаясь, образует много фульвокислот, что способствует развитию подзолистого процесса почвообразования. Под луговой травянистой растительностью развивается дерновый процесс почвообразования. Мхи выделяются высокой влагоемкостью и поэтому способствуют заболачиванию почв.

Высшие растения и микроорганизмы образуют определенные комплексы, под воздействием которых формируются различные типы почв. Каждой растительной формации соответствует определенный тип почв. Например, под растительной формацией хвойных лесов никогда не сформируется чернозем, который образуется под воздействием лугово-степной травянистой формации.

Животные организмы (насекомые, дождевые черви, мелкие позвоночные и др.), обитающие в почве, также участвуют в почвообразовании. Их в почве огромное количество. Их основная роль – преобразование органического вещества почвы. Важна и роющая деятельность почвенных животных.

Зоомасса на Земле меньше фитомассы и составляет несколько миллиардов тонн. Наибольшую зоомассу имеют широколиственные леса – 600–2000 кг/га, в тундре – 90 кг/га.

Дождевые черви – наиболее распространенная группа почвенных животных – на одном гектаре их тысячи – миллионы особей. Они составляют 90 % зоомассы в таежных и лиственных лесах. За год перерабатывают на 1 га 50–380 т почвы. При этом улучшается структура почвы, ее пористость, физические свойства. Ч. Дарвин установил, что в условиях Англии на каждом гектаре черви ежегодно пропускают через свой организм 20–26 т почвы. Ч. Дарвин считал, что почва есть результат деятельности животных, и даже рекомендовал ее именовать *животным слоем*.

Почвенные насекомые разрыхляют почву, перерабатывают растительные остатки, обогащают почву растительным веществом, элементами минерального питания.

Землерои (суслики, кроты, мыши и др.) перерывают почву, создают в почве норы, перемешивают почву, тем самым способствуют лучшей аэрации и быстрейшему развитию почвообразовательного процесса, а также обогащают органическую массу почвы продуктами своей жизнедеятельности, изменяют ее состав.

Совершенно особый фактор почвообразования – *время*. Все процессы, протекающие в почве, совершаются во времени. Чтобы сказалось

влияние внешних условий, чтобы в соответствии с факторами почвообразования сформировалась почва, требуется определенное время. Так как географические условия не остаются постоянными, а меняются, то происходит эволюция почв во времени. Возраст почвы – продолжительность существования почвы во времени. Почвообразовательный процесс, как и всякий другой, протекает во времени. Каждый новый цикл почвообразования (сезонный, годовой, многолетний) вносит определенные изменения в преобразование минеральных и органических веществ в почве. Степень накопления веществ в почве или их вымывания может определяться продолжительностью этих процессов. Поэтому фактор времени («возраст страны», по В.В. Докучаеву) имеет определенное значение в формировании и развитии почв.

Исследованиями установлена продолжительность протекания отдельных процессов почвообразования. Так, определенный уровень накопления гумуса в почве устанавливается из 100–600 лет. На молодых горных моренах, отложениях спущенных озер достаточно сформированная почва образуется за 100–300 лет.

Различают понятие *абсолютного* и *относительного* возраста почв. *Абсолютный возраст* – это время, которое прошло с начала формирования почвы до современной стадии ее развития. Он может колебаться от нескольких тысяч до миллиона лет.

Почвообразовательный процесс начался раньше на тех территориях, которые быстрее освободились от водного и ледникового покрова. Так, на территории Беларуси молодыми являются почвы ее северной части (в границах последнего валдайского (поозерского) оледенения) – их возраст около 10–12 тыс. лет; почвы южных территорий республики имеют более зрелый возраст. Вместе с тем в границах одной и той же территории, одного абсолютного возраста почвообразовательный процесс может идти с различной скоростью. Это обусловлено территориальной неоднородностью почвообразующей породы, рельефа и др. В итоге образуются почвы с разной степенью развитости почвенного профиля – их *относительный* возраст будет неодинаковым.

Для определения абсолютного возраста почв и органического вещества используют радиоактивный изотоп ^{14}C и его соотношение с ^{12}C . Период полураспада ^{14}C составляет 5600 лет. Изотоп ^{12}C стабильный. Зная радиоуглеродную активность гумуса, можно определить его возраст в пределах до 40–50 тыс. лет.

Хозяйственная деятельность человека – мощный фактор воздействия на почву, особенно в условиях возрастающей интенсификации сельского хозяйства. От всех остальных факторов резко отличается по своему влиянию на почву. Если влияние природных факторов на почву проявляется стихийно, то человек в процессе своей хозяйственной деятельности действует на почву направленно, изменяет ее в соответствии

со своими потребностями. С развитием науки и техники, с развитием общественных отношений использование почвы и ее преобразование усиливаются.

Человек и его вооруженность мощными средствами воздействия на окружающую среду, в том числе и на почву (удобрения, машины, осушение, орошение, химизация и др.) существенно изменяют природные экологические системы.

Мелиорация земель, вырубка или посадка леса, создание искусственных водоемов – все это соответствующим образом воздействует на водный режим территории, а значит, и почв.

Внесение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв, торфование песчаных и пескование глинистых почв изменяет химический состав почв, их свойства. Механическая обработка почвы вызывает смену комплекса физических, химических и биологических свойств почвы.

Систематическое применение мероприятий по повышению плодородия почвы ведет к их окультуриванию.

Однако неправильная реализация тех или иных мероприятий, нерациональное использование почв может вызвать существенное их ухудшение – привести к заболачиванию, развитию эрозии, загрязнению почвенной среды, резкому ухудшению химических и физических свойств. Поэтому воздействие человека на почву должно быть научно обосновано; направленно на повышение ее плодородия, на формирование устойчивых высокопродуктивных агроэкосистем.

На протяжении последних десятилетий было установлено, что взаимодействие факторов почвообразования приводит в движение огромные массы вещества. В результате взаимодействия горных пород и живых организмов происходит закономерное перераспределение химических элементов, своеобразный обмен вещества. То же самое имеет место в системах живые организмы – атмосфера, горные породы – выпавшая атмосферная вода и т.п. В почве эти процессы миграции протекают особенно напряженно, так как в них участвуют одновременно все факторы почвообразования. Первоначально полагали, что движение химических элементов осуществляется в виде более или менее замкнутых кругооборотов. В дальнейшем выяснилось, что движение вещества в почве многообразно, но основное значение имеют незамкнутые циклы миграции. Процессы миграции, протекающие при почвообразовании, в свою очередь, входят в общепланетарные циклы, охватывающие всю биосферу.

Следовательно, можно заключить, что почва – это особое природное образование, где процессы цикличной миграции химических элементов на поверхности суши, обмена веществ между компонентами ландшафта достигают наивысшего напряжения. Одновременно с

энергичным перераспределением вещества в почве активно трансформируется и аккумулируется солнечная энергия.

5.4. Морфология почв

Почва является природным телом и, как и всякое природное тело характеризуется совокупностью внешних признаков – определенной морфологией. *Морфология почвы* – это внешний (наружный) узор почвы, который создается в результате перераспределения продуктов почвообразования. Морфологические признаки отражают состав, химические и физические свойства почвы. Позволяют отличить почву от породы, определить тип почвы, направленность и степень выраженности почвообразовательного процесса. Морфологические признаки почв можно квалифицировать как природные индикаторы экологического состояния почвы. Основными морфологическими признаками являются строение почвенного профиля, мощность почвы и ее горизонтов, окраска, механический состав, новообразования и включения.

При определении почвы проводится описание морфологии каждого генетического горизонта с указанием следующих особенностей: индекс и название генетического горизонта, его цвет, механический состав, влажность, структура, плотность, новообразования, включения, особенности смены границ между горизонтами. На основе морфологии каждого горизонта дается полное название почвы.

Строение почвенного профиля. Процессы почвообразования и перемещения веществ, происходящие в почвообразующей породе, вызывают расчленение ее верхней части на отдельные, генетически связанные между собой горизонты, которые называют *почвенными*. Их совокупность называется *профилем*. Таким образом, почвенный профиль – это вертикальный разрез почвы от ее поверхности до материнской породы.

Он состоит из генетически связанных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов.

Каждый почвенный тип характеризуется определенным строением почвенного профиля.

Почвенный горизонт имеет более или менее одинаковый гранулометрический, минералогический и химический состав, физические свойства, структуру, окраску и др.; в нем могут выделяться подгоризонты.

Почвенный профиль состоит из генетических горизонтов, которые отличаются между собой по внешнему рисунку. В зависимости от генезиса почвенные горизонты имеют соответствующие названия и буквенные обозначения (индексы).

A_0 – лесная подстилка, состоит из полуразложившихся и неразложившихся продуктов лесного опада и остатков травянистой растительности, располагается на самой поверхности почвы.

Ad – дерн, поверхностный горизонт, образующийся под травянистой растительностью (луговой), густо пронизан корнями растений.

A_{пах} – пахотный горизонт, образован из гумусового или других горизонтов на глубине постоянной обработки почвы.

A – гумусовый или гумусово-аккумулятивный горизонт, образуется в верхней части профиля, выделяется высоким содержанием гумуса и элементов питания, характерен для степных почв.

A₁ – гумусовый или гумусово-элювиальный горизонт. В нем происходит не только накопление гумуса, но и разрушение, вымывание органических и минеральных соединений.

A₂ – элювиальный или подзолистый горизонт. Это горизонт кислого разложения минеральной части почвы и вымывания продуктов разложения и иловатых частичек в нижерасположенные горизонты. Обычно имеет беловатую окраску.

B – иллювиальный или горизонт накопления значительной части соединений, вымывающихся из вышерасположенных горизонтов. Особенно много в нем накапливается железа и алюминия. Обычно буро-окрашенный. В некоторых почвах (дерновые, черноземы и др.) горизонт является не иллювиальным, а переходным от гумусового к материнской породе.

C – материнская порода, почти не затронутая, или в слабой степени изменена почвообразовательным процессом.

T – торфяной горизонт, черно-коричневой окраски, различной мощности, встречается в профиле болотных почв.

G – глеевый горизонт, образуется в гидроморфных почвах. В нем при недостатке кислорода развиваются восстановительные процессы, приводящие к образованию закисных соединений железа, марганца и др. Окраска этого горизонта обычно серо-сизая, голубая. Когда признаки глеевого процесса проявляются и в других горизонтах, тогда к их буквенному обозначению добавляют «q» – A_{2q}, B_q. Дополнительными индексами можно указать на карбонатность горизонта (B_к), засоленность (B_с) и т.д.

Мощность почвы и ее горизонтов. Под мощностью почвы понимают толщину ее от поверхности до слабо затронутой почвообразованием материнской породы. В различных почвах она разная. Мощность почвенного профиля колеблется от нескольких сантиметров в горах до двух метров на равнине. Средние размеры мощности почвы колеблются от 40–50 до 250 см. Малую мощность почвенного профиля имеют почвы тундры – около 40 см, и связано это с влиянием на почвообразование вечной мерзлоты. Мощность почв территории Беларуси колеблется от 120 см на глинистой породе до 250 на песках.

Генетические горизонты, составляющие почвенный профиль, неодинаковые по мощности – от нескольких сантиметров до 100 и более.

При изучении морфологии почвы обычно отмечают верхнюю и границу горизонта. Например: $A_{\text{пах}}$ 0–20 см; A_2 – 20–30 см и т.д.

По информации о мощности горизонтов можно сделать вывод о степени выраженности почвообразовательного процесса и даже об уровне плодородия почвы. Так, например, небольшой гумусовый горизонт (–10 см) и хорошо развитый (10–15 см) подзолистый горизонт свидетельствуют об относительно низком плодородии такой дерново-подзоистой почвы и ее повышенной кислотности.

Окраска почвы – один из наиболее важных и легкодоступных для наблюдения морфологических признаков. Она довольно разнообразная, зависит от состава почвообразующих пород и типа почвообразования, зависимости от цвета некоторые почвенные типы получили даже название – чернозем, серозем, краснозем.

Окраска почвы сводится к сочетанию черного, белого и красного цветов. Основными веществами, обуславливающими цвет почвы, являются: а) темноцветные органические и органо-минеральные вещества; б) оксидные соединения железа и марганца обуславливают бурый, оранжевый, желтый, красный цвет; в) кремнезем, углекислые трудно-растворимые соли, гидрат оксида алюминия вызывают белую окраску; г) закисные соединения железа придают почве серый, зеленоватый, а также цвет первичных минералов. Окраска почвы может существенно изменяться от степени ее увлажнения. Так, например, серая окраска влажной почвы может смениться на светлосерую при подсушивании ее.

Структура почвы – совокупность отдельных (агрегатов, комочков) разной формы и величины, на которые она распадается при рыхлении, – глыбистая, комковатая ореховатая, зернистая, призматическая, столбчатая и др.

Слеживание почвы – это внешнее выражение плотности и пористости почвы. Механические элементы почвы и структурные отдельности могут с разной степенью плотности прилегать один к одному, образуя слитную массу или массу с порами. Слеживание почвы зависит в основном от гранулометрического состава и структуры. Существенное влияние на слеживание оказывает деятельность почвенной фауны и корневых систем растений.

По степени плотности выделяют *рассыпчатое, рыхлое, плотное и очень плотное* слеживание. *Рассыпчатое* слеживание свойственно песчаным и супесчаным почвам, у которых частички не связаны между собой. *Рыхлое* слеживание характерно для хорошо оструктуренных суглинистых почв, а также для супесчаных со значительным содержанием гумуса. При *плотном* слеживании лопата с большой трудностью входит в грунт. Оно характерно для иллювиальных горизонтов глинистых и суглинистых почв. Частички этих горизонтов довольно прочно связаны

между собой; а при *очень плотном (слитном)* слеживании используют даже лом или кирку при копке шурфа.

По характеру пористости различают следующие виды слеживания: *тонкопористое* (поры 1 мм), *пористое* (1–3 мм), *губчатое* (3–5 мм), *ноздреватое* (5–10 мм), *ячеистое* (поры 10 мм).

Слеживание почвы является важным показателем при ее агрономической оценке. Наиболее благоприятным можно считать рыхлое сложение – при нем создается наиболее оптимальное сочетание водного, воздушного и пищевого режимов почвы.

Механический (гранулометрический) состав также относят к морфологическим признакам. По нему можно изучать почвенный профиль, более точно определять сущность почвообразовательных процессов конкретной почвы. Выделяют следующие разновидности почв по гранулометрическому составу: *песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, средне-суглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые*.

Новообразования в почве – местные скопления различных веществ морфологически и химически отличающихся от основной массы горизонтов. Возникли в результате почвообразовательных процессов. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования возникают в результате чисто химических процессов. Морфологические формы их довольно разнообразны: пленки, корочки, конкреции, друзы, плиты и др. Химический состав их также разнообразен.

Для почв таежно-лесной зоны наиболее характерны новообразования гидроксидов железа и марганца, железистых силикатов. Железисто-марганцевые новообразования в суглинистых и глинистых почвах обычно напоминают разного размера конкреции (ортштейны), а у песчаных – буроокрашенные прослои и плиты (ортзанды) различной мощности. Менее распространены чисто марганцевые новообразования – имеют вид черных пятен, мелких конкреций. Для гидроморфных почв этой зоны также свойственны трубчатые конкреции, образующиеся вокруг отмерших корней (роренштейны), прослои фосфатов железа (вирианит).

Новообразования биологического происхождения (растительного и животного) встречаются в следующих формах: капролиты – экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков; кротовины – пустые или заполненные ходы роющих животных; дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включения – инородные тела, находящиеся в почве случайно: кусочки кирпича, угля, валуны, кости и др. Они не являются результатом почвообразовательного процесса, но их внимательное изучение может дать немало полезной информации при исследовании генезиса пород, истории края и др.

На основе изучения морфологии дается название почвы, которая складывается из последовательного указания таксономических (последовательных) единиц: *тип* – выделяется по одинаковому строению профиля и процессу почвообразования в одинаковых гидротермических условиях (подзол, чернозем и т.д.); *подтип* – учитывает дополнительные свойства, которые более характерны для других типов (подзолистоглеевая, чернозем оподзоленный); *род* – по особенностям почвообразующих пород или степени гидроморфизма, или химизма грунтовых вод (карбонатный, засоленный, слабодифференцированный и т.д.); *вид* – по степени выраженности почвообразующего процесса (слабо-, средне-, сильнооподзоленная); разновидность – по гранулометрическому составу (песчаная, супесчаная...); *разряд* – по происхождению пород (моренные и аллювиальные); *вариант* – по степени окультуренности (слабо-, средне-, высокоокультуренные); *форма* – по степени развития эрозионных процессов (слабо-, средне- и сильноэродированные). Пример названия: *дерново-подзолистоглееватая слабооподзоленная легкосуглинистая на моренном суглинке среднеокультуренная слабоэродированная*.

6. Состав почв

6.1. Фазовый состав

Почва – сложное гетерогенное тело природы. В ее составе выделяют следующие фазы (части): 1 – твердую, 2 – жидкую, 3 – газовую, 4 – живую. Соотношения их неодинаковые в различных почвах и в различных почвенных горизонтах одной и той же почвы. Считается, что наиболее благоприятные соотношения между твердыми, жидкими и газообразными веществами пахотного горизонта почвы должны быть примерно такими: 50:35:15% от объема почвы. Почвенные фазы находятся между собой в тесном взаимодействии.

Твердая фаза почвы включает минеральную и органическую части. Первая составляет 80–95%, в торфяных почвах – 15–20 %. Источником минеральных веществ являются разнообразные горные породы; первичные и вторичные минералы; источником органических – остатки отмерших растительных и животных организмов, продукты их жизнедеятельности. Эта фаза почвы обеспечивает питание растений, определяет ее водные свойства – влагоемкость, водопроницаемость, поглотельную способность и другое.

Жидкая фаза (почвенный раствор) является активным компонентом почвы. С ее помощью осуществляется перемещение веществ внутри почвы, она обеспечивает растения водой и растворимыми элементами питания. Свойства воды изучены не все даже сейчас. Вода относится к наилучшему природному растворителю и имеет нейтральную реакцию.

Но включения (примеси) солей, кислот и щелочей изменяют реакцию почвенного раствора в кислую или щелочную сторону. В почве вода бывает в трех состояниях: парообразном (H_2O), жидком (H_2O)₂, твердом (H_2O)₃. Жидкая вода диссоциирует: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$. Отличают следующие формы воды в почве: а) конституционная, когда гидроокисел – ион (OH^-) входит в состав кристаллической решетки и может быть вытеснена только при нагревании минерала до 800°C ; б) кристаллизационная – химически связанная, как в соединении $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и вытесняется при $t\ 200^\circ\text{C}$; в) пленочная – вода, удерживаемая слабыми сорбционными силами, связь рыхлая с минералом, движется под влиянием сорбционных сил; все указанные выше формы воды (а,б,в) – недоступны для корневой системы растений; г) капиллярная – свободная и доступная растениям, движется по порам диаметром до 8 мм; д) гравитационная – свободная и доступная растениям, движется под влиянием капиллярных и гравитационных сил.

Газовая фаза (почвенный воздух) заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха непостоянны и определяются множеством химических и биохимических процессов, протекающих в почве. Газовая фаза предоставляет необходимый почвенной биоте кислород. Без воздуха в порах почвы корневая система не развивается, и растения отмирают. Чем ближе химический состав воздуха почвы к атмосферному, тем лучше условия для развития растений. Воздухопроницаемость почвы зависит не только от объема пор, но и от силы ветра, который выдувает из почвы воздух с повышенным содержанием CO_2 и задувает атмосферный воздух с повышенным количеством O_2 . В почвенном воздухе удерживается больше CO_2 (0,2–10%) и меньше O_2 (19–20%). При количестве O_2 в воздухе почвы около 2,5–5,0 % развивается анаэробный процесс, а при содержании 1% O_2 рост корней замедляется. Для улучшения воздушного режима почвы ее необходимо чаще рыхлить.

Живая фаза состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, водоросли, грибы и др.), беспозвоночных (простейшие, черви, моллюски), роющих позвоночных, корневых систем растений. Активная роль живых организмов определяет принадлежность ее к биокостным природным телам.

6.2. Минералогический и химический состав почвы

Твердая фаза составляет основу почвы, которую характеризуют минеральная и органическая части.

Минеральная составляющая почвы – это основа породы, на которой она образовалась. Поэтому минералогический, химический, гранулометрический состав, физические свойства породы передаются почве. Но в ходе взаимодействия элементарных процессов создаются новооб-

разования, которые характерны почвам. Ортштейны, ортзанды, латериты, известняк и другие.

Породы, которые составляют почвы, отличаются по происхождению (генезису): моренные, водно-ледниковые и другие наиболее богатые породы и почвы по удержанию химических элементов на ледниковых отложениях и наиболее промытые – водно-ледниковые породы. Однако породы могут быть одного происхождения, но разные по механическому (гранулометрическому) составу, и это также влияет на урожайность почвы. Более плодородные – глинистые, менее плодородные – песчаные почвы.

Гранулометрический состав определяется по количеству частиц физической глины, которые имеют диаметр менее 0,01 мм. Если физической глины содержится в почве до 5%, такую почву называют рыхлопесчаной, 5–10% – связнопесчаной, 10–15% – рыхлосупесчаной, 15–20% – связносупесчаной, 20–30% – легкосуглинистой, 30–40% – среднесуглинистой, 40–50% – тяжелосуглинистой, 50–65% – легкоглинистой, более 65% – тяжелоглинистой. Частички почвы, которые имеют диаметр менее 0,001 мм, называют глеем, а менее 0,0001 мм – коллоидными частичками. Они включаются в физическую глину.

Рыхлые осадочные породы, преобладающие среди почвообразующих пород, являются комплексом разнообразных продуктов выветривания. Поэтому минералогический состав этих пород и почв, формирующихся на них, довольно сложный.

В состав почвообразующих пород и почв входят первичные и вторичные минералы. Минеральная часть почвы состоит из первичных минералов, которые постепенно разрушаются под влиянием выветривания до более мелких частиц. Вода в присутствии катализатора CO_2 гидролизует первичные минералы и преобразует их во вторичные (глинистые) минералы. Первичные минералы почти полностью сконцентрированы в гранулометрических фракциях размером $> 0,001$ мм, вторичные – $< 0,001$ мм. Как правило, в почвах первичные минералы преобладают по массе над вторичными минералами.

Наиболее распространенными *первичными минералами* в породах и почвах являются следующие: *кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены и слюды*. *Кварц и полевые шпаты* крупнозернистые, потому что они стойкие к выветриванию минералы. Они сконцентрированы, главным образом, в песчаных и пылеватых частичках. *Амфиболы, пироксены, слюды* легко поддаются выветриванию, поэтому в рыхлых породах и почвах они содержатся в небольших количествах.

Значение первичных минералов разносторонне. Они обуславливают агрофизические свойства почв, являются резервным источником зольных элементов питания растений, а также источником образования вторичных минералов.

Состав распространенных в почвах и породах *вторичных минералов* небольшой. Среди вторичных минералов встречаются *глинистые минералы* (монтмориллонит, каолинит, гидрослюда, хлориты и др.), *минералы гидрооксидов и оксидов железа и алюминия* (гематит, гетит, гидрогелит и др.), *минералы простых солей* (доломит, галит, кальцит и др.).

Насчитывается несколько десятков глинистых минералов, которые по сходству свойств объединяются в группы. Наиболее распространены в почве следующие группы: монтмориллонитовые, гидрослюдистые и каолинитовые. Строение их слоистое, промежуток между слоями может изменяться при увлажнении или при усыхании. В межпакетный простор входят и задерживаются химические элементы, соединения. Такое явление носит название *сорбция* (емкость поглощения). Наиболее высокая сорбция, а значит и удержание химических элементов, характеризуется монтмориллонитовая группа (100–150 мг·экв/100 г) глинистых минералов, а наименьшей – каолинитовая группа (10–20 мг·экв/100 г). Гидрослюдистая группа занимает среднее положение (50–70 мг·экв/100 г). Чем больше сорбция химических элементов в почве, тем больше плодородие почвы, это значит почва с преобладанием монтмориллонита. Глинистые минералы также гидролизуются, образуя гидрооксиды химических элементов.

Таким образом, вторичные минералы существенно влияют на формирование воднофизических свойств почвы, их поглонительную способность и режим питания растений.

Минералогический состав почвы определяет химический состав минеральной части.

Под *химическим составом* обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют: Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, S, P, Ti и Mn.

Наиболее распространенными в почве являются следующие элементы: кислород (49 %), кремний (33 %), алюминий (7,13%), железо (3,80 %), углерод (2,0 %), кальций (1,37 %), калий (1,36 %), натрий (0,63 %), магний (0,63%), азот (0,10%).

Кроме того, в почве находится большая группа химических элементов, содержание которых невысокое (10^{-2} – 10^{-5} %), но они играют биологическую роль, это – бор, медь, марганец, цинк, кобальт, фтор и др.

По валовому химическому составу можно судить о направлении процессов почвообразования. Так, например, накопление кремнезема в верхних горизонтах, а железа и алюминия в средней части профиля свидетельствует о разрушении алюмосиликатов и выносе из верхних горизонтов подвижных продуктов разрушения.

Формы нахождения химических элементов в почве могут быть иными – в составе минералов, органического вещества, в форме гидроксидов и оксидов, солей, в составе почвенных коллоидов и др., а значит, доступность их растениям разная. Поэтому часто важно определить не валовое содержание элемента в почве, а его доступные растениям количества. С этой целью используют различные растворители (растворы слабых кислот, щелочей), в вытяжках которых и определяют содержание элементов питания растений. Таким образом, химический состав почвы можно рассматривать как показатель экологического состояния почвы. Часто это состояние оказывается неудовлетворительным с точки зрения минерального питания растений, земледелец оптимизирует эту экологическую функцию почвы с помощью внесения удобрений.

Культурные растения по-разному реагируют на один и тот же уровень содержания в почве доступных (легкорастворимых) элементов питания. Так, наиболее требовательными к пищевому режиму почвы являются овощные и плодово-ягодные культуры, менее требовательны яровые зерновые, лен, травы, промежуточное положение занимают пропашные – картофель, кукуруза.

6.3. Органическое вещество почвы. Почвенный гумус

Органическое вещество почвы представляет собой важнейшее звено обмена веществ и энергии между живой и неживой природой. Это комплекс органических соединений, входящих в состав почвы. Представлены в основном гумусом (на 80–90%); неспецифическими для почвы углеводами; жирами, белками, а также остатками растений, животных.

Запасы органического вещества в метровом слое различных типов почв колеблются от 8 до 760 т/га. В дерново-подзолистых почвах (пашня) эти запасы достигают 90–100 т/га, в торфяниках – 760 т/га. Основным источником органического вещества в почве являются остатки зеленых растений. В условиях хвойного леса в почву ежегодно поступает в виде опада и отмерших корней около 4–6 т сухого вещества на 1 га. В агроэкосистемах в почву поступает растительных остатков в год от 2–3 т (пропашные культуры) до 7–9 т сухого вещества на 1 га (многолетние травы).

Масса микроорганизмов, ежегодно отмирающих в почве, составляет около 0,6–0,8 т сухого вещества на 1 га. Количество остатков животного происхождения – 0,1–0,2 т сухого вещества на 1 га почвы.

Различают следующие формы нахождения органического вещества в почве.

1. Неразложившиеся или слаборазложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения, буроокрашенные. Образуют

лесную подстилку, степной войлок, торфяные горизонты. Это так называемый *грубый гумус*, или *мор*.

2. Остатки в стадии глубокого разложения, образующие рыхлую темно-бурую или черную массу, под микроскопом – полуразложившиеся остатки. Эта форма получила название *модер* (труха).

3. Специфические органические образования, представляющие собой собственно гумус, составляющие 85–90% от органического вещества почвы. Это – *муллевая* форма.

Состав органических остатков, поступающих в почву, довольно сложный. Основную массу их представляют углеводы – сахароза, фруктоза, глюкоза, крахмал, клетчатка. Вместе с органическими веществами в почву поступают азотсодержащие соединения – аминокислоты, белки, алкалоиды, а также лигнин, дубильные вещества, смолы, органические кислоты (щавелевая, лимонная, винная).

Элементный состав органического вещества, поступающего в почву, характеризуется тем, что оно примерно на 5% (в пересчете на сухое вещество) представлено углеродом, водородом, азотом; остальные 5% – многочисленная группа зольных элементов – кальций, магний, калий, натрий, кремний, фосфор, железо, сера, а также микроэлементы – медь, бор, марганец, цинк и др.

По содержанию зольных элементов органические остатки различных растительных формаций могут существенно отличаться, что соответствующим образом влияет на ход почвообразовательного процесса. Почвы образовавшиеся под травянистой луговой растительностью, содержат больше зольных элементов по сравнению с почвами, сформированными под лесом.

Органические остатки, поступившие в почву, подвергаются различным биохимическим и физико-химическим преобразованиям. Подъем ферментов, выделяемых микроорганизмами, изменяется анатомическое строение остатков, а сложные органические соединения распадаются на более простые – их называют *промежуточными продуктами* преобразования органических остатков.

В результате гидролиза белков образуются пептоны, пептиды, и свободные аминокислоты. При гидролизе сложных белков вместе с кислотами образуются углеводы, фосфорная кислота, азотсодержащие гетероциклические основы.

Разложение жиров сопровождается образованием лигнина и жирных кислот. Продуктами распада лигнина являются фенолы.

Много промежуточных соединений образуется при разложении углеводов – моносахариды, органические кислоты, альдегиды и др.

Спектр промежуточных продуктов преобразования органических веществ, как видно, довольно разнообразный. Большая их часть окисляется до конечных продуктов – углекислого газа, воды, простых солей. А

промежуточные продукты преобразования используются гетеротрофными бактериями для питания и построения плазмы и таким образом вновь образуются в сложные соединения – белки, углеводы и др. И, наконец, часть промежуточных продуктов участвует в синтезе гумусовых веществ.

Процесс синтеза этих веществ протекает в условиях биокатализа, действия ферментов, выделяемых микроорганизмами. Сущность этого процесса сводится к тому, что промежуточные продукты разложения органического вещества, попадая под воздействием реакций биохимического окисления, поликонденсации, полимеризации, дают качественно новые органические соединения, которые называют гумусовыми, или перегнойными, а процесс их образования – *гумификацией*. Обычно под *гумусом* (от лат. *humus* – земля, почва) понимают группу темноокрашенных высокомолекулярных азотсодержащих органических веществ кислотной природы, большая часть которых – коллоиды. Собственно гумусовые вещества составляют 85–90% общего количества органических соединений почвы.

Наибольшее количество и качество гумуса дает травянистая растительность и ее корневая система. В образовании гумуса принимают участие простейшие животные почв и микроорганизмы, которые разрушают сложные органические вещества. Такой процесс называют биохимическим. В результате образуются две основные группы соединений: неспецифичный гумус (лигнин, целлюлоза, воски, смолы и др. полуразрушенные соединения) и специфический гумус (гуминовые и фульвокислоты, гумин). Специфический гумус выделяют щелочным реагентом. Та часть гумусовых веществ, которая не экстрагируется щелочью, называется гумином; экстрагируется щелочью и осаждаемая при окислении – гуминовой кислотой, а оставшаяся в растворе фракция – фульвокислотой. Строение гумуса очень сложное и не совсем выясненное. Фульвокислота наиболее подвижная, более агрессивная со светло-коричневым цветом. На Полесье она попадает в колодцы и создает в питьевой воде коричневый цвет. Лучший гумус тот, в котором преобладает гумин с гуминовой кислотой, как в наших дерновых почвах или в черноземных ($C_r : C_f > 1$). В большинстве почв суши преобладает фульватный состав гумуса. Наибольшее количество доброкачественного гумуса имеют черноземы (4–15%). Поэтому эти почвы самые плодородные.

Гумус в почве частично соединяется с глеем и коллоидными частичками, создавая органоминаральные соединения (хелаты). Они полезны тем, что замедляют минерализацию гумуса (создание золы – оксидов химических соединений), увеличивают содержание ценных элементов питания в доступной форме для растений и не дают возможность выносить удобрения в реки и озера.

В состав гумусовых включают и вещества исходных органических остатков (белки, углеводы, смолы и др.), промежуточные продукты

преобразования органических остатков (аминокислоты, моносахариды, полифенолы и др.).

В составе гумусовых веществ выделяют гумины – прочно связанный с минеральной частью почвы комплекс гумусовых кислот.

Установлено, что благоприятствует накоплению гумуса сочетание аэробных и анаэробных условий с чередованием периода достаточного и недостаточного увлажнения.

В зависимости от отношения к различным растворителям выделяют следующие компоненты гумуса: фульвокислоты и гуминовые кислоты.

Гуминовые кислоты – специфические органические кислоты почвенного гумуса. Хорошо растворяются в щелочных растворах, слабо в воде и не растворяются в кислотах. Раствор гуминовых кислот имеет бурый или черный цвет. Состоят в основном из углерода (52–62%), кислорода (31–39%), водорода (2,8–6,6%), азота (2–6%) и небольшого количества зольных элементов – фосфора, серы, железа, алюминия, кремния и др.

При взаимодействии с минеральной частью гуминовые кислоты образуют гуматы. Гуматы одновалентных катионов (K^+ , Na^+ , NH^+) хорошо растворяются в воде и легко переходят в состояние коллоидных и истинных растворов, могут вымываться из верхних горизонтов почвы. Клеящая способность этих гуматов низкая. Почвы, содержащие гуматы одновалентных катионов, не имеют водопрочной структуры – при увлажнении набухают и заплывают.

Гуматы двух- и трехвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) образуют устойчивые водопрочные гели, способные обволакивать минеральные частички почвы и склеивать их в прочные агрегаты. Именно поэтому дерновые почвы характеризуются водопрочной структурой. Молекула гуминовых кислот имеет сложное строение. Ядро молекулы включает бензолполикарбоновые кислоты, ароматические и гетероциклические кольца. Периферические части гумусовых веществ содержат разные функциональные группы (карбоксильные, аминогруппы, спиртовые и др.), определяющие разнообразные химические свойства и взаимодействие групповых соединений между собой, а также с минеральными компонентами почвы и удобрений.

В составе гумуса важное значение имеет соотношение между содержанием гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК). Оно считается благоприятным при $ГК/ФК > 1$.

Велико значение гумуса в почвообразовании и формировании плодородия почв. Влияния гумусовых веществ на эти процессы разнообразное и весьма существенное.

При участии гумуса образуются многие почвенные горизонты – A_1 , A_2 , B и др., формируется структура почвы и ее водно-воздушные

свойства. Гумус повышает поглощательную способность почв, расширяет буферные возможности.

В гумусе накапливаются многочисленные элементы питания растений - N, P, S, K, Ca, микроэлементы, которые высвобождаются при разложении его гетеротрофами. Процессы разложения гумусовых веществ сопровождаются выделением углекислого газа, необходимого зеленым растениям для фотосинтеза.

Кроме того, гумус является источником биологически активных веществ в почве (ферменты, витамины, ростовые вещества), положительно влияющих на рост и развитие растений, мобилизацию элементов.

Гумус выполняет и санитарно-охранную функцию: ускоряет разложение пестицидов, закрепляет загрязняющие вещества (сорбция, образование комплексов) и тем самым снижает их поступление в растения.

Гуминовые кислоты имеют высокую поглощательную способность – 200–600 мг·экв на 100 г вещества, их pH около 3,4.

Фульвокислоты (от лат. *fulvus* – желтый) имеют принципиально такое же строение, как и гуминовые, но ядро их менее конденсировано, они меньше содержат углерода, а кислорода и водорода – больше. Окраска от соломисто-желтой до оранжевой. Фульвокислоты, их соли – фульваты – хорошо растворяются в воде, кислотах, щелочах. Их водные растворы имеют кислую реакцию – pH 2,6–2,8. Поэтому фульвокислоты энергично разрушают почвообразующие породы, содействуют выносу из них многих химических элементов. Это особенно резко проявляется при подзолообразовании.

Таким образом, гуминовые и фульвокислоты существенно отличаются своими свойствами. Гуминовые кислоты способны накапливаться в почве и формировать ее плодородие. Фульвокислоты активно разрушают минеральную часть почвы и снижают тем самым ее плодородие. Поэтому важно знать не только общее количество гумуса в почве, но и его качественный (групповой) состав – соотношение в нем гуминовых и фульвокислот и является важным показателем их агрохимической оценки.

Количество гумуса, его качество (Гк/Фк), мощность гумусового горизонта в почвах различных географических зон неодинаково. Так, большее содержание гумуса в верхнем горизонте (10–14%) и наибольшая его мощность (70–80 см) характерна для типичных черноземов. На север и на юг от зоны черноземов количество гумуса и мощность гумусового горизонта уменьшается. В северном направлении – 3–6% в серых лесных почвах и 1–3% в дерново-подзолистых почвах при мощности гумусового горизонта соответственно 25–30 и 15–20 см. На юг – 3–5% в каштановых почвах и 1–2% в бурых почвах при мощности гумусового горизонта соответственно 20–40 и 10–15 см.

Зональные типы почв отличаются и качеством гумуса. Так, в составе гумуса дерново-подзолистых почв преобладают фульвокислоты (соотношение гуминовых и фульвокислот 0,6–0,8), а в черноземах, каштановых почвах это соотношение равно 1,5–2,5, что говорит о явном преобладании в составе гумуса гуминовых кислот.

Большое влияние на гумификацию оказывает гранулометрический состав. Так, дерново-подзолистые песчаные почвы содержат гумуса (1,0–1,5%) значительно меньше по сравнению с дерново-подзолистыми суглинками (2–3%).

Чтобы баланс гумуса в используемых почвах был положительным, необходимо систематически вносить в почву органические удобрения в достаточно высоких количествах. Считается, что содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах не будет снижаться, если ежегодно вносить 8–10 т/га органических удобрений. Положительно сказывается на повышении содержания гумуса в почве применение зеленых удобрений, травосеяние, известкование кислых почв и др.

В заключение следует отметить, что гумус – понятие не только химическое и биологическое, но и экологическое. Гумусовые горизонты формируются как результат непрерывной смены поколений растений. Различные сообщества растений, например, травянистые и деревянистые, резко отличаются по требованиям к условиям внешней среды, по характеру гумификации. Лесная подстилка (Ao), промывной тип водного режима, фульватный тип гумуса – такова экологическая основа существования леса. А для трав – гумификация по гуматному типу, формирование темноокрашенной гумусовой толщи, аккумуляция в ней элементов питания.

Гумус как экологическая основа почвенного плодородия непосредственным образом влияет на условия жизнедеятельности растений, в том числе и культурных.

6.4. Гранулометрический состав почвы

Гранулометрическим, или механическим составом почвы называют относительное (в процентах) содержание в ней твердых частичек различного размера. Эти частички являются отдельными зернами минералов, обломками горных пород, продуктами взаимодействия органических и минеральных веществ – их называют механическими элементами.

Если внимательно рассмотреть образец почвы, то можно увидеть, что она состоит из отдельных частиц – агрегатов, которые в воде распадаются на еще более мелкие элементы. Эти мелкие, разной формы частички и есть механические элементы. Среди них выделяют камни (> 3 мм), гравий (3–1 мм), песок (1–0,05 мм), пыль (0,05–0,001 мм), ил (0,001–0,0001 мм), коллоиды (< 0,0001 мм). Каждая из этих групп частиц имеет определенные водно-физические и физико-механические свойства.

Иловатые частички имеют высокую вязкость, прилипаемость, плохо пропускают воду.

Частички пыли имеют незначительную прилипаемость и пластичность. Содействуют связыванию воды и питательных элементов, газов, легко склеиваются в агрегаты.

Песчаные частички слабо удерживают питательные элементы. Вода сквозь песок проходит легко и способствует закреплению в почве зольных элементов. Небольшие по размерам вторичные минералы легко склеиваются гумусовыми веществами, и тем самым улучшают структурообразование. Однако сказанное совсем не означает, что крупные частицы являются ненужным балластом в почве – соотношения между мелкими и крупными частичками должны быть соответствующими и содействовать оптимизации свойств почвы.

Все частички, крупнейшие за 1 мм (гравий, камни), называют *скелетом (каркасом)* почвы, а меньше 1 мм (ил, пыль, песок) – *мелкоземом*.

В основу классификации почв по механическому составу положено наличие в ней физической глины и физического песка. *Физической глиной* называют все частички, диаметр которых мельче 0,01 мм, а *физическим песком* – частички размером 0,01–1,0 мм. По механическому составу почвы подразделяются в зависимости от содержания физической глины на песчаные (0–10%), супесчаные (10–20%), легкосуглинистые (20–30%), среднесуглинистые (30–40%), тяжелосуглинистые (40–50%) и глинистые (>50%).

Гранулометрический состав почвы оказывает сильное влияние на ее агрономические свойства. Песчаные и супесчаные почвы называют легкими. Вода сквозь них быстро просачивается, легко испаряется. Такие почвы имеют мало влаги, но много воздуха. Поверхность их быстро нагревается и остывает. Питательные вещества легко вымываются. Органические вещества быстро минерализуются. Поэтому, на почвах легкого механического состава необходимо вносить органические удобрения большими дозами, а минеральные – малыми.

Легко- и среднесуглинистые почвы – умеренно тяжелые. Они имеют сравнительно оптимальные физические свойства: хорошо связывают воду, но и достаточно насыщены воздухом. Хорошо окультурируются. Элементов питания для нормальной жизнедеятельности растений содержат сравнительно достаточно. Их органические остатки быстро образуют гумус.

Тяжелосуглинистые, глинистые почвы – тяжелые. Они слабопроницаемы для воды и воздуха, способны удерживать много влаги, которая в значительной степени может оставаться недоступной для растений. Эти почвы часто переувлажнены, холодные. Кроме того, они сильно уплотняются, и при высыхании на их поверхности образуются тре-

щины. Глинистые почвы содержат значительные количества элементов питания, но растения не всегда могут их использовать.

Таким образом, гранулометрический состав во многом определяет плодородие почвы; от него зависят многие важные физические и физико-химические свойства. Информация о механическом составе почвы необходима при решении многих практических вопросов. Так, она нужна при определении доз и способов внесения удобрений, извести, сроков и приемов обработки почвы, подбора сельскохозяйственных культур и почвообрабатывающей техники, глубины заделки семян и удобрений, сроков посева и др.

Механический состав почв можно улучшить путем глинования легких и пескования тяжелых.

В естественных условиях с механическим составом почвы связано формирование определенных фитоценозов. Так, на песчаных местообитаниях обычно произрастает сосна, вереск, лишайники из рода кладония цетрария; из зеленых мхов – мох Шребера, Дикранум; из разнотравья – бесмертник, ястребинка волосистая, икотник серо-зеленый, эспарцет песчаный, вейники и др. Не выносят песчаных почв ель, дуб, слива, вишня и др.

В агроэкосистемах не все культурные растения одинаково реагируют на механический состав почвы. На почвах легкого механического состава неплохо удаются люпины, овес, рожь, картофель (последний на этих почвах дает клубни более высоких вкусовых качеств).

6.5. Почвенные коллоиды

Почву относят к сложной полидисперсной системе – в ее состав входят частицы различного размера. Исключительно важную роль играет высокодисперсная часть почвы. Она представлена частицами, имеющими размер меньше 0,001 мм. Их содержание в почве может колебаться от 1–2% до 30–40% к массе почвы. Значение высокодисперсной части почвы состоит в том, что она во многом определяет физические и водно-физические свойства почвы, режим питания растений, поглотельную способность почвы.

Высокодисперсная часть почвы состоит преимущественно из коллоидов. Почвенные коллоиды – совокупность почвенных частичек размером от 1 до 100 нм. Таким образом, коллоидные растворы занимают промежуточное положение между истинными, или молекулярными растворами (размер частичек < 1 нм), с одной стороны, и суспензионными, эмульсионными (размер частичек > 100 нм), с другой.

Происхождение почвенных коллоидов может быть связано с диспегацией (раздроблением) более крупных частичек, что происходит при выветривании пород. Другой путь образования коллоидов –

в результате активизации поликонденсации и полимеризации низкомолекулярных органических соединений.

По составу бывают минеральные, органические и органо-минеральные коллоиды.

Минеральные коллоиды представлены преимущественно глинистыми, а также некоторыми первичными минералами (например, кварц), измельченными до коллоидного состояния. Кроме того, минеральные коллоиды образуют гидроксиды кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; железа $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, марганца $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. На долю минералов коллоидов приходится около 80–90 % от массы всех коллоидов почвы.

Органические коллоиды образуются при гумификации органического вещества. Представлены в почве гумусовыми кислотами и их солями: гуматами, фульватами, алюмо-железогумусовыми соединениями.

При взаимодействии гумуса с высокодисперсными минералами частичками почвы образуются комплексные соединения сложного состава – органо-минеральные коллоиды.

Количество коллоидов в почве может сильно колебаться в зависимости от содержания в ней гумусовых веществ и частичек физической глины, с их увеличением возрастает количество коллоидов.

Коллоидная система почвы состоит из дисперсной фазы (масса коллоидных частичек) и дисперсионной среды (почвенного раствора), они взаимодействуют, в результате этого вокруг коллоидной частички создается двойной ионогенный слой. Коллоидную частичку с двойным ионогенным слоем называют *мицеллой*. Общая схема ее строения дана на рисунке 1.

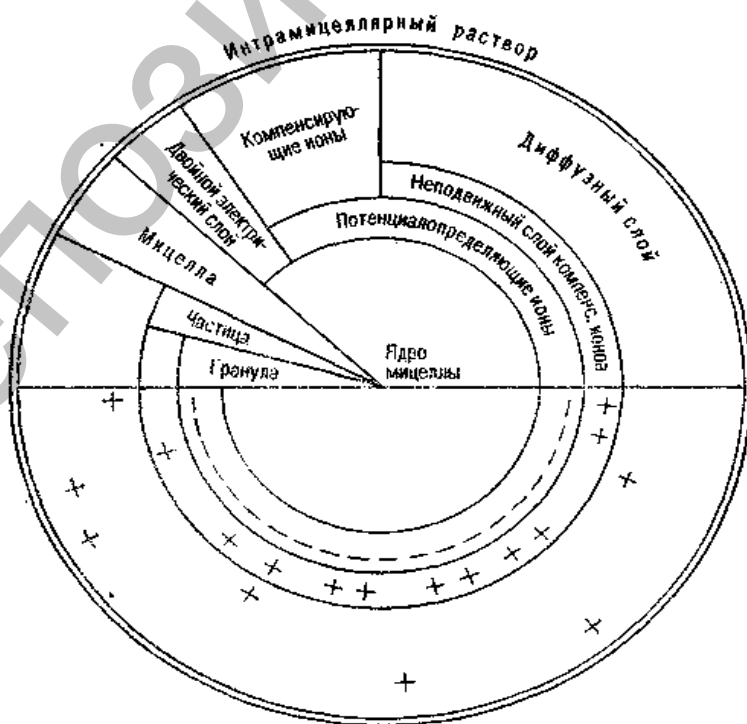


Рис. 1. Схема строения коллоидной мицеллы (по Н.И. Горбунову)

Внутри мицеллы находится ядро – масса недиссоциированных молекул коллоидообразующего вещества. К ядру примыкает потенциалопределяющий (внутренний) слой ионов определенного электрического заряда. Он неподвижный, прочно связан с ядром. Ядро вместе с потенциалопределяющим слоем образует *гранулу*. Вокруг нее формируется слой компенсирующих ионов, имеющих противоположный заряд по сравнению с ионами внутреннего слоя. Часть его ионов образует неподвижный слой компенсирующих ионов, другая часть отходит от внутреннего слоя на значительное расстояние, теряет с ним прочную связь и образует диффузный слой. Ионы диффузионного слоя способны к различным обменным реакциям с почвенным раствором. При потере диффузным слоем части ионов между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоем компенсирующих ионов возникает определенная разность потенциалов, называемая дзета-потенциалом. Величина его колеблется от 0 до 40–60 мВ.

Основная масса мицеллы принадлежит грануле, поэтому заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида.

Коллоиды, имеющие во внутреннем слое отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор Н-ионы, называются *ацидоидами*. Они способны к поглощению и обмену катионов. Положительным зарядом характеризуются *базоиды* – их потенциалопределяющий слой состоит из катионов, а диффузный – из ОН-ионов (анионов). Базоиды способны поглощать и обменивать анионы.

Некоторые коллоиды (гидроксиды железа, алюминия) при изменении реакции среды меняют и знак заряда: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной – отрицательно. Такие коллоиды называют *амфолитоидами*.

Большинство почвенных коллоидов являются ацидоидами – это коллоиды гумусовых веществ, глинистых минералов и кремнекислоты. К базидам можно отнести гидрооксиды алюминия, железа.

Взаимодействию и соединению коллоидных частиц препятствуют водные пленки, образующиеся на их поверхности. По количеству воды, которую удерживают коллоиды, они подразделяются на гидрофильные и гидрофобные. Первые сильно гидратируются, набухают в воде. К ним относятся коллоиды гумуса, глинистых минералов. Гидрофобные коллоиды удерживают небольшое количество воды – это минералы каолиновой группы и др.

Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: *золя* или коллоидного раствора, и *геля* или студенистого, комковатого или аморфного осадка. Под влиянием тех или других факторов коллоиды из состояния раствора могут переходить в осадок и наоборот. Процесс соединения отдельных коллоидных частичек и выпадения осадка называ-

ется *коагуляцией*. Осадок, образующийся при коагуляции, называется гелем. Переход геля в золь – *пептизация*.

При снижении дзета-потенциала и гидротированности частичек состояние золя делается неустойчивым, и как только коллоид теряет заряд или он уменьшается настолько, что силы притяжения превышают силы отталкивания, коллоидные частички начинают сцепляться, образовывать комочки и выпадать в осадок. Коагуляция коллоидов происходит главным образом при взаимодействии с электролитами (растворами солей, кислот, щелочей). При этом ацидоиды коагулируются под влиянием катионов электролита, базоиды – под влиянием анионов. Коагулирующая способность двух-трехвалентных катионов более сильная, чем одновалентных катионов, за исключением H^+ .

Коагуляцию почвенных коллоидов могут вызывать и такие явления, как старение коллоидов, обезвоживание и замораживание почв.

Скоагулированные коллоиды могут переходить от состояния геля в золь. Обычно это происходит с гидрофильными коллоидами, насыщенными одновалентными катионами – H^+ , NH_4^+ , Na^+ , и др. В этих условиях не может образоваться водопрочная структура почвы. Коллоиды передаются вниз по профилю, что может ухудшить физико-химические свойства почвы.

Переход геля в золь затруднен или вообще невозможен для гидрофобных коллоидов, насыщенных двух- и трехвалентными катионами – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} . В таких условиях пептизации коллоидов почти не наблюдается, образуются водопрочные структурные агрегаты, в почве закрепляются гумусовые вещества.

Почвенные коллоиды являются носителями сорбционных свойств почвы. Они способны поглощать и обменивать ионы диффузного слоя мицеллы на ионы почвенного раствора.

Адсорбционные свойства коллоидов обусловлены большой удельной поверхностью, благодаря которой коллоидные частички приобретают силы электростатического притяжения – вокруг их могут концентрироваться молекулы воды, газов и др.

7. Свойства почв

Почва как природное тело обладает совокупностью химических, физических и физико-химических свойств. Являясь средой обитания растений почва через свое состояние оказывает сильное влияние на их рост и развитие.

Различные типы почв и их разновидности могут существенно отличаться по характеру свойств, что необходимо учитывать при выращивании сельскохозяйственных культур.

7.1. Поглощительная способность почвы

Способность почвы поглощать и удерживать твердые, жидкие и газообразные вещества называют *поглощительной способностью*. Эта способность давно известна человеку и использовалась им для практических целей – например, для опреснения морской воды.

Наиболее важные исследования в этой области принадлежат русскому ученому К.К. Гедройцу – создателю науки о поглощительной способности почв.

Поглощающая способность почв зависит от состояния органо-минерального комплекса, особенно той части, которая представлена коллоидами. Коллоидные частички, с какими связана поглощающая способность почв и образование почвенного поглощающего комплекса (ППК), имеют сложное строение и несут положительный или отрицательный заряд, который и регулирует обмен соответствующих катионов и анионов между ППК и почвенным раствором, что создает хорошие условия для питания растений. Коллоидные частички создаются гумусом, глинистыми минералами, оксидами железа и алюминия. Значит, их наибольшее количество в глинистых и гумусных почвах.

Благодаря поглощительной способности, почва в той или иной мере задерживает от вымывания легкорастворимые соединения. Поглощительную способность почв учитывают при определении доз, сроков и способов внесения удобрений.

Различают пять видов поглощительной способности почв: механическую, физическую, химическую, физико-химическую и биологическую.

Механическое поглощение обусловлено способностью почвы, как и всякого пористого тела, задерживать в порах взмученные в воде частички, крупнее почвенных пор, это значит выступать своеобразным фильтром. Механическая – задерживает все частички и соединения, которые по диаметру больше, чем поры в почвах. *Чем больше в почве глинистых частиц, гумуса и чем мельче почвенные поры, тем большую механическую поглощительную способность имеет почва.* Механическое поглощение предохраняет вымывание из почвы иловатых и коллоидных частиц, некоторых удобрительных веществ. В результате заиливания пор в профиле почвы могут образовываться водонепроницаемые горизонты, что может отражаться на состоянии водно-воздушных свойствах почвы.

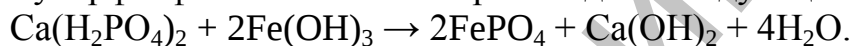
Механическую поглощительную способность используют при создании искусственных фильтров для грубой очистки питьевой воды, для заиливания стенок и днища оросительных каналов с целью ограничения потерь воды на фильтрацию.

Физическое поглощение, или *молекулярная адсорбция* – это изменение концентрации молекул различных веществ у поверхности почвенных частичек. Связана с деятельностью сил поверхностного натяжения на по-

верхности коллоидной частички и слабо удерживает химические элементы или соединения. Обусловлена их свободной поверхностной энергией – последняя возрастает с увеличением площади общей поверхности мелких частичек то есть, чем они мельче, тем большая удельная поверхность и энергия поглощения вещества.

Путем физического поглощения в почве могут накапливаться пары воды, газы – аммиак, кислород, углекислый газ и др. Почвенными частичками также могут адсорбироваться молекулы твердых веществ, находящихся в состоянии молекулярных растворов. Например, при прохождении сквозь почву навозной жижи, из нее поглощаются молекулы органических соединений в результате их притяжения поверхностью мелких частичек.

Химическая поглощательная способность связана с образованием малорастворимых и нерастворимых солей в результате чисто химических реакций между веществами почвы, т.е. это реакция между ионами и коллоидами с созданием прочного соединения, химические элементы которого не доступны для питания растений. Например, при внесении в почву суперфосфата в ней может происходить следующая реакция:

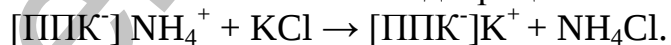


Соль FePO_4 , образовавшаяся в результате реакции, труднорастворимая в воде, доступность фосфат-иона растениями в этом случае резко снижается. Кстати, явление химического поглощения фосфора в дерново-подзолистых почвах довольно распространенное. Процесс этот нежелательный. Чтобы его ограничить, стремятся применять гранулированный суперфосфат, предпочитают локальное внесение удобрений.

Физико-химическое поглощение, или обменная адсорбция, связана со способностью почвенных коллоидов обменивать катионы диффузного слоя на катионы почвенного раствора. Сочетает в себе физическую и химическую сорбцию (связь) с коллоидами.

Совокупность нерастворимых в воде мелкодисперсных компонентов почвы, способных к процессам поглощения, обмену ионов, называют *почвенным поглощающим комплексом (ППК)*. Основную часть ППК составляют коллоиды.

Схематически обменная адсорбция выглядит так:



Реакции обмена ионов идут быстро, носят обратимый характер, осуществляются в эквивалентных количествах.

В связи с тем, что почвенные коллоиды представлены в основном ацидоидами, объектами физико-химического поглощения (обмена) являются катионы.

Способность различных катионов к поглощению почвой неодинаковая и зависит от их валентности и атомной массы: чем выше валентность катиона, а в границах одной валентности – атомная масса, тем выше энергия поглощения. По этой оценке катионы располагают в сле-

дующий ряд: $\text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{H}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$. Исключение из этого правила – одновалентный катион водорода.

Сумма всех катионов, находящихся в диффузном слое почвенных коллоидов и способных к обмену, называется *емкостью поглощения*. Ее величина в минеральных почвах колеблется от 5 до 60 мг-экв на 100 г почвы и зависит от содержания в ней гумуса и количества минеральных коллоидов. Емкость поглощения дерново-подзолистых суглинистых почв составляет обычно 10–20 мг-экв на 100 г почвы. Чем выше этот показатель, тем больше катионов содержит почва и тем больший в ней запас питательных элементов. Емкость поглощения (Е) почвы показывает, сколько ППК может удерживать катионов (или анионов). Она тем больше, чем больше гумуса и частичек физической глины в почве (чернозем, торф). Но среди катионов встречается водород, который подкисляет почву. Для этого определяется сумма обменных (поглощенных) оснований (S) (полезные основания Ca, Mg). Она ниже, чем емкость поглощения.

Состав обменных катионов ППК оказывает большое влияние на свойства почвы. Двухвалентные катионы – кальций, магний – хорошие коагуляторы, содействуют образованию водопрочной структуры, формированию нейтральной реакции почвы.

Поглощенные водород и алюминий обуславливают потенциальную кислотность почвы.

Ряд неблагоприятных свойств приобретает почва при содержании значительного количества в ППК натрия – щелочную реакцию, неводопрочную структуру и др.

Поглощение почвой анионов чаще связано с биологическим поглощением и химическими реакциями, образующими малорастворимые соединения.

Биологическая поглотительная способность связана с жизнедеятельностью растений, микроорганизмов. Благодаря им в составе органического вещества накапливается азот и зольные элементы. Для биологического поглощения характерна избирательность биоты при поглощении элементов питания из почвы: растения и микроорганизмы усваивают элементы не пропорционально содержанию их в почве, а в соответствии со своими физиологическими потребностями. После отмирания и минерализации отмерших организмов поглощенные ранее элементы питания вновь переходят в почву и используются новыми поколениями организмов.

Особенно велика роль биологического поглощения в областях с промывным типом водного режима на рыхлых почвах.

7.2. Реакция почвы

Агрохимические свойства характеризуют ППК: реакция почвы ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ – актуальная, pH_{KCl} – обменная, Н – гидролитическая (мг-экв на 100 г почвы), сумма обменных оснований (S, мг-экв на 100 г почвы),

емкость поглощения (E , мг·экв на 100 г почвы), степень насыщенности основаниями (V , %), гумус (%), подвижный фосфор, обменный калий (мг·экв на 100 г почвы).

Реакция почвы – физико-химическое свойство, обусловленное содержанием H^+ и OH^- в жидкой и твердой частях почвы. Она является важным условием роста и развития растений, оказывает большое влияние на минеральное питание растений, определяет физические и биологические свойства почвы.

Реакция почвы обычно проявляется при взаимодействии ее с водой или растворами солей. Почвы могут иметь *кислую*, *нейтральную* или *щелочную* реакцию в зависимости от соотношения концентраций иона водорода (H^+) и гидроксида (OH^-). Реакция *кислая*, если в почве преобладают ионы H^+ , и *щелочная* – если в почве больше ионов OH^- . При равенстве концентраций H^+ и OH^- реакция почвы *нейтральная*. Кислая реакция устанавливается в тех условиях, где осадки преобладают над испарением (леса, тундра), нейтральная – количество осадков и испарение уравновешены (степи луговые, саванны типичные); щелочная – когда испарение преобладает над осадками как в пустынях.

Реакцию раствора обычно определяют по условной величине pH (отрицательный логарифм концентрации H^+). Шкала pH имеет значение от 1 до 14. При pH 7 – реакция почвенного раствора нейтральная, ниже 7 – кислая, больше 7 – щелочная.

Различные типы почв имеют и различную реакцию. Ее показатели, (pH) могут колебаться от 3,5 до 9 и выше. Наиболее кислую реакцию имеют верховые торфяники. Кислой реакцией характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Для черноземов свойственна нейтральная реакция, для каштановых почв, солонцов – щелочная.

Сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к реакции почвы – наиболее благоприятными для большинства культур являются слабокислые или слабощелочные почвы. Нейтрализуют кислую реакцию внесением в почву известняков ($CaCO_3$), а щелочную – внесением гипса ($CaSO_4$). Максимальное количество ионов водорода устанавливается при определении гидролитической кислотности (H).

С реакцией почв тесно связана и жизнедеятельность почвенных организмов. В кислой среде распространена грибная микрофлора. Для бактерий предпочтительной реакцией является реакция, близкая к нейтральной.

Таким образом, реакцию почв можно рассматривать как важный экологический признак.

Кислотность почв – свойство почвы, обусловленное содержанием в почвенном растворе H -ионов, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе.

Существуют разные источники кислотности почвы. Одной из наиболее распространенных минеральных кислот является угольная ки-

слота, образующаяся при растворении углекислого газа. Значительное подкисление почвенного раствора могут вызвать ненасыщенные катионами гуминовые и фульвокислоты. Последние образуются при разложении остатков хвойной и моховой растительности.

В результате жизнедеятельности грибов и бактерий, разложения растительного опада, выделенные корнями и насекомыми в почве могут присутствовать свободные органические кислоты типа уксусной, щавелевой, лимонной.

В некоторых случаях при выветривании горных пород и минералов могут образовываться и сильные минеральные кислоты – соляная, серная. Существенным источником кислотности могут быть вносимые физиологически кислые удобрения – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl и др.

Повышенная кислотность – явление вредное для растений и полезной микрофлоры. В кислых почвах усложняется поступление кальция в растения, сосуды корневых волосков закупориваются, угнетается деятельность нитрификаторов, азотфиксаторов. Избыточная кислотность увеличивает до токсичных количеств содержание в почве подвижных алюминия и марганца. Кислые почвы бесструктурные, с неудовлетворительными водно-воздушными свойствами. Около 50% почв таежно-лесной зоны имеют избыточную кислотность. Кислотность почв необходимо изучать и регулировать.

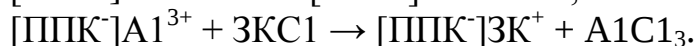
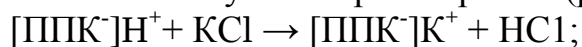
Различают две формы почвенной кислотности – актуальную и потенциальную.

Актуальная (активная) кислотность почвы обусловлена наличием водородных ионов (протонов) в почвенном растворе. Определяется обычно при взаимодействии почвы с дистиллированной водой и выражается показателем $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$. Показатель актуальной кислотности очень динамичен, нестабилен, зависит от многочисленных реакций, постоянно совершающихся в почве.

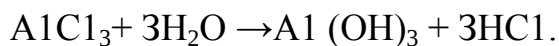
Потенциальная кислотность (скрытая, пассивная) обнаруживается при взаимодействии почвы с растворами солей. Природа ее сложная. Носителями потенциальной кислотности являются обменные катионы водорода (H^+), алюминия (Al^{3+}) почвенных коллоидов.

В зависимости от соли, используемой для выявления потенциальной кислотности, ее подразделяют на *обменную и гидролитическую*.

Обменная кислотность – та часть потенциальной кислотности, которая обнаруживается при вытеснении из почвы ионов H^+ и Al^{3+} растворами нейтральной соли. Обычно для определения обменной кислотности почв используют 1н. раствор KCl ($\text{pH} \sim 6,0$):



AlCl_3 – соль слабого основания и сильной кислоты. Гидролитически распадаясь образует соляную кислоту и гидроксид алюминия:



Образующаяся в растворе кислота оттитровывается – кислотность тогда выражается в мг·экв /100 г, либо определяется величиной рН раствора – pH_{KCl} .

В зависимости от величины рН солевой вытяжки почвы подразделяются на следующие группы: *сильнокислые* ($\text{pH} < 4,5$), *среднекислые* ($\text{pH} 4,6-5,0$), *слабокислые* ($\text{pH} 5,1-5,5$), почвы с *реакцией, близкой к нейтральной* ($\text{pH} 5,6-6,5$).

Знание обменной кислотности имеет практическое значение – ее учитывают при известковании кислых почв, применении удобрений.

По отношению к реакции среды сельскохозяйственные культуры подразделяют на несколько групп:

первая группа – культуры, не переносящие кислых почв: свекла (столовая, кормовая, сахарная), капуста. Оптимальный показатель рН для них 7–7,5;

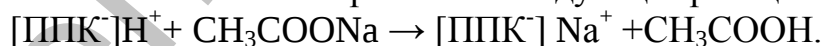
вторая группа – культуры, чувствительные к повышенной кислотности: ячмень, пшеница, фасоль, горох, вика, клевер, огурец, лук. Они лучше развиваются при рН 6-7 и хорошо отзываются на известкование;

третья группа – слабо чувствительные к повышенной кислотности почв: рожь, овес, гречиха, тимофеевка, редис, морковь, томат. Эти культуры могут удовлетворительно расти в довольно широком диапазоне рН – от 4,5 до 7,5, но наиболее благоприятны для них почвы с рН 5,5–6,0;

четвертая группа – культуры, требующие известкования только средне- и сильнокислых почв: картофель, лен. Высокие дозы извести отрицательно влияют на качество продукции этих культур;

пятая группа – люпин, сераделла, щавель. Лучше растут на кислых почвах – рН 4,5 – 5,0.

Гидролитическая кислотность определяется при воздействии на почву раствором гидролитически щелочной соли. В этом случае происходит более полное вытеснение поглощенного водорода и других кислотных ионов. Для определения гидролитической кислотности обычно используют 1н. раствор уксуснокислого натрия. При взаимодействии этой соли с почвой может произойти следующая реакция:



При наличии в почве обменного алюминия в почвенном растворе может образоваться уксуснокислый алюминий с последующим разложением его на гидроксид алюминия и уксусную кислоту.

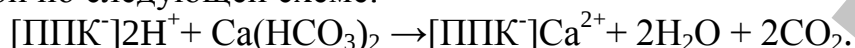
Количество образующейся кислоты определяют титрованием щелочью и показывают в мг·экв на 100 г почвы.

Показатель гидролитической кислотности используют при определении степени насыщенности почвы основаниями. Она показывает количество обменных оснований (обычно $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), выраженных в процентах от емкости поглощения: $V = S/E \cdot 100 = S/S+H \cdot 100$, где V – степень насыщенности почвы основаниями в %, S – мг·экв /100 г;

H – гидролитическая кислотность, мг·экв /100 г; E – емкость поглощения, мг·экв /100 г.

Почвы с высокой степенью насыщенности основаниями ($> 80\%$) не нуждаются в известковании, а при V – менее 50% , имеют высокую необходимость в нем.

Известкование – основной прием повышения продуктивности кислых почв. При известковании внесенный CaCO_3 (при наличии углекислоты) переходит в растворимый $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и взаимодействует с почвой по следующей схеме:



Дозу извести обычно рассчитывают по гидролитической кислотности: $\text{H} \cdot 1,5 = \text{т CaCO}_3$ на 1 га, то есть 1 мг·экв гидролитической кислотности на 100 г почвы требуется для нейтрализации 1,5т CaCO_3 на 1 га.

Дозу CaCO_3 для известкования кислых почв можно определить и по обменной кислотности – в зависимости от величины pH_{KCl} и механического состава почвы доза извести может изменяться от 2,0 до 6,0 т CaCO_3 на 1 га; при pH_{KCl} 5,6 и выше почвы не известкуют.

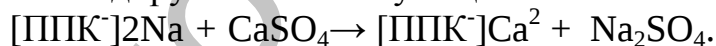
Щелочность почв – способность их подщелачивать воду и растворы нейтральных солей. Связана с присутствием в почве гидролитически щелочных солей – Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)_2$ и других, создающих при диссоциации повышенную концентрацию OH^- -ионов:



Различают *активную* и *потенциальную* щелочность почвы. Первая связана с наличием гидролитически щелочных солей в почвенном растворе. Потенциальная щелочность обусловлена обменно поглощенным Na .

Щелочная реакция угнетает деятельность микроорганизмов, ухудшает структуру и физические свойства почвы, режим питания растений.

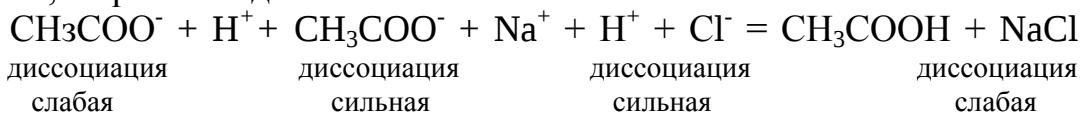
Ликвидируют избыточную щелочность *гипсованием*:



Образующийся сернокислый натрий может быть вымыт из почвы при выпадении атмосферных осадков или при поливе.

Буферность почв – способность противостоять резкому изменению реакции почвенного раствора при введении в почву кислот и щелочей или их солей. Обусловлена наличием в почве буферных систем, представленных обычно слабыми кислотами (органические, угольная) и их солями.

Против подщелачивания буферное воздействие оказывают слабые кислоты, а против подкисления – слабые кислоты и их соли:



Против подкисления также сильное воздействие оказывают поглощенные основания, особенно кальций.

Высокой буферностью обычно отличаются суглинистые и глинистые почвы, обогащенные гумусовыми веществами. Низкая буферность характерна для песчаных бедных гумусом почв. Эту особенность необходимо учитывать при определении доз удобрений, извести.

7.3. Экологическая индикация реакции почв

О реакции почвы можно судить не только по данным лабораторных анализов, но и по природным индикаторам – растениям, морфологическим признакам почв и др.

Между компонентами любого ландшафта (породы, почвы, растения, природные воды) существуют тесные внутренние связи, в основе которых лежат биогеохимические процессы, явления миграции атомов, вещественный состав среды, свойства ее составных частей и др. Правильный анализ этих связей позволяет по одному звену сложного ландшафтного комплекса определить другие звенья.

Существует довольно строгая приуроченность определенных видов растений к соответствующим почвам. Так, *растениями-индикаторами средне- и сильнокислой реакции почв* является *хвощ полевой, белоус торчащий, щавель воробыный, лютик едкий, фиалка трехцветная, подорожник большой, сераделла маленькая и др.*

Самую *высокую кислотность* ($pH_{KCl} \sim 3,5$) в пределах таежно-лесной зоны имеет верховое болото, а значит, представители его фитоценоза (*сфагнум, пушица, багульник, клюква и др.*) являются надежными индикаторами повышенной кислотности своей среды.

К *растениям-индикаторам нейтральной и слабокислой реакции почв* относят *ромашку непахучую, редьку полевую, пырей ползучий, лапчатку гусиную, метлицу белую, клевер ползучий.*

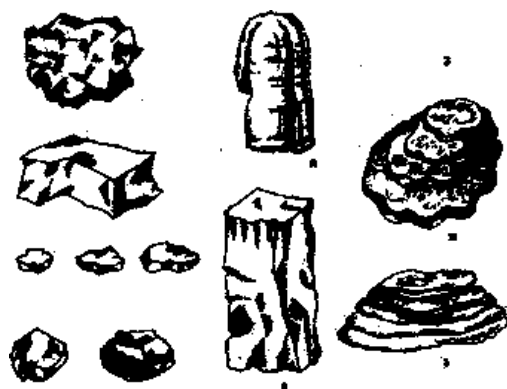
Существует группа растений, которые могут свидетельствовать о *щелочной реакции почвы*, *горчица полевая, смолка белая, живокость полевая, мак-самосейка.*

Есть и другие признаки, которые косвенно свидетельствуют о реакции среды. Так, на *повышенную кислотность* указывает сильная изреженность посевов клевера, заболевание капусты килой, ржавая окраска воды в лужах после дождя, бесструктурность суглинных почв, наличие в них мощного ($>10\text{см}$) подзолистого горизонта.

7.4. Структура почвы

Частицы почвы при склеивании образуют агрегаты, разные по величине и форме, и носят название структурных. Под структурой почвы понимают отдельные (агрегаты, комочки) разной величины, формы, на которые она распадается в спелом состоянии при рыхлении. Ка-

ждый комочек состоит из гранулометрических элементов, соединенных в макро- и микроагрегаты гумусом, корнями растений и др. Почва может быть структурной и бесструктурной. В последней гранулометрические элементы находятся в раздельночастичном состоянии. Примером бесструктурных почв могут быть песчаные: в них мало глинистых частичек и гумуса. Между структурными и бесструктурными почвами могут встречаться переходные, в которых структура выражена слабо.



В зависимости от формы агрегатов различают три типа структуры – агрегатов различают три типа структуры – кубовидная, призмовидная, плитовидная (рис. 2).

Кубовидная структура имеет отдельности, одинаково развитые по трем осям. Подразделяется на роды: глыбистая, комковатая, ореховатая, зернистая, пылеватая.

Рис. 2. Структура почвы: 1 – кубовидная: а – комковатая б – ореховатая, в – зернистая, г – глыбистая; 2 – призмовидная: д – столбчатая, е – призматическая; 3 – плитовидная: ж – плитчатая, з – чешуйчатая.

Призмовидная структура характеризуется преимущественным развитием отдельностей по вертикальной оси. Подразделяется на столбчатую и призматическую.

В *плитовидной структуре* отдельности развиты в основном по двум горизонтальным осям. Подразделяется на плитчатую и чешуйчатую.

Наиболее распространена структура комковатая (тип кубовидной). Оптимальный размер комков 3–5 мм. Они характерны для черноземных почв. Образование структурных агрегатов происходит под влиянием корневой системы, которая уплотняет частицы почв, гумуса и гидрооксидов железа (они склеивают частички), а кальций и магний цементируют их. Структура почвы не всегда прочная, и ее разрушает техника и соединения натрия (в аридном климате). Указанных химических элементов в почвах Беларуси очень мало, поэтому структурные агрегаты непрочные.

В зависимости от размеров агрегаты группируются следующим образом. Агрегаты более 10 мм называют *глыбами*, от 10 до 0,25 мм – *макроагрегатами*, менее 0,25 мм – *микроагрегатами*.

В почвенных горизонтах структурные отдельности обычно не бывают одного размера и формы. Часто структура в них смешанная. Например: комковато-зернистая, комковато-пылеватая и др.

Различным почвенным горизонтам свойственна определенная структура. Так, гумусовые горизонты характеризуются комковатой, зернистой

(чернозем, дерновая почва) или мелкокомковатой, комковато-порошистой (дерново-подзолистая почва) структурой.

Для подзолистых горизонтов свойственна непрочнолистоватая, пластинчатая структура или вообще ее отсутствие.

Иллювиальные горизонты чаще имеют призматическую или ореховатую структуру.

Образование структуры происходит при наличии давления (от воздействия корневых систем растений, животных, замерзания, высыхания почвы и др.) и клеящего вещества. В качестве последнего выступают коллоиды, главным образом гумусовые. Водопрочная структура образуется в случае коагуляции коллоидов (образование геля) катионами кальция и магния. При такой структуре почва после дождя не заплывает, на ней не образуется корка, затрудняющая поступление кислорода к корням растений.

Следует отметить весьма важную роль дождевых червей в образовании почвенной структуры.

С агрономической точки зрения почва считается структурной, если комковато-зернистые водопрочные агрегаты размером от 10 до 0,25 мм составляют более 55%.

Плодородная почва – почва структурная. Она легко крошится при вспашке, лучше противостоит водной и ветровой эрозии. В структурной почве хорошо сочетается водный, воздушный и тепловой режимы. А это положительно воздействует на развитие биологических процессов, на режим питания растений.

Бесструктурные суглинистые почвы плохо впитывают воду, а ее сток может вызвать эрозию; вода и воздух в таких почвах антагонистичны.

В бесструктурных почвах вода теряется в результате интенсивного капиллярного поднятия, что может привести к пересушиванию почвы, ухудшению обеспечения растений водой, элементами питания. Для получения хороших урожаев на бесструктурных почвах необходимо постоянно заботиться о высоком уровне агротехники.

Почвенную структуру могут разрушить механические факторы (передвижение по полям техники, животных, град и др.), а также физико-химические процессы, связанные с внесением в почву физиологически кислых удобрений, вытесняющих из почвы катионы кальция и магния.

Для образования и сохранения почвенной структуры необходимо систематически и в достаточном количестве вносить органические удобрения, известковать кислые почвы, обрабатывать почву в состоянии физической спелости. Хорошие результаты дают посевы многолетних трав (клевер с тимофеевкой), сидеральных культур.

7.5. Общие физические свойства почв

К общим физическим свойствам почвы относят *плотность твердой фазы, объемную массу и пористость*.

Плотность твердой фазы почвы – это отношение твердой фазы почвы к массе равного объема воды при +4°C. Ее величина определяется соотношением содержания в почве минеральных и органических частей.

Плотность определяется массой 1 см³ почвы без пор. Плотность наиболее распространенных в почве минералов (кварц, полевые шпаты, глинистые и др.) составляет около 2,5–2,7 г/см³. Она наибольшая в глинистых почвах. Колеблется около 2,4–2,8 г/см³. Для органических веществ (сухой опад, торф, гумус) плотность твердой фазы колеблется от 0,2 до 1,0–1,4 г/см³.

Плотность твердой фазы верхних горизонтов почвы, обогащенных гумусом, обычно составляет 2,4–2,6 г/см³, а нижних – 2,6–2,7 г/см³.

Плотность твердой фазы почвы косвенно характеризует химический и минералогический состав почвы, содержание в ней органических веществ. Показатель плотности твердой фазы почвы используют для вычисления величины пористости почвы.

Плотность почвы (объемная масса) – масса единицы объема сухой почвы в ненарушенном состоянии. В связи с тем, что почва – рыхлое тело, плотность ее значительно отличается от плотности твердой фазы. Объемная масса представляет собой массу 1 см³ почвы с порами (без уплотнения), в которых всегда есть воздух или вода. Это природное состояние почвы. Поэтому она имеет меньший вес, чем плотность: (0,2–0,8 г/см³ для торфяных и 1,2–1,8 г/см³ для минеральных почв). Плотность верхних горизонтов почвы обычно колеблется от 0,8 до 1,2 г/см³, а в нижних возрастает до 1,3–1,6 г/см³. Оптимальная плотность пахотного горизонта суглинистых почв для большинства культурных растений – 1,0–1,2 г/см³, песчаных и супесчаных – 1,2–1,4, торфяных 0,2–0,4 г/см³. Объемная масса почвы зависит не только от ее минералогического и механического состава, от содержания в ней органического вещества, но и в значительной мере от ее структуры, сложения. Так, песчаные почвы (малогумусные и бесструктурные) характеризуются большей плотностью в сравнении с суглинистыми почвами, содержащими больше гумуса и хорошо оструктуренными.

От плотности почвы зависит распространение в ней корней растений, ее водный, воздушный и тепловой режимы, а значит, и продуктивность культурных растений.

Показатели плотности почвы используют для расчета ее пористости, запаса воды, элементов питания, гумуса.

Серьезной экологической проблемой современного земледелия является повышенное уплотнение пахотного и подпахотного слоев поч-

вы в связи с использованием на полях мощной техники. При плотности почвы более $1,45 \text{ г/см}^3$ в ней создаются экстремальные условия для живых организмов, для биологической активности в связи с ухудшением газообмена, водно-воздушного режима почвы, что отражается на плодородии почвы.

Пористость – общий объем пор между твердыми частичками почвы в расчете на 1 см^3 ее природного состояния. Выражают в процентах от общего объема почвы. Рассчитывают по формуле: $P = (1 - d_v/d) \cdot 100$, где d_v – плотность почвы; d – плотность твердой фазы почвы; $(1 - d_v/d)$ – объем пор на единицу объема почвы.

Пористость в верхних горизонтах почвы обычно составляет 55–70%, а в нижних – 35–50 %. Оптимальная пористость для большинства сельскохозяйственных культур около 50 %. Если величина пористости менее 40%, то затрудняется проникновение корней растений в почву.

Различают *общую, капиллярную (межагрегатную)* пористость. Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременно хорошей аэрации необходимо, чтобы соотношения капиллярной и некапиллярной пористости составляли примерно 1:1.

С агрономической точки зрения важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость (поры заполнены водой) и одновременно пористость аэрации (поры заполнены воздухом) не менее 15% объема в минеральных и 30–40 % в торфяных почвах.

7.6. Физико-механические свойства почвы

Физико-механические свойства почвы определяют условия их обработки, работы сельскохозяйственных машин, приспособлений и др. К ним относят *пластичность, липкость, связность, набухание, усадка, удельное сопротивление, спелость почв*.

Пластичность – способность почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы и сохранять ее. Обусловливается содержанием иловой фракции и зависит от влажности почвы. Увеличение содержания в почве обменного натрия повышает ее пластичность, а насыщение почвы катионами кальция и магния, увеличение количества гумуса – снижает. Наибольшей пластичностью характеризуются глины (для глины > 17 ; суглинка $7 - 17$; супеси < 7 ; песка – 0).

Способность влажной почвы прилипать к другим телам называют *липкостью*. Прилипание почвы к сельскохозяйственной технике увеличивает тяговое сопротивление и ухудшает качество обработки почвы. Липкость обычно возрастает с увеличением содержания иловатых частичек и уменьшением структурности почвы. Наибольшую липкость имеет глина, песок не прилипает.

Связность – способность почвы противостоять внешним усилиям разъединить почвенные частички. Обусловлена *силами сцепления* между частичками. Наибольшей связностью обладают глинистые почвы, наименьшей – песчаные. Связность почвы также зависит и от таких факторов, как структурное состояние, гумусированность, влажность. Максимальная связность наблюдается при влажности завядания растений. Содействует увеличению связности насыщение почвы одновалентными катионами. Связность определяет твердость почвы. Почвы с высокой связностью трудно обрабатывать.

Набухание – увеличение объема почвы при увлажнении. Обуславливается сорбцией воды почвенными частичками и гидротацией обменных катионов. Высоким набуханием отличаются глинистые минералы, значительным – органические коллоиды. Повышению набухаемости содействует значительное содержание в почве натрия.

Явление, противоположное набуханию и которое проявляется при высушивании почвы и характеризуется уменьшением объема почвы, называется *усадкой*. Сильная усадка образует трещины в почве, может вызывать разрыв корней растений, потерю воды за счет испарения.

Удельное сопротивление определяется силами, которые затрачиваются на подрез пласта, его оборот и трение. Наибольшее сопротивление в глинистых почвах. На них затрачивается больше топлива при обработке.

С физико-механическими свойствами почвы связано такое понятие, как *спелость почвы*. Различают *физическую* и *биологическую* спелости почвы.

Физическая спелость – это такое состояние почвы, когда она легко обрабатывается, хорошо крошится на комки разной величины. Именно почву такого состояния и необходимо обрабатывать. Физически неспелая почва прилипает к почвообрабатывающим орудиям, образует глыбы. Физическая спелость определяется влажностью почвы, ее связностью, липкостью.

Биологической спелости почва достигает при максимальной активности микробиологических процессов. Об этом судят по количеству углекислого газа, образующегося в результате их проявления. В период биологической спелости возрастает содержание в почве доступных растениям элементов питания.

Для регулирования общих, физико-механических свойств почвы используют различные приемы: а) агротехнические (правильная обработка почвы с соответствующими приемами, способами, сроками); в) химические (формирование оптимального состава катионов ППК, необходимой реакции путем известкования почвы, применения определенных минеральных удобрений и др.); в) биологические (посев сидератов, многолетних трав, внесение органических удобрений и др.).

7.7. Почвенная вода и водные свойства почвы

Всякая почва содержит определенное количество воды, которую обычно называют почвенной, или жидкой фазой. Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы характеризует ее влажность.

Почвенная вода – условие жизни растений, жизнедеятельности почвенной фауны и микрофлоры. Особенно много воды расходуют растения – для создания 1 г сухого вещества требуется от 200 до 1500 г воды.

Наличие воды в почве обуславливает протекание биохимических, физико-химических и других процессов, передвижение веществ, водно-воздушный, тепловой режимы, физико-механические свойства.

Растения нормально развиваются только тогда, когда в почве есть постоянное и достаточное количество воды. Как недостаток, так и избыток влаги в почве ограничивают продуктивность растений или совсем вызывают их гибель.

Познание закономерностей поведения почвенной влаги, умение управлять водными свойствами почвы – важная предпосылка получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Источники воды в почве следующие: атмосферные осадки, грунтовые воды, конденсация водяного пара из атмосферы. Обычно главным источником воды в почве являются атмосферные осадки.

Формы воды в почве. Вода, поступающая в почву, может передвигаться под воздействием силы тяжести (гравитации), может попадать под воздействие менисковых (капиллярных), осмотических, сорбционных сил или переходить в парообразное состояние. В результате этого в почве образуются различные категории (формы) воды, которые характеризуются неодинаковой подвижностью, различной силой связи с почвой, а значит, и разной доступностью для растений.

Вода в почве может находиться во всех трех состояниях – твердом (лед), жидком, парообразном.

Различают следующие формы воды в почве: химически связанная, парообразная, сорбционно связанная (гигроскопическая, пленочная); свободная (капиллярная и гравитационная).

Химически связанная (кристаллизационная) вода входит в состав некоторых кристаллогидратов ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Характеризуется очень высокой прочностью связи и неподвижностью в почве, недоступна растениям.

Парообразная вода. Находится в почвенном воздухе в форме водяного пара. Она содержится в небольшом количестве (не более 0,001% от массы почвы) и свободно передвигается от мест с большей упругостью пара к местам с меньшей упругостью, от более теплых к менее нагретым слоям почвы. Может также передвигаться пассивно с потоком воздуха. Парообразная вода может адсорбироваться поверхностью

твердых частичек. Становится доступной растениям только после конденсации паров воды.

Сорбционно связанная вода образуется путем сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частичек почвы. Она подразделяется на гигроскопическую (или прочносвязанную) и пленочную (или рыхлосвязанную).

Гигроскопическая вода представляет собой сорбированные молекулы водяного пара, на поверхности почвенных частичек. Они образуют пленки, состоящие из 2–3 ориентированных слоев молекул воды. При высокой относительной влажности воздуха толщина этой пленки может быть равной 20–30 диаметрам молекул водяного пара.

Количество гигроскопической воды в почве зависит в основном от содержания органических и минеральных частичек, способных образовывать вокруг себя пленку. Тяжелые по механическому составу и хорошо гумусированные почвы содержат больше гигроскопической воды по сравнению с легкими, малогумусированными почвами. Эффект сорбции воды заметно проявляется в частицах размером 2–3 мкм и резко возрастает в частицах менее 1 мкм.

Гигроскопическая вода очень прочно удерживается почвой ($1\text{--}2 \cdot 10^9$ Па), совсем недоступна растениям. Удалить ее из воздушно-сухой почвы можно путем многочасового высушивания при 105°C .

Наибольшее количество гигроскопической воды почва может сорбировать из воздуха, полностью (96–98 %) насыщенного водяным паром. Эта величина называется максимальной гигроскопичностью почвы (МГ). Значение МГ в песчаных почвах колеблется в границах 0,1–1 %, в глинистых, гумусированных почвах достигает 10–15 %, а в органогенных почвах – 20–40 %.

Обычно растения начинают завядать раньше, чем почва высыхает до максимальной гигроскопичности. То количество влаги в почве, при которой в растениях появляются признаки устойчивого завядания, и они не исчезают при помещении растений в атмосферу, насыщенную водяным паром, называется *влажностью устойчивого завядания (ВЗ)*.

ВЗ – это нижняя граница доступности воды растениям в почве. Ее определяют вегетационными методами, наблюдая, при какой влажности растения завядают, или расчетным образом: $\text{МГ} \cdot 1,5$.

Влажность завядания зависит от вида растения и свойств почвы. Чем больше в почве мелких частичек и органических веществ, тем выше в ней ВЗ. В среднем она составляет 1–3% в песках, 3–6% в супесях, 6–15% в суглинках и 50–60 % в торфяных почвах. Показатели ВЗ необходимы для расчета запасов в почве продуктивной влаги.

Пленочная (рыхлосвязанная) вода – является дополнительно сорбированной при соприкосновении твердых частичек почвы с жидкой водой. Сорбционные силы поверхности почвенных частичек не насы-

щаются полностью даже в том случае, когда влажность почвы достигает МГ, но может сорбировать жидкую воду. Рыхлосвязанная вода образует пленку из слабоориентированных молекул. Пленочная вода удерживается почвой менее прочно, чем гигроскопическая. Может передвигаться от частиц с более толстой к частицам с менее толстой пленкой. Растениям доступна только частично.

Свободная вода не связана силами притяжения с почвенными частицами. Она доступна растениям. Различают две формы свободной воды в почве – *капиллярную и гравитационную*.

Капиллярная вода удерживается в почвенных порах малого диаметра – капиллярах, под воздействием капиллярных или менисковых сил. В зависимости от характера увлажнения почвы различают *капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду*.

Капиллярно-подвешенная вода заполняет капиллярные поры при увлажнении почвы сверху. При этом под увлажненным находится сухой слой почвы. Вода увлажненного слоя как бы «зависает» над сухим слоем почвы. Капиллярно подвешенная вода может передвигаться в направлении к испаряющей поверхности. Это движение прекращается, когда капилляры из-за недостатка воды разрываются. Влажность, при которой это происходит, называется *влажностью разрыва капилляров (ВРК)*.

Капиллярно-подпертая вода образуется при подъеме ее снизу вверх по капиллярам от грунтовых вод, или верховодки. Зона капиллярного насыщения над грунтовой водой называется *капиллярной каймой*.

Агротехнические мероприятия, направленные на сохранение воды в почве, на рациональное использование ее растениями, связаны с образованием запасов именно капиллярной воды путем уменьшения ее расхода на физическое испарение. Например, ранневесеннее покровное боронование почвы разрушает ее корку, капилляры и этим существенно сокращает потерю воды почвой.

Свободная вода, которая не удерживается капиллярами и передвигается вниз под воздействием силы тяжести, называется *гравитационной*. Различают гравитационную воду, просачивающуюся сверху вниз сквозь почвенно-грунтовую толщу, и гравитационную воду, накапливающуюся над водонепроницаемым горизонтом в виде грунтовой воды. Гравитационная вода не только вызывает вынос или горизонтальную миграцию химических элементов, но и может обуславливать недостаток кислорода в почве.

Водные свойства. Основными водными свойствами почвы являются *влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность*.

Влагоемкость – способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды. *Полная влагоемкость* соответствует состоянию полной насыщенности почвы водой, когда все поры ею запол-

нены. Ее величина зависит от пористости почвы и рассчитывается по формуле: $W = P/V$, где W – полная влагоемкость (в % от сухой почвы); P – пористость (в % от объема почвы); V – плотность почвы (г/см^3).

Понятию *капиллярной влагоемкости* соответствует состояние насыщения водой всех капилляров почвы.

Полевая влагоемкость характеризуется наибольшим количеством подвешенной воды, которую может удерживать почва. В полевых условиях такое состояние увлажнения наблюдается после стока гравитационной воды при отсутствии подпора грунтовых вод.

Максимальная молекулярная влагоемкость – это количество воды, удерживаемое силами молекулярного притяжения. *Наименьшая влагоемкость* почвы определяется содержанием в ней только пленочной воды.

Величина всех видов влагоемкости зависит от механического состава, структуры почвы, ее гумифицированности и возрастает с переходом от легких почв к тяжелым, от бесструктурных к структурным, от почв с низким содержанием гумуса к почвам хорошо гумусированным.

Водопроницаемость – способность почв впитывать и пропускать сквозь себя воду, поступающую с поверхности. Водопроницаемость может определяться временем, за которое вода проходит определенное расстояние по порам почвы сверху вниз. При поступлении воды в почву сначала происходит поглощение и прохождение ее от одного слоя к другому, ненасыщенного водой. Потом, когда почвенные поры полностью наполнятся водой, начинается ее фильтрация сквозь толщу почвы.

Считается, что почва имеет хорошую водопроницаемость, если она пропускает за один час при напоре воды в 5 см и температуре 10°C от 70 до 100 мм воды. Чрезмерно высокая водопроницаемость обуславливает высокую фильтрацию воды за границы корнезаселенного слоя. И наоборот, чрезмерно низкая может привести к застаиванию воды на поверхности почвы, стоку ее по склону, смыву и размыву почвы. Песчаные и супесчаные почвы более проницаемые для воды, чем суглинистые и глинистые. Водопроницаемость структурных почв более высокая по сравнению с бесструктурными.

Водоподъемная способность – способность почвы вызывать восходящее перемещение воды капиллярными силами. Они наиболее сильно проявляются в порах диаметром 0,1–0,003 мм; более мелкие поры заполнены связанной водой. Поэтому водоподъемная способность возрастает от песчаных почв к суглинистым и снижается в глинистых. Водоподъемная возможность может определяться временем, за которое вода проходит определенное расстояние снизу вверх (это способность выпаривания воды) или высотой поднятия воды. Максимальная высота поднятия воды над уровнем грунтовых вод для песчаных вод – 0,5–0,7 м, для суглинистых – 3–6 м. В структурных почвах капиллярная вода менее подвижна.

Благодаря капиллярным процессам и водоподъемной способности почв грунтовые воды участвуют в дополнительном обеспечении растений водой, восстановительных процессах и др. Количество воды в почве и преобладающее направление движения ее в вегетационный период характеризует особенности водного режима. Он определяется водным балансом (приход + расход воды). Водный режим представляет собой совокупность явлений поступления влаги в почву, продвижения, расхода. Количественную его характеристику показывают в виде водного баланса. Приходная часть баланса состоит из атмосферных осадков (A_o), притока грунтовых вод ($ГрП$), конденсированной воды ($К$). Расход воды включает потерю воды при испарении ($И$), десукции ($Д$), различных видов стока – поверхностного ($ПС$), внутрипочвенного ($ВПС$), грунтового ($ГрС$).

В зависимости от баланса воды различают следующие типы водного режима: промывной, периодически промывной, непромывной, выпотной, водозастойный.

Промывной тип водного режима проявляется в условиях ежегодного промачивания всей почвенной толщи до грунтовых вод. Уравнение водного баланса для этого типа имеет следующий вид:

$$A_o > И + Д + ПС + ВПС.$$

Промывной тип водного режима характерен для подзолистых и дерново-подзолистых почв.

Периодически промывной тип водного режима наблюдается на территориях, где средние многолетние показатели осадков и испарения примерно сбалансированы. Здесь в сухие годы происходит ограниченное промачивание почвы, а в мокрые – сквозное. Этот тип водного режима свойственен для почв лесостепей. Водообеспеченность почв здесь неустойчивая.

Непромывной тип водного режима встречается в почвах южных зон (сухие степи, черноземно-степная зона и др.). Вода осадков здесь распределяется только в верхних горизонтах и не достигает грунтовых вод. Уравнение водного баланса этого типа следующее:

$$A_o = И + Д + ПС + ВПС.$$

Вывотной тип водного режима наблюдается в условиях жаркого засушливого климата при неглубоком залегании грунтовых вод. Количество воды, которое расходуется на испарение, десукцию, значительно превосходит количество воды атмосферных осадков: $A_o < И + Д$.

Водозастойный тип водного режима встречается в разных почвенно-климатических условиях, характерен для понижений рельефа, для мест с близким к поверхности уровнем грунтовых вод, при мерзлом грунте, как в тундре. Обуславливает заболачивание почв.

Общим критерием выделения типов водного режима может быть коэффициент увлажнения ($KУ$), представляющий собой отношение го-

довой суммы осадков к годовой потере воды при испарении. В разных природных зонах он колеблется от 0,1 до 3,0.

Таким образом, водный режим имеет большое значение в почвообразовании. В одних условиях он может определять вынос веществ из почвы, в других, наоборот будет содействовать их накоплению, формировать солончаки. Переувлажнение почвы может вызвать восстановительные процессы, накопление торфа и др.

Как недостаток, так и избыток воды отрицательно отражается на жизнедеятельности растений. Регулирование водного режима основывается на учете климатических и почвенных условий, биологических особенностей растений и осуществляется соответствующими мелиоративными приемами.

В естественных условиях с водным режимом почв теснейшим образом коррелирует и характер растительного покрова, его видовой состав. Экология этой зависимости позволяет говорить о болотной растительности, растительности заболоченных и водораздельных участков.

7.8. Воздушные свойства почв

Почва – пористое тело, в котором практически постоянно в тех или иных количествах присутствует воздух. Он обычно состоит из смеси газов и заполняет свободные от воды поры почв.

Источниками почвенного воздуха является атмосферный воздух и газы, образующиеся в самой почве.

Большинство растений не может существовать без постоянного притока кислорода к корням и выведения углекислого газа из почвы – должен быть постоянный обмен с атмосферным воздухом. Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют *газообменом, или аэрацией*.

При недостатке кислорода и избытке углекислого газа в почвенном воздухе развитие растений угнетается, снижается усвоение веществ питания, воды, замедляется рост корней. Отсутствие кислорода ведет к гибели растений. Все это обуславливает необходимость постоянной аэрации почв. Почвенный воздух может находиться в различных состояниях – *свободном, адсорбированном поверхностью почвенных частичек и растворенном в жидкой фазе почвы*. Большое значение в аэрации почв имеет свободный почвенный воздух. Он обычно находится в некапиллярных и капиллярных порах, обладает подвижностью и может обмениваться с атмосферным воздухом.

По составу почвенный воздух отличается от атмосферного меньшим содержанием кислорода и большим углекислого газа (табл. 1).

Таблица 1

Состав атмосферного и почвенного воздуха (в % объема)

Газ	Воздух атмосферный	Воздух почвенный
Азот	78	78–80
Кислород	21	0,1–20
Углекислый газ	0,03	0,1–15

Кроме трех основных газов (N_2 , O_2 , CO_2) в почвенном воздухе находятся в незначительных количествах CH_4 , H_2 и др.

На протяжении вегетационного периода состав почвенного воздуха постоянно меняется в результате деятельности микроорганизмов, дыхания растений и газообмена с атмосферой. В пахотных, хорошо аэрируемых почвах с благоприятными физическими свойствами содержание CO_2 в почвенном воздухе на протяжении вегетации не превышает 1–2 %, а содержание O_2 не бывает ниже 18 %.

Главные факторы, влияющие на газообмен – диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, влажность почвы, ветер. Все эти факторы действуют в природных условиях совокупно, но основным необходимо считать диффузию. В результате ее происходит перемещение газов в соответствии с их парциальным давлением.

Состояние газообмена определяется воздушными свойствами почв. К ним относят *воздухопроницаемость* и *воздухоемкость*.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать сквозь себя воздух. Чем большими являются ее показатели, тем лучше идет газообмен. Зависит от механического состава почвы, ее плотности, влажности, структурного состояния. Воздух передвигается в почве по порам, не заполненным водой. В структурных почвах, в которых кроме капиллярных пор есть достаточное количество крупных некапиллярных пор, создаются наиболее благоприятные условия для воздухопроницаемости.

Воздухоемкость – способность почвы удерживать определенное количество воздуха. Определяют ее в объемных процентах. Содержание воздуха в почве зависит в первую очередь от влажности почвы и ее пористости – чем большая пористость и меньшая влажность почвы, тем больше содержится в ней воздуха. Оптимальные условия для газообмена создаются при содержании воздуха в минеральных почвах 20–25%, а в торфяных – 30–40%.

Создание глубокого пахотного горизонта, рыхление подпахотного, разрушение почвенной корки – важные приемы регулирования воздушного режима на малогумусных почвах тяжелого механического состава. Положительную роль играют при этом и такие мероприятия, как регулирование реакции среды, внесение удобрений, особенно органических.

7.9. Тепловые свойства почв

Тепловые свойства почв тесно связаны с физическими свойствами почвы, т.к. в почве тепло передается от одной твердой частички к другой. Поэтому, чем более плотная почва, тем скорее она нагревается. Когда в почве много пор с воздухом или водой, то такая почва нагревается длительное время. Приход и расход тепла почвы составляет баланс тепла. Когда больше поступает тепла, чем расходуется, то почва имеет положительный баланс тепла.

Температура почвы является фактором, сильно влияющим на интенсивность ее химических, физико-химических и биологических процессов. Скорость химических реакций возрастает в 2–3 раза с повышением температуры на каждые 10°C .

Тепло – необходимый фактор жизнедеятельности растений. От температурных условий почвы зависит прорастание семян, развитие и распространение корневых систем, скорость прохождения отдельных стадий, интенсивность фотосинтеза. Температурный режим почв регулирует количество микроорганизмов и их активность.

Неудовлетворительное тепловое состояние почвы может привести к снижению продуктивности растений и даже к их гибели. Поэтому важно знать закономерности формирования температурного режима почвы и приемы его регулирования.

Совокупность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепловой энергии называется *тепловым режимом почвы*. Тепловое состояние почвы характеризуется показателями температуры ее генетических горизонтов и определяется теплообменом в системе: приземный слой воздуха – растения – почва – материнская порода. В самой почве также происходит теплообмен, обусловленный разностью температур поверхности почвы и ниже расположенных горизонтов.

Главным источником тепла в почве является лучистая энергия солнца. Количество солнечной радиации, поступающей на поверхность почвы, зависит от географического положения и характера рельефа местности, а также от поры года и суток, состояния атмосферы. В средних широтах в полуденные часы приток солнечной радиации на ровную поверхность составляет $0,8\text{--}1,5\text{ кал/см}^2$ в минуту. Дополнительным источником является тепло, выделяющееся при разложении органических остатков, и внутреннее тепло земного шара. Однако это дополнительное тепло очень незначительное.

Тепловой режим почвы зависит не только от количества лучистой энергии, поступающей в почву, но и от тепловых свойств самой почвы – теплопоглощение, теплоемкость, теплопроводность.

Теплопоглощательная способность – способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Характеризуется величиной альбедо, представляющей собой отношение количества отраженной энергии к количеству поступившей. Чем меньше альбедо, тем больше поглощает почва солнечной радиации. Альбедо зависит от цвета, влажности струк-

туры почвы, выровненности поверхности и наличия растительного покрова. Почвы темно-окрашенные, с южным склоном поглощают солнечного тепла больше, чем почвы светлые северного склона. Растительный покров несколько уменьшает поглощение почвой тепла.

Величина альбедо разных поверхностей колеблется в широких пределах: снежная – 70–80 %, песчаная – 40 %, черноземная – 8–14 %, водная – 10%, с растительным покровом – 12–20 %. Снежный покров, характеризующийся низкой теплопроводностью, ограничивает потерю тепла почвой, глубину ее промерзания, предупреждает гибель культурных растений от низких температур.

Теплоемкость – свойство почвы поглощать тепло. Характеризуется количеством тепла (которое может удерживать почва) в калориях, необходимого для нагрева единицы массы (1 г) или объема (1 см³) на 1°C. Составные части почвы имеют разные показатели теплоемкости. Так, удельная (массовая) теплоемкость составляет для песка кварцевого – 0,19; глины – 0,23; воды – 1,0; торфа – 0,47 кал.

Суглинистые и глинистые почвы, содержащие много воды и органического вещества, обладают большей теплоемкостью, чем песчаные и супесчаные почвы с малой влажностью. Почвы тяжелого механического состава, заболоченные медленно нагреваются – их называют холодными. Песчаные и супесчаные почвы быстро теряют воду, быстро прогреваются – их называют теплыми. Весной легкие почвы нужно обрабатывать раньше, чем тяжелые.

Теплопроводность – способность почвы проводить тепло от одного слоя к другому. Измеряется количеством тепла в калориях, которое проходит за 1с сквозь 1 см² слоя почвы толщиной 1см при разности температур в 1°C. Теплопроводность может определяться временем, за которое почва нагревается на глубину 1 см. Теплопроводность почвы является функцией теплопроводности ее составных частей – твердой, жидкой, газовой. Наименьшей теплопроводностью характеризуется воздух, несколько большей – вода, наибольшая – в минеральной части почвы. Теплопроводность минеральной части в среднем в сто раз больше, чем воздуха, а воды – в 28 раз. Очень низкая теплопроводность в торфяных почвах.

Сухие бесструктурные, плотные почвы нагреваются быстро, но они и быстро теряют тепло. Влажные, рыхлые, богатые органическим веществом почвы нагреваются медленнее, но излучают тепло постепенно, что благоприятно для сельскохозяйственных культур.

Для регулирования теплового режима почвы применяют различные приемы – мульчирование, рыхление или прикатывание поверхности почвы, гребневые и грядовые посевы, снегозадержание, поливы, укрытие пленкой и др.

8. Геохимия и энергетика почвообразования

Материальной основой при формировании почв являются горные породы – их называют материнскими. С одной стороны, почва наследует те химические элементы, которые содержатся в почвообразующих породах. С другой – эти химические элементы энергично перераспределяются в вертикальном и пространственном направлениях под влиянием факторов почвообразования, в первую очередь под влиянием жизнедеятельности животных и растительных организмов, воды.

Будучи биокостным телом почва – основная среда взаимодействия между живым веществом и неживой природой. Она обуславливает определенное поведение химических элементов в почве. Геохимия почвообразования занимается изучением закономерностей поведения химических элементов в почве, их миграцией, аккумуляцией, перераспределением.

Огромную биогеохимическую работу выполняют бесконечные поколения высших растений, обуславливающих круговорот химических элементов в системе почвы – растения и синтез органического вещества.

Высшие растения суши ежегодно синтезируют более 100 млрд.т. сухого органического вещества. Принимая, что зольные элементы и азот составляют около 5% этой массы, можно заключить, что на суше вовлекается в биологический круговорот несколько миллиардов тонн химических элементов.

О роли биологического фактора в перераспределении химических элементов, о направленности биологического круговорота можно судить, если определить коэффициенты биологического поглощения (K_b) химических элементов:

$$K_b = \frac{\text{Содержание химического элемента в золе растений}}{\text{Среднее содержание элемента в литосфере}}$$

Этот коэффициент высок для углерода, азота, фосфора, серы, галогенов. Большое влияние на состав почвы, на перераспределение химических элементов в ней оказывает водная миграция химических элементов. Подсчитано, что поверхностными водами выносятся в течение года со всей суши $23 \cdot 10^9$ т. растворенных и взмученных веществ.

Количественно роль водной миграции в геохимии вещественного состава почв выражают коэффициентом водной миграции (K_v):

$$K_v = \frac{\text{Содержание химического элемента в сухом остатке воды}}{\text{Среднее содержание элемента в земной коре}}$$

Чем меньше это отношение, тем менее активно выносятся водами химический элемент. Наибольшая геохимическая подвижность у хлора, серы, брома, йода. Меньше вовлекаются в водную миграцию калий, натрий, кальций, магний, а также стронций, молибден, цинк и др.

Состав почвы и ее горизонтов определяется соотношением процессов биологического поглощения и водной миграции. В геохимическом плане почвообразование сложный, развивающийся во времени процесс обмена вещества между литосферой, атмосферой и наземными организмами.

Почвообразование сопровождается и определенным обменом энергии. Этот вопрос был основательно изучен В.Р. Волобуевым (1963). По его данным, суммарная затрата энергии на почвообразование составляет в тундрах и пустынях 4–20 кДж/см, в лесах и степях умеренного пояса 40–170 кДж/см², во влажнотропических ландшафтах 200–300 кДж/см² в год.

Расход энергии почвообразования распределяется следующим образом: испарение и транспирация – 95–90,5 %; биологические процессы – 5,0–0,5 %; гипергенез минералов – 0,0п–0,00п %.

Полнота использования поступающей солнечной энергии на почвообразование зависит от увлажнения – в аридных ландшафтах мало используется энергии, в гумидных ландшафтах степень использования солнечной энергии на почвообразование достигает 70–80 %.

9. Биогеохимические провинции и их экологическое проявление

Биогеохимические провинции – это области на поверхности Земли, в которых в ответ на геохимические факторы (недостаток или избыток определенных химических элементов во внешней среде) у живых организмов возникают соответствующие биологические реакции. Например, для зон подзолистых и дерново-подзолистых почв характерны биогеохимические провинции, связанные с недостаточностью йода, кобальта, кальция, меди и других элементов. Этот дефицит обусловлен большой подвижностью их ионов, легко вымываемых из указанных почв. Экологическая реакция на аномальное содержание в окружающей среде перечисленных элементов проявляется в виде эндемических (местных) заболеваний – зоб, акобольтоз, ломкость костей у животных. Подобные заболевания не встречаются в соседней зоне черноземья.

Имеются также биогеохимические провинции и эндемии, встречающиеся в районах рудных месторождений, солевых отложений, недавно действующих вулканов. Для них обычно характерно избыточное содержание химических элементов в среде. Например, борные биогеохимические провинции и эндемии (среди флоры и фауны) обнаружены

в бессточных областях; флюороз человека и животных – в области недавно действующих вулканов, месторождений флюорита и фторапатита.

Изучение биогеохимических условий возникновения эндемий позволяет разрабатывать меры их предупреждения – применение микроудобрений, содержащих медь, бор; использование в пищу йодированной соли; обогащение кормов животных кобальтсодержащими соединениями и т.д.

10. Процессы почвообразования

Простейшие природные процессы (физические, химические, физико-химические, биохимические) под влиянием факторов почвообразования действуют в почве не всегда на полную силу. В пустынях преобладают физические процессы, в экваториальных лесах – биохимические и химические. Сочетание простейших природных процессов с разной степенью их выраженности создает специфическое направление разрушения, перемещения и образования новых химических соединений и отложений, которые влияют на создание своеобразной морфологии и химического состава почвы, что отличает почвы тундры от почв степей и других природных зон. Таким образом, создаются более сложные процессы, направленные на формирование разнообразных типов почв на поверхности Земли.

Эти более сложные процессы называют элементарными процессами почвообразования. Они делятся на две группы: *первую группу образуют элементарные процессы почвообразования по изменению минеральной части почвы* (первичный почвообразовательный процесс, подзолистый, лессиваж (выщелачивания), латеритный (ферралитизации), оглинения, глеевый, засоления, рассоления); *вторую группу образуют элементарные процессы почвообразования по преобразованию органической части почвы* (дерновый или гумусонакопления, торфонакопления).

Первичный почвообразовательный процесс происходит в горах, где идет разрушение горной породы под влиянием температуры и воды до простейших минералов или грубых обломков породы. При поселении растений дополняется биохимический процесс.

Подзолистый процесс протекает практически во всех лесных почвах с промывным водным режимом. Но наиболее типично он выражен в тайге, где создается хорошо выраженный в почве подзолистый (A_2) осветленный горизонт под гумусовым горизонтом. Из хвои при разложении образуются преимущественно агрессивные фульвокислоты, которые разрушают минеральные соединения, и химические элементы в ионной форме с водой перемещаются вниз по профилю, оставляя сверху чисто кварцевый песок (A_2). Этот процесс является основным при обра-

зовании подзолистых и дерново-подзолистых почв, включая почвы Беларуси.

Процесс выщелачивания (лессиваж) протекает также в лесной зоне, где промывной водный режим. Но в данном случае с водой вниз по профилю перемещаются коллоидные частицы (количество их изменяется в верхней части профиля и увеличивается в иллювиальном горизонте). Наиболее типично протекает этот процесс в широколиственных лесах с серыми лесными и бурыми лесными почвами.

Латеритный (ферралитизации) процесс протекает в лесных почвах влажного субтропического, тропического и экваториального поясов с промывным водным режимом. Это процесс активного разрушения всех органических и минеральных соединений и их вынос вниз по профилю и относительно накопления оксидов и гидроксидов Fe и Al до 40% и выше. Часть железа находится в виде свободных коллоидных оксидов и характеризуется амфотерной природой: в кислой среде имеет положительный заряд, в щелочной – отрицательный. Поэтому в почвах содержится больше анионов и меньше катионов из-за кислой реакции почвы.

В зависимости от соотношения Fe и Al в почвах выделяются алитные почвы ($Fe > Al$), ферралитные ($Al \approx Fe$), алитферритные ($Fe > Al$). Из минералов преобладают коолинит, галуазит, гецит ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$), бемит ($AlO \cdot OH$), гибсит ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$). Характерны для черноземов, желтоземов, красных, желтых и красно-желтых латеритных почв.

Процесс оглинения протекает практически во всех влажных природных зонах при положительных температурах и ускоряется в направлении экватора. В результате гидролиза первичных минералов создаются вторичные (глинистые) минералы. Гидролиз представляет собой реакцию химического взаимодействия между водой и минералами (полевой шпат, слюда и др.), где роль катализатора выполняет CO_2 .

Глеевый процесс протекает в минеральных заболоченных почвах всех природных зон. При недостатке O_2 и излишке воды химические элементы с переменной валентностью в форме оксидов, гидроксидов восстанавливаются с участием анаэробов и органического вещества и переходят в подвижную форму и частично выносятся. Преобладающие в почве оксиды железа после восстановления меняют цвет почвы с красно-коричневого до зелено-голубого. Двухвалентное железо является индикатором глеевого процесса. Среди зональных почв глеевый процесс ведущий в тундрово-глеевых почвах.

Процесс засоления протекает в почвах с аридным климатом и водным режимом. Это процесс переноса хлоридных, сульфатных и карбонатных солей вверх по профилю и отложения их при испарении влаги. Под влиянием засоления создаются солончаки, солонцы, бурые, красно-бурые и другие почвы, в пустынях, сухих степях и саваннах.

Процесс рассоления противоположен процессу засоления, когда под влиянием воды хлориды, сульфаты, карбонаты растворяются и перемещаются вниз по профилю почвы. Этот процесс типичен для формирования солодей.

Процесс гумусонакопления или дерновый процесс наиболее выражен в природных зонах с травянистой растительностью (степи, саванны, луга). Ежегодно отмершая травянистая растительность создает большой запас мертвого органического вещества, которое преобразуется в гумус, под влиянием *аэробного биохимического процесса*. Так создаются черноземы, дерновые, каштановые, черноземовидные и другие почвы.

Процесс торфонакопления протекает на заболоченных лугах под влиянием *анаэробного биохимического процесса*, микроорганизмов мало, поэтому отмершая растительность разрушается не полностью и создает торф вместо гумуса. Торфяные почвы встречаются во всех влажных природных зонах.

Часть II. География почв

1. Разнообразие почв в природе

1.1. Классификация, систематика и номенклатура почв

Сложная взаимосвязь между почвой и факторами почвообразования, разнообразие последних и их сочетаний являются причиной большого разнообразия почв в природе. В целях удобства их изучения и практического использования возникает необходимость в группировке почв, их классификации.

Под *классификацией почв* понимают их отношение к различным систематическим единицам и определение соподчиненности этих единиц. Принципы и критерии классификации почв могут быть разные.

Первую в мире научную классификацию почв предложил (1879 г.) и обосновал (1886 г.) В.В. Докучаев. В соответствии с его классификацией все почвы России были подразделены на нормальные (зональные), переходные (интразональные), аномальные (наносные). Классификация почв, разработанная В.В. Докучаевым и усовершенствованная его учеником Н.М. Сибирцевым, основывалась на учете связей свойств почвы с факторами почвообразования, географией ландшафтов и другими причинами географического распределения почв. Такая классификация почв получила название географо-генетической. Следует отметить, что генетический подход и до настоящего времени преобладает в различных системах классификаций почв, несмотря на то, что ведущие критерии могут быть разными.

Многие современные классификации почв представляют собой творческое продолжение докучаевского подхода к группировке почв. Они учитывают экологические, морфологические и эволюционные подходы и создаются с учетом строения состава и свойств почв, их режимов и процессов почвообразования, агропроизводственных особенностей.

Все классификации почв можно объединить в группы: географо-генетическая (Докучаев, Сибирцев, Афанасьев), факторно-генетическая (Глинка, Высоцкий, Захаров), собственно-генетическая (Касович, Глинка, Гедройц), эволюционно-генетическая (Касович, Полюнов, Ковда), историко-генетическая (Вильямс, Герасимов), агрогеологическая (Майер, Кноп, Фаллу), физическая (Пэйер, Шюблер), почвенно-минералогическая (Рамани, Зигмонд, Штреме, Кубиека, Дюшафур и др.), генетическая и географическая (Марбут, Келлат, Торн и др.). К числу наиболее разработанных классификаций почв, используемых в настоящее время в почвоведении, можно отнести следующие: географо-генетическая, морфолого-генетическая, эволюционно-генетическая.

Систематика почв предполагает определенный набор таксономических единиц разного ранга – тип, подтип, род, вид, разновидность.

Основной таксономической единицей современной классификации почв является *тип* почвы. Он представляет собой конкретные почвы с общими наиболее существенными и характерными свойствами; почвы, развивающиеся в однотипно сочетаемых биологических, климатических и гидрологических условиях. Примером типа почв могут быть черноземы, подзолистые, болотные и другие почвы.

Подтип почв выделяют в пределах типа по проявлению основного процесса почвообразования и налагающемуся дополнительному процессу, является переходной ступенью между типами. Например, подтипами дерново-карбонатных почв являются дерново-карбонатные типичные, дерново-карбонатные выщелоченные почвы.

Род почв выделяют в границах подтипа с учетом почвообразующей породы, химизма грунтовых вод и других местных условий. Например, на меловых отложениях, лессах и т.д.

Вид почв выделяют в границах рода по степени выраженности признаков основного процесса почвообразования – по степени, например, оподзоленности (сильно-, средне-, слабооподзоленная почва), по степени гумусированности (слабогумусированная, сильногумусированная почва) и т.д.

Разновидность характеризует гранулометрический состав верхнего горизонта почвы – среднесуглинистая, супесчаная и др.

В зависимости от степени и характера увлажнения почв выделяют следующие гидрологические ряды – автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы.

Автоморфные почвы на протяжении вегетационного периода практически избыточно не увлажняются. Это почвы водораздельных участков.

Полугидроморфные – это почвы, находящиеся продолжительное время в состоянии избыточного увлажнения. В профиле таких почв образуются глееватые пятна и сплошные глеевые горизонты. К этому ряду можно отнести следующие типы: дерново-глеевые, дерново-подзолистые глеевые и др.

Почвы гидроморфного ряда находятся в состоянии полной влагоемкости и анаэробноз практически весь год. Их профиль состоит из органогенного и глеевого горизонтов. Этот ряд представляют торфяно-болотные почвы.

По степени окультуренности пахотные земли могут подразделять на слабо-, средне-, сильноокультуренные.

Номенклатура почв – это название почв в соответствии с их систематическим положением. Полное название почвы охватывает все таксономические единицы. Например, дерново-карбонатная (тип), выщелоченная (подтип), на меловых отложениях (род), слабогумусная (вид),

среднесуглинистая (разновидность) почва. В некоторых случаях используют сокращенный вариант названия почвы, указывая только тип, разновидность – дерновая среднесуглинистая почва, дерново-подзолистая супесчаная и т.д.

1.2. Закономерности территориального размещения почв на Земле

Изменчивость в пространстве и времени факторов почвообразования, а значит, и процессов почвообразования, которые происходили в прошлом и происходят сейчас, обуславливают закономерности географии почв на земной поверхности. Эти закономерности были установлены В.В. Докучаевым. Изучая широтно-зональное распределение почв Русской равнины, он открыл *законы горизонтальной зональности почв*. В соответствии с этим законом зональность факторов почвообразования обуславливает и соответствующее зональное распределение почв на материках Земного шара. Например, на Восточно-Европейской равнине четко проявляются широтные зоны тундровых, подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных, черноземов, каштановых и других почв.

Использование закона зональности почв в условиях Кавказских гор позволила В.В. Докучаеву установить *закон вертикальной зональности, или высотной поясности почв*. В горах при подъеме от подошвы к вершине наблюдается смена вертикальных (высотных) почвенных зон, как и при движении с юга на север на равнинах. Но в горах может наблюдаться выпадение отдельных зон (интерференция) или нарушается последовательность зон (инверсия). Например, в Ларийских степях Закавказья черноземы залегают выше горно-лесных почв. На примере почв Северной Америки и Австралии установлено, что распределение почв может носить и меридиальный характер (а не только широтный!). Исследования показали, что некоторые типы почв не образуют самостоятельных почвенных зон, могут встречаться в виде небольших пятен или островов в разных почвенных зонах. Такие почвы называют *интразональными* – болотные, дерново-аллювиальные и др.

Идеальной горизонтальной зональности и вертикальной поясности не существует, но на них влияют прежде всего климатические условия. Внутри каждой природной зоны встречаются разные подтипы, роды, виды, разновидности почв и азональные почвы. Их чередование определяется также факторами почвообразования. Контуры таких почв могут иметь разную форму и размеры, образуя специфические комплексы, и характеризуют структуру почвенного покрова. Комплексность почв отрицательно сказывается на их хозяйственном использовании.

Закономерное распределение почв в природе является основной для выделения почвенно-географических единиц, главные из них – почвенная зона, подзона, провинция.

Почвенная зона — это территория, вытянутая в широтном и долготном направлении и характеризующаяся преимущественным распространением одного или двух зональных типов почв и сопутствующих им интразональных почв. Обычно почвенные зоны размещаются сравнительно узкими полосами, вытянутыми с запада на восток, местами могут прерываться, распадаться на отдельные острова. Например, выделяют почвенные зоны: арктическая, тундровая, таежно-лесная, лесостепная и т.д. Внутри почвенных зон выделяются почвенные подзоны.

Почвенная подзона — часть почвенной зоны, на территории которой распространены зональные подтипы почв.

В направлении с запада на восток зоны могут подразделяться на *провинции*, их выделяют по местным особенностям почвообразования, связанных с температурными отличиями, характером увлажнения и континентальности.

В границах подзон и провинций, даже на небольшой территории, почвенный покров часто бывает неоднородным — он носит комплексный характер. Эта пестрота является результатом проявления местных особенностей рельефа, почвообразующей породы, растительности.

2. Общая характеристика зональных типов почв

Географию распространения почв смотрите на почвенных картах.

Почвенные карты создаются на основе литературной информации, маршрутных и детальных полевых почвенных исследований. Сейчас созданы почвенные карты по материкам, регионам и мировая почвенная карта. Отрицательная черта — различный подход к классификации почв в разных странах.

С разнообразием почв в природе, их строением, свойствами, экологическими особенностями наиболее удобно познакомиться на примере зональных почв Восточно-Европейской равнины, характеризующейся относительно выровненным рельефом, имеющей большую протяженность как с запада на восток, так и с севера на юг и охватывающей практически все почвенные зоны.

2.1. Почвы арктической зоны

Распространены в Арктике (острова СЛО и узкие участки материковых побережий Евразии и Северной Америки).

Климат очень суровый. Короткое холодное лето. Длительный зимний период с низкой температурой воздуха. Температура самого теплого месяца — 5°C, холодного от -10°C до -40°C. Очень короткий вегетационный период на оттаявших участках. Годовое количество осадков в среднем 100–200 мм. Отличительная черта — значительные различия в

увлажнении от 40 мм до 400 мм, обусловленные влиянием теплых течений. Особенность – повсеместно развита многолетняя мерзлота. Грунт оттаивает лишь на 15–20 см, максимум на 40 см.

Рельеф. На оттаявших пространствах в основном равнинный. Наиболее благоприятные для формирования арктических почв плакорные участки низких морских террас.

Материнские породы представлены в основном рыхлыми обломочными отложениями ледникового происхождения и песчано-глинистыми отложениями, а также грубообломочные продукты разрушения коренных пород и щебнистые эллювиально-делювиальные отложения.

Растительность. Степень покрытия почвы растительностью, биомасса и продуктивность, соотношение массы растительности и мертвого органического вещества в значительной мере обусловлена степенью атмосферного увлажнения. В основном редкие участки, покрытые мхом и лишайником.

Почвы. Характерны слабо выраженные процессы оглинения и торфонакопления. Мощность почв очень мала 15–20 см (до 30–40 см), обусловлена глубиной сезонного оттаивания почвенно-грунтовой толщи. Почвенный профиль слабо дифференцирован, хорошо выражен лишь растительно-торфянистый горизонт.

В районах избыточного или сбалансированного увлажнения формируются **бурые аркто-тундровые (или арктические) почвы**. Это наиболее распространенный тип почв на плакорах Арктики. Профиль представлен горизонтами A_0 (0–3 см) – ковер лишайников и мхов, A_t (A_1) (3–6 см) слой оторфованных растительных остатков и корней, В (С) (6–13 см) почвообразующая порода или со слабым коричневым оттенком горизонт. Кислотность бурых аркто-тундровых почв близкая к нейтральной (рН 5,5–6,6); содержат гумуса 2,5–3% (max 4–6%). Почвообразующие породы имеют карбонатный состав. Карбонатные породы активно мигрируют с почвенными растворами, способствуют насыщению почвы обменным кальцием и увеличивают рН до 7 и выше. На таких участках формируются почвы арктические рендзины (о-ва Канадского Арктического архипелага, не покрывавшиеся ледником). В районах избыточного увлажнения в отрицательных элементах рельефа формируются **торфяно-мерзлотные почвы**. Строение профиля A_t (0–5 см) – торфяной горизонт, A_t^2 – горизонт мокрого торфа, В /С – горизонт смеси гравия, супеси, ила (5–15 см). В нижних горизонтах идут процессы глееобразования. В районах недостаточного увлажнения формируются почвы с повышенной концентрацией водорастворимых солей и обменно-поглощенных оснований.

Таким образом, для формирования почв арктической зоны характерно: широкое развитие морозного выветривания, очаговый характер почвенного покрова, формирование почв с незначительным по мощности

и с малым количеством гумуса горизонта A_1 при отсутствии A_0 , отсутствие или слабое проявление оглинения в связи с хорошей аэрацией скелетных почв, слабое выщелачивание, близкая к нейтральной реакция среды, высокая насыщенность почв основаниями и малая емкость поглощения.

2.2. Почвы тундровой (субарктической) зоны

На островах и материковой части субарктической зоны Северного полушария располагаются своеобразные безлесные ландшафты. Площадь, занятая ими, составляет более 2,5% всей суши земного шара. Тундровые почвы на территории Евразии занимают широкую полосу на севере континента. Большая часть тундровой зоны находится за Северным полярным кругом, однако на северо-востоке континента тундровые и лесотундровые ландшафты распространяются значительно южнее, следуя побережью Берингова моря. Это объясняется тем, что высокая относительная влажность воздуха в сочетании с низкими температурами неблагоприятно сказывается на лесной растительности. Тундровые ландшафты занимают значительную территорию в Западном полушарии. Включая горно-тундровые ландшафты, тундровая зона занимает почти всю Аляску и обширную площадь северной Канады. Тундровые почвы распространены также на южном побережье Гренландии, в Исландии, на некоторых островах Баренцева моря.

Тундровые ландшафты – сравнительно молодое образование. Геологические данные свидетельствуют, что в районах, находящихся за полярным кругом, еще 1,5 млн. лет назад были распространены хвойно-широколиственные леса. Формирование тундровой зоны связано с общим похолоданием и ледниковыми эпохами на протяжении плейстоцена.

Общие условия почвообразования. Карельское слово «тундра» (по-фински «тунтури») означает безлесное место. Тундровые ландшафты широко распространены на Кольском полуострове и полуострове Канин, в бассейне южной Печоры и Воркуты, на полуостровах Ямал, Гыдан, Таймыр и далее к северу от Среднесибирского плоскогорья, на восточносибирском побережье морей Северного Ледовитого океана, на Чукотском полуострове, Камчатке и в северной части восточного побережья Охотского моря.

Климатические условия тундр характеризуются отрицательной среднегодовой температурой от -2 в европейской до -12°C в азиатской части России. Средняя температура июля, как правило, не поднимается выше $+10^{\circ}\text{C}$, а средняя температура января опускается очень низко до -30 – -40°C в Индигирско-Колымской тундре. Безморозный период невелик, обычно около трех месяцев. Количество осадков на востоке около 150–250 мм в год, в европейской части России больше: 450 мм – в тундрах Кольского полуострова, 360 мм – в районе Воркуты. Для летнего

времени характерны высокая относительная влажность воздуха (80–90%) и непрерывное солнечное освещение.

В составе *тундровой растительности* преобладают кустарники, кустарнички, травянистые растения, мхи и лишайники. Древесные формы в тундре отсутствуют. Это обусловлено рядом причин – переувлажнением почвы летом и развитием анаэробных микробиологических процессов, сильными ветрами, иссушающими молодые побеги на протяжении холодного периода, низкой температурой и т.д. Почвенная микрофлора довольно разнообразна (бактерии, грибы, актиномицеты). Бактерий в тундровых почвах значительно больше, чем в арктических. В 1 г почв центральной подзоны тундры их обнаружено от 400 до 3500 тыс., в почвах южной тундры – от 300 до 3800 тыс. Переувлажненность тундровых почв в безморозный период и обусловленный этим недостаток кислорода способствуют развитию значительного количества анаэробных бактерий.

По характеру растительности тундровую зону делят на подзоны: лишайниково-моховых и кустарничковых тундр, а также лесотундры. Наиболее типична для тундры лишайниково-моховая растительность, где глинистые пространства покрыты преимущественно мхами и травами, каменистые – лишайниками. Южнее наряду с мхами и лишайниками появляются кустарники (главным образом ерник), а еще южнее, в пределах лесотундры, встречаются изолированные лесные массивы. Лесная растительность заходит вглубь тундровой зоны лишь по речным долинам.

Несмотря на сильную увлажненность почв, в тундре не образуется крупных скоплений торфа. Значительные массивы торфяных болот появляются лишь в лесотундре.

Среди *почвообразующих пород* в тундрах преобладают различные типы ледниковых отложений. К западу от Урала ледниковые отложения содержат значительное количество грубообломочного материала горных пород областей сноса – Балтийского щита, с одной стороны, и Новой Земли и Полярного Урала – с другой. К востоку от Урала, в северной части Западно-Сибирской низменности, почвообразующими являются породы комплекса ледниковых отложений с морскими и озерными осадками, которые содержат значительно меньше валунного материала, чем морены Европы. Источником сноса для формирования минерального состава ледниковых отложений Зауралья служили Северный Урал и Таймырско-Норильский район.

В восточной части Северо-Сибирской и на площади Яно-Индибирской и Колымской низменности среди четвертичных отложений преобладают озерно-аллювиальные. В связи с тектоническими погружениями отдельных районов эти отложения имеют мощность в несколько сотен метров.

В местах близкого расположения плотных метаморфических и изверженных пород распространены каменистые и дресвяные россыпи.

На растительности тундровых ландшафтов, почвообразования и различных геологических процессах сказывается влияние *многолетней мерзлоты*. Как известно, многолетней мерзлотой называют горизонты литосферы, сохраняющие на протяжении длительного времени отрицательную температуру. Многолетняя мерзлота местами выходит далеко за пределы тундровой зоны, распространяясь на огромной территории. Мощность толщи мерзлых грунтов нередко достигает нескольких сотен метров. В западных районах тундровой зоны многолетняя мерзлота встречается в виде отдельных островов. Сплошное распространение она приобретает к востоку от Мезени. По поводу генезиса «вечной» мерзлоты высказан ряд гипотез, однако общепринятого мнения нет, и большинство исследователей склоняется к тому, что это не современное, а древнее явление, сохранившееся от ледникового периода. Глубина ежегодного оттаивания многолетней мерзлоты определяется преимущественно составом пород и почв. По данным М.И. Сумгина, песчаные почвы и грунты оттаивают примерно на 1,2–1,6 м, глинистые – на 0,7–1,2, торфяно-болотные – на 0,2–0,4 м. Расположение плотного промерзшего грунта так близко от поверхности обуславливает сильное увлажнение почвенно-грунтовой массы и вследствие этого региональное заболачивание территории, несмотря на малое количество атмосферных осадков. Близость мерзлых грунтов сильно охлаждает почвенную толщу, что задерживает развитие почвообразовательного процесса. Низкая температура и пересыщенность водой тундровых почв отрицательно сказываются на биогеохимических процессах.

Специфические условия климата, усиливающиеся многолетней мерзлотой, обуславливают появление особых форм *микрорельефа*. Среди них в первую очередь следует упомянуть *полигональные формы* и *бугры*. В тундровой зоне полигоны имеют тот же характер, что и в арктической, но менее выражены. Бугры, с которыми связана пятнистость и медальонная структура тундры, представляют собой выпуклые участки грунта, ограниченные понижениями. К понижениям приурочена растительность. Образование бугров объясняют подтоком воды к наиболее промерзающим участкам. В отдельных случаях возникают крупные бугры с ледяным ядром (*гидролакколиты*). В тундрах северо-востока страны распространено явление *термокарста*. Таяние прослоев и жил льда, заключенных в толще четвертичных отложений, вызывает образование депрессий различного размера от мелких до крупных впадин, часто занятых озерами.

В условиях тундровой зоны получили распространение кислые бугры и торфяно-болотные почвы.

Кислые бугры тундровые почвы формируются в условиях хорошего промывания профиля и достаточного доступа кислорода, поэтому

в этих почвах отсутствуют признаки анаэробности и застоя почвенных вод. Распространение кислых бурых почв в значительной мере определяется особенностями почвообразующих пород и рельефа, благодаря которым обеспечивается хороший дренаж почвенной толщи. Этим объясняется то, что кислые бурые почвы приурочены в зоне тундр к горным районам и расчлененным высоким денудационным равнинам с чехлом хорошо проницаемых рыхлых отложений.

Для этих почв характерно накопление слабо разложенных растительных остатков, в силу чего в верхней части профиля располагается хорошо выраженный торфянистый горизонт A_T . Нижняя часть профиля слабо дифференцирована на генетические горизонты и обычно имеет мощность не более 40–50 см. Ниже горизонта A_T располагается мало мощный гумусовый горизонт коричнево-бурого цвета, постепенно переходящий в горизонт В, морфологически очень слабо отличающийся от почвообразующей породы. Образованию дифференцированного профиля препятствуют процессы периодического замерзания и оттаивания почвенно-грунтовой массы и ее многократное перемешивание при этом.

В качестве примера приведем описание бурой тундровой почвы на горном плато Мончетундры (Кольский полуостров). Почвообразующей породой служат маломощные покровные отложения, залегающие на метаморфических породах основного состава (метагаббро). Растительность представлена мхами, карликовой березой, ягодниковыми кустарничками, лишайниками, злаками, камнеломками и др., цветковыми растениями. Поверхность разбита на полигоны морозобойными трещинами.

Горизонт A_T – состоит из ковра живых мхов сверху и коричнево-бурых, слабо разложившихся растительных остатков, пронизанных стеблями мхов и корнями цветковых. Мощность от 6 до 11 см.

Горизонт A_1 – грубопесчаный бурый с ясным коричневым оттенком, с растительными остатками. Мощность 1,5–2 см.

Горизонт В/С – песчано-дресвяный, бурый, с редкими корнями, во влажном состоянии с трудом отличается от почвообразующей породы. На нижней поверхности неокатанных обломков встречаются коричневые гумусовые пленки.

Горизонт С – дресвяный, пересыпанный бурым мелкоземом, количество обломков крупных пород увеличивается книзу. Мощность варьирует от 5 до 40–60 см.

Торфянистый горизонт, как показывает его название, состоит преимущественно из органического вещества. Содержание гумуса в горизонте A_T (вне торфяного горизонта) небольшое, обычно не более 1–3%. В составе гумуса резко преобладают легкорастворимые фульватные соединения. В силу этого бурые тундровые почвы характеризуются отчетливой кислой реакцией: рН водной вытяжки из верхних горизонтов этих почв около 5. Вниз по профилю значение рН может несколько увеличиваться до 5,5–6,0.

Результаты химических анализов свидетельствуют о перераспределении вещества по профилю кислых бурых тундровых почв. Содержание поглощенных катионов в целом небольшое, самое высокое в торфянистом горизонте. Это объясняется биогенной аккумуляцией катионов и их освобождением при разрушении отмершего вещества. Легкоподвижные гумусовые соединения вымываются из горизонта А, и при этом они образуют соединения с железом, алюминием и некоторыми рассеянными химическими элементами, которые выносятся из горизонта А и накапливаются в горизонте В. Следует подчеркнуть, что визуально результаты вымывания незаметны.

Тундрово-глеевые почвы в отличие от кислых бурых формируются в условиях затрудненного дренажа почвенно-грунтовых вод и дефицита кислорода. Формирование этих почв происходит на плохо дренированных низменностях, слабо расчлененных водоразделах, на фоне длительного застоя вод, часто над поверхностью многолетне-мерзлых толщ.

Эти почвы широко распространены на низменных равнинах в подзонах мохово-лишайниковой и кустарничковой тундр. Для профиля этих почв характерно наличие глеевого горизонта, который образуется в результате восстановительных процессов в условиях водонасыщения почвенной толщи. Благодаря присутствию Fe (II) глеевый горизонт приобретает специфический голубовато-серый (сизый) цвет. Этот горизонт располагается сразу под гумусовым, и продолжается до верхней поверхности многолетней мерзлоты. Иногда между гумусовым горизонтом и оглеенной частью почвенного профиля обособляется маломощный пятнистый горизонт с чередованием серых и ржавых пятен. Содержание гумуса в горизонте А тундрово-глеевых почв около 1–3%, реакция близка к нейтральной.

Примером может служить описание разреза тундрово-глеевой почвы низменной равнины нижнего течения р. Печоры (Большеземельской тундры). Почвообразующая порода – тонко-песчано-суглинистые иллювиальные отложения. Растительность моховая со стелющимися побегами карликовой березы, злаками, осоками. Местами присутствуют мохово-торфяные кочки.

Горизонт А_т – моховой покров, переходящий внизу в темно-коричневый торф, влажный, с обильными корнями. Мощность 6–10 см.

Горизонт В – глеевый горизонт, серо-сизого цвета, бесструктурный, вязкий, встречаются жилы льда. В верхней части иногда имеются ржавые пятна. Мощность на глубину оттаивания (50–60 см), ниже – многолетняя мерзлота.

В южной подзоне тундры, отличающейся сравнительно более мягкими климатическими условиями, формируется хорошо выраженный торфяной горизонт. В этом случае выделяют **торфяно-глеевые тундровые почвы**.

В условиях глубокого расположения многолетней мерзлоты тундрово-глеевые почвы более выщелочены и обладают кислой реакцией.

В отрицательных элементах рельефа южной подзоны тундры образуются **тундрово-болотные почвы**. Формирование их совершается под влиянием вод, стекающих с участков распространения тундрово-глеевых почв. В более континентальных условиях на склонах могут формироваться **тундровые солончаки**.

Дерновые кислые почвы образуются в тундровой зоне под травянистой (осоково-злаковой) растительностью в условиях хорошей дренированности. Они отличаются сравнительно высоким содержанием элементов питания (за счет богатых кальцием материнских пород или в результате расположения на поймах рек), имеют хорошо выраженный дерновый и гумусовый горизонты, обладают высоким содержанием гумуса (5–10%) и слабокислой, почти нейтральной реакцией.

В южной части тундры встречаются **полигональные торфяники**, в которых мощность скоплений торфа необычайно велика для современных условий тундры – до 4–5 м. В торфяниках погребены остатки стволов и пней деревьев. Нижняя часть торфяников находится в постоянно мерзлом состоянии, а поверхность обычно разбита морозобойными трещинами и вспучена. Эти торфяники рассматриваются как реликтовые образования, возникшие в середине голоцена в менее суровых условиях, когда на месте современной тундры были распространены ландшафты тайги и лесотундры.

Опыт использования и проблема охраны почвенного покрова тундровой зоны. Овощи выращивают в ряде районов тундровой зоны, преимущественно вокруг крупных промышленных центров (Норильск, Игарка и др.). Основные сельскохозяйственные культуры тундры – картофель, капуста, лук; в теплицах выращивают многие другие культуры. Ведется настойчивая работа по культивированию ячменя.

Тундровые почвы нуждаются в удобрениях, как органических, так и минеральных. Важное значение для улучшения почв тундровой зоны имеют бактериальные удобрения.

В связи с активным освоением минеральных богатств Севера, строительством горно-рудных предприятий, разведочным бурением и эксплуатацией газонефтяных залежей, строительством протяженных газопроводов возникает необходимость охраны почвенного покрова тундровой зоны.

2.3. Почвы таежно-лесной зоны

Природные условия таежно-лесной зоны. Таежно-лесная зона занимает значительные пространства – 15% суши северного полушария. Протянулась широким поясом через Северную Америку и Евразию. На севере граничит с лесотундрой, на юге с лесостепью. На таких огром-

ных просторах условия почвообразования значительно меняются как с запада на восток, так и с севера на юг.

Климат. Умеренно-холодный, влажный. По сравнению с тундровой зоной более теплый, более влажный. Хотя и меняется с запада на восток температура средняя за год от $+4^{\circ}\text{C}$ до $+7 - +16^{\circ}\text{C}$. Продолжительность вегетационного периода 120–180 дней, суммарное количество осадков от 700–600 мм (на западе) до 300–200 мм во внутренних районах. Есть многолетняя мерзлота, но грунт оттаивает на 50–100 см (до 250 см на песках). Коэффициент увлажнения больше 1. Почвы развиваются в условиях промывного водного режима.

Рельеф. Очень разнообразен и сложен. Характерно чередование равнин (холмистых, выровненных, речные долины, понижения) с горами. Разнообразие рельефа влияет на перераспределение климатических факторов, на смену растительности, что обуславливает пестроту почвенного покрова.

Растительность. Преобладающий тип – леса. Значительно распространены луга, травянистая растительность и болотная. Леса в каждой из частей таежно-лесной зоны имеют свои особенности. Европейскую и Сибирскую части зоны делят на 3 подзоны: северная, средняя и южная. Северная подзона – изреженные еловые леса с примесью березы, осины, лиственницы, в подлеске мхи долгомошники, которые чередуются со сфагновыми болотами. Средняя подзона – темнохвойные еловые леса с моховым покровом мхов зеленомошников и почти полным отсутствием травянистой растительности. На песках – сосновые боры. Южная подзона – темнохвойные леса с примесью широколиственных пород (дуб, клен, ясень, липа). За Уралом – елово-пихтовые леса из лиственницы. На Дальнем Востоке – светлохвойные, темнохвойные, хвойно-широколиственные и широколиственные леса. В Северной Америке еловые, лиственнично-еловые, сосновые леса чередуются с болотами (травянистыми и сфагновыми).

Луга пойменные (болотное разнотравье, осока) и суходольные (злаки, высокотравная растительность).

Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями различного происхождения и состава (ледникового, водноледникового, лессовые, аллювиальные, элювиальные, делювиальные). Широко представлены карбонатные породы, однако большинство почв не имеют карбонатов в границах почвенного профиля, т.к. происходит глубокое выщелачивание карбонатов в связи с интенсивным промыванием почв.

Основные *процессы почвообразования* – подзолистый, дерновый, болотный. Основные почвенные типы таежно-лесной зоны: подзолистые, дерновые, болотные, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые и мерзлотно-таежные.

Подзолистые почвы. Широко распространены на суглинистых моренах, покровных суглинках, суглинистых делювиальных и элювиально-делювиальных отложениях в Северной и Средней тайге Евразии и в восточной части Северной Америки, в южной тайге под хвойными лесами на песчаных породах.

Образуются под влиянием подзолистого процесса почвообразования. Опад хвойных лесов беден зольными элементами и азотом. При его разрушении образуются низкомолекулярные органические кислоты и фульвокислоты, которые при промывном режиме и кислой реакции растворяют и вымывают в нижнюю часть профиля гидроксиды железа, а также продукты распада первичных минералов. Одновременно идет перенос илистых частичек (лессиваж). В подзолистом горизонте накапливается более устойчивый в сравнении с другими минералами кварц. Вымывание соединений железа и накопление кварца обуславливает беловатый цвет подзолистого горизонта. Вымытые сверху соединения и частицы ила задерживаются в иллювиальном горизонте.

В результате всех элементарных процессов, которые происходят в почве под лесами, образуются резко дифференцированный профиль подзолистых почв. Он включает: A_0 – лесная подстилка (1–10 см), нижняя часть которого при большой мощности состоит из грубого гумуса; A_1A_2 (2–15 см) – гумусово-элювиальный, светло-серый или серый мелкокомковатый или пластинчатой структуры; A_2 (2–25 см) – подзолистый пепельно-серого или беловатого цвета, пластинчатой структуры на суглинистых и бесструктурных, супесчаных и песчаных породах, A_2B (разной мощности) – переходный подзолисто-иллювиальный; B (суммарная мощность горизонта B может быть 100–170 см и более) – иллювиальный бурого, темно-бурого, красно-бурого цвета, плотный, глыбовой или призматической структуры. Этот горизонт может делиться на подгоризонты ($B_1, B_2, B_3...$) при смене цвета или механического состава; C – почвообразующая материнская порода, различного механического состава с глубины около 200 см. По степени оподзоливания подзолистые почвы делятся на виды: слабоподзолистые – подзолистый горизонт выражен пятнами; среднеподзолистые – A_2 (5–10 см); сильно подзолистые – A_2 (15–25 см); подзолы – A_2 (25–30 см и более).

Подзолистые почвы вмещают мало гумуса (1,0–1,5% до 2–4%), который сконцентрирован только в верхнем небольшом по мощности (2–3 см) горизонте. В гумусе преобладают фульвокислоты. Почвы обеднены N, P, K и микроэлементами. Подзолистые почвы характеризуются невысокой емкостью поглощения ($E=4–15$ мг. экв/100 г почвы), низкой насыщенностью основаниями ($V = 20–55\%$), кислой реакцией среды ($pH_{KCl}=3,5–5,0$).

Дерновые почвы развиваются под луговой травянистой растительностью на различных породах, а под травянистыми или мохово-

травянистыми лесами на карбонатных или богатых первичными минералами породах. Различают: *дерново-карбонатные (рендзины)*, *дерновые литогенные* и *дерново-глеевые*. Формируются благодаря хорошо выраженному дерновому процессу почвообразования.

Дерново-подзолистые почвы в почвенном покрове таежно-лесной зоны занимают наибольшие площади в южной тайге, в средней под лиственными и смешанными лесами с травянистым покровом. В таежно-лесной зоне они составляют основной фонд пахотных земель. Формируются под влиянием дернового и подзолистого почвообразующих процессов, в результате попеременного их влияния или совместного. В профиле дерново-подзолистых почв выделяют те же горизонты, что и у подзолистых, но в отличие от последних под дерниной с лесной подстилкой (A_0) ярко выделяется гумусовый горизонт A_1 (10–20 см). Содержание гумуса низкое 2–3%, кислотность высокая ($pH=4,5–5,5$), невысокая емкость поглощения ($E=5–20$ мг·экв/100 г почвы), сравнительно низкая насыщенность почв основаниями ($V=40–70\%$). Дерново-подзолистые почвы обеднены питательными элементами.

Болотно-подзолистые почвы. Развиваются в условиях временного излишнего увлажнения поверхностными или грунтовыми водами на разных по гранулометрическому составу породах. Формируются под влиянием подзолистого и болотного процессов. Болотно-подзолистые почвы сохраняют признаки подзолистых, но характеризуются оглеением минеральной части и органоминерным горизонтом мощностью 10–30 см от поверхности. В профиле болотно-подзолистых почв выделяются: A_0 – лесная подстилка или очес; A_t – торфянистый горизонт; A_1 – гумусовый горизонт, может быть оглеенный; A_2 – подзолистый, может быть оглеенный; B_q – иллювиальный, оглеенный, С или C_q – материнская порода, оглеенная. Горизонты В и С оглеены при грунтовом переувлажнении. Мощность профиля в разных условиях составляет 50–200 см.

Мерзотно-подтаежные почвы. Развиваются в таежно-лесной зоне в районах с наличием многолетней мерзлоты под светлохвойными (лиственными) лесами. Распространены в Центральной и Восточной Сибири России, встречаются на севере Канады. Эти почвы имеют укороченный профиль (60–100 см) из-за наличия многолетней мерзлоты. В них не выражен подзолистый процесс, т.к. не происходит сквозное промывание почвенного профиля. Вверху профиля горизонт A_0 – лесная подстилка; A_1 – гумусовый, серосизый оглеенный горизонт, который ниже переходит в надмерзлотный аккумулятивный и далее в мерзлотный. По всему профилю проявляются железистые охристо-бурые пятна. Почвы кислые, имеют низкое плодородие. Их освоение связано с регулированием теплового режима, внесением большого количества органических и минеральных удобрений, известкованием.

Подбуры. Развиваются в северной и средней тайге в холодных увлажненных районах на легких гравийно-щебнистых породах. Почвы без

примет оподзоленности. Хорошо дренированы. В профиле почв выделяются горизонты: A_0 – оторфованная лесная подстилка; A_0A_1 – торфянисто-перегнойный темно-коричневый, В – темно-коричневый или коричнево-бурый гумусово-железисто-иллювиальный горизонт, С – гравийно-щебнистая порода.

Болотные почвы. Развиваются в южной тундре, лесотундре и северной тайге в Евразии (Западно-Сибирская низменность) и в Северной Америке. Формируются под влиянием болотного процесса, а также оглеения в условиях постоянного избыточного увлажнения. В зависимости от источника увлажнения (атмосферные осадки, грунтовые воды) выделяются почвы верховых и низинных болот. Строение профиля: A_0 – очес буровато-желтого цвета (10–15 см), состоящий из остатков мхов, трав, корней; Т – торфяной горизонт различной мощности от бурого до серо-коричневого цвета; G – глеевый минеральный горизонт серосизого или голубо-сизого, зеленовато-сизого цвета.

2.4. Почвы зоны широколиственных лесов

Зона широколиственных лесов занимает широкую полосу в Евразии. Зональным типом почв в ней являются бурые лесные почвы, которые *распространены* под широколиственными лесами в умеренно теплых и влажных приокеанических областях суббореального пояса в Западной, Средней Европе, на Дальнем Востоке, в приатлантической и береговой части Северной Америки. Особенно распространены эти почвы в Западной Европе.

Климат. Умеренно теплый с мягкой зимой и значительным количеством осадков (600–1000 мм). Коэффициент увлажнения больше единицы (1,1–1,3), водный режим промывной.

Рельеф. Равнинный.

Растительность. Широколиственные леса из бука, дуба, граба, ясеня, липы, клена, пихты, кедра и саянской ели. Леса светлые, разреженные, поэтому в них формируется густой травяной покров.

Почвообразующие породы – это преимущественно эллювиально-деллювиальные и аллювиальные отложения, лессы, лессовидные и покровные суглинки, породы, обогащенные карбонатами или силикатными основаниями.

Бурые лесные почвы (буроземы). Формируются при сочетании процессов гумусонакопления, оглеения, лессиважа. Лиственные леса образуют богатый зольными элементами опад, который во влажных и теплых условиях поддается процессам гумификации и минерализации при активном участии большого количества микрофлоры и беспозвоночных. В результате глубокой переработки органического вещества образуется тонкий илистый (мулевый) гумус, так называемый «мягкий»,

в котором преобладают гуминовые кислоты. Гуминовые кислоты с оксидами железа образуют нерастворимые в воде соединения, которые оструктурируют почву (органожелезистые комплексы).

Кроме того, в буроземах проявляется процесс внутрипочвенного оглеения, т.е. обогащения иллювиального горизонта илистыми частицами (вторичными минералами), которые образуются из первичных в результате биохимических и химических процессов, а также синтезу из продуктов минерализации органических веществ. Возможен также перенос илистых частиц в горизонт В сверху в условиях промывного режима путем лессиважа. Подзолистый процесс в буроземах не выражен. Это связано с тем, что в лиственных лесах вместе с опадом в почву возвращается большое количество зольных элементов, в том числе солей кальция, которые нейтрализуют гуминовые и фульвокислоты и создают слабокислую реакцию. Генетический профиль буроземов слабо дифференцирован на горизонты и состоит из следующих: A_0 – лесная подстилка; A_1 (20–40 см) – гумусово-аккумулятивный буровато-серый, зернистой структуры; В (80–120 см) – иллювиальный, оглиненный, ярко-бурого цвета, охристой структуры; С – почвообразующая порода.

Физико-химические свойства бурых лесных почв значительно варьируют в зависимости от направления почвообразования и состава пород. У большинства почв реакция среды слабокислая (рН 5,0–6,5) и уменьшается с глубиной. Количество гумуса в горизонте A_1 может быть 4–10%, емкость поглощения довольно высока ($E=30–35$ мг·экв/100 г почвы), насыщенность основаниями высокая (V может быть до 80–90%). Худшие показатели имеют оподзоленные буроземы.

Бурые лесные почвы более плодородные, чем дерново-подзолистые. Используются они как пахотные земли, сенокосы, пастбища и лесные угодья. Основное мероприятие по повышению плодородия – создание окультуренного пахотного горизонта, внесение органических и минеральных удобрений, по мере необходимости проводят известкование. На бурых лесных почвах размещаются наиболее качественные лесопитомники.

2.5. Почвы лесостепной зоны

Условия почвообразования. Лесостепная зона образует сравнительно узкую полосу, которая начинается в Западной Европе и тянется до Уральских гор и на юге Западной Сибири, далее в Восточной Сибири не имеет сплошного распространения и представлена отдельными участками. В Северной Америке лесостепь протягивается в виде вытянутой с запада на восток полосы на юге Канады и частично на севере США до 46° с.ш. Зональные почвы лесостепной зоны – серые лесные. Они как и лесостепная зона не образуют ярко выраженной цельной зоны и чередуются с дерново-подзолистыми, бурыми лесными, черноземами. Кроме того, в пределах

лесостепи встречаются интразональные и аazonальные почвы: дерново-карбонатные, болотные, аллювиальные, солонцы, солоды, солончаки.

Рельеф преимущественно равнинный, пологоволнистый, расчлененный овражной эрозией.

Климат умеренно-континентальный и континентальный со значительными колебаниями температуры в годовом цикле, теплым летом, холодноватой или умеренно холодной зимой. Суровость и континентальность климата нарастает с запада на восток, максимальная среднегодовая температура воздуха достигает $+7^{\circ}\text{C}$, а на востоке $+4,5^{\circ}\text{C}$, средняя температура января -6°C на западе и -28°C на востоке. Количество атмосферных осадков изменяется в этом же направлении от 560 мм до 320–360 мм. Однако коэффициент увлажнения не ниже 0,5, водный режим периодически промывной.

Растительность характеризуется чередованием лесных участков со степными массивами. Степи в настоящее время почти полностью распаханы, поэтому природная растительность представлена главным образом широколиственными травянистыми лесами (грабовые, дубовые, березовые, осиновые).

Почвообразующие породы преимущественно лессы и лессовидные суглинки, реже покровные суглинки, глины, на возвышенностях – эллювиально-делювиальные продукты выветривания коренных пород.

Зональным типом почв лесостепной зоны являются **серые лесные**. Формируются в результате преимущественно дернового процесса почвообразования в сочетании с оподзоливанием, лессиважем и оглинением.

Строение профиля: A_0 – лесная подстилка или дерн; A – гумусовый горизонт от темно-серого до светло-серого цвета; A_2B – переходный горизонт с признаками оподзоливания; B – иллювиальный горизонт коричневато-бурого цвета, который может делиться на подгоризонты B_1, B_2, B_3 ; C – материнская порода с глубины 120–130 см, которая вмещает карбонаты.

Серые лесные почвы характеризуются более высоким плодородием в сравнении с дерново-подзолистыми. Они имеют довольно устойчивую, хорошо выраженную комковатую и зернисто-комковатую структуру. Однако, при освоении их структура разрушается и почва приобретает неблагоприятные физические свойства (при увлажнении заплывает, а при высыхании образует корку).

Серые лесные почвы имеют слабо- и среднекислую реакцию среды ($\text{pH}=5,0-6,0$). Содержание гумуса колеблется от 2–4% до 8–9%, хорошо насыщены основаниями (70–90%), слабо и средне обеспечены питательными веществами (тем не менее зона распространения серых лесных почв является важным земледельческим районом). Эти почвы требуют окультуривания путем систематического внесения органических и минеральных удобрений и проведения комплекса агромероприятий.

2.6. Почвы влажных субтропических, тропических и экваториальных лесов

Условия почвообразования. Почвы влажных тропиков и субтропиков составляют 23% поверхности суши. *Распространены* как в северном, так и в южной полушариях, при этом наиболее крупные массивы их размещены в восточных приокеанических областях. В северном полушарии почвы влажных субтропиков распространены на юге п-ва Корея, на южных островах Японии, в Центральной и Юго-восточном Китае. В Северной Америке они занимают южные зоны Аппалачей и прилегающих к ним равнин, большую часть п-ва Флорида. В южном полушарии почвы влажных субтропиков узкой полосой размещены на северо-востоке Австралии, Тасмании, Новой Зеландии и юго-восточном побережье Африки. В западном полушарии почвы влажных субтропиков локально размещены на юге Болгарии, Югославии, Испании, Италии, Греции, Турции, на островах Средиземноморья, на Черноморском побережье Кавказа, в Ленкарани. Почвы влажных субтропиков и экваториальных лесов широко распространены в Южной Америке (дельта Амазонки), Африке (впадина Конго, Камерун, побережье Гвинейского залива), на островах Новой Гвинеи, Цейлоне, Филиппинах, Индонезии, в Юго-восточной Азии, на севере Австралии.

Рельеф. Почвы влажных субтропиков и тропиков развиваются в условиях расчлененного рельефа предгорий и низких гор, а также выровненных слабоволнистых древних аккумулятивных террас. Мощная расчлененность рельефа способствует широкому развитию эрозии.

Климат. Во влажных субтропиках климат влажный и теплый. Среднегодовая температура воздуха от $+13^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$, самого холодного месяца $+5^{\circ}\text{C}$ - $+7^{\circ}\text{C}$, самого теплого месяца $+21^{\circ}\text{C}$ - $+23^{\circ}\text{C}$. Количество осадков 1000–2500 мм, которые выпадают осенью и зимой. В тропиках среднемесячные температуры воздуха колеблются от $+18^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$. Количество осадков за год 2000–3000 и более.

Растительность в субтропиках представлена лиственными лесами с преобладанием граба, бука, дуба, каштана с вечнозеленым подлеском из рододендрона, лавровишни, переплетенных лианами и дикими виноградом. Тропический лес отличается большим разнообразием и многоярусностью древесных и кустарниковых пород, перевитых лианами. Развитие травянистой растительности зависит от освещенности. На освещенных участках может развиваться пышное травяное покрытие, но однородное.

Почвообразующие породы представлены преимущественно красной цветной корой выветривания массивно кристаллических пород, очень большой мощности: в Индии – 12–15 м, Австралии – 5–15 м, Африке – около 50 м, что объясняется высокой интенсивностью всех видов выветривания.

Почвы. К группе фульватно-ферралитных почв относят ряд типов: красноземы, желтоземы влажных субтропических лесов, красные, красно-желтые и желтые ферралитные влажных тропических лесов и экваториальных лесов.

Процессы почвообразования. Для образования фульватных почв необходимы следующие условия: влажный, теплый или жаркий климат; бедные основаниями, но богатые полуторными оксидами и глинистыми минералами каолиновой группы; лесная растительность, богатый и многолетний опад; большая емкость биологического круговорота; рельеф, который обеспечивает свободный дренаж и вынос подвижных продуктов выветривания (оснований и части кремнезема).

Ферралитизация – это процесс, при котором распадается большая часть первичных минералов (за исключением кварца) и образуются вторичные минералы группы полуторных оксидов и глинистых минералов группы каолинита и галуазита. Выветривание происходит в условиях свободного дренажа, поэтому подвижные продукты разрушения минералов – Ca, Mg, K, Na, часть SiO_2 – выносятся из толщи выветривания.

Гидраты оксидов железа, алюминия, которые освобождаются при выветривании, являются малоподвижными в среде, бедными органическими кислотами. Они накапливаются в больших количествах и равномерно окрашивают породу от ярко-красного до желтого цвета в зависимости от их количества, соотношения и степени гидратации. Под влиянием гидроокислов железа образуется устойчивая водостойкая мелкокомковатая структура.

В тропических и субтропических лесах органическое вещество поступает преимущественно на поверхность почвы и в значительно меньшей степени в толщу верхних горизонтов за счет отмирания корневых систем. Распад органического вещества идет очень быстро, чему способствуют высокие температуры и постоянно высокая влажность почвы, оптимальная для развития микроорганизмов. Большая часть органических остатков минерализуется полностью и поэтому количество гумуса невысокое. Состав гумуса ультрафульватный; растворяющие фракции фульвокислот в среде, обедненной основаниями, глубоко проникают в почву. Поэтому концентрация гумуса в верхнем горизонте незначительная. Обычно он перераспределяется по профилю на значительную глубину.

2.6.1. Красноземы и желтоземы субтропических влажных лесов

Красноземы. Почвообразование протекает в кислой среде при промывном водном режиме, что обуславливает некоторые сходные черты с подзолообразованием. Кроме оподзоливания особенностью красноземов является алитизация (обогащение алюминием) минеральной

части почвы. В красноземах подзолистый процесс сочетается с дерновым. И хотя процессы минерализации преобладают над гумификацией, накопление гумуса может достигать значительных размеров, что объясняется особенностями биологического круговорота (значительная биомасса, большой ежегодный богатый зольными элементами опад).

В профиле типичных красноземов выделяются следующие горизонты: A_0 (1–4 см) – дернина; A_1 (15–25 см) – гумусовый серовато-темно-коричневый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый или глинистый, рыхлый, с большим количеством корней; В (40–70 см) – переходный серовато-красный или буровато-красный, комковатый, уплотненный, тяжелосуглинистый или глинистый, с новообразованиями в виде железомарганцевых конкреций; С – почвообразующая порода пестро окрашенная, красная, часто полосатая с чередованием коричнево-красных и беловато-серых полос с большим количеством черных железомарганцевых конкреций и светло-желтых пятен кремнезема, ореховатая или глыбистая, тяжелосуглинистая или глинистая, плотная.

Красноземы обеднены основаниями (10–20 мг·экв/100 г почвы). Среди поглощенных катионов преобладают Н и Al , которые составляют 60–75% емкости поглощения. Невысокая насыщенность основаниями (25–40%) обуславливает сильноокислую реакцию (рН 4,2–4,5) по всему профилю. Содержание гумуса в горизонте A_1 составляет 5–12%. В составе гумуса преобладают фульвокислоты над гуминовыми. Почвы недостаточно обеспечены азотом, калием и, особенно, фосфором.

Желтоземы. Формируются в более сухих условиях в сравнении с красноземами. В отличие от последних они содержат больше кремнезема (55–60%) и значительно меньше полуторных оксидов (25–30%), в связи с чем не имеют такой яркой окраски, красноземы.

Желтоземы характеризуются более значительной оподзоленностью и в профиле под горизонтами A_0 и A_1 серовато-палевого цвета выражен горизонт A_2 буровато-палевый с желтым оттенком. Ниже расположен горизонт В светло-желтый, содержит пятна железомарганцевых конкреций, С – материнская порода неоднородной окраски, желто-оранжевая с железисто-марганцевыми конкрециями. Все горизонты уплотнены, суглинистые или глинистые и не имеют точно выраженной структуры, какая характерна для крапоземов.

Желтоземы по механическому составу преимущественно глинистые или суглинистые. В отличие от черноземов менее кислые, реакция по всему профилю слабокислая (рН 5–6), в составе обменных катионов преобладает кальций (60–80%), количество гумуса ниже и составляет 4–5%. Желтоземы имеют менее благоприятные физические свойства, чем черноземы.

Природные условия влажных субтропиков очень благоприятны для выращивания некоторых сельскохозяйственных культур: чайный куст, цитрусовые, эфиромасличные, табак. В Юго-восточной Азии – рис, джут.

При использовании почв необходимо внесение высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных, также органических.

Красноземы и желтоземы – эрозионно-опасные почвы. Большое количество осадков, их ливневый характер, расчлененность рельефа способствуют водной эрозии. Поэтому вместе с основными агротехническими мероприятиями – террасированием, необходимо проводить комплекс мероприятий по борьбе с эрозией: дернование уступов террас, создание полос-буферов из многолетних трав, строительство простейших приспособлений для регулирования стока поверхностных вод.

2.6.2. Желтые, красно-желтые и красные ферраллитные почвы влажных тропических и экваториальных лесов

В почвенном покрове влажных тропических лесов выделяют 2 зоны: зона дождевых тропических лесов с красно-желтыми ферраллитными почвами и зона переменно-влажных лесов, которая окружает первую зону по периферии с красными почвами.

Красно-желтые ферраллитные почвы формируются в наиболее теплых и влажных условиях (температура воздуха равна $+25 - +27^{\circ}\text{C}$, количество осадков достигает 2500 мм и более). Тропические леса являются наиболее продуктивной растительной формацией, однако большая часть органических остатков активно минерализуется, количество гумуса в самом верхнем толстом слое составляет 4–5%, в остальной части гумусового горизонта 1–2%. Гумус ультрафульватный. В профиле: A_0 – лесная подстилка; A_1 (12–17 см) – гумусовый горизонт коричневато-серой окраски, желтовато-бурой или красновато-бурой. Мелкокомковатая структура в верхней части, а в нижней – крупнее и менее стойкая комковатая, В – буровато-красной или буровато-желтый, рыхлый, нестойкой комковатой структуры, пронизанный корнями, ходами насекомых. В этом горизонте наиболее высокое количество ила. С – почвообразующая порода темно-красного или кирпично-красного цвета.

Почвы по всему профилю характеризуются кислой реакцией (рН 4,0–5,5), невысокой емкостью поглощения и насыщенностью основаниями: $E=3-10$ мг·экв/100 г почвы, V – менее 50%. Вся толща почвы обогащена оксидами железа и алюминия, обеднена основаниями и кремнеземом. Среди поглощенных оснований преобладает алюминий, который составляет 60–80% емкости поглощения, а в небольшом количестве по всему профилю находится поглощенный водород. Водород и алюминий в сумме составляют 85–90% от общего количества поглощенных оснований.

Красные ферраллитные почвы развиваются в условиях достаточного количества осадков (1300–1800 мм), но при более выраженном сухом сезоне (3–4 месяца). В этих условиях леса менее сомкнутые, в нижнем ярусе

появляются кустарники и травы; на просеках – высокотравные саванны. В связи с изменением годового хода водного режима в сухой сезон почвы глубоко пересыхают. Верхние горизонты в результате термической деградации оксидов железа приобретают ярко-красный цвет. Самая верхняя часть гумусового горизонта приобретает темно-бурую расцветку. Мощность горизонта A_1 30–40 см, что превышает показатели красно-желтых почв; гумусность – свыше 4%, иногда до 10%. Состав гумуса преимущественно фульватный. Характерной чертой красных почв является наличие сцементированных прослоек и горизонтов в результате выпадения гидрооксидов железа, так называемый процесс латеритизации.

Латеритизация – сложный процесс, который происходит благодаря привнесу соединений железа почвенными растворами, особенно под влиянием поверхностного оглеения и бокового стока. Растворяющее железо, что перемещается в составе почвенного раствора, выпадает в форме гидрооксидов. Это происходит, когда на пути движения растворов возникает геохимический барьер (смена реакции, окислительно-восстановительного потенциала) в результате смены механического и химического состава пород, воздействия грунтовых вод (гидрогенная аккумуляция железа).

Латеритный процесс в красных ферраллитных почвах проявляется в верхних горизонтах в виде отдельных железистых конкреций. Местами эти конкреции образуют сцементированные горизонты. Глубинные латеритные горизонты в гидроморфных условиях – это мощные плотные горизонты, которые во влажном состоянии свободно режутся, а при высыхании твердеют и преобразуются в латеритные панцири, или «кирясы». Когда такие горизонты выходят на поверхность в результате почвенно-эрозионных процессов, то эти площади из-за большой плотности почти полностью исключаются из использования в целях земледелия. Такие горизонты в Индии используются в качестве кирпича при строительстве, в связи с чем английский ученый Ф. Бьюкенен (1807) называл их латеритом (от лат. *later* – кирпич).

В строении почвенного профиля выделяется гумусовый горизонт красновато- или желтовато-серого цвета, с комковатой структурой, который постепенно переходит в почвообразующую породу. Реакция почвы кислая (рН 3,4–4,8), но по мере приближения к коре выветривания кислотность уменьшается и реакция становится близкой к нейтральной (рН 5,1–5,6). Емкость поглощения ($E=10\text{--}25$ мг·экв/100 г почвы) и степень насыщенности почвы основаниями (V) высокая. Глинистые породы с преобладанием коолинита плохо удерживают элементы, поэтому плодородие красных почв низкое.

Среди красно-желтых и красных почв на основных вулканических породах и известняках в Южной Азии, Индонезии, в Южной Америке и Африке небольшими массивами встречаются **темно-красные и тем-**

ные лесные тропические почвы, которые называются **маргелитовыми**. Для них характерны: глинистый состав пород, слабокислая реакция среды, значительная емкость поглощения (до 30 мг·экв/100 г почвы) и высокая насыщенность основаниями. За счет богатого минералогического и химического состава эти почвы плодородные и широко используются в земледелии.

В бассейнах рек Амазонки и Конго значительные площади занимают **лесные ферраллитные глеевые почвы**, которые нуждаются в осушении. Кроме того, во влажных тропиках значительные площади занимают **тропические болотные, тропические аллювиальные и мангровые засоленные почвы** океанических побережий. Все они еще недостаточно изучены.

Сельскохозяйственная освоенность влажно-лесных тропических областей невысокая – около 5% общей площади. Выращивают рис, сахарный тростник, кофейное дерево, масличную пальму, бананы, ананасы, какао, батат и др. В связи с интенсивным промыванием почвы и выносом элементов питания необходимо внесение минеральных удобрений, а из-за высокой кислотности проводить известкование. Важное значение имеют мероприятия по борьбе с эрозией, а также разработка способов освоения почвы с близкими к поверхности латеритными горизонтами.

Климатические условия влажных тропиков позволяют получать 2–3 урожая в год. Дальнейшее сельскохозяйственное освоение возможно за счет сведения лесов. Однако вырубка лесов тропических районов приводит к уничтожению почвенного покрова этих районов и приводит к изменению общеклиматического режима планеты, поэтому она должна проводиться ограниченно, в разумных пределах.

2.7. Почвы переменного-влажных ксерофитно-лесных и саванных субтропических и тропических поясов

В степях субтропического пояса распространены следующие почвы: сероземы, серо-коричневые, буроземы. В степях тропического пояса распространены красные, красно-коричневые, красно-бурые почвы. Черные почвы встречаются и в тропиках и в субтропиках.

2.7.1. Сероземы

Условия почвообразования. Сероземы занимают около 1,6% площади, из них пахотные земли составляют 40% площади почв. Наиболее типичные сероземы характерны для предгорий Средней Азии, где сформированы на лессах. В других районах сероземы сформировались на плотных осадочных и массивно-кристаллических породах. В Центральной Азии и Южной Америке породы хрящевато-щебнистые, образованные на

массивных изверженных и осадочных породах. Распространены также на предгорных равнинах Восточной Азии, на предгорных плато Скалистых гор Северной Америки.

Рельеф представлен в основном наклонными предгорными равнинами и холмистыми предгорьями.

Климат сухой и горячий континентальный с мягкой теплой зимой. Средняя температура января от +5 до -5°C, июля от +26° до +30°C. Количество осадков возрастает с увеличением абсолютных высот от 100 до 500 мм, при этом снижается температура воздуха. Испарение составляет 1000–1350 мм, коэффициент увлажнения 0,12–0,33. Почвы формируются в условиях выпотного водного режима. Засоленные грунтовые воды имеют глубокое залегание, поэтому не происходит обогащения почв легкорастворимыми солями. Короткий влажный период ограничивает процесс оглинения, но ускоряет минерализацию опада, с которого образуются преимущественно фульвокислоты и слабоконденсированные гуминовые кислоты. Климатические условия содействуют накоплению карбонатов на глубине 20–60 см.

Растительность преимущественно злаковая, много гигантских зонтичных растений, осок. Во влажный сезон много эфемеров и эфемероидов (тюльпаны, маки и др.). Растительность редкая, поэтому биомасса составляет 6–10 т/га, 80–90% опада припадает на корни. Период минерализации растительных остатков короткий и интенсивный, поэтому образуется мало гумуса (1–3%). Почвенный профиль имеет светло-серый цвет из-за наличия в нем CaCO_3 . Строение почвенного профиля типичных сероземов: A_1 – гумусов – карбонатный горизонт, серый, мелкокомковатой структуры, рыхлого сложения; АВ – переходный, более рыхлый, чем A_1 ; B_k – коричневато-палевый, слабоуплотненный, содержит карбонаты. По всему профилю встречаются следы землероев, горизонты выявлены слабо. Почвы слабогумусовые, хорошо выражена микроагрегатность, высокая пористость, слабое оглинение. Сероземы имеют преимущественные супесчаный, суглинистый и глинистый состав. В зоне выделяется два типа: сероземы и лугово-сероземные почвы.

Лугово-сероземные почвы принадлежат к полугидроморфным, имеют слабое увлажнение грунтовыми водами с глубины 2,5–5 м, но они также как и сероземы, орошаются.

По речным долинам и в дельтах рек встречаются гидроморфные *луговые почвы*. От сероземов отличаются большим количеством гумуса (4–5% и более), хорошо выявленным горизонтом серого и темно-серого цвета, с комковатой структурой. Характерен глеевый процесс – формирование глеевого горизонта или охристо-ржавых точек и прослоек, часто выделение в профиле карбонатов и гипса (9–20 мг·экв/100 г почвы). Реакция почв щелочная. Емкость поглощения низкая, так как мало коллоидов и гумуса.

Зона сероземных почв является основным районом выращивания хлопка, риса, бахчевых и технических культур. Однако сенокосы и пастбища занимают значительно большую площадь, чем пахотные земли. Необходимо вносить органические и минеральные удобрения. Все пахотные земли орошаются, но необходимо следить за почвой, чтобы избежать вторичного засоления.

2.7.2. Брюнизем влажной субтропической пампы

Условия почвообразования. Общая площадь почв составляет 0,86%, среди пахотных земель – 40%. Брюниземы почвы по своим свойствам подобны черноземам. Встречаются в Южной и Северной Америке в пределах влажной субтропической пампы.

Рельеф равнинный.

Климат теплый и равномерно влажный в течение года. Количество осадков за год составляет от 500 мм до 1400 мм. Средняя температура зимних месяцев – от +10°C до 12°C, летних – от +24°C до +31°C.

Растительность представлена травянистой растительностью с преобладанием ковыля (субтропическая степь – пампа).

Почвообразующие породы. Почвы развиваются на базальтах, метаморфических изверженных породах. По гранулометрическому составу почвы суглинистые пылеватые.

Почвенный профиль **брюниземов** складывается из горизонтов: А – гумусовый черного цвета, В₁ – иллювиальный черного цвета, В₂ – иллювиальный буровато-красного цвета.

Реакция почвенного раствора рН 5,3–6,0, емкость поглощения – 15–40 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 80–90%. Количество гумуса 3–5%, с незначительным превышением гуминовой кислоты. Почвы достаточно содержат подвижных форм азота, калия, фосфора, что указывает на их высокое природное плодородие. На брюниземах выращивают пшеницу, кукурузу, сахарную свеклу.

2.7.3. Красно-коричневые почвы типичных саванн

Условия почвообразования. Тропические саванны отличаются от степей суббореального пояса большей активностью всех факторов и процессов почвообразования. Почвы формируются на красноцветных древних корках выветривания с образованием каолинита, который имеет низкую емкость удержания химических элементов. В коре выветривания аккумулируются железо и алюминий, поэтому согласно химического состава ее относят к ферраллитной. Почвы распространены в Африке, Южной Америке, Южной Азии и Австралии. Занимают равнинно-холмистые просторы, поэтому на них может развиваться эрозия почвы. Занимают 9,56%, среди пахотных земель составляют 26%.

Растительность. Красно-коричневые почвы формируются под сухим редколесьем, зарослями кустарника при широком распространении злаков. Биомасса растительности колеблется в пределах 70–100 т/га. Биологический круговорот интенсивный, т.к. опад минерализуется в промежутке шести влажных месяцев. Количество гумуса составляет около 2% с преобладанием в его составе фульвокислот над гуминовыми.

Климат переменного-влажный, горячий. Выпадает 1000–1300 мм осадков, испарение составляет 700–800 мм в год, испаряемость – 1500–1700 мм в год при положительных температурах наиболее холодного (+16°C +18°C) и теплого (+25°C – +30°C) месяцев. Формируется попеременно промывной и выпотной типы водного режима. Гумусовый горизонт мощностью 25–30 см. Профиль почвы $A_0 - A_1 - B - C$. В почве происходит постоянно процесс оглинения с образованием коолинита и покрытием глинистых частиц пленками оксидов железа, тем самым снижается емкость поглощения почв. Во влажный сезон почва подвергается эрозии и плотный латеритный панцирь может выходить на поверхность. В почвах наблюдается повышение содержания подвижного алюминия, слабо выражен лессиваж.

Красно-коричневые почвы относительно молодые, о чем свидетельствует повышенное количество аморфных форм железа, которое выпадает в форме конкреций гетита.

Почвообразующие породы. Гранулометрический состав почв преимущественно суглинистый.

Реакция почвы кислая (рН 4,5–5,6). Количество гумуса составляет 1,4–3,7% с преобладанием фульвокислот. Емкость поглощения 2,2–12,0 мг·экв/100 г почвы. В ППК преобладает водород. Степень насыщенности почв основаниями составляет 40–50%. Почвы имеют удовлетворительные физические свойства.

2.7.4. Красно-бурые почвы сухих опустыненных саванн

Условия почвообразования. Красно-бурые почвы занимают 5,47%, пахотные земли составляют 4%. Почвы формируются на границе с тропическими пустынями, встречаются на континентах, которые пересекает тропический пояс. Наибольшую площадь они занимают в Африке (север Калахари, юг Сахары) и в Австралии.

Кора выветривания представлена древними отложениями с преобладанием каолина. Красный цвет образуется в результате геохимической активности железа в фильтрующих водах и его закрепления в виде устойчивых пленок на поверхности глинистых минералов. По химическому составу кора ферраллитная. Местами встречаются отложения карбонатов и легкорастворимых солей.

Климат засушливый и горячий, что создает выпотной водный режим. Годовое количество осадков 200–1100 мм, сухой сезон длится более шести месяцев. Средняя температура наиболее холодного месяца от $+12^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$, самого теплого от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$, испаряемость составляет 2000–3000 мм. Выпотной водный режим содействует местами засолению в условиях подхода к поверхности засоленных грунтовых вод и созданию щелочной реакции среды.

Растительность редкая с преобладанием злаков над кустарниками (солянки, молочаи, акации). Биомасса в пределах 20–50 т/га. Активная минерализация опада во влажный сезон не обеспечивает создание гумуса, количество которого составляет 0,5–3,0%, с преобладанием фульвокислот над гуминовыми. В почвенном профиле выделяют горизонты: $A_0 - A_1 - B_k - C$.

Мощность гумусового горизонта 20 см. Иллювиальный горизонт (B_k) карбонатный. На глубине 1,5–2 м встречается гипс. Количество гумуса около 1% с преобладанием фульвокислот. Емкость поглощения – 10–15 мг·экв/100 г почвы, в составе ППК основания составляют 80–90%. В результате распада органической и минеральной частей почвы в ней появляются солонцеватые почвы, которые занимают незначительные площади. Реакция почвы от слабокислой до слабощелочной (pH 6,0–8,0). Гранулометрический состав преимущественно глинистый – суглинистый.

Природное плодородие красно-бурых почв низкое. Красно-бурые почвы при орошении используются для выращивания риса, кукурузы, арахиса, бобовых, проса, сорго.

2.7.5. Черные почвы субтропического и тропического поясов

Общая площадь, которую занимают черные почвы составляет 3,79%. В мировой литературе черные почвы объединяются в класс «вертисолей» с более чем 40 названиями. В Индии к ним относят *регуры (черные хлопковые почвы)*, в Австралии их называют *черными землями*, в Центральной Африке – *черными тропическими глинами*, в арабских странах – *тырсы*, в Судане – *бадобы*, в Индонезии – *маргалиитные почвы*, в Европе *коричневые почвы* ландшафтов Средиземноморья (в Югославии – *смоницы*, в Болгарии – *смонлицы*), на Кубани – *слитные черноземы*.

Растительность саванно-степного типа.

Черные почвы формируются под влиянием специфического слитогенеза, который обуславливается сезонным поверхностным или грунтовым увлажнением нейтральными или щелочными водами. Они обеспечивают устойчивость монтмариланитовых глин и внедрение в ППК кальция и магния.

Наличие монтмариланита определяет важнейшие свойства черных почв. Гранулометрический состав их илисто-глинистый с наличием час-

тичек ила (менее 0,001 мм) около 50-80%. Почвенные горизонты почвы имеют слоистое строение с образованием скользкой поверхности. При увлажнении максимально набухают и становятся высокопластичными, а при высыхании образуют трещины глубиной до 1,0–1,5 м и шириной до 20 см. Имеют равномерный черный цвет всего профиля, хотя встречаются аналоги серого, коричневого и коричнево-бурого цвета, содержат незначительное количество гумуса (1,5–2,5%). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты над фульвокислотами. Профиль почвы может иметь различное строение: А – С; А – В₂ – С₂; А – В₂. Реакция щелочная, реже нейтральная (рН 8,0–9,0). Емкость поглощения самая высокая среди почв и составляет 50–60 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 95–100%.

Почвы содержат алюминия в 2–3 раза больше, чем железа. С глубиной содержание железа и алюминия уменьшается, а кремния увеличивается. В составе обменных катионов преобладает Са, Mg, но мало Na и К.

Для поддержания высокого природного плодородия требуется внесение органических, азотных, аммиачных и фосфорных кислых удобрений небольшими дозами. На черных почвах выращиваются различные культуры субтропического и тропического поясов, которые дают высокие урожаи.

2.8. Почвы суббореальных степных зон

Условия почвообразования. Степные зоны формируются в суббореальном, субтропическом и тропическом поясах в условиях, когда количество осадков равно или близко к величине испарения. Создается непромывной или слабопромывной и слабовыпотной водный режим. Развиваются под травянистой с наличием редких кустарников или отдельных деревьев. Густота и высота травянистого покрова определяется условиями увлажнения.

В суббореальном поясе формируются три природные степные зоны: луговые степи с черноземами на Евразийском материке, прерии Южной Америки с черноземовидными почвами и сухие степи с каштановыми почвами.

2.8.1. Черноземы

Условия почвообразования. В суббореальном поясе на юг от зоны широколиственных лесов в Евразии находится зона луговых степей с типичными для нее черноземными почвами. Они распространены на западе Восточно-Европейской равнины и клином тянутся к югу Западной Сибири и северу Казахстана. Меридиональное распространение черноземы имеют в Монголии, а также в Северной Америке в границах Вели-

ких равнин. Островами черноземы встречаются в границах Нижне- и Среднедунайской низины.

Общая площадь суббореальных степей 2,27%, из них пахотные земли составляют 60%. Горные черноземы и каштановые почвы занимают 2,14% горных почв.

Климат зоны сравнительно теплый: температуры лета от +18°C до +23°C, зимы от –5°C до –20°C. Количество осадков составляет 350–550 мм, что ниже испарения (600–800 мм), в связи с чем формируется непромывной или частично промывной водный режим. Коэффициент увлажнения равен 0,6–1,1.

Рельеф зоны в основном равнинный.

Почвы сформировались под степной травянистой *растительностью* (разнотравно-типчаково-ковыльной). В настоящее время степи в основном распаханы. Биомасса растительности составляет 23,0–30,6 т/га, которая на 65–84% состоит из корневой массы.

Почвообразующие породы – в основном лесс и лессовидные суглинки, богатые карбонатами кальция и магния.

Поскольку травянистая растительность отмирает ежегодно вместе с развитой корневой системой (за исключением кустарников и клубней), то накапливается много органического вещества, которое микроорганизмами (бактерии, актиномицеты) трансформируется в качественный гумус. Характерными чертами почвообразования при формировании черноземных почв является гумусонакопление в значительной толще профиля с преимущественным содержанием гуминовых кислот и гуматов кальция; накопление относительно большого количества азота и элементов зольного питания растений, формирование карбонатного иллювиального горизонта; образование водопрочной зернистой структуры.

Такие почвы имеют лучшие агроклиматические показатели в сравнении с почвами лесной зоны. Природное плодородие почв высокое, но при сельскохозяйственном использовании необходимо вносить органические и минеральные удобрения в небольшом количестве, чтобы был положительный баланс химических элементов, которые вносятся с урожаем. Отличия между типами почв находятся на уровне морфологии и агрохимических показателей.

Профиль черноземных почв имеет мощность до 150 см. Состоит из горизонтов: A_0 (3–5 см) – степной войлок; A (30–50 см) – гумусово-аккумулятивный горизонт черной окраски, зернистой структуры; AB (10–60 см) – гумусово-переходный горизонт черно-серой окраски, B – переходный к материнской породе горизонт; C – материнская порода или $A_0 - A_1 - B_k - C_k$.

В составе почв преобладает монтмориллонитовая группа минералов, что вместе с гумусом создает самую высокую емкость поглощения ($E=30-55$ мг·экв/100 г почвы) с преобладанием среди них катионов

кальция и магния. Значительное количество кальция и магния в породе и опаде нейтрализуют кислоты, поэтому реакция почвы нейтральная или близкая к ней (рН около 7,0). В черноземах высокое содержание гумуса (6–10%). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Степень насыщенности почв основаниями составляет 80–100%. Насыщенность почвы двухвалентными катионами Са и Mg содействует устойчивости коллоидов, перемещения которых по профилю не наблюдается. Черноземы обладают оптимальными физическими свойствами. Почвы урожайные с достаточным количеством N, P, K и микроэлементов. Благодаря высокому естественному плодородию чернозем называют царем почв.

Несмотря на оптимальные свойства «царя почв», для того, чтобы избежать снижения плодородия и разрушения почвы необходимо проведение некоторых мероприятий: создание водопрочной структуры, охраненных лесных насаждений, орошение, применение удобрений, проведение противоэрозионных мероприятий агротехнических приемов.

2.8.2. Черноземовидные дерновые кальциево-гумусовые почвы высокотравных прерий

Условия почвообразования. Черноземовидные почвы североамериканских прерий формируются в условиях влажного умеренно-континентального климата с коэффициентом увлажнения около 1, так выпадает 800–1000 мм осадков, а испарение составляет 800–1500 мм. Среднегодовая температура воздуха от +7°C до +10°C, в январе температуры воздуха от -4°C до -8°C, в июле – от +22°C до +24°C.

Растительность злаково-разнотравная.

Почвообразовательные процессы схожи с черноземными почвами, однако по агрохимическим показателям черноземовидные почвы уступают черноземам.

Количество гумуса колеблется в пределах 3–9%. Гумус с незначительным преобладанием фульвокислот, поэтому количество гумуса хуже, чем в черноземах. Реакция почвы слабокислая (рН 5,1–5,6). В составе глинистых минералов значительная доля монтмориллонита, емкость поглощения высокая ($E=25-30$ мг·экв/100 г почвы). Степень насыщенности основаниями высокая ($V = 60-80\%$).

Физические свойства почв благоприятные для развития растений и процессов.

В сельскохозяйственном отношении почвы используются интенсивно, чему способствуют климатические условия и высокое природное плодородие. Это основная зона выращивания кукурузы, а также севооборотов овса, трав, сои.

2.8.3. Каштановые почвы

Условия почвообразования. Общая площадь почв 1,76%. Пахотные земли из них составляют 40%.

Каштановые почвы при движении с севера на юг на материке Евразия сменяют черноземные. На западе они распространены узкой полосой, а на востоке постепенно расширяются, занимая наибольшие просторы в Казахстане и Монголии. В Северной Америке они имеют меридиональное распространение в пределах Великих равнин. Встречаются в Румынии, Испании, Аргентине, Чили.

Климат в зоне распространения каштановых почв менее благоприятен для формирования плодородных почв, чем для черноземных. Количество осадков значительно меньше (180–350 мм) при более высоких летних температурах от +17°C до +23°C. Создается слабовыпотной водный режим ($K=0,5-0,7$).

Ежегодный *растительный* опад 4–8 т/га и общая зольность (250–450 кг/га) создают условия для слабого накопления гумуса (3,0–4,5%). Мощность гумусового горизонта 35–40 см, что значительно меньше, чем в черноземах. В составе гумуса преобладают фульвокислоты, поэтому цвет почвы светлый с каштановым оттенком.

Генетический профиль включает горизонты $A_0 - A_1 - AB - B_k - B$. A_1 – гумусово-аккумулятивный, темно- или светло-каштанового цвета с мелко- и среднекомковатой структурой. AB (15–20 см) переходный с признаками солонцеватости, светло-коричневого цвета с крупнокомковатой структурой. B_k – иллювиально-карбонатный горизонт буровато-желтого цвета, призмовидно-ореховатой структуры, с новообразованиями карбонатов. С – материнская порода в виде лессовидных карбонатных суглинков, сыртовых глин и суглинков. Содержание гумуса в каштановых почвах колеблется от 2% до 6%. Емкость поглощения составляет 8–25 мг·экв/100 г почвы. Почвы имеют слабощелочную реакцию среды (pH 7,5–8,0), с глубиной щелочность возрастает. Физические свойства каштановых солонцеватых почв неудовлетворительные. Почвы плотные, где не хватает влаги, а ниже 2 м находится метровый горизонт с постоянной влажностью. Почвы слабооструктурены. Лучшие условия для аккумуляции гумуса, развития процесса рассоления и засоления создаются в понижениях рельефа, где формируются лугово-каштановые почвы, имеющие мощность гумусового горизонта 45–55 см, емкость поглощения 30–40 мг·экв/100 г почвы.

В сельскохозяйственном отношении каштановые почвы используются как пастбища, а также для выращивания зерновых культур. Для поддержания природного плодородия необходимо вносить минеральные и органические удобрения, проводить безотвальную обработку почвы, влагонакопление, снегозадержание.

2.9. Почвы пустынь и полупустынь

Пустыни на равнинной поверхности Земли занимают 25,1%. Распространены неравномерно. Встречаются в арктическом, суббореальном, субтропическом и тропическом поясах. Несмотря на природные различия географических поясов, факторы почвообразования в пустынях имеют ряд схожих черт. В пустынях происходит преимущественно физическое выветривание из-за контраста температур в течение суток. Химическое и биохимическое выветривание выражено слабо, так как очень мало выпадает осадков.

В пустынях распространены кварцевые пески, которые в Австралии и местами в Африке обогащены железом на выветрелых древних породах.

Воды значительно засолены хлоридами и сульфатами, которые содействуют формированию солончаков и солонцов.

Растительность очень разрежена. Биомасса колеблется в широких пределах от 0,1 т/га до 45 т/га в саксауловых кустарниках. Растительность эфемерно-кустарниковая, лишайниково-кустарниковая, солончаковая.

В пустынях получили развитие типы почв – **бурые, серо-бурые, такры, неразвитые песчаные (почвы типа «пустынного загара»)** в каменистых пустынях. Полугидроморфные и гидроморфные почвы образуют **солончаки и солонцы**, которые относят к азональным, так как встречаются в соседних с пустынями природных зонах.

2.9.1. Бурые почвы

Бурые почвы являются зональным типом пустынно-степной (полупустынной), а в тропиках пустынной зоны. Почвы занимают 3,86%. Из них пахотные земли составляют 8–10%. Площадь горных бурых почв составляет 0,2%. Распространены в пустынной зоне практически на всех континентах, кроме Европы.

Условия почвообразования. Встречаются в условиях равнинно-слабоволнистого и местами горного рельефа. Почвообразующие породы представлены лессовидными суглинками, аллювиально-озерными отложениями, вулканическими породами (Чили) и древней корой выветривания кристаллических пород Австралии и Африки. Местами встречаются известняки и глинистые сланцы.

Кора выветривания по химическому составу сиалитная и ферраллитная (Австралия, частично Африка), местами засоленная.

Климат. Пустыни различных географических поясов имеют значительные различия в показателях температуры воздуха, продолжительности периода с положительными температурами на протяжении

года. Количество осадков колеблется в границах 50–400 мм при испаряемости 1100–2500 мм, поэтому коэффициент увлажнения незначительный (0,05–0,16). Практически на протяжении года действует выпотной режим.

Растительность пустынь редкая (20–30% от занимаемой площади), представлена различными растительными группами – кустарники джезгун, тамариск, полынь, злаки, осоки, различные голофиты, эфемеры и эфемероиды. В поймах рек встречаются деревья – тополь, осина, саксаул, на глинистых понижениях – водоросли. Биомасса в пустынях незначительна 0,1–2,5 т/га, что не способствует гумусонакоплению.

По морфологии и свойствам бурые почвы близки к светло-каштановым, серо-бурым и сероземам. Профиль бурых почв состоит из горизонтов: А, В₁, В_к, С. А (10–15 см) – гумусовый горизонт сероватобурого или палево-серого цвета, рыхлого сложения, слоистой структуры, В₁ (20 см) – иллювиальный горизонт темного буровато-коричневого цвета, крупнокомковатой или глыбистой структуры, реже призматической, В_к (50 см) – иллювиальнокарбонатный горизонт желтовато-бурого цвета с белыми карбонатными пятнами, плотного сложения, глыбистой или ореховатой структуры, С (на глубине 80–100 см) – гипсовый горизонт, ниже которого лежит горизонт легкорастворимых солей.

Гранулометрический состав почв преимущественно суглинистый, встречается супесь и песок.

Количество гумуса колеблется от 1,0 до 2,5, в составе которого преобладают фульвокислоты. Емкость поглощения в бурых песчаных почвах – 3–10, суглинистых – 15–25 мг·экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями 60–80%. Реакция почв слабощелочная (рН 7,5–8,0), с глубиной увеличивается по профилю до 8,5.

Физические свойства бурых почв неблагоприятны: не выражена структура, высокая щелочность, низкая водопроницаемость.

В понижениях рельефа с лучшим увлажнением размещаются лугово-бурые почвы. Они более гумусированы и имеют высокую емкость поглощения.

Природное плодородие бурых почв низкое. Лугово-бурые и в меньшей степени солонцеватые бурые почвы при орошении используются для выращивания бахчевых, овощных и зерновых культур. Основное использование бурых почв – в качестве пастбища для животных.

Повышение плодородия почв возможно при проведении орошения, снижении возможности засоления и ветровой эрозии.

2.9.2. Серо-бурые почвы

Условия почвообразования. Общая площадь, которую занимают серо-бурые почвы составляет 2%.

Серо-бурые почвы занимают внутриконтинентальные области на юге и в центре Азии; в Африке встречаются в Судане, Египте, Ливии, Сомали, незначительные площади в границах Большого бассейна, плато Колорадо и низин, которые примыкают к Калифорнийскому заливу Северной Америки; в Австралии распространены на равнине Налларбор на продуктах размыва древней красноцветной коры выветривания на элювии известняков и осадочных карбонатных пород. В горных районах серо-бурые почвы не встречаются.

Почвообразующие породы представлены лессовидными и древнеаллювиальными отложениями.

Климат континентальный, горячий. Среднегодовая температура составляет от $+16^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$, зимняя от -1°C до -15°C , летняя от $+26^{\circ}\text{C}$ до 30°C , в Африке зимой до $+30^{\circ}\text{C}$, летом $+40^{\circ}\text{C}$, $+45^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков – 100–200 мм, в Африке – 90–250 мм. Испарение достигает 2500–3000 мм, коэффициент увлажнения 0,04–0,08. Создается резко выраженный выпотной водный режим, что содействует активному передвижению засоленных грунтовых вод к поверхности.

Растительность солянково-кустарниковая и эфемерная.

Гранулометрический состав породы от песков до суглинков с преобладанием супеси и легкого суглинка.

Генетический профиль почв состоит из горизонтов: $A_k - B_k - C$. A_k (10–15 см) – серо-бурого цвета, рыхлый, редкие корни; B_k (10–15 см) – иллювиальный горизонт бурого цвета, уплотненный, призмовидно-глыбистой структуры с пятнами карбонатов, C (0,2–2,0) – материнская порода с гипсом, лессовидный суглинок.

На поверхности серо-бурых почв образуется карбонатная корка мощностью 3–6 см, с повышенным количеством кремнезема, количество которого уменьшается вниз по профилю.

Количество гумуса в серо-бурых почвах около 1%, в составе которого преобладают фульвокислоты. Реакция почвы щелочная (рН 8,4–8,9). Емкость поглощения – 5–10 мг·экв/100 г почвы. Характеристика химических свойств не очень благоприятная, но почвы при орошении можно использовать под сельскохозяйственные культуры. Повышение плодородия при сельскохозяйственном использовании аналогично бурым почвам.

2.9.3. Такыры

Общая площадь глинистых пустынь, на которых формируются такыры составляет 0,2%. Пашня из них составляет 0,4%. Местами их образования являются дельты, поймы рек и плоские понижения озеровидной формы, где под влиянием водных потоков отлагаются илистые

частицы, создавая глинистые отложения. Почвообразующие породы – карбонатные и засоленные. Среди отложений преобладают гидрослюды и монтмориллонит.

Поверхность такыров покрывается водорослями и лишайниками, очень редко встречаются полынь и солянковые кустарники, черный саксаул.

Почвы различают между собой по растительным группировкам: такыры водорослевые, водорослево-лишайниковые и лишайниковые.

Профиль такыров слабо выражен, но различают глинисто-трещинную поверхность, плотную палево-серую корку мощностью 2–3 см. Ниже залегает слоистый горизонт менее плотный мощностью около 4 см. Далее он сменяется комковатым горизонтом, очень плотным из-за повышенного количества коллоидных частиц при солонцеватости такыров. Профиль, в целом, карбонатный при максимальном сосредоточении карбонатов в верхнем горизонте.

В формировании профиля такыров принимают участие чередующиеся процессы засоления и рассоления, что связано с образованием водной толщи талых вод на их поверхности весной и высыханием воды в начале лета.

Водоросли создают биомассу до 0,6 т/га, а лишайники до 1 т/га.

Количество гумуса колеблется в пределах 0,3–1,0% с преобладанием в составе фульвокислот. Емкость поглощения высокая – 15–40 мг·экв/100 г почвы. Реакция почвы сильнощелочная (рН 8–10). Засоление такыров сульфатно-хлоридно-натриевое.

Водные и физические свойства такыров неблагоприятные для роста растений. Почвам характерна высокая связность частиц, малая пористость, низкая фильтрация воды.

В сельскохозяйственном отношении такыры используются как пастбища для животных. Требуется орошение в связи с тем, что летом наступает физическая сухость почвы. Выращивают рис, кукурузу, хлопок, бахчевые и овощные культуры, виноград.

При использовании такыров их необходимо промывать осенью или зимой от легкорастворимых солей, проводить глубокую вспашку (40–50 см), вносить до 30 т/га органических удобрений и регулярно минеральные. Проводить пескование для улучшения физических и водных свойств почвы.

2.9.4. Неразвитые песчаные и каменистые почвы пустынь

Неразвитые почвы пустынь занимают 3,2% площади, пески – 6,4%, каменистые пустыни – 8,2%.

Пески и каменистые просторы занимают большую часть пустынь. Поверхностные горизонты возникли в результате физических, физико-химических и современных геологических процессов (эрозия, дефляция).

В пустынях различают следующие генетические отложения: *эрг* или *песчаная пустыня*, сложенная грядами и барханами, *рег* плоская песчаная пустыня на территории Сахары с поверхностью, покрытой гравийно-галечниковыми отложениями; *хамада* или *каменистая пустыня*; *шот*, или выделение солей на поверхности пониженного рельефа.

Пески отличаются по степени засоленности: бескарбонатные (Сахара), слабокарбонатные (Тар). В Калахари пески залегают на суглинках или гранитах и гнейсах. В Средней Азии пески Каракумов тонкозернистые, обогащенные слюдами, которые блестят на солнце, пески Кызылкумов, как и Австралии, имеют повышенное количество железа, поэтому окрашены в красный цвет разной степени интенсивности.

Среднегодовая температура $+12$ – $+24^{\circ}\text{C}$, количество осадков 10 – 300 мм в год при испаряемости 1000 – 5500 мм.

Неразвитые песчаные почвы малогумусные, карбонатные или бескарбонатные, сиалитные или ферраллитные по химическому составу. Влагоемкость и емкость поглощения почв (3 – 5 мг·экв/100 г почвы) низкие показатели, реакция почв изменяется в широких пределах от кислой в местах скопления самородной серы до нейтральной при обогащении почв легкорастворимыми солями натрия. Количество гумуса $0,2$ – $0,5\%$. Эффективность применения удобрений низкая.

В каменистых пустынях формируется «пустынный загар» или «оборонная кора» мощностью $0,5$ – 5 мм темно-бурого или черного цвета, так как повышено количество Fe и Mn. Встречаются корки из известковых, гипсовых, кремниевых и других солей.

3. Азональные почвы

К *азональным почвам* относятся почвы, которые занимают небольшую площадь в зоне и отличаются от зональных по морфологии, свойствам и условиям формирования. Есть в них некоторые общие черты с зональными почвами, например, засоление.

К аazonальным почвам относятся *торфяные, аллювиальные (пойменные), вулканические*, интразональные почвы южных зон (*солончаки, солонцы, солоди*).

3.1. Интразональные почвы южных зон

Наиболее распространенными в южных зонах являются *солончаки и солонцы, солоди*.

Солончаки – типы почв, формирующиеся при засолении лесостепи, черноземно-степной зоны, зоны сухих степей, полупустынь и пустынь. Они формируются в условиях сухого климата и выпотного типа водного режима. Покрывают солончаковой растительностью (солянки, солеросы, кермек и др.).

Для солончаков характерно высокое содержание водорастворимых солей в поверхностном слое почвы: не менее 1,5–2,0% при хлоридно-сульфатном засолении и не менее 0,5–1,0% при содовом и сульфатно-содовом. Источником солей может быть соленосная порода (автоморфные солончаки) или близко залегающие минерализованные почвенно-грунтовые воды, соли которых при испарении поднимаются по капиллярам и накапливаются в верхнем горизонте (гидроморфные солончаки). При неправильном орошении можно повысить уровень сильноминерализованных грунтовых вод до критической глубины и вызвать повторное засоление.

По составу засоления встречаются корковые (NaCl), пухлые (Na_2SO_4), мокрые (CaCl_2 , MgCl_2), черные Na_2CO_3 солончаки.

Почвенный профиль солончаков слабо дифференцирован на генетические горизонты. Обычно выделяют гумусовый горизонт (А), переходный (В) и почвообразующую породу (С). Количество легкорастворимых солей в А колеблется в пределах 0,6–3% и более. Количество гумуса 1–8% с преобладанием фульвокислот, имеют щелочную реакцию среды (рН 7,5–11,0), емкость поглощения (Е) составляет 10–20 мг·экв/100 г почвы, сумма обменных оснований (S) равна 10–20 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями очень высокая ($V=100\%$). В почвах небольшое количество азота и элементов питания. По вертикальному профилю на поверхности могут преобладать хлориды, ниже сульфаты, которые сменяются глубже карбонатами. На поверхности местами образуется горизонт соли белого цвета.

Высокая концентрация солей в почвенном растворе солончаков превышает осмотическое давление клеточного сока культурных растений. Токсичность солей возрастает от сульфатного к содовому типу засоления. Концентрация солей в почве – важный экологический фактор для сельскохозяйственных культур – тыква, томаты, капуста выдерживают 0,02% засоления, лук – 0,01%, огурцы – 0,007%. Засоленные почвы без коренного улучшения непригодны для выращивания культурных растений, поэтому в сельском хозяйстве не используются. Основные мероприятия при освоении солончаков – дренаж и промывание их пресными водами.

Солонцы – почвы, верхняя часть профиля которых практически свободна от легкорастворимых солей, но содержит большое количество обменного натрия – от 10 до 70% от емкости поглощения. Степень солонцеватости по натрию определяется по количеству его в обменном состоянии в процентах от суммы обменных оснований (3–10% Na – слабая солонцеватость, 10–20% Na – средняя, > 20% Na – высокая). Встречаются в поясе степных зон в зоне черноземных, каштановых и бурых почв и носят соответствующее название (например, солонец черноземный).

Могут образоваться при рассолении солончаков, в результате чего происходит замещение поглощенного кальция и магния на натрий почвенного раствора. Источником солей натрия может быть и степная травянистая растительность – полынь, кермек и др.

Количество гумуса в почвах колеблется от 2 до 8% с преобладанием фульвокислот, щелочная реакция среды (рН 7,5–10,0), емкость поглощения (Е) составляет 20–35 мг·экв/100 г почвы, сумма обменных оснований (S) равна 20–35 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями очень высокая ($V=100\%$). Для профиля солонцов характерна трехчленность. A_1 – гумусово-элювиальный (надсолонцовый), слоеватый, бесструктурный, мощность 20–30 см; B_1 – солонцовый горизонт, плотный, бурый с коричневым оттенком, столбчатой, глыбистой или ореховатой структуры, мощность 10–25 см; B_2 – подсолонцовый горизонт более светлой окраски, призматической или ореховатой структуры, обычно содержит гипс, карбонаты; С – горизонт накопления гипса, легкорастворимых солей, карбонатов кальция.

Солонцы характеризуются рядом неблагоприятных для выращивания культурных растений свойств. К ним следует отнести щелочную реакцию, низкое содержание гумуса и элементов питания, наличие свободной соды (NaHCO_3), отрицательно влияющей на растения. Неудовлетворительными являются и их физические свойства – плохая водопроницаемость, вязкость, липкость и набухание во влажном состоянии, сильное уплотнение и твердость – в сухом.

При освоении солонцов проводят промывку, гипсование, глубокую вспашку, вносят органические и минеральные удобрения, применяют травосеяние.

Солоди распространены в западинах в лесостепной и степной зонах, где близко к поверхности (2,0–3,0 м) подходят грунтовые воды гидрокарбонатно-натриевого или хлоридно-сульфатно-натриевого состава. Часто они размещены в сочетании с солончаками или солонцами и могут образовываться при их рассолении.

Основным признаком солодей является наличие свободной кремниевой кислоты (SiO_2), образование которой связано с рассолением солонцов. Гумус, оксиды и частички становятся более подвижными. В результате этого развивается резко дифференцированный на горизонты профиль: A_0 , A_1 , A_2 , A_2B , В и С. Если солоди образуются в поймах рек, то у них формируется аллювиальный горизонт, если на болотах – торфяной. Встречаются карбонаты, легкорастворимые соли. Для солодей характерно наличие гумуса (1,5–10%) в составе которого преобладают фульвокислоты. Кислотность наибольшая в горизонте A_2 (осолоделый горизонт, внешне похожий на подзолистый) и составляет 3,5–6,5 (реакция очень кислая в горах), а в более глубоких горизонтах она нейтральная или слабощелочная. Емкость поглощения (Е) составляет 10–15 мг·экв/100 г почвы, сумма

обменных оснований (S) равна 30 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями низкая ($V=20-60\%$). Используются как луга.

В зависимости от условий образования солоды делятся на три подтипа: лугово-степные, луговые, лугово-болотные.

Солоды имеют низкое природное плодородие, что связано с бедностью их питательными веществами для растений, неблагоприятными водно-физическими свойствами, часто высокой кислотностью. Их мелиорация заключается во внесении минеральных и органических удобрений, известковании, глубоком рыхлении, внесении сапропелей и проведении землевания.

3.2. Торфяные почвы

Торфяные почвы распространены в природных зонах с влажным (гумидным) климатом. Они делятся на торфяные почвы низинных, переходных и верховых болот. Почвенный профиль состоит из горизонтов: $A_0 - T - G - C$. Наиболее плодородные торфяные почвы низинного типа, т.к. химические вещества поступают из грунтовых вод, а беднейшие – торфяные почвы верховых болот (питательные вещества поступают только с пылью и атмосферными осадками) и в сельском хозяйстве не используются. Почвы формируются под влиянием процесса торфонакопления. Агрохимические и водно-физические свойства почв ухудшаются в ряду: низинные → переходные → верховые болота. Природное плодородие почв высокое на низинных и плохое на верховых торфяниках.

Основные свойства почв:

Торфяные	pH	Азот, %	E,	V	Влагоемкость, %
низинные	5,5–6,5	3–4	100–150	70–80	400–50
переходные	5,0–5,5	2–3	80–120	50–70	600–800
верховые	4,0–4,5	1–2	60–80	15–20	1000–1200

3.3. Аллювиальные (пойменные почвы)

Аллювиальные (пойменные почвы) формируются под влиянием аллювиального и дернового процессов почвообразования. Аллювиальный процесс – это процесс ежегодного отложения взвешенных в воде частичек во время паводка. В профиле почвы образуются тонкие слои светлой или темной окраски. Почвенные горизонты $A_0 - A_1 - A_2 - A_3$. Количество гумуса высокое (5–15%) с преобладанием гуминовых кислот, pH 5,6–6,5, Емкость поглощения (E) составляет 110–30 мг·экв/100 г почвы, сумма обменных оснований (S) равна 5–20 мг·экв/100 г почвы, степень насыщенности почв сравнительно высокая ($V=60-90\%$).

Почвы формируются на приустьевой, центральной и притеррасной частях поймы. В притеррасной части преимущественно формируются глеевые и торфяные почвы.

Аллювиальные (пойменные почвы) используются как сенокосы или огородные земли.

3.4. Вулканические почвы

Вулканические почвы (андсоли) формируются на вулканических породах. Имеют темную расцветку пород со слабой дифференциацией на горизонты. Породы содержат мало питательных веществ, поэтому даже при небольшом количестве гумуса природное плодородие почв низкое. Почвы характеризуются высокой фильтрационной и водоудерживающей способностью при низком подъеме воды, рыхлостью, пористостью, высокой поглотительной способностью, средней насыщенностью основания и кислотностью близкой к нейтральной (рН 5,6–6,0).

4. Почвы горных областей

Горные почвы занимают на земном шаре 24 млн. км² или 17% от поверхности суши.

Формирование и распределение почв в горных странах подчиняется закону вертикальной зональности, который открыл В.В. Докучаев и сущность которого сводится к следующему: в связи с изменением высоты местности изменяются почвы, что в свою очередь связано с изменением климата и растительности. Существует соответствующая аналогия между сменой вертикальных почвенных зон при поднятии в горы от подножия гор к вершине и сменой горизонтальных почвенных зон при движении к северу. Однако более глубокое изучение показало, что в горах отмечается большее разнообразие биоклиматических условий и соответственно генетических типов почв больше, чем на равнинных территориях.

Горные почвы разные авторы относят к самостоятельным типам или объединяют их в типы с аналогичными почвами равнинных территорий. В самостоятельные типы выделяются только те почвы, которые не имеют аналогов на равнинах. Это оригинальные горные почвы: *горно-луговые, горно-степные, горно-лугово-степные, горно-луговые черноземовидные, почвы.*

Горно-луговые и горно-степные почвы являются оригинальными типами высокогорных почв. Они образуются в условиях большого количества осадков под луговой разнотравной растительностью на разных почвообразующих породах, главным образом, в результате дернового процесса почвообразования. Интенсивность проявления дернового процесса зависит от характера растительности и почвообразующей породы.

На карбонатных породах почвы более гумусированы, с большой мощностью гумусового горизонта; на бескарбонатных, наоборот, почвы содержат меньше гумуса с преобладанием в его составе фульфокислот, и мощность перегнойного горизонта значительно меньше.

Горно-луговые почвы, которые непосредственно прилегают к горно-тундровым, занимают верхний пояс низкотравных альпийских лугов. Они характеризуются хорошо развитой оторфованной дерниной, под которой выделяется гумусовый горизонт небольшой мощности (20–40 см) бурой окраской за счет слабой оторфованности. В нижнем поясе горных лугов (субальпийский луг) с красиво цветущим высокотравьем формируются **горно-лугово-степные почвы** с большей мощностью гумусового горизонта – до 50 см и более. Гумусовый горизонт имеет мелкозернистую или пылевато-комковатую структуру, содержит значительное количество железистых новообразований ржавого цвета.

Горно-луговые и горно-лугово-степные почвы содержат 8–20% гумуса. Реакция в зависимости от характера почвообразующей породы может быть кислой, нейтральной и даже слабощелочной.

Среди горно-луговых почв выделяют *горно-луговые типичные дерновые, горно-луговые торфянистые и торфянисто-глееватые*. На продуктах выветривания карбонатных пород под субальпийской остепненной растительностью формируются **горно-лугово-степные черноземовидные почвы** с мощной дерниной и более выраженной пороховидной структурой.

Кроме того, при соответствующем пересчете вертикальных почвенных зон в горах могут выделяться следующие типы горных почв от подножия гор к вершинам: **горно-тундровые почвы, горные подзолистые почвы, горные бурые лесные почвы, горные серые лесные почвы, горные черноземы, горные каштановые почвы, горные коричневые почвы, горные сероземы, высокогорные пустынные почвы.**

5. Почвы речных пойм

Пойма – часть долины реки, которая периодически затопляется паводковыми водами во время разлива. Почвообразование в поймах зависит от тех процессов, которые в них происходят. Наиболее активны эти процессы в период паводка, когда взаимодействуют два потока: русловой и пойменный. В результате действия водных потоков происходит эрозионное разрушение русла и поймы и одновременная аккумуляция аллювия. Идет постепенное отложение пойменного аллювия, который перекрывает ранее созданные отложения и выравнивает поверхность поймы. От характера течения водного потока зависит распределение механических частичек аллювия и формирование механического состава почвы. В прирусловой части долины чаще откладываются

пески, которые постепенно переходят в суглинки в периферийной части поймы.

В соответствии с факторами и процессами почвообразования, которые происходят в поймах, образуются преимущественно почвы, которые можно объединить в три группы: **дерновые, луговые, болотные**.

Необходимо отметить несколько особенностей, характерных для всех пойменных почв.

Пойменные почвы, в отличие от других, формируются одновременно с почвообразующей породой, т.к. аллювий не требует длительной подготовительной стадии выветривания и имеет необходимые элементы для жизни растений.

Пойменные почвы, размещенные в разных природных зонах, отличаются между собой меньше, чем внепойменные почвы.

В поймах на фоне пойменных процессов одновременно протекают дерновый и болотный процессы почвообразования.

Пойменные дерновые почвы образуются на возвышенных участках поймы, чаще это прирусловая пойма с глубоким залеганием грунтовых вод. Обычно это малоурожайные легкого механического состава почвы с небольшим количеством гумуса и азота. Пойменные луговые почвы развиваются на участках с неглубоким залеганием грунтовых вод (1–2 м), преимущественно на суглинистом аллювии центральной поймы. **Луговые почвы** богаты гумусом, имеют хорошо выраженный перегнойный горизонт, слабокислые, профиль в нижней части оглеенный. **Пойменные болотные почвы** формируются в пониженных элементах поймы, чаще в прирусловой ее части, а также в понижении на центральной части поймы. Для них характерно накопление торфа, развитие процесса оглеения. В зависимости от состава и характера накопления органических веществ болотные почвы могут быть **дерново-болотными, илисто-перегнойно-глеевыми и илисто-торфяными**. В поймах, которые слабо заливаются паводковыми водами и где мало откладывается аллювия, формируются зональные почвы (серые лесные и черноземы в лесостепях, дерново-подзолистые в таежно-лесной зоне и т.д.). В устьях крупных рек на формирование почвы влияют морские соленые воды, что ведет к засолению почв. Пойменные почвы во всех природных зонах широко используются в первую очередь для сельскохозяйственных целей. В древних поймах крупных рек встречаются пахотные земли.

6. Почвенно-географическое районирование

Цель районирования: деление территории на регионы, которые близки по составу, структуре почвенного покрова и сельскохозяйственному использованию. В системе почвенно-географического районирования использованы следующие таксонометрические единицы: *пояс*,

область, зона, провинция, округ, район. Критерии для их выделения следующие: *почвенно-биоклиматический пояс* – по подобию радиационных и термических условий; *область* – по подобию условий увлажнения и континентальности; *зона* по ареалу зонального почвенного типа и сочетания с ним интрозональных почв; *провинция* – по специфическим особенностям почв и условий почвообразования, связанных в отличие от увлажнения или температуры; *округ* – по однотипной структуре почвенного покрова, связанной с особенностями рельефа и почвообразующих пород; *район* – по преобладающим разновидностям и разряду почв (смотри карту почвенно-географического районирования).

7. Основные почвы Беларуси

7.1. Основные факторы почвообразования

Территория Беларуси расположена в западной части Восточно-Европейской (Русской) равнины в бассейнах верхнего Днепра, Западной Двины, верхнего течения Немана. Занимает площадь, ограниченную координатами: 51°16' – 56°10' с.ш. и 23°11' – 32°47' в.д. Протяженность с севера на юг около 560, а с запада на восток – 650 км.

В геологическом отношении территория Беларуси входит в границы западной окраины Восточно-Европейской платформы. Фундамент платформы, состоящий из кристаллических пород, перекрыт мощной (до 5–6 км) толщей осадочных пород различного возраста (палеозой – антропоген).

Площадь земельных ресурсов республики составляет 20759,6 тыс.га, в том числе сельскохозяйственные угодья занимают 9322,6 тыс.га (48,7%), пашня – 5723 тыс.га (27,7%).

Природные условия. Несмотря на небольшую площадь, территория Беларуси характеризуется довольно разнообразными природными условиями и факторами почвообразования. Это разнообразие обусловлено сложностью рельефа, пестротой почвообразующих пород, значительной изменчивостью климата и характера растительного покрова. Своеобразие природных условий в различных регионах республики определяет формирование в них соответствующего почвенного покрова.

Климат. Климатические условия территории Беларуси в основном определяются расположением ее в умеренных широтах, преобладанием равнинного рельефа и влиянием господствующих западных воздушных течений. Климат республики умеренно континентальный. Среднегодовые температуры положительные и колеблются от + 7,0°C на юго-западе до + 4,5°C на северо-востоке; годовые поступления суммарной солнечной радиации постепенно возрастают от 3400 МДж/м² на севере до 4000 МДж/м² на юге.

Беларусь относится к зоне достаточного увлажнения. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет от 600–650 мм на низинах до 650–750 мм на возвышенностях и равнинах. За теплый период года выпадает около 70% годовой суммы осадков. Для территории республики характерен промывной тип водного режима.

Зимой промерзание почвы на юго-западе составляет обычно 40–50 см (максимально 100–110 см), на северо-востоке – 60–70 см (максимально 110–135 см).

По термическим ресурсам вегетационного периода и степени обеспеченности его влагой территория Беларуси подразделяется на три агроклиматические области: а) Северная – умеренно-теплая, влажная (Поозерье); б) Центральная – теплая, умеренно влажная (Белорусская гряда и прилегающие возвышенности и равнины); в) Южная – теплая, неустойчиво влажная (Полесье).

Таким образом, климат Беларуси мягкий, с достаточным увлажнением, благоприятен не только для развития естественных и культурных растений, но и способствует активному проявлению зональных процессов почвообразования.

Растительность. Природный растительный покров Беларуси занимает около 67% территории и представлен лесной, луговой и болотной растительностью. По характеру растительности территория Беларуси размещена в двух геоботанических зонах – Евроазиатской таежно-лесной с подзонами дубово-темнохвойных лесов и грабово-дубово-темнохвойных лесов и Европейской широколиственно-лесной зоне с подзоной широколиственно-хвойных лесов.

Леса занимают около 37,8% территории республики. Встречаются повсюду небольшими участками среди болот и полей или крупными массивами – пуццами (Беловежская, Налибокская и др.). Почти 2/3 всей лесопокрываемой территории составляют хвойные породы, широколиственные леса (дуб, граб, клен, ясень, липа) – около 5% лесопокрываемой площади.

В северной части республики распространены широколиственно-еловые леса, а на юге – грабовые и грабово-дубовые. На Полесье преобладают широколиственно-сосновые леса.

Около 15,8% территории Беларуси занимают *луга* – суходольные, низинные и пойменные. Видовой состав луговой растительности довольно разнообразный и зависит от типа луга, степени его увлажнения. Растительный покров суходольных лугов представлен главным образом овсяницей овечьей, булавоносцем сивым, метлюжком луговым. На заболоченных лугах широко распространены осочки, хвощи, щавели, влаголюбивое разнотравье. На сухих пойменных гривах обычно растут злаково-разнотравные ассоциации; заболоченные понижения и притеррасные части поймы заняты осокой, камышом. В центральной пойме развиваются злаково-бобовые луга с лисохвостом, клевером, овсяницей.

На Беларуси *болота* занимают 11,5% ее территории. Низинные травяные болота составляют 61,1% болот и особенно распространены на Полесье. На них чаще произрастает осока, вахта, сабельник, калужница, зеленый мох. Среди древесных пород и кустарников встречаются пушистая и присядистая береза, черная ольха, серебристая ива и др.

Верховые болота занимают 18,2% от площади болот и чаще встречаются на севере. В растительном покрове их преобладает сфагновый мох, произрастают багульник, клюква, подбел, карликовая сосна и др.

Рельеф. Основные черты рельефа Беларуси в значительной мере обусловлены антропогенным материковым оледенением. Поверхность республики преимущественно равнинная – волнистые равнины чередуются с холмистыми возвышенностями и слабо вогнутыми низинами. Территория приподнята над уровнем моря в среднем на 160 м – абсолютные высоты изменяются от 80 до 345 м.

Северная часть республики характеризуется распространением низин и равнин преимущественно озерно-ледникового или водно-ледникового происхождения (Полоцкая, Суражская, Верхнеберезинская, Нарочано-Вилейская) разделенных возвышенными участками краевых ледниковых возвышенностей (Невельско-Городокская, Витебская возвышенности) и гряд (Свентяньские, Браславские). Эта область отличается средней степенью расчлененности поверхности, молодыми, относительно слабо измененными формами рельефа, образованными последним поозерским оледенением.

В центральной части республики с запада на восток протянулась Белорусская гряда, состоящая из отдельных краевых ледниковых возвышенностей сожского возраста: Гродненская, Волковысская, Новогрудская, Минская, Ошмянская, Оршанская. В средней части гряды находится наиболее высокая Минская возвышенность. Здесь расположена максимальная абсолютная отметка высоты Беларуси – гора Дзержинская (345 м). Понижаясь на юг и юго-восток, Белорусская гряда переходит в платообразные равнины водно-ледникового происхождения – Оршанско-Могилевскую, Центрально-Березинскую. Рельеф центральной части республики в целом имеет сложное строение. Преобладает денудационный грядово-холмистый рельеф с выположенными вершинами и глубоким эрозионным расчленением. Множество денудационных ложбин и сквозных долин. Расчлененность рельефа усиливается образованием оврагов в местах выхода лессов. Расчлененность рельефа центральной и северной части обуславливает большую пестроту почвенного покрова, высокую мелкоконтуруность полей.

В южной части республики рельеф в основном низинный – водно-ледникового, озерно-аллювиального, аллювиального происхождения. Здесь расположены Полесская, Приднепровская низины. Поверхность преимущественно ровная, плоская, слаборасчлененная, со множе-

ством больших переувлажненных участков. Возвышенные участки краевых ледниковых образований имеют ограниченное распространение (Мозырская возвышенность, равнина Загородье), но образуют вытянутые в субширотном направлении полосы, что придает рельефу Полесья волнистый характер. Для многих районов Полесья характерны формы эоловой аккумуляции – песчаные дюны и бугры, заросшие лесом или развеваемые ветром при отсутствии растительности.

Современный рельеф Беларуси преобразуется под влиянием геоморфологических процессов и деятельности человека. На возвышенностях проявляется плоскостной сток, приводящий к почвенной эрозии и накоплению делювия у подножья склонов. Линейный сток содействует развитию оврагов. Воздействие человека на рельеф проявляется при создании водохранилищ, карьеров или нивелировании поверхности и т.д.

Почвообразующие породы на территории Беларуси – это сложный комплекс осадочных отложений антропогенного периода. Коренные породы (девонские, меловые, неогеновые и др.) выходят на дневную поверхность только в отдельных пунктах и поэтому не имеют существенного значения для почвообразования.

В северной части Беларуси широко распространены ледниковые и озерно-ледниковые суглинистые и глинистые отложения, а также частично пески; встречаются суглинистые и песчаные образования аллювиального генезиса. Мощность четвертичного покрова 20–80 метров.

Центральная часть республики характеризуется преимущественным распространением моренных глин, суглинков, лессов, лессовидных отложений. Их массивы нередко разделяются широкими флювиогляциальными и древнеаллювиальными песчаными и супесчаными отложениями.

В южной части широко встречаются водно-ледниковые и древнеаллювиальные, аллювиальные хорошо отсортированные пески, супеси и реже – пылеватые суглинки; мощность осадочных пород 10–70 метров.

На Беларуси распространенной почвообразующей породой является торф.

Таким образом, на территории республики встречается большое множество генетических разновидностей почвообразующих пород. Краткая характеристика наиболее распространенных пород приведена ниже.

Собственно-ледниковые (моренные) отложения характеризуются завалуненностью, отсутствием слоистости и сортированности. Представлены преимущественно валунными суглинками, супесями, песками, реже – глинами. Значительное количество оксидов железа придает суглинкам и глинам красно-бурый цвет.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения образуются под влиянием аккумулятивной деятельности потоков талых ледниковых

вод, Этим отложениям свойственна косая и диагональная слоистость. Представлены комплексом пород – камов (смешанные, крупно- и мелкозернистые пески, супеси с прослойками суглинков и глин), озов (грубый песчано-гравийно-галечный материал, гравийные и разнозернистые пески, супеси), зандров (разнозернистые пески, песчано-гравийно-галечные отложения).

Озерно-ледниковые отложения – образуются в результате седиментации преимущественно мелкозернистого материала на дне приледниковых озерных бассейнов. Для этих отложений характерно чередование глинистых прослоек с песчанистами.

Представлены ленточными глинами, тяжелыми суглинками, супесями, а по окраинам древних озерно-ледниковых бассейнов – тонко- и мелкозернистыми песками.

Аллювиальные отложения своим происхождением обязаны паводковым водам, приносящим в пойму реки взмученный материал. Определяющими признаками этих отложений являются слоистость, сортированность, отшлифованность частичек.

Лессы представляют собой неслоистую, однородную, тонкозернистую карбонатную светло-желтую или палевого цвета породу. Механический состав ее варьирует от пылеватых тяжелых суглинков до пылеватых супесей. Мощность лессовых отложений колеблется от 0,5 до 12 м. Встречаются также лессовидные отложения (суглинки, супеси), отличающиеся от типичных лессов слоистостью, наличием тонких прослоек песка и супеси, раковин моллюсков.

Лессы и лессовидные отложения объединяют под названием «лессовидные породы». Происхождение их полигенетичное. Считают, что водные факторы были решающими в седиментации лессового материала.

Эоловые отложения образовались под воздействием ветра. Материал, из которого они состоят, сортированный, с выраженной косой слоистостью. Встречаются главным образом в южной части республики, представлены в основном мелкозернистыми песками.

Следует отметить, что на территории республики однородных почвообразующих пород не так много. Преобладают породы двух- и трехчленного строения, то есть в границах почвенной толщи встречаются две-три породы, отличающиеся генезисом, механическим составом.

7.2. Характеристика почвообразовательных процессов и почв на территории Беларуси

Пестрота природно-климатических условий Республики Беларусь обуславливает проявление различных типов почвообразовательных процессов. Важнейшими среди них являются следующие: *подзолистый, дерновый и болотный*. Они могут проявляться как в чистом виде, так и в

различных сочетаниях. В некоторых регионах обнаруживается проявление буроземного и солончакового процессов.

На территории республики выделено 13 генетических типов почв. Характеристика важнейших из них приведена ниже.

Подзолистые почвы формируются под воздействием *подзолистого* процесса. Наиболее ярко он проявляется под покровом сомкнутого хвойного леса. Здесь создаются необходимые условия для проявления подзолистого процесса: устойчивая кислая реакция, промывной тип водного режима, присутствие агрессивных органических кислот. Лесная подстилка состоит в основном из клетчатки, лигнина и дубильных веществ, содержит мало кальция, азота и имеет кислую реакцию. Она разлагается преимущественно грибной микрофлорой, что содействует образованию химически агрессивных фульвокислот. В этих условиях почвообразовательный процесс сопровождается энергичным вымыванием с верхней части почвы легкорастворимых соединений, глубоким разрушением почвенных минералов. При этом продукты разрушения переходят в раствор и вместе с водой и кислотами передвигаются вниз. В результате обособляется элювиальный или подзолистый горизонт, обедненный элементами питания растений, полуторными оксидами железа и алюминия, иловатыми частичками и относительно обогащен кристаллическим кварцем (SiO_2) и аморфной кремнекислотой ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Последние придают этому горизонту светлосерую окраску, напоминающую цвет золы.

Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, закрепляется ниже элювиального, образуя горизонт вымывания, или иллювиальный горизонт. Он отличается обогащенностью глинистыми и коллоидными частичками, оксидами железа, алюминия. Здесь накапливаются соединения фосфора и частично гумус. Иллювиальный горизонт чаще окрашен в красно-бурый цвет.

Некоторое количество вымываемых с верхних слоев веществ может достигать почвенно-грунтовых вод и теряться почвенным профилем. Таким образом, сущностью подзолистого процесса является разрушение минералов в верхней части профиля в условиях кислой реакции с последующим перераспределением продуктов разрушения по профилю.

Считают, что подзолистый процесс может сочетаться с лессиважем – процессом, при котором из верхних горизонтов выносятся глинистые частички без их разрушения.

Строение профиля подзолистых почв следующее: $A_0 + A_2 + B + C$. A_0 – лесная подстилка, мощностью 3–5 см, состоит из полуразложившихся и неразложившихся остатков хвои, кусочков коры, мха, лишайников и др.

A_2 – подзолистый, или элювиальный горизонт беловатой или беловато-серой окраски, бесструктурной или непрочной слоеватоплитчатой структуры, мощностью обычно не более 25 см.

В – иллювиальный горизонт красно-бурого или бурого цвета, плотный, призматической или глыбистой структуры, мощностью обычно до 100 см, может подразделяться на подгоризонты — В₁, В₂ и т.д.

С – материнская порода, чаще бескарбонатный суглинок или глина.

Между лесной подстилкой и подзолистым горизонтом могут выделять горизонт А₀А₁ мощностью 2–3 см, представляющего хорошо разложившуюся нижнюю часть подстилки или окрашенную гумусовыми веществами верхнюю минеральную часть профиля (А₁А₂).

Свойства подзолистых почв малоблагоприятные для выращивания культурных растений. Они практически не имеют гумусового горизонта, сильнокислые (рН = 4,0–4,5). Емкость поглощения низкая – 3–15 мг·экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями также низкая – 30–40%. Характеризуются малым содержанием азота, фосфора, калия и других элементов питания.

Неудовлетворительными являются и физические свойства подзолистых почв – они бесструктурны, после дождя заплывают, а при высыхании образуют плотную корку, отрицательно влияющую на растения.

Окультурирование подзолистых почв предусматривает их известкование, повышенное внесение органических и минеральных удобрений, увеличение мощности пахотного слоя до 22–24 см, правильную обработку почвы.

Подзолистые почвы занимают около 2% территории Беларуси. Встречаются по всей территории республики, но больше распространены в южной и юго-западных частях.

Дерновые почвы образуются в результате проявления *дернового* процесса. Он протекает под луговой травянистой растительностью, а также и под лесом, если в нем хорошо развит травянистый покров. Многолетняя травянистая растительность энергично обогащает почву органическими веществами. В их составе относительно много кальция, магния, других зольных элементов. Разложение органического вещества осуществляется главным образом бактериями. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Реагируя с основаниями, они дают нерастворимые в воде соли – гуматы. Особенно важны гуматы кальция и магния в образовании водопрочной зернисто-комковатой структуры. Реакция среды получается близкой к нейтральной – основания практически полностью нейтрализуют почвенные кислоты.

Таким образом, *дерновый процесс* – это процесс накопления в верхних горизонтах гумуса, зольных элементов, азота и образование водопрочной зернисто-комковатой структуры под воздействием травянистой растительности.

Строение профиля дерновых почв:

А₀ – дернина, сплетение корней травянистой растительности, мощностью 3–6 см.

A₁ – гумусовый горизонт темно-серого цвета, зернисто-комковатой структуры, рыхлый, мощностью 15–25 см.

B – иллювиальный (переходный) горизонт бурой, желто-бурой окраски, различной мощности.

C – материнская порода.

Дерновые почвы имеют высокий уровень естественного плодородия. Характеризуются слабокислой или нейтральной реакцией. В них относительно высокое содержание гумуса (4–6%), доступных растениям элементов питания; емкость поглощения – 20–30 мг·экв/100 г при высокой насыщенности основаниями. Благоприятные в дерновых почвах и водно-воздушные свойства в связи с тем, что они хорошо оструктурены.

Среди дерновых почв выделяют **дерново-карбонатные**. Они формируются в местах выхода на поверхность известняков, доломитов, мела, обогащенных известняком моренных отложений при нормальном увлажнении под травянистой растительностью. Занимают площадь 0,1% пахотных земель, встречаясь мелкими пятнами в Минской, Брестской, реже Витебской области.

Дерново-карбонатные типичные почвы характеризуются мощным (до 60–100 см) гумусовым горизонтом, с содержанием гумуса до 15%. Реакция верхних горизонтов нейтральная, нижних – слабощелочная. Емкость обменных катионов высокая – 40–55 мг·экв/100 г при насыщенности основаниями 95–98%. По уровню плодородия дерново-карбонатные суглинистые почвы стоят на первом месте и оцениваются максимальным баллом – 100. Дерново-карбонатные почвы целесообразно использовать для выращивания наиболее требовательных к почвенному плодородию культур – овощных, столовых и кормовых корнеплодов, клевера, пшеницы. Глубокая вспашка и внесение минеральных удобрений, особенно на старопахотных участках – необходимые первоочередные мероприятия по поддержанию и повышению плодородия дерново-карбонатных почв.

Бурые лесные почвы выделены на территории Беларуси сравнительно недавно (1963 г.). Занимают небольшую площадь. Встречаются в основном в центральной и западной части республики (Минская, Брестская, Гродненская области). Бурые лесные почвы приурочены к относительно повышенным и хорошо дренированным участкам, покрытым широколиственными (дубравами) или хвойно-широколиственными лесами с богатым разнотравьем. Формируются на рыхлых почвообразующих породах богатого минералогического состава под влиянием *буро-земного процесса*. Главными составляющими его являются гумусонакопление, лессиваж и оглинение.

Оглинение – характерная особенность генезиса бурых лесных почв. Оно является результатом образования и накопления (особенно в средне части профиля) вторичных глинистых минералов на месте мине-

ралов материнской породы. В верхнем горизонте этих почв идет довольно энергичное накопление гумуса (дерновый процесс), а в горизонте В накапливаются не только синтезированные, но и перемещенные сверху глинистые минералы (лессиваж).

Генетический профиль бурых лесных почв слабо дифференцирован на горизонты. В нем выделяют:

A_0 – лесная подстилка.

A_1 – гумусовый горизонт мощностью 10–15 см, содержит до 8–9% гумуса.

A_1B – переходный горизонт.

B – иллювиальный горизонт.

C – материнская порода.

Для почвенного профиля характерна однотонная буроватая краска с постепенным осветлением вниз.

Бурые лесные почвы имеют относительно высокую кислотность по всему профилю (pH_{KCl} 4,5–5,0) и небольшое количество обменных оснований. Их отличают благоприятные водно-физические свойства. Эти почвы имеют большое значение в лесном хозяйстве. Они особенно благоприятны для выращивания дуба и других требовательных к условиям среды обитания древесных пород.

Дерново-подзолистые почвы имеют широкое распространение в южной части таежно-лесной зоны. Встречаются по всей территории республики – 45,1% ее площади. Используются преимущественно под пашню.

Дерново-подзолистые почвы формируются в условиях смешанных лесов с травянистым и травянисто-моховым покровом, а также на суходольных лугах, возникших на месте сведенного леса.

Образуются при совместном или поочередном воздействии *дернового* и *подзолистого* процессов почвообразования.

Строение почвенного профиля дерново-подзолистых почв в естественных условиях следующее:

A_0 – лесная подстилка или дернина (A_d), мощность 3–5 см.

A_1 – гумусово-элювиальный горизонт серого или светло-серого цвета, непрочной комковатой структуры, мощность обычно не превышает 15–20 см.

A_2 – подзолистый, или элювиальный, горизонт белесоватого цвета, бесструктурный или непрочной пластинчатой структуры, мощность его колеблется в пределах от 5 до 15 см.

B – иллювиальный горизонт бурого или красно-бурого цвета, призматической или ореховатой структуры. Постепенно переходит в материнскую породу – C .

Свойства дерново-подзолистых почв в значительной степени зависят от выраженности дернового и подзолистого процессов почвообразования – от мощности гумусового и подзолистого горизонтов.

По степени оподзоленности выделяют дерново-подзолистые слабо-, средне- и сильнооподзоленные почвы. В первых горизонт A_2 мощностью до 5 см, или он выражен пятнами. В сильнооподзоленных почвах горизонт A_2 , как правило, больше 15 см, при этом мощность гумусового горизонта уступает мощности подзолистого.

По содержанию гумуса в горизонте $A_{\text{пах}}$ различают слабогумусные (1–2%), среднегумусные (2–4%) и сильногумусные (>4%) почвы.

Потенциальное плодородие дерново-подзолистых почв в целом низкое, количество гумуса – 1–3%. Качественный состав неудовлетворительный: в нем преобладают фульвокислоты, мало азота, фосфора, калия и других элементов питания. Дерново-подзолистые почвы характеризуются кислой и сильнокислой реакцией ($pH_{\text{KCl}} = 4,0\text{--}5,5$). Емкость поглощения этих почв 15–20 мг·экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов – Ca, Mg, H, Al, но доля H и Al более высокая. В результате этого дерново-подзолистые почвы характеризуются слабой насыщенностью основаниями – 50–70%.

Дерново-подзолистые почвы не имеют водопрочной структуры, заплывают.

Окультуривание и повышение плодородия дерново-подзолистых почв достигается путем известкования кислых почв, повышенного внесения органических и минеральных удобрений, посева многолетних трав, сидератов, увеличения мощности пахотного горизонта и др.

Хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы полностью теряют характерное для их целинного состояния строение профиля. В его составе обычно обнаруживаются следующие горизонты: $A_{\text{пах}} + A_2B + B + C$, мощность пахотного горизонта достигает 30–40 см с содержанием гумуса больше 3%, для него характерна водопрочная мелкокомковатая или зернисто-комковатая структура. Степень насыщенности основаниями возрастает до 80–90%, реакция близкая к нейтральной.

Среди дерново-подзолистых почв выделяют 4 подтипа: а) собственно дерново-подзолистые (беловатые); б) дерново-палево-подзолистые; в) дерново-подзолистые эродированные; г) дерново-подзолистые окультуренные.

Состав, свойства дерново-подзолистых почв в значительной степени определяются характером почвообразующей породы, на которой они формируются.

В республике получили распространение следующие роды дерново-подзолистых почв: а) на глинах и тяжелых суглинках; б) на лессах и лессовидных суглинках; в) на моренных суглинках; г) на супесях; д) на песках различного происхождения.

Дерново-подзолистые почвы на глинах и тяжелых суглинках занимают площадь около 90 тыс. га, из них 80% находятся на территории Витебской области (Верхнедвинский, Шарковщинский, Миорский районы).

Эти почвы в сравнении с другими имеют большие резервы минерального питания растений, но их водно-физические свойства неблагоприятные и требуют первоочередного улучшения. Они склонны к заболачиванию. Благоприятные условия для обработки и посева на них ограничиваются короткими сроками. К числу важнейших агротехнических мероприятий по оптимизации условий жизнедеятельности культурных растений необходимо отнести хорошую заправку почв органическими удобрениями и своевременную и правильную их обработку.

Дерново-палево-подзолистые почвы на лессах и лессовидных суглинках занимают 12,7% территории республики. Встречаются в основном Могилевской, Минской и Витебской области. Приурочены к высоким водораздельным плато.

Пахотный горизонт этих почв имеет палево-серую, а подзолистый – палевою окраску, что и нашло отражение в названии почв. Несмотря на некоторые отрицательные свойства (кислая реакция, мало гумуса, низкое количество фосфора и калия), дерново-палево-подзолистые почвы характеризуются самым высоким естественным плодородием среди дерново-подзолистых почв республики. По бонитировочной шкале их плодородие оценивается от 58 до 71 балла.

Почвы на пылеватых суглинках и сами почвообразующие породы легко размываются (и промываются) водой, что ведет к образованию оврагов, котловин, микрозападин. Поэтому рациональное использование дерново-палево-подзолистых почв должно обязательно предусматривать проведение противоэрозионных мероприятий.

Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках распространены в районах конечно-моренных отложений в Витебской области и на севере Минской, отдельные участки этих почв встречаются и в других областях. Занимают около 8,5% территории Беларуси. Рельеф в границах размещения песчанисто-суглинистых почв холмисто-бугристый, местами – относительно пологоволнистый. Почвенный покров пестрый, комплексный: на небольших расстояниях изменяется оподзоленность, механический состав, степень смывости. Для этих почв свойственна мелкая контурность полей, завалуненность обломками кристаллических и известковых пород – характерная черта почв, сформировавшихся на моренных суглинках.

Внесение удобрений, известкование кислых почв, сбор валунов с полей, противоэрозионные мероприятия – все это необходимо учитывать при использовании дерново-подзолистых моренно-суглинистых почв.

Дерново-подзолистые почвы на супесях встречаются как отдельными участками, так и значительными территориями во всех областях. Около 35% площади сельскохозяйственных угодий республики расположены на супесчаных почвах. Супеси как почвообразующая порода на территории республики имеют малую мощность (от 20 до 100 см) и могут отличаться разным генезисом – водно-ледниковым, моренным,

озерно-ледниковым. Обычно супеси в пределах почвенного профиля подстилаются с разной глубины песками, суглинками, глинами.

Естественное плодородие и водно-физические свойства супесчаных почв определяются мощностью супесей и характером подстилающей породы.

В случае, когда супеси подстилаются суглинком, то водно-воздушный и пищевой режим в почве складывается лучше, чем в случае подстилания супесей песком. Следует отметить, что почвы, развивающиеся на озерно-ледниковых пылеватых супесях, по причине большого количества мелкозема, тонкой капиллярности более плодородны, чем почвы, сформировавшиеся на моренных супесях. В повышении плодородия рассматриваемых почв приоритетное место занимают органические удобрения, выращивание сидератов.

Дерново-подзолистые почвы на песках встречаются во всех областях республики. Они могут развиваться на озерно-ледниковых, моренных и водно-ледниковых песках. Такие почвы распространены главным образом в северной, а также центральных частях республики – занимают 16,7% всех земель Беларуси. На юге республики преобладают почвы, формирующиеся на древних и современных аллювиальных мелкозернистых песках – таких почв около 9,5% территории республики.

Дерново-подзолистые песчаные почвы имеют слабо дифференцированный профиль – генетические горизонты плохо выражены, растянуты, переходы постепенные.

Песчаные почвы имеют неблагоприятный водный режим, и посевы часто страдают от засухи. Эти почвы мало содержат гумуса (<1%) и основных элементов питания растений. Чтобы получить хороший урожай, вносят большие дозы органических удобрений, а также минеральные удобрения, высевают люпин на зеленое удобрение. Если в профиле песчаных почв на глубине до 1 м залегает суглинок или грунтовые воды (с глубины 1,5–2,0 м – так называемые «мокрые» пески), то это обстоятельство благоприятствует улучшению плодородия песчаных почв. Почвы, развивающиеся на мощных песках, целесообразно использовать под лесопосадки.

Дерново-подзолистые смытые почвы широко распространены на территории Беларуси. Площадь поврежденных эрозией земель и эрозионноопасных составляет в республике более 2 млн. га. Водная эрозия отмечается почти на 30% площади пахотных земель.

На севере республики (преобладают моренно-суглинистые почвы, короткие склоны) проявляется водная эрозия в виде плоскостного смыва. В центре, где почвы развиваются преимущественно на пылеватых суглинках с более длинными склонами, распространена водная эрозия в виде смыва и размыва почвы с образованием оврагов. Песчаные, реже супесчаные и торфяно-болотные почвы юга подвержены ветровой эрозии.

Различают слабо-, средне-, сильноэродированные почвы. Первые характеризуются частичным, незначительным разрушением пахотного горизонта (почва в целом сохраняет обычное строение своего профиля). Сильноэродированная дерново-подзолистая почва отличается полным разрушением и смывом гумусового и подзолистого горизонта – в результате распаивается иллювиальный горизонт.

Эродированные почвы существенно отличаются от своих незэродированных аналогов не только разрушением генетического профиля, но и ухудшенными водно-физическими и агрохимическими свойствами, влагоемкостью, пониженным содержанием гумуса, худшей структурой и т.д.

В борьбе с эрозией почв применяют агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические меры.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы относятся к полугидроморфным почвам. Формируются под совместным воздействием подзолистого, дернового и болотного процессов почвообразования.

Распространены на выравненных понижениях с затрудненным стоком поверхностных вод или близким залеганием грунтовых вод. Избыточное увлажнение в них может проявляться от 60 до 200 дней в году.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы занимают 37% сельскохозяйственных угодий республики, значительная часть их занята сенокосами, лесом, большая – пашней. По механическому составу дерново-подзолистые заболоченные почвы подразделяются на *суглинистые* (27%), *супесчаные* (49%), *песчаные* (27%). В зависимости от степени избыточного увлажнения выделяют *глеевые* (3,6%), *глееватые* (34,1%) и *временно избыточно увлажненные* (63,3%) почвы. *Временно избыточно увлажненные* переувлажняются только ранней весной или поздней осенью. Переувлажнение обычно краткосрочное, но на тяжелых породах оно всегда снижает урожай, а в более «мокрые» годы ведет к гибели посевов. В обычные годы растения на таких почвах несут потери не столько от избытка влаги весной, сколько от недостатка ее летом: высыхая, набухший пахотный слой преобразуется в плотную массу с неблагоприятными водно-физическими свойствами. Морфологически временное переувлажнение почв проявляется в виде ржаво-охристых пятен, сизых прожилок, железисто-марганцовистых конкреций.

В отличие от временно избыточно увлажненных *глееватых* почвы имеют большую степень заболоченности, что отражается на строении почвенного профиля – здесь более четко выступают ржаво-охристые пятна, множество железисто-марганцовистых конкреций, в горизонтах постоянно проявляются пятна оглеения, что обуславливает выделение соответствующих горизонтов – A_2q , Bq и др.

Дерново-подзолистые *глеевые* почвы встречаются на днищах лейко-видных западин, бессточных понижений, окружают верховые или переходные болота. Они являются наиболее переувлажненными среди

дерново-подзолистых заболоченных почв. Для них характерно наличие сплошного сизоокрашенного глеевого горизонта – G, освещенность всего профиля, хорошо выраженная потечность гумуса. Строение почвенного профиля может иметь следующую формулу: $A_0 + A_1 + A_{2q} + G$.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы бедны элементами питания растений, требуют известкования, внесения удобрений, проведения агротехнической и гидротехнической мелиорации.

Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные почвы формируются под влиянием дернового и болотного процессов. Встречаются в понижениях небольшими массивами, по окраинам низинных болот. На территории Беларуси занимают около 11% сельхозугодий. Используются в основном под сенокосы и пастбища. Избыток воды в этих почвах держится на протяжении 90–200 дней в году. Подразделяются на *суглинистые* (23%), *супесчаные* (49%) и *песчаные* (28%). В зависимости от степени переувлажнения чаще встречаются *глееватые* и *глеевые* почвы с соответствующим строением почвенного профиля: $A_d + A_1 + B_q + C$; $A_d + A_1 + G + C$.

Гумусовый горизонт этих почв достигает мощности 20–30 см, содержание гумуса в нем колеблется от 3 до 14%. Реакция почв слабокислая или нейтральная. Почвы отличает высокая биогенная и гидрогенная аккумуляция ряда химических элементов – азота, кальция, магния, меди и др.

Регулирование водного режима – первоочередное мероприятие по устранению несоответствия между высоким потенциальным плодородием и сравнительно низким эффективным плодородием дерновых заболоченных почв.

Болотные почвы формируются в условиях продолжительного или постоянного избыточного увлажнения. Встречаются в природе в виде разных по площади пятен среди других почв. Могут образовывать и большие массивы – Пинские болота. Занимают 11,5% территории Беларуси.

Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с переувлажнением. Оно может быть обусловлено близким к дневной поверхности размещением почвенно-грунтовых вод или поверхностными водами, которые могут накапливаться на плоских или пониженных элементах рельефа из-за плохой водопроницаемости пород.

Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов – торфообразования и оглеения.

Торфообразование – это процесс накопления на поверхности почвы неразложившихся и полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. Анаэробный процесс сильно сдерживает окислительные процессы. Органические вещества до конца не минерализуются, накапливаются в виде торфа. При торфообразовании происходит консервация элементов питания.

Оглеение – сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и соответствующей микрофлоры. Наиболее характерная особенность оглеения – восстановление окисного железа в закисное. Этот процесс сопровождается диспергацией глины. Глеевые горизонты имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубую окраску.

В зависимости от условий, в которых происходит болотный процесс, различают верховые, низинные и переходные болота. Они характеризуются соответствующей растительностью, различными свойствами почв.

Верховые болота образуются при переувлажнении суши атмосферными или мягкими грунтовыми водами. Приурочены обычно к плоским элементам рельефа, с недостаточной дренированностью пород. Содержание элементов питания в такой среде низкое, поэтому на ней поселяется нетребовательная к питанию растительность – сфагнум, пушица, багульник, клюква, карликовая болотная сосна, береза и др. Верховые болота могут возникнуть и путем эволюции низинных болот.

Низинные болота возникают в понижениях рельефа при заболачивании суши жесткими грунтовыми водами. В этих условиях создается относительно благоприятный режим питания растений. На низинных болотах развивается довольно разнообразная влаголюбивая растительность – осоки, злаки, зеленые мхи, а с древесных пород – ива, черная ольха, береза и др. При нарастании слоя торфа происходит постепенный отрыв верхней части его от жестких грунтовых вод, и питание растений ухудшается. Это ведет к смене состава растительности, к эволюции типа болота – низинное превращается в **переходное**. По составу растительности оно занимает промежуточное положение между низинным и верховым.

Таблица 1

Свойства болотных почв

Почва	Степень разложения, %	Зольность, %	М, %	pH _{KCl}	Влагоемкость, %
Болотная верховых болот	5–20	2–5	1–2	3,2–4,2	600–1200
Болотная переходных болот	20–45	5–10	1,7–4,2	3,5–5,3	550–950
Болотная низинных болот	30–60	7–25	2–4	5,5–6,0	350–850

Болотные почвы могут образовываться и путем зарастания водоемов (озер, сажелок и т.п.) и образования торфа. Процесс этот продолжительный и сложный. Водоем при этом постоянно заполняется минеральным илом, зоофитопланктоном – образуется органо-минеральная

масса – сапрпель. Активную роль в зарастании водоемов играет водная и прибрежно-водная растительность – остатки ее заполняют мелководье; плавающие растения образуют довольно мощную плотную дивансплавину. При заторфовывании водоемов мощность торфяников может достигать 15 м.

Строение профиля болотной почвы:

Ad (O_q) + T + G.

Ad – дернина влаголюбивого разнотравья или мох сфагновый (O_q) соломисто-желтого цвета, мощностью до 10–15 см.

T – торфяной горизонт коричнево-черного или желтовато-бурого цвета в зависимости от типа болота, разной степени разложения и разного ботанического состава. Может подразделяться на T₁, T₂ и т.д.

G – глеевый горизонт голубовато-серого цвета.

В зависимости от мощности торфяного слоя болотные почвы подразделяются на торфянисто-глеевые (мощность торфа до 30 см), торфяно-глеевые (до 50 см), торфяные на мелких (до 100 см), средних (100–200 см) глубоких (>200 см) торфах.

Как видно из таблицы 1, свойства болотных почв находятся в тесной зависимости от типа болота. Так, почвы низинного болота характеризуются слабокислой или близкой к нейтральной реакцией, содержат значительные количества азота, высокозольны. Торф верховых болот сильнокислый, с низким содержанием золы, но имеет высокую влагоемкость. Почвы переходных болот по своим свойствам занимают промежуточное положение между почвами верховых и низинных болот.

Болотные почвы – ценный земельный фонд. После осушения, проведения технических и агрохимических мероприятий могут быть преобразованы в высокопродуктивные угодья – пахотные земли, сенокосы, пастбища. Нуждаются в фосфорных, калийных и медьсодержащих удобрениях. В первые годы освоения болотных почв необходимо вносить и азотные удобрения.

По уровню потенциального плодородия торфяно-болотные верховые почвы значительно уступают торфяно-болотным низинным. В сельском хозяйстве могут использоваться только после коренных мелиораций – осушения, известкования, внесения полного набора минеральных удобрений и биологически активных веществ. Верховой торф широко используют в качестве подстилочного материала в животноводческих помещениях. Перспективным является выращивание на верховых болотах крупноплодной клюквы.

Низинный торф – ценное сырье для приготовления органических удобрений – торфонавозных компостов. Торф этих болот в смеси с фосфорными и калийными удобрениями – хорошее мелиорирующее средство для дерново-подзолистых песчаных почв: повышает их влагоемкость, поглонительную способность, снижает водопроницаемость.

В экологическом плане болота в своем естественном состоянии представляют собой сложный природный комплекс (экосистему) со специфическим банком биоразнообразия флоры и фауны. Являются резервуарами влаги, воздействуют на водный режим нередко больших территорий. Болота – запасники органического вещества – носителя потенциального плодородия почв.

Осушение болот с целью их интенсивного использования в сельском хозяйстве вызывает коренные изменения практически всех компонентов этого природного комплекса. Изменяются прежде всего его водно-воздушные и тепловые свойства, состав и структура биоценоза. Процессы, протекающие после осушения и ведущие к уменьшению мощности торфяной залежи, называются *сработкой* торфа. Она связана с минерализацией и дефляцией торфа. Средняя величина сработки торфа осушенных почв в условиях Беларуси может достигать ежегодно нескольких сантиметров его мощности. Особенно энергично идет минерализация при возделывании на торфяных почвах пропашных культур. При сельскохозяйственном использовании осушенных торфяно-болотных низинных почв торфяники с мощностью торфа менее 1 м рекомендуется занимать только под посевы многолетних трав. Другие варианты торфяных почв целесообразно использовать в системе зерно-травяных севооборотов, в структуре посевной площади которых многолетние травы должны занимать не менее 50 %.

Предотвращение возможных нежелательных воздействий осушения на природу – одна из важнейших экологических задач. Поэтому составной частью любого проекта мелиорации земель является раздел «Охрана природы».

Пойменные почвы – типы почв, развивающиеся на аллювиальных отложениях в поймах рек. На территории Беларуси занимают 0,65 млн.га или 7,2% сельхозугодий. Наиболее распространены на Полесье, встречаются вдоль Днепра, Немана, Березины и других рек. Они довольно разнообразны по водному режиму, строению почвенного профиля и свойствам.

Поймой называется часть речной долины, периодически заполняемой водой во время половодья. В поперечном сечении развитая пойма подразделяется на следующие части: прирусловую, центральную, притеррасную.

Прирусовая пойма располагается непосредственно за руслом реки и формируется в результате отложения частичек крупного размера – песчаных, супесчаных, крупной пыли. Прирусовая пойма относительно приподнята и часто состоит из песчаных дюн. Грунтовые воды находятся на значительной глубине (2,5–3,0 м), и летом здесь могут создаваться условия недостатка воды для растений. Растительность прируслового вала бедная (преобладают злаки, некоторые бобовые). В приру-

слоевой пойме формируются *примитивные поименно-дерновые почвы* с маломощным, слабо дифференцированным в морфологическом отношении почвенным профилем, с выраженной слоистостью иллювиального генезиса. Их профиль составляют: дернина (A_d); гумусовый горизонт (A_1) мощностью 5–10 см с содержанием гумуса 1–2 %; слабозаметный переходный горизонт (В) и материнская порода (С) – аллювиальный песок. Эти почвы имеют низкое естественное плодородие и используются обычно в качестве малопродуктивных сенокосов.

Центральная пойма располагается за прирусловой поймой и образуется в результате отложения более мелких частичек – мелкопылеватых и иловатых, а в условиях сильного паводка – пылеватых и даже песчаных частичек. Характеризуется относительно неглубоким залеганием грунтовых вод, богатой разнотравно-злаковой растительностью. В этой пойме обычно формируются *дерновые заболоченные почвы*. Они имеют мощный (до 30–50 см) гумусовый горизонт буровато-серой окраски, комковато-зернистую структуру, содержание гумуса 4–5%. Нижняя часть профиля со следом оглеения. Довольно часто для этих почв характерна гидрогенная аккумуляция соединений железа, марганца, карбонатов. В целом это высокоплодородные почвы.

Притеррасная пойма занимает более пониженное положение в сравнении с другими частями поймы. Примыкает к луговой террасе. Взвешенные частички паводка сюда почти не поступают. Однако все вещества, которые вымываются с пограничных водоразделенных участков, проходят через притеррасную пойму и в значительной степени здесь оседают в виде новообразований кальция, железа, марганца. Эта пойма отличается избыточным увлажнением, создающимся грунтовыми водами и атмосферными осадками, стекающими с террас или коренного берега. В результате здесь господствует болотный процесс.

Используются поименные почвы в качестве сенокосных угодий, а также для выращивания овощных культур. Для повышения плодородия требуется поверхностное или коренное улучшение, подкормки. На лугах с редким травостоем при необходимости подсевают смеси кормовых трав.

8. Бонитировка почв

Бонитировка (от лат. *bonitas* – доброкачественность) почв – сравнительная оценка их плодородия. Исследованиями установлена корреляционная зависимость между объективными природными свойствами почвы и показателями средней многолетней урожайности сельскохозяйственных культур. Это обстоятельство и используют в оценке почв. При бонитировке обычно учитывают такие свойства, которые наиболее существенно влияют на урожай культурных растений – фанулометрический состав, увлажненность, содержание гумуса, подвижных форм элементов питания, кислотность и др.

Бонитировка почв ведется по 100-балльной шкале. Она имеет региональный характер. В условиях Беларуси наиболее высокую оценку имеют дерновые и дерново-карбонатные почвы – 63–100 баллов. Балл бонитета дерново-подзолистых почв колеблется от 18 до 75, торфяно-болотных – 36–75. Средний балл пахотных земель республики – 36.

Бонитировка показывает насколько одна почва лучше другой. Является необходимым критерием при экономической оценке земель, когда их рассматривают как средство сельскохозяйственного производства.

9. Эрозия почв

Эрозия (от лат. *erosio* – разъедание) почвы – разрушение почвы, горной породы водой и ветром, перемещение продуктов разрушения и их переотложение. Различают водную и ветровую эрозию почв.

Водная эрозия – проявляется на склонах. Она может быть *плоскостной*, когда почва смывается водой сравнительно равномерно, *глубинная* – почва и материнская порода размываются потоками воды и образуется овраг.

Ветровая эрозия, или *дефляция*, проявляется в условиях любого типа рельефа и сопровождается выдуванием мелких частичек с верхних горизонтов. Уже при скорости ветра в приземном слое воздуха 3–4 м/с могут проявляться процессы ветровой эрозии. При пыльных бурях ветер поднимает в воздух верхние горизонты почвы, иногда вместе с посевами. Особенно большой вред наносит дефляция в засушливых и полузасушливых районах. В условиях Беларуси ветровая эрозия больше развита на песках и осушенных торфяниках.

Современные интенсивные системы земледелия могут вызывать *механическую эрозию* почв, при которой под воздействием мощной и скоростной почвообрабатывающей техники имеют место разрушение почв и перемещение их верхнего горизонта.

Эрозия почв – свидетельство неправильного использования земельных угодий, низкой агротехники. Вырубка лесов, вспашка земель вдоль склонов, чрезмерный выпас скота, однообразное использование почв – причины, приводящие к эрозии.

Эрозия почв – явление довольно распространенное. Республика Беларусь ежегодно несет от нее большие потери. Поэтому противоэрозионным мероприятиям уделяется большое внимание – ими охвачено более 600 тыс. гектаров земель. Предупреждение эрозионных процессов, борьба с эрозией почв – одна из важнейших государственных задач.

Охрана почв от водной эрозии состоит из ряда мероприятий: организационно-хозяйственных, агротехнических, агролесомелиоративных и гидротехнических.

Важным является правильное распределение территории: поля, дороги, лесные полосы, сады необходимо размещать таким образом, чтобы ограничить или совсем снять проявление различных типов эрозии. Почвы, имеющие высокую склонность к эрозии (на лессах, суглинках, глинах) выделяют под залужение и облесение; вводят почвозащитные севообороты, основа которых – многолетние травы.

Основная задача противоэрозионных агротехнических мероприятий – ограничить до минимума поверхностный сток. Это достигается соответствующей обработкой почвы, снегозадержанием, системой органических и минеральных удобрений, известкованием.

На участках с небольшим уклоном ($1,5^{\circ}$ – 2°) обработку почвы, посевов необходимо вести поперек или по контуру склона. На полях с более крутыми склонами (2° – 6°) кроме того, выполняются специальные приемы обработки почвы – прерывистое волкование, бороздование, лункование, глубокая безотвальная вспашка, кротование и др.

На крутых склонах (6° – 8°) полосы посевов сельскохозяйственных культур (шириной 30–40 м) чередуются с полосами посевов многолетних трав (шириной 3,6–7,2 м), а на более крутых склонах увеличивают ширину полос многолетних трав, исключаются посевы пропашных культур.

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает агролесомелиоративные и гидротехнические работы: посадки лесных полос на крутых склонах, создание водоотводных каналов по вершинам оврагов, лотков для водосброса, террасирование склонов, возведение плотин и др.

Охрана почв от ветровой эрозии предусматривает использование почвозащитных севооборотов с полосным размещением посевов зерновых культур и многолетних трав. Большое внимание уделяется плоскорезной обработке почвы с сохранением на поверхности стерни. Она охраняет почву от выдувания, а зимой содействует накоплению снега. В борьбе с дефляцией помогает посадка лесных полос по границам полей севооборотов, вдоль каналов; они существенно гасят скорость ветра, особенно если расстояние между лесными полосами составляет 400–600 м и менее.

10. Рекультивация земель

Рекультивация (от лат. *re* – возобновление, *cultivo* – возделываю) представляет собой комплекс работ по восстановлению продуктивности земель, улучшению условий окружающей среды. Нарушение земель происходит при разработке месторождений полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ. При этом нарушается или уничтожается почвенный покров, изменяется гидрологический режим, образуется техногенный рельеф и др. В результате рекультивации земель на нарушенных почвах создаются

сельскохозяйственные и лесные угодья, водоемы различного назначения, рекреационные зоны, площади для застройки.

Нарушенные земли, загрязняющие окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна, подлежат консервации биологическими, техническими или химическими методами.

Рекультивация земель обычно осуществляется в два этапа. Первый этап технический – планировка поверхности, покрытие ее плодородным слоем или улучшение грунта; строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др. Второй этап биологический – агротехнические и фитомелиоративные мероприятия по восстановлению плодородия, ускорению почвообразовательных процессов, возобновлению флоры и фауны на рекультивируемых землях.

На территории Беларуси наиболее широкое распространение получила *лесохозяйственная рекультивация* земель. Это наиболее характерно для территорий, нарушенных при добыче песчано-гравийных материалов, карбонатного слоя. Обусловлено это относительно сложным техногенным рельефом такого рода объектов, бедностью субстратов нарушенной поверхности элементами питания растений, их легким гранулометрическим составом и др.

В республике распространена *рекультивация* нарушенных земель *путем создания пашни и других сельхозугодий*. Для этих целей используются месторождения глинистого сырья, а также песков и песчано-гравийных материалов с относительно несложным техногенным рельефом и вскрышными породами, потенциально пригодными для сельскохозяйственного использования.

Для *водохозяйственного* направления *рекультивации* земель перспективны объекты, где существуют предпосылки формирования в карьерных выработках значительных по площади и объему водной массы, экологически устойчивых искусственных субаквальных ландшафтов различного целевого назначения.

11. Земельные ресурсы мира

Почва – важнейший ресурс биосферы, активно используемый человеком. Являясь главным средством сельскохозяйственного производства, почва и в обозримом будущем останется главным источником для получения продуктов питания человека. Почвенный покров служит базисом для промышленного, транспортного, городского и сельского строительства. В последнее время значительные площади почв используются в рекреационных целях, для создания заповедников и охраняемых территорий.

Проблема рационального использования и охраны земельных ресурсов является весьма актуальной, всякое сокращение площади земле-

дельческих земель серьезно обостряет и без того непростой вопрос с обеспечением населения мира продуктами питания.

Подсчитано, что в настоящее время для полного обеспечения продовольствием на одного человека требуется 0,3–0,5 га пахотной земли; для Нечерноземной зоны пороговой цифрой является 0,8 га. В XXI веке население нашей планеты составляет около 6,5 млрд., и доля пашни соответственно уменьшается до 0,2–0,3 га на человека.

Земельные ресурсы (суша) занимают около 1/3 поверхности планеты, или почти 14,9 млрд. га, в том числе 1,5 млрд. га, занимаемых Антарктидой и Гренландией. Структура угодий этой территории следующая: 10% занимают ледники; 15,5% – пустыни, скалы, прибрежные пески; 75% – тундра и болота; 2% – города, шахты, дороги. По материалам ФАО (1989), на земном шаре имеется около 1,5 млрд. га почв, пригодных для земледелия. Это составляет всего 11% от площади почвенного покрова мира. При этом наблюдается тенденция уменьшения площадей этой категории земель. Одновременно снижается обеспеченность (в пересчете на одного человека) пашней и лесными угодьями.

Площадь пашни, приходящаяся на 1 человека, составляет: в мире – 0,3 га; Россия – 0,88 га; Беларусь – 0,6 га; США – 1,4 га, Япония – 0,05 га.

При определении обеспеченности земельными ресурсами необходимо учитывать и неравномерность плотности населения в различных частях мира. Наиболее густонаселенными являются страны Западной Европы и Юго-Восточной Азии (более 100 чел/км²).

Серьезной причиной уменьшения площадей земель, используемых в сельском хозяйстве, является опустынивание. Подсчитано, что площади опустыненных земель, ежегодно возрастают на 21 млн. га. Этот процесс угрожает всей суше и 20% населения в 100 странах мира.

Подсчитано, что урбанизация поглощает свыше 300 тыс. га сельскохозяйственных земель в год.

Решение проблемы землепользования, а значит и проблемы обеспеченности населения продовольствием, предполагает два пути. Первый путь – совершенствование технологий сельскохозяйственного производства, повышение плодородия почв, рост урожайности культур. Второй путь – это путь расширения площадей земледелия.

По данным некоторых ученых, в будущем площадь пахотных земель может быть увеличена до 3,0–3,4 млрд. га, то есть размеры общей площади земель, освоение которых возможно в будущем – 1,5–1,9 млрд. га. На этих площадях может быть получена продукция, достаточная для обеспечения 0,5–0,65 млрд. человек (ежегодный прирост на Земле составляет около 70 млн. человек).

В настоящее время возделывается примерно половина пригодных для земледелия площадей. Предел сельскохозяйственного использова-

ния почв, достигнутый в некоторых развитых странах составляет 7% от общей площади. В развивающихся странах Африки и Южной Америки обрабатываемая часть земли составляет примерно 36% от площади, пригодной для обработки.

Оценка земледельческого использования почвенного покрова свидетельствует о большой неравномерности охвата сельскохозяйственным производством почв разных материков, биоклиматических поясов.

Значительно освоен субтропический пояс – его почвы распаханы на 20–25% от суммарной площади. Малая площадь распаханых земель в тропическом поясе – 7–12%.

Весьма невелика земледельческая освоенность бореального пояса, которая ограничивается использованием дерново-подзолистых и отчасти подзолистых почв – 8% от суммарной площади этих почв. Наибольшие массивы обрабатываемых земель приходятся на почвы суббореального пояса – 32%.

Главные резервы расширения площадей пахотной земли сосредоточены в субтропическом и тропическом поясах. Немалые потенциальные возможности расширения пахотных земель есть и в умеренном поясе. Объектами освоения являются, прежде всего, дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы, занятые малопродуктивными сенокосами, пастбищами, кустарниками, мелколесьем. Резервом для расширения пашни являются болота.

Основными факторами, ограничивающими освоение земель под пашню, являются, в первую очередь, геоморфологические (крутизна склонов, пересеченность рельефа) и климатические. Северная граница устойчивого земледелия лежит в полосе 1400–1600° сумм активных температур. В Европе эта граница проходит по 60-й параллели, в западной и средней частях Азии – по 58° северной широты, на Дальнем Востоке – на юг от 53°, северной широты.

Освоение и использование земель в неблагоприятных климатических условиях требует немалых материальных затрат и не всегда является экономически оправданным.

Расширение площадей пахотных земель должно учитывать экологические и природоохранные аспекты.

12. Охрана почв

Почвенные ресурсы земного шара ограничены. В результате неправильной эксплуатации почвенного покрова имеет место разрушение почв, утрата ими плодородия и отчуждение земель из активного сельскохозяйственного использования. Все это подчеркивает необходимость бережного и рационального использования почвенных ресурсов, охраны почв.

Охрана почв – острейшая глобальная проблема сегодняшнего дня, с которой непосредственно связана проблема обеспечения продовольст-

вием все возрастающего населения планеты. Охрана и использование земель – это система мероприятий, направленная на защиту, качественное улучшение и рациональное использование земельных ресурсов. Охрана почв необходима для сохранения и приумножения плодородия почв, для поддержания устойчивости в биосфере.

Основные потери продуктивных земель и их плодородия связаны с эрозией, вторичным заселением орошаемых почв, уничтожением растительности и почв в связи с разработкой ископаемых, проведением различных строительных работ, а также в связи с загрязнением различными вредными веществами, потерей гумуса и др.

Эрозия почв наносит наибольший урон почвенному покрову. Предупреждение развития эрозионных процессов, конкретные меры борьбы с эрозией составляют важнейшее звено охраны почв (эти вопросы рассмотрены в соответствующем разделе).

Вторичное засоление наносит значительный ущерб почвенному плодородию, приводит к резкому снижению продуктивности полей или полному их исключению из активного сельскохозяйственного использования. Распространено в засушливых областях с поливным земледелием.

Главными причинами вторичного (антропогенного) засоления почв являются бездренажное орошение и неконтролируемая подача воды, приводящая к подъему уровня грунтовых вод и энергичному соле-накоплению за счет испарения воды. Этому способствует также орошение водой с повышенной минерализацией.

Для предупреждения вторичного засоления необходим постоянный контроль за водно-солевым режимом на орошенных землях.

Загрязнение почв – процесс поступления и накопления (до токсичных количеств) разного рода веществ, химических элементов, ухудшающих свойства среды обитания биоты.

Источниками загрязнения почвенного покрова являются промышленные центры, транспорт, сельскохозяйственное производство.

Ежегодно на поверхность почвы поступает огромное количество различных веществ из атмосферы, при внесении различного рода пестицидов и балластных веществ с удобрениями. Благодаря своим свойствам почва является приемником большинства химических веществ, вовлекаемых в биосферу. Она – главный аккумулятор, сорбент и разрушитель токсикантов. Масштабы поступлений токсикантов в биосферу возрастают. Возникает проблема загрязнения почв. Общая площадь сельхозугодий, загрязненных выбросами предприятий городов, промышленных центров и автотранспорта, превышает в Беларуси 0,6 млн. га.

Производственная деятельность человека превратилась в глобальный геохимический фактор, получивший название *техногенез*.

Минеральные техногенные выбросы возникают в результате сжигания топлива или от газообразных и аэрозольных отходов промышлен-

ных предприятий. С техногенными выбросами на поверхность почв поступают загрязнители окружающей среды. Среди них наиболее опасными считают ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен и фтор. Отрицательные последствия этого загрязнения связаны с ухудшением свойств почв (изменение реакции, микробиологического и в целом биологического режима), а также в связи с поступлением токсичных элементов в растения и затем в организм животных и человека. Поступление с продуктами питания в организм человека токсичных элементов вызывает тяжелые заболевания.

В районах, где наблюдается значительное выпадение из атмосферы веществ, содержащих серу (SO_2 и др.), отмечается резкое подкисление почвы.

Серьезным источником загрязнения среды свинцом является автомобильный транспорт, что связано с добавлением его в бензин для подавления детонации. С выхлопными газами свинец в форме дисперсных сульфатов, нитратов и других выбрасывается в воздух. Большая часть выбросов оседает вдоль автомагистралей на поверхности почв и растительности. Так образуются природные геохимические аномалии свинца шириной в зависимости от интенсивности движения автотранспорта от нескольких десятков метров до 300–400 метров.

Загрязнение почв, связанное с сельскохозяйственным производством, в условиях Беларуси проявляется в избыточном накоплении химических веществ в результате применения пестицидов, внесения минеральных удобрений, а также чрезмерного полива сельхозугодий стоками животноводческих комплексов.

Пестициды сохраняют значительную часть урожая, поэтому их применение стало быстро внедряться в сельское хозяйство. Однако вскоре были обнаружены многочисленные отрицательные последствия их применения: возможность интоксикации человека и животных; нарушение состава популяций биоценозов и угнетение полезной фауны; возникновение популяций вредителей, устойчивых к пестицидам; изменение биологической активности почв и др. В Беларуси пестицидами обрабатывается ежегодно около 3,5 млн. га сельхозугодий.

Интенсивное применение минеральных удобрений является фактором позитивного воздействия на агрохимические свойства почв. Вместе с тем оно может вызвать проявление и негативных последствий, связанных с избыточным накоплением химических соединений в почве, растениях, водоемах. Особую опасность представляет загрязнение окружающей среды нитратами, хлором.

Загрязнение почв радиоактивными веществами обусловлено главным образом испытанием в атмосфере атомного и ядерного оружия, авариями на атомных электростанциях. Выпадая с радиоактивными осадками Sr , ^{137}Cs и другие нуклиды, поступают в растения, а затем с

продуктами питания в организм человека, вызывает радиоактивное загрязнение. Путем подбора культур, применения минеральных удобрений, запахивания верхнего слоя почвы на глубину 40–50 см и других агротехнических приемов можно значительно снизить неблагоприятные последствия радиоактивного загрязнения почвы.

Проблема загрязнения почв радионуклидами особенно остра для территории Беларуси – в результате аварии на Чернобыльской АЭС 23% территории оказалось загрязненной радиоактивными веществами.

Стратегия принципов по предотвращению загрязнения почв сложна и многогранна. В промышленности и энергетике должен быть осуществлен переход на мало- и безотходную технологию (экологизация экономики). В сельском хозяйстве необходимо шире внедрять эффективные агротехнические и биологические средства борьбы с вредными организмами, применять малоопасные пестициды, исключаящие загрязнение среды, соблюдать научно-обоснованные технологии использования минеральных удобрений.

Важное значение имеет создание системы непрерывного контроля и наблюдения (мониторинга) за состоянием природной среды, в том числе почвенного покрова.

Следует подчеркнуть исключительную роль природоохранного образования и воспитания (экологизация сознания), природоохранного законодательства.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Часть I. Общее почвоведение

1. Что принципиально новое для естествознания XIX века содержало учение В.В. Докучаева о факторах почвообразования?
2. Почему русское докучаевское почвоведение называется генетическим?
3. Назовите представителей русской научной школы почвоведения.
4. Какие существуют подходы к группировке почв? Каково понятие о главных группах почв в американском почвоведении?
5. В чем заключается различие состава педосферы и литосферы?
6. Каковы современные представления о структуре педосферы (почвенного покрова мировой суши)?
7. Как варьирует содержание химических элементов в почве?
8. Как расходуется солнечная энергия, поступающая на поверхность почвы?
9. Дайте определение почвы.
10. Какое значение имеет время для образования и развития почвы?
11. Как велико содержание минеральной части в процентах от общей массы почвы?
12. Какой гранулометрический состав имеют распространенные типы почвообразующих пород?
13. Перечислите главные физико-механические свойства почв.
14. Сформулируйте основные особенности минералогического и химического состава почвы.
15. Приведите примеры влияния состава почвообразующих пород на географию почв.
16. Какова роль высших растений в почвообразовании?
17. Раскройте понятие «биологический круговорот».
18. Перечислите главные элементы минерального питания растений.
19. Какова роль почвенных животных в почвообразовании?
20. Какие химические элементы называются микроэлементами?
21. Как велика суммарная масса и численность микроорганизмов в почве? Приведите примеры для отдельных групп организмов.
22. Чем обусловлено явление «дыхания почвы»?
23. Приведите примеры геохимической деятельности микроорганизмов – хемоавтотрофов.
24. Назовите главные группы соединений гумуса в почве и укажите их отличительные свойства.
25. Каковы географические закономерности распределения содержания гумуса и соотношения его главных групп соединений в почвах.
26. Каково значение гумуса почв?
27. Нарисуйте схему строения коллоидной частицы с двойным электрическим слоем.

28. Напишите схему обменной сорбционной реакции.
29. Перечислите типы поглотительной способности почвы.
30. Какую часть объема почвы занимает почвенный воздух? Чем его состав отличается от состава атмосферного?
31. Что такое почвенный раствор? Раскройте физический смысл понятия «почвенная кислотность».
32. Каковы значения pH в почве?
33. Чем обусловлено явление буферности почв?
34. Перечислите тепловые свойства почвы.
35. Назовите главные формы воды в почве.
36. Какова физическая природа гигроскопической влажности почвы и причины ее изменчивости?
37. Какие существуют типы водного режима почв? Напишите уравнение водного баланса для непромывного и выпотного типов водного режима почв.
38. Каково значение форм мега- и макрорельефа для географии почв?
39. Раскройте сущность явления геохимического сопряжения.
40. Назовите факторы, влияющие на структуру почвенного покрова.
41. Что собой представляют генетические горизонты и почвенный профиль?
42. Какими индексами обозначаются разные генетические горизонты?
43. Что такое почвенные новообразования? Каковы географические закономерности распространения разных групп новообразований?
44. Дайте определение понятий «структурность почв» и «структурная отдельность».
45. Каковы факторы, обуславливающие цветовое разнообразие почв? Как определяется цвет почвы?
46. Дайте определение понятия «тип почв». Покажите физико-географическое значение представление о генетическом типе почв.
47. Объясните различие подходов к классификации почв на основе оценки их генетических или диагностических признаков.
48. Раскройте физический смысл понятия о плодородии почв как их важнейшем качестве. Возможна ли почва без плодородия?
49. Каковы пути антропогенного регулирования плодородия?
50. Каковы экологические проблемы современного земледелия?

Часть II. География почв

1. В чем заключается специфика арктической суши?
2. Расскажите о физико-географическом различии разных районов Арктики?
3. Каковы особенности почв полярных пустынь?
4. Как сказывается влияние рельефа и состава почвообразующих пород на почвообразование в тундре?

5. Какие два преобладающих типа почв существуют в тундре, строение их профиля?
6. Как сказывается влияние мерзлотных процессов на плохую дифференцированность профиля тундровых почв?
7. Каково общее строение профиля дерново-подзолистых почв и характерные морфологические черты отдельных горизонтов?
8. Сопоставьте строение и главные показатели подзолов и дерново-подзолистых почв. В чем проявляется их различие?
9. Как меняется состав гумуса при переходе от подзолов к дерново-подзолистым почвам?
10. Какие новообразования характерны для дерново-подзолистых почв? Какая связь между величиной pH и составом новообразований в этих почвах?
11. Что представляет собой процесс лессиважа?
12. Какие типы почв распространены в речных долинах в зоне смешанных лесов?
13. Чем различаются биоклиматические условия почвообразования во внутриконтинентальных и приокеанических регионах зоны лиственных лесов Евразии?
14. Каковы характерные черты строения профиля серых лесных почв?
15. Как велико содержание гумуса и каков его состав в серых лесных почвах?
16. Как называются почвы лиственных лесов приокеанических регионов Евразии и Северной Америки? Перечислите их характерные черты.
17. Какой главный тип почвообразующих пород зоны распространения черноземов в Евразии и Северной Америке.
18. Каково содержание и состав гумуса в черноземах?
19. Какие новообразования характерны для черноземов и почему в черноземах отсутствуют новообразования оксидов железа?
20. Чем отличается расположение зоны черноземов в Северной Америке от расположения этой зоны в Евразии? Чем обусловлена прерывистость зоны черноземов на территории Южной Сибири (анализ с помощью карты)?
21. Каково народно-хозяйственное значение черноземов и главные экологические проблемы?
22. Какие особенности растительности сухих степей влияют на образование почв (состав, степень покрытия, величина биомассы и прироста, соотношение подземной и наземной массы)?
23. Каково строение профилей каштановых и бурых сухо-степных почв?

24. Каково содержание гумуса и значение pH в почвах сухих и пустынных степей?
25. Как сказывается действие ветра на почвенный покров сухих степей?
26. Покажите на карте, ареалы распространения солонцов и солодей. Какова роль мезо- и микрорельефа в образовании этих почв?
27. Какое имеют строение и морфологическое различие профили солонцов и солодей?
28. Как сказывается процесс осолонцевания на качестве обрабатываемых почв и каковы приемы борьбы с осолонцеванием?
29. Каковы особенности структуры почвенного покрова зоны сухих и пустынных степей?
30. Как называются автоморфные почвы пустынь? Сколько содержится в них гумуса, какое значение pH?
31. Какие существуют пути образования и типы солончаков?
32. Каково различие между солончаками и засоленными почвами?
33. Чем различаются красноземы и желтоземы?
34. Каково строение профиля, значение pH и содержание гумуса в коричневых почвах?
35. Как образуются темноцветные глинистые почвы на юге Балканского полуострова (смоницы, смолницы)?
36. Какие условия почвообразования в областях сухих субтропиков?
37. Чем отличаются сероземы Средней Азии от серо-бурых почв пустынь?
38. Какие особенности геологической истории и геоморфологии тропической суши оказывают влияние на почвенный покров тропического пояса? Какие следы древних эпох выветривания широко распространены в тропиках?
39. Что собой представляют латеритные панцири?
40. Каковы строение профиля, общие свойства и особенности плодородия почв постоянно влажных тропических лесов?
41. Каковы строение профиля и общие свойства почв сезонно-влажных тропических лесов и саванн?
42. Как называются тропические почвы сезонно-грунтового увлажнения, их положение в рельефе и характерные свойства?
43. Что Вам известно о почвах тропических океанических островов и побережий?
44. Перечислите и объясните главные закономерности географии почв.
45. Какова степень использования почв для земледелия на территории разных природных зон и континентов?
46. Сформулируйте значение почвы для человечества и биосферы.

47. Каковы главные проблемы охраны и рационального использования почв в настоящее время?
48. Какие существуют пути сдерживания процесса антропогенной деградации почв?
49. Каковы глобальные последствия искусственного обогащения почв азотом, фосфором и калием в сельскохозяйственном производстве и индустриального загрязнения оксидами серы и тяжелыми металлами?
50. Почему охрана почв как одна из проблем охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов приобрела особую остроту во второй половине XX и начале XXI века?

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. пособие для вузов. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001.
2. Географія ґлеб з асновамі ґлебазнаўства: Падручнік для студэнтаў геагр. спец. выш. навуч. устаноў / В.С. Аношка, Н.А. Гецэвіч, М.К. Чартко, А.Ф. Чарныш; Пад рэд. В.С. Аношкі. – Мн.: БДУ, 2000.
3. Федотов В.Л. Почвоведение с основами растениеводства: Курс лекций / В.Л. Федотов. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2003.
4. Чартко М.К. Метадычныя указанні па курсу «Географія ґлеб з асновамі ґлебазнаўства». – Мн.: БДУ, 1994.
5. Основы сельского хозяйства / Под ред. И.М. Ващенко. – М.: Просвещение, 1989.
6. Фядотаў У.Л. Асновы сельскай гаспадаркі. Ч. 1. – Мн.: Ураджай, 1997.
7. Почвоведение с основами геологии: Учеб. пособие / А.И. Горбылева, Д.М. Андреева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский; Под ред. А.И. Горбылевой. – Мн.: Новое знание, 2002.
8. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Василевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988.
9. Основы сельскохозяйственной экологии / Под ред. А.В. Кульчевского, Т.А.Чернухи. – Мн.: Ураджай. 2001.