

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей биологии

А.М. Русанов

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к курсу «Почвоведение и растениеводство»

Оренбург 1999

Введение

Почвоведение – биологическая наука, предметом изучения которой является почва. Это наука о почвах, ее образовании (генезисе), строении, составе, свойствах, закономерностях географического распространения, о формировании и развитии ее главных свойств, о экологических функциях почв в биосфере, о региональном использовании почв. Почва – основное незаменимое средство сельскохозяйственного производства.

Почва снабжает растения водой и питательными элементами, регулирует рост и развитие растений, объем и качество урожая. Почва при правильном использовании не изнашивается, не ухудшает свои свойства, а прогрессивно улучшаются. В этом ее отличие от других средств производства. Почва – основное и вечное богатство любого народа и является неиссякаемым источником его жизнедеятельности, обеспечивая человека продуктами питания и материалом для производственной деятельности. Почва образуется из выходящих на дневную поверхность горных пород под совместным и взаимосвязанным воздействием воздуха, воды и различного рода организмов, живых и мертвых. Живые организмы разрушают горные породы, извлекают из них питательные вещества и после отмирания обогащают верхние горизонты перегноем и элементами питания, которыми пользуются последующие поколения организмов. Так происходит накопление элементов питания и развивается одно из основных свойств почвы – плодородие. Почвообразовательный процесс захватывает собой лишь самые верхние слои земной коры, куда проникают воздух, тепло, влага, корни растений, микроорганизмы. В одних случаях этим процессом захвачена большая толща горных пород, в других – меньшая. Отсюда и мощность почв в различных зонах разная. Таким образом, воздействуя на условия развития почв можно изменять и улучшать их свойства.

Почва (по В.В. Докучаеву)– это дневные или наружные горизонты горных пород, естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых. Почвой называется рыхлый поверхностный слой земной коры, который видоизменяется и продолжает непрерывно видоизменяться под воздействием биологических и атмосферных факторов и который обладает существенным качеством – плодородием. Основной показатель плодородия – способность почв удовлетворять растения достаточным количеством пищи и воды. Необходимо различать естественное и искусственное плодородие. Искусственное плодородие создается человеком в результате воздействия на почву (обработка, удобрения, мелиорация и т.д.). Она возникает с момента введения целинного участка в сельскохозяйственное использование. Здесь

велика роль технического и технологического вооружения. Эффективное плодородие – реальное выражение искусственного и естественного плодородия.

Таким образом, почва – это не только особое природное тело, и не только основное средство сельскохозяйственного производства, но это и продукт труда. А плодородие не есть что-то статическое, но динамическое, и при рациональном использовании плодородие будет возрастать.

Закон убывающего плодородия гласит, что каждая добавочная затрата труда или средства производства на одном и том же участке земли дает все меньше и меньше прирост урожая, связан с изъятием, с урожаем биомассы и монокультурой.

Согласно теории Т.Мальтуса (1798) рост народонаселения идет в геометрической прогрессии, а плодородие – в арифметической.

Закон убывающей отдачи (А.Тюрга – Т.Мальтуса) констатирует: приход на земельный участок дополнительного работника не ведет к соответствующему увеличению урожая, а дает лишь его прибавку.

Чтобы обеспечить непрерывный рост урожая необходимо улучшить все условия роста и развития растений (закон минимума Ю.Либиха), совершенствовать растительные организмы, т.е. выводить новые сорта. Это в свою очередь требует развитие науки и техники. Пределы развития науки, пределы познания природы и возможности регулирования их человеком безграничны. Поэтому существующие ограничивающие факторы на данной стадии развития науки и техники общественных и экономических отношений есть процесс исторического порядка.

Почвы несут на себе и незаменимые экологические функции: растения формируют состав атмосферы, очищают воздух, это фильтр для очистки воды и воздуха, фиксируют вместе с микробами «N» воздуха и др.

Почвоведение делится на общую и специальные части. Первая- изучает происхождение, состав и свойства почв, раскрывает развитие плодородия, а вторая - генезис, свойства и распространение отдельных типов почв.

1 История становления науки почвоведения

Практический интерес к почвоведению возник вместе с зарождением земледелия. В III тысячелетии до н.э. в Китае почвы делились на 9 классов. В Древнем Египте издавна существовало поливное земледелие, исследовались почвы затопляемые, поливные и болотные. Много сведений о почве имеются в работах античных авторов – те. Др. Греции и Др. Рима в т.ч. в трудах Колумеллы, Варрона, Катона, Плиния, Лукреция. Но этих эмпирических данных недостаточно для создания науки о почве. Необходимы были новые данные по физике, химии, ботанике и физиологии растений. В 1563 году Бернар Палисси опубликовал работу «О различных солях в сельском хозяйстве», где высказывается правильный взгляд на почву как источник снабжения минеральными веществами. В 1623 году Ван Гельмонт выступил с теорией питания растений только почвенной водой, которая господствовала на протяжении всего 18 века. В начале XIX века Тэер выдвинул теорию гумусового питания растений. Зольным же элементом Тэер не придавал никакого значения. В 1840 году Либих в книге «Химия в приложении к земледелию и физиологии» опубликовал теорию минерального питания растений. Примерно в это же время, в 1837 году, было сделано открытие о накоплении бобовыми растениями азота в почве и выяснено, что свою массу растения строят за счет углекислого газа из воздуха. Следовательно, источники питания для растений является не только почва, но и воздух. Стала развиваться промышленность по производству минеральных удобрений. На Руси уже с 15 века проводился строгий учет земель с описанием земельных угодий и почв, обобщался народный опыт и знания о земле. В 1724 году была создана Академия наук. В этот период развития почвоведения связано с именем Ломоносова. Его труд «О слоях земных» рассмотрен ряд основных вопросов почвоведения и геологии. У него впервые намечаются важнейшие положения современного почвоведения: почва является производной жизни растений, растения изменяют почву и подготавливают их к поселению других, более требовательных к условиям окружающей среды, растений; хозяйственная деятельность человека может ускорить природный процесс развития плодородия почв. В.И.Вернадский считал Ломоносова первым почвоведом вообще. Много места в своих исследованиях отдавал почвам первый профессор «сельскохозяйственного домоводства» Московского государственного университета М.И.Афонин (1771). Виднейшей русский агроном А.Т.Болотов сделал наблюдения за изменениями черноземов. В 1851 году академик К.С.Веселовский составил первую почвенную карту России (Европейская часть). Было выделено 8

видов почв: чернозем, суглинистая, супесчаная, песчаная, иловатая, болотистая, тундровая, солонцеватая. В 1879гду Вольное экономическое общество поручило работу по исследованию черноземов молодому геологу В.В.Докучаеву. Он сформировал основные положения формирования любой почвы, как особого естественно – исторического образования. Установил, что оно является самостоятельным телом, как минералы, растения и животные. Доказал беспрестанную изменчивость почв во времени и пространстве. Установил 5 факторов почвообразования. Создал учение о зонах природы, разработал схему классификации почв, разработал методы исследования почв, практические мероприятия по повышению эффективного плодородия. Он поднял почвоведение до уровня науки. Главный труд его – «Русский чернозем» – 1983 год. Основал журнал «Почвоведение».

П. А. Костычев заложил основы агрономического почвоведения. Впервые связал образование гумуса с жизнедеятельностью микроорганизмов. Работы по скорости разложения растительных остатков в его зависимости от температуры, влажности, физических свойств почв. Много сделал в изучении органического вещества почв. Был не согласен с Докучаевым, который считал, что решающим фактором в образовании черноземов является климат. Почва по П.А. Костычеву распространяется до глубины распространения корней растений. Уделяя особое внимание роли структуры почв в ее свойствах.

Н.М. Сибирцев обобщил учение Докучаева о почве, как особом естественно – историческом теле и учение Костычева о почве, как среде, способной удовлетворить потребности растений. Понял, что оба взгляда дополняют друг друга. Создал первый учебник по почвоведению.

Г.Н. Высоцкий – многогранный исследователь почв. Изучал условия гидрологии почв. Был и ботаником, и гидрологом, и зоологом и лесоводом.

К.Д. Глинка - первый академик–почвовед. Работы по выветриванию пород, генезису и классификации почв. Организовал почвенный комитет и почвенный институт. Автор учебника по почвоведению.

П.С. Коссович__ – один из основоположников экспериментального изучения физических, химических и агрономических свойств. Работы по классификации и эволюции почв.

С.С. Неуструев разработал учение о факторах почвообразования. Автор книги «Элементы географии почв». Подходил к изучению почвы как части ландшафта. Много работал в Оренбургской области.

Д.И. Прасолов – автор ряда классических работ по географии почв. Разработал основы почвенной картографии. Создал ряд почвенных карт страны и мира.

В.Р. Вильямс – соединил генетическое почвоведение Докучаева и агрономическое почвоведение Костычева. Автор оригинальных концепций по вопросам сущности почвообразовательного процесса, о природе отдельных почвообразовательных процессов, о малом и биологическом и большом геологическом круговороте веществ, о плодородии, о гумусе и о

структуре почвы. Выдвинул учение о биологическом круговороте вещества как основе почвообразования, о биологическом факторе как о ведущем факторе почвообразования, о растительных формациях как природных комбинациях растений и микроорганизмов, состав и жизнедеятельность которых влияет на направление почвообразования. Согласно его взглядам почвообразование представляет собой единый процесс воздействия элементов биосферы на литосферу. Различия определяются характером растительности, микроорганизмов, животного мира, материнских пород, продолжительности воздействия и т.д. Процесс почвообразования рассматривал как процесс развития плодородия почв, а эволюцию почв представлял как процесс, связанный с изменением плодородия. Изучал влияние микроорганизмов на состав гумуса.

Б.Б. Полынов – изучал роль биогеохимических явлений в выветривании горных пород. Развил химическое и физико-химическое направление в почвоведение. Дал историко-генетическую классификацию типов кор выветривания.

К.К. Гедройц основатель учения о почвенных коллоидах и поглотительной способности почв. Показал значение коллоидов и обменных катионов в развитии свойств почв и питании растений. Работы по мелиорации солонцов.

И.В. Тюрин является автором трудов по генезису, географии и химии почв. Разработал концепцию о гумусовых веществах почв как о группе высокомолекулярных веществ специфической природы, образующихся в результате биохимических процессов. Разработал также ряд методик по определению количества и качества гумуса.

Д.Н. Прянишников изучал вопросы удобрения почв, основал школу агрохимиков.

М.М. Кононова, В.В. Пономарева доказали, что гумус является важнейшей частью всякой почвы. Показаны механизмы образования гумуса.

А.А. Роде, Н.А. Качинский основали школу исследователей по физике почв.

Среди современных ученых известны И.А. Соколов, Д.С. Орлов, В.А. Андроников, В.А. Ковда, Г.В. Добровольский, И.П. Герасимов. Отечественное почвоведение оказало огромное влияние на развитие учения о почвах зарубежом. В современный период возросла роль рационального использования почв, правильной их оценки с учетом функций почвенного покрова в биосфере: биоэкологической, биоэнергетической, азотно-белковой, биогеохимической, гидрологической, газово-атмосферной и других для мелиорации, эффективного применения удобрений, разработке мероприятий по борьбе с эрозией, оземлению изверженных горных пород, охране почв.

2 Материнские почвообразующие породы, их механический состав

2.1 Сущность почвообразовательного процесса

Горные породы, на которых развиваются почвы – это материнские или почвообразующие породы.

В геологии все горные породы делят на три большие группы в зависимости от их происхождения: изверженные (интрузивные и эффузивные); осадочные, в том числе обломочные или продукты разрушения пород под действием механических сил (ветера, воды, льда); химические осадки образующиеся в результате кристаллизации солей из водных растворов (гипса, каменной соли); органогенные – результат накопления растительных и животных осадков (торф, каменный уголь, мел, известняк); метаморфические породы, образующиеся в результате вторичной кристаллизации пород (мрамор, гнейсы, сланцы). Основную часть литосферы суши составляют изверженные породы.

Процесс изменения вышедших на земную поверхность горных пород и их минералов называют выветриванием. Различают следующие виды:

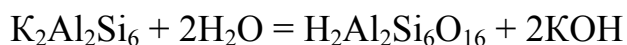
Физическое выветривание – механическое разрушение без изменения их химического и минералогического состава.

Основной фактор физического выветривания – это колебания температуры. Механизм этого выветривания связан с замерзанием воды в трещинах пород с развитием местных напряжений и давлений в породе вследствие неравномерного расширения и сжатия минералов породы. Наиболее резкие изменения – на поверхности. Чем глубже, тем меньше амплитуда колебания температуры, в том числе суточных. На поверхности – 20 градусов, то на глубине 10 см. – 11,6 градусов, на глубине 30 см – 5,2 градуса, на глубине 70 см - 0,9 градуса. Механическому расширению способствует неоднородность состава самой породы. Коэффициент объемного расширения кварца = 0,0003; гранита = 0,00025; ортоклаза = 0,0002. В результате физического выветривания породы превращается в рыхляк, имеющий очень важную способность – задерживать в себе и пропускать через себя воду. Развивается водопроницаемость и влагоемкость.

Вода подвергается электролитической диссоциации на ионы H^+ и OH^- . Степень диссоциации зависит от температуры. При нуле градусов в 1 литре содержится 10 грамм – ионов H^+ и столько же OH^- . При повышении температуры до 18° С их количество увеличивается в 2,4 раза, а при температуре 50° С в 8 раз. Поэтому в различных климатических зонах степень химической активности воды разная.

Химическое выветривание состоит из ряда процессов: гидролиза минералов, их окисления, гидратации и растворения, синтеза и кристаллизации новых (вторичных) минералов. Этот процесс начинается с гидролиза – то есть с обменного разложения минералов, когда происходит замещение катионов щелочных и щелочноизмельченных металлов на ионы водорода диссоциированных молекул воды.

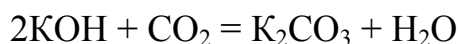
Простейший пример:



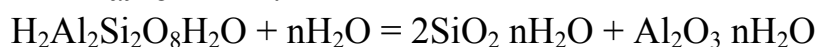
В щелочной среде происходит дальнейшее разрушение кристаллической решетки с отщеплением части кремнезема



Благодаря присутствию углекислого газа KOH переходит в карбонатную форму:



При дальнейшем гидролизе возможен распад минералов на окислы кремния и алюминия:



Окисление происходит под действием атмосферного кислорода, растворенного в воде, сидерит превращается в лимонит.

Новые соединения, образующиеся при выветривании первичных минералов, обычно присоединяют молекулу воды, иначе говоря гидратируются. Пример – лимонит образуется с участием процесса гидратации при переходе из сидерита.

Образующиеся растворимые в воде соединения подвергаются растворению. Растворимость многих минералов возрастает с повышением температуры.

Биологическое выветривание состоит из процессов механического разрушения и химического изменения состава минералов горных пород под действием на них организмов. Для биологического выветривания характерны следующие процессы: физическое дробление, растворение элементов пород кислотными продуктами жизнедеятельности живых организмов и аккумуляция их в виде органических соединений, комплексообразование и растворение таким путем труднорастворимых соединений породы (за счет жизнедеятельности бактерий, водорослей). К числу таких соединений относятся окислы железа и алюминия. Именно в виде комплексных органических соединений выносятся из минералов соединения железа и алюминия. Наряду с изменением первичных минералов в корях выветривание происходит синтез и кристаллизация новых вторичных минералов. Различают три рода таких соединений: минералы простые (карбонаты, гипс), минералы окислов и гидроокислов (кремнезем; гидроокислы железа и алюминия), глинистые минералы, к ним относятся железистые и алюмосиликаты (ферро- и алюмосиликаты), которые содержат химически связанную воду, каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), монтморинонит ($(\text{CaMg})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Различают типы выветривания, из них два основных типа - сиаллитный и аллитный. Сиаллитный формируется в условиях умеренного климата. Процессы гидролиза идут замедленно, образуется много вторичных аллюмо- и ферросиликатов (глинистых минералов). В его составе много кремнезема. Аллитный же распространен в условиях влажного тропического климата. Идут интенсивные процессы гидролиза с образованием свободных окислов кремния, алюминия, железа. Отсюда два типа кор выветривания: сиаллитный, характеризующийся накоплением глинистых минералов и представленный рыхлой землянистой массой, и аллитный, тоже рыхлая землянистая масса, но ее главная часть состоит из вторичных видных окисей алюминия и железа.

Кроме того для тундры и для горных областей характерен грубообломочный тип коры выветривания, масса которого состоит из относительно крупных обломков горных пород, и обизвесткованный тип, распространенный в условиях засушливого климата, характерно наличие корочки углекислого кальция на поверхности обломков горных пород.

Основные почвообразующие породы. Делятся на элювий изверженных и метаморфических пород, осадочные породы и четвертичные отложения.

Элювий изверженных и метаморфических пород – выход горных пород на дневную поверхность. Отличаются наличием щебня, состоящего из обломков магматических и метаморфических пород.

Осадочные породы – различные по возрасту и составу плотные морские и континентальные отложения, выходящие на дневную поверхность.

К четвертичным отложениям относят а) ледниковые отложения в том числе моренные – это продукт выветривания различных пород, перенесенных движущимися ледником, расположены на повышениях; б) флювигляциальные – обломки горных пород и минералов, перенесенных ледниковыми водами. Признак этих пород - хорошо отсортированный материал от галечников до пылеватых наносов, расположены на равнинах; ледниково-озерные отложения - формируются на дне ледниковых озер из взмученного материала, переносимого ледниковыми водами, приурочены к котловинам и впадинам, хорошо развита слоистость, в) покровные суглинки распространены в областях ледниковых отложений. Пылеватая масса их желто-бурого цвета, не слоистая. перекрывают толщу моренных отложений, г) лессы и лессовидные суглинки. У них палевая окраска, пылевато-суглинистый механический состав. Пористые. Нет единой теории происхождения – а) эоловая – произошли в результате развевания ветром ледниковых отложений во внеледниковых областях, б) делювиальная – в результате переноса струйками воды продуктов выветривания коренных пород на нижние части склона, в) водно-ледниковая – перенос ледниковой водой продуктов выветривания. г) почвенная теория – лесс образовался в результате развевания продуктов почвообразования в сухих климатических условиях; д) делювиальные – переотложенные атмосферными водами продуктов выветривания по склонам водоразделов; е) пролювиальные –

плохо отсортированные продукты отложения горных потоков; ж) аллювиальные – формируются в речных долинах и характеризуются слоистостью. Переносятся речными водами; з) эоловые – продукты разветвления материалов выветривания. Они образуют дюны, гряды, накапливаются по берегам рек и морей; и) морские отложения – результат четвертичных трансгрессий морей. Примером может служить прикаспийская низменность.

Материнские породы являются полидисперсным телом, так как состоят из частиц различной размерности. В их массе встречаются относительно крупные обломки пород, более мелкие частицы песка и очень мелкие частички глины и ила. Отдельные частицы называются механическими элементами. Близкие по размерам частицы объединяют во фракции. Под механическим составом понимают относительное содержание в породе или почве частиц различного размера.

По шкале Качинского выделяют следующие фракции (мм): более 3 – камни, 1 до 3 – гравий; от 0,5 до 1 – крупный песок; от 0,25 до 0,5 – средний песок; от 0,05 до 0,25 – мелкий песок; от 0,01 до 0,05 – крупная пыль; от 0,005 до 0,05 – средняя пыль, 0,001 до 0,005 – мелкая пыль, меньше 0,001 – это ил. Больше 0,01 – «физический песок», меньше 0,01 – «физическая глина».

Классификация почв по механическому составу (по Качинскому): степной тип почвообразования – по содержанию физической глины (меньше 0,01 мм): песок – 0-10%; супесь – 10-20%; суглинок – 20-60%; глина – 60-85%. Кроме того существует классификация для подзолистых почв и солонцов.

Материнские породы состоят из 2 групп минералов: первичных и вторичных. Первичные остаются в материнской породе в своем неизменном в силу своей устойчивости к процессам выветривания. Вторичные образуются вновь в процессе формирования материнской породы.

Наиболее распространенные первичные минералы: кварц, полевой шпат и др., вторичные – окислы алюминия и железа, глинистые минералы, простые соли.

Атмосферные осадки, проникающие в породу, обуславливают ее растворение и передвижение по профилю растворимых продуктов выветривания. Различные соединения имеют разную подвижность. Б.Б. Польшов вывел следующий ряд подвижности элементов:

энергетического передвижения –	хлор, сера, иод, бор	10п
легкоподвижные	кальций марганец, калий, натрий,	1п
подвижные–	фосфор, марганец	0,1п
малоподвижные –	железо, алюминий	0,01п
неподвижные –	кварц	0 п

2.2 Организмы и их роль в почвообразовании

Биологический круговорот элементов включает поглощение растениями из атмосферы углекислоты и кислорода, а из почвы – азота, кислорода, калия, кальция, магния и многих других элементов; построение из них растительных организмов; разложение отмерших растительных остатков, освобождение элементов; вовлечение этих элементов в новый биологический круговорот.

Образование почвы возможно только под воздействием живых организмов, поселяющихся на материнских породах. В почвообразовании участвуют три группы живых организмов: низшие – организмы (микроорганизмы, лишайники), зеленые растения и животные. Их совместная деятельность превращает породу в новое природное тело – почву.

Микроорганизмы являются первыми поселенцами на любой горной породе. Их несколько миллиардов на 1 г почвы. Их количество и состав варьирует в зависимости от природных условий, характера других факторов почвообразования. В северных районах их меньше и они распространены на небольшую глубину. На юге – их больше и захватывают большую толщу. Окультуренные почвы содержат больше микроорганизмов.

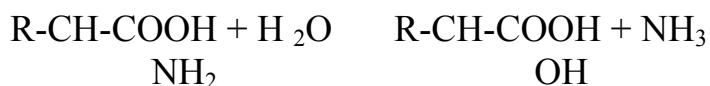
Микроорганизмы разлагают органические остатки, превращая их в гумус. Превращают сложные органические соединения в минеральные соли, доступные для растительности, усваивают атмосферный азот и снабжают им высшие растения, синтезируют сложные органические соединения, строя из них свое тело. Участвуют во всех окислительно – восстановительных процессах в почве, изменяя степень окисленности различных органических и минеральных соединений. Таким образом, почти все звенья почвообразовательного процесса связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов. Все эти процессы микроорганизмы осуществляют свою деятельность при помощи ферментов.

Бактерии – наиболее распространенная группа микроорганизмов. Минимальное их количество содержат подзолы, максимальное – черноземы. Распространены бактерии в верхнем слое почв неравномерно. Больше их около корней высших растений и в 2-3 мм от них – это прикорневой слой почвы – ризосфера. Количество бактерий здесь в 20 раз больше среднего числа. Около корней каждого растения развивается специфическая микрофлора. Разные по форме: палочки, кокки, извитые по форме. Разные по способу питания: гетеротрофные и автотрофные. Аэробные и анаэробные.

К группе гетеротрофов относится большинство почвенных бактерий. Очень разнообразны по физиологическим функциям: одни разлагают белки, другие жиры, углеводы.

Гетеротрофные анаэробные бактерии вызывают процессы брожения углеводов. Некоторые представители рода *Clostridium* обуславливают масляно-кислое брожение углеводов.

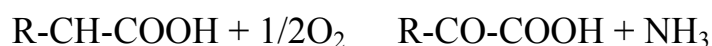
Аммонификация – это процесс распада белков вначале до аминокислот, а далее аминопептидазы осуществляют следующие реакции: гидролитическое дезаминирование – образуется оксикислоты и аммиак



Оксикислоты в дальнейшем декарбоксилируются с образованием спиртов и углекислого газа



Окислительное дезаминирование:



Восстановительное дезаминирование:



Процесс аммонификации имеет огромное значение для почвообразования, так как ему почвы обязаны накоплению минерального и азота, доступного растениям. Накопление NH_3 в почве наблюдается в том случае, когда отношение углерода и азота в разлагающемся материале превышает 20. Если оно меньше, то азот идет на построение биомассы микроорганизмов. Поэтому наличие в почве большого количества неразложившегося органического вещества ведет к торможению накопления азота в почве.

Азотофиксирующие бактерии наиболее интенсивно проявляют свою деятельность при оптимальной температуре. Имеются две группы бактерий: свободноживущие аэробы и анаэробы и симбиотические клубеньковые бактерии. Бобовые растения выделяют безазотистые органические вещества (сахарин), а бактерии окисляют эти вещества и сопряженно фиксируют молекулярный азот воздуха. Нитрифицирующие бактерии вызывают биохимические процессы окисления восстановленных форм азота до азотной кислоты. К нитрификаторам относят представителей родов *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrobacter*. Процесс нитрификации идет в две фазы, за каждую из которых ответственны свои возбудители. В Первую фазу осуществляется окисление солей аммония до солей азотистой кислоты (нитритов), во вторую фазу нитриты окисляются в нитраты



По типу питания нитрификаторы являются хемолитоавтотрофы, то есть используют энергию, которую получают при окислении аммиака до нитрита для ассимиляции углекислого газа.

Большую роль относят к бактериям, окисляющим соединения серы, например сероводород, тиосульфат, молекулярную серу, бактериям, осуществляющим окисление железа и марганца, которые также используют энергию окисления в форме АТФ для автотрофной ассимиляции углекислого газа.

Актиномицеты или «лучистые грибки», являются переходной формой между бактериями и грибами. Это аэробные, гетеротрофные организмы. Разлагают органику. Играют большую роль в почвообразовании. Хорошо развиваются в нейтральной и слабощелочной среде. Часто выделяют летучие вещества. Запах земли обусловлен их присутствием.

Грибы. Нельзя не отметить большую роль грибов, которые лучше развиваются в закисленных почвах. Все они гетеротрофы. Обладают широким комплексом гидролитических ферментов, посредством которых осуществляют разложение всех видов органических веществ. Разлагают устойчивые к гидролизу и окислению такие соединения как лигнин, фенолы, хиноны, ароматические углеводороды.

Водоросли. В почве распространены диатомовые, сине-зеленые и зеленые водоросли. Количество их зависит от увлажнения почвы. Автотрофы. Синтезируют органику путем фотосинтеза, а попадая в глубокие слои горных пород, могут использовать для питания органические вещества. Водоросли обогащают почву органическим веществом, легко разлагающимся микроорганизмами. Участвуют в процессах выветривания горных пород.

Лишайники. Включают в себя автотрофный фикобионт и гетеротрофный микобионт. Разрушают горные породы. Выделяют особые кислоты, разрушающие минералы горных пород. Из продуктов разрушения используют многие элементы для своего питания. Слоевище лишайников прочно срастаются с поверхностью пород. Слоевище при отмирании и высыхании отрывает от поверхности тонкую ее пленку – под лишайником образуется тонкий слой рыхлой, выветренной горной породы.

Зеленые растения. Общая масса организмов на планете составляет 17-18 тонн. Масса растений в 10 – 100 тыс. раз превышает массу животных. Ведущее место в синтезе почвенной органики принадлежит растениям.

Различные группы растений обуславливают неодинаковый ход биологического круговорота. Низшие растения имеют небольшую продолжительность жизни и, следовательно, определяют быстрое обращение элементов в биологическом круговороте. Высшие растения имеют развитую корневую систему, обеспечивающую большую площадь соприкосновения организма с почвой. Круговорот осуществляется в течение одного года – у травянистой растительности и в течение нескольких лет, (десятков, сотен, тысяч) – у древесной. При этом части элементов удерживаются растительным организмом. В природе часто наблюдается сочетание рассматриваемых групп растений.

Количество органического вещества, ежегодно синтезируемого растениями, его качественный состав, интенсивность биологического

круговорота обусловлены типом растительной формации: арктическая тундра – 4-5 ц/га; хвойные леса северной тайги – 50 ц/га; южной – 4-5 ц/га; широколиственные леса – 200 ц/га; ковыльные степи – 70 ц/га; луговые степи – 100 ц/га; опустыненные степи – 50 ц/га; пустыни – 5 ц/га.

Растительные организмы содержат от 20 до 90 % воды. В сухой массе углерода содержится 45%, кислорода – 42%, водорода – 6,5%, азота – 1,5%, золы – 5%. В составе золы входят почти все элементы периодической системы элементов. Но чаще всего это – калий, кальций, сера, фосфор, кремний, магний. В древесине много калия и магния, в травянистой растительности много кремния. Растительные остатки содержат: растворимый сахар, крахмал, гемицеллюлозу, клетчатку, лигнин, белковые вещества, жиры и другие соединения. Больше всего клетчатки – 20-40%, а в древесине – до 60%. Здесь же больше чем в траве лигнина – (20-30%). Белка в растениях содержится от 0,6 до 1,0% в древесине и до 15% – в травянистых видах. Крахмала много в зернах и клубнях (70% и 20% соответственно).

Животные и их роль в почвообразовании. Микроскопических животных в почве больше всего, более 2 млрд. на 1 га. площади. Велика роль в почвообразовании червей, а также млекопитающих, живущих в почве, прокладывающих в почве ходы диаметром от 4 до 12 см., перемешивающие почву на разные глубины, в основном на глубину до 1 метра, выделяющие ферменты, органические кислоты, увеличивающие собой биомассу почвы.

3 Гумус. Химический состав почв

3.1 Понятие об органическом веществе почвы

Превращение органического вещества в гумус является сложным биохимическим процессом, совершающимся в почве при участии микроорганизмов, животных, воды и воздуха.

Превращение растительной биомассы в гумус – это совокупность процессов разложения исходного органического вещества, синтеза вторичных форм микробной плазмы и их гумификации. Процессы разложения и минерализации органических остатков носят биокаталитический характер и протекают с участием ферментов.

Скорость процессов разложения и минерализации различных органических соединений неодинакова. Наиболее полно и интенсивно минерализуются растворимые сахара, крахмал, затем по скорости следуют белки и целлюлоза. Наиболее устойчивы к разложению и минерализации лигнин, смолы, воски. Скорости разложения – 25-50% за 6 месяцев. Параллельно с разложением и минерализацией органических остатков идут процессы их гумификации. В результате процессов гумификации образуются устойчивые против разложения органические соединения гумусовых веществ, накапливающиеся в почве при благоприятных условиях. Многие ученые рассматривают гумификацию как конденсацию или

полимеризацию ряда промежуточных продуктов разложения. Основоположник этой теории- А.Г.Трусов- считал, что гумификация- это процесс окисления и конденсации пиррольных и бензольных соединений, которые образуются при разложении белков, с фенольными и хинонными производными, выделяющимися при разложении лигнина и дубильных веществ. А.М.Кононова считала и доказала лабораторную возможность конденсации фенолов различного происхождения с белковыми продуктами вторичного синтеза микроорганизмов. У.Фляйг рассматривал гуминовые кислоты как продукты полимеризации веществ фенольной природы с азотосодержащими соединениями, образующимися при распаде белков, а источником фенолов является лигнин. Основным положением всех этих теорий- представление о гумификации как о системе реакций конденсации или полимеризации мономеров, относительно простых промежуточных продуктов разложения: аминокислот, фенолов, хинонов. Не подвергаясь дальнейшему разложению, они начинают синтезироваться вне живых клеток в высокомолекулярные гумусовые вещества.

И.В.Тюрин считал, что основной чертой гумификации является реакция медленного биохимического окисления различных высокомолекулярных соединений, имеющих циклическое строение (белки микробного происхождения, лигнин, дубильные вещества). Реакция окисления сопровождаются полимеризацией и уплотнением, взаимной конденсацией этих высокомолекулярных соединений, устойчивых к разложению.

На скорость гумусообразования влияет водный и воздушный режим. В аэробных условиях при достаточном количестве влаги и оптимальной температуре процессы разложения идут интенсивно. Но интенсивно идут и процессы разложения промежуточных продуктов гумусообразования и гумуса. В результате гумуса накапливается мало. При резком недостатке влаги накапливается мало растительной органики, а процессы разложения и гумусообразования протекают медленно. В аэробных условиях при избытке влаги, при низких температурах гумусообразование замедляется. Наиболее благоприятные процессы слагаются при оптимальном гидротермическом режиме и при периодически повторяющихся иссушениях. При этих условиях происходит постепенное разложение органики, она гумифицируется и закрепляется в почве.

Большое влияние на скорость гумусообразования оказывают химический состав растительности и характер их поступления в почву. Существует разница между древесной и травянистой растительностью. Влияют механические и физико-химические свойства почв, химический и минералогический состав.

В составе гумуса 2 большие группы веществ: а) обширная группа негумифицированных веществ, входящих в состав органических остатков и промежуточных продуктов разложения; б) группа гумусовых веществ, главная и специфическая часть гумуса. Поэтому принято считать, что гумус – сложный динамический комплекс органических соединений, образующийся

при разложении и гумификации органических остатков в почве. Его содержание в верхнем горизонте колеблется от 1 до 15%. С глубиной его количество постепенно достигает минимума вплоть до полного отсутствия.

Негумифицированные остатки составляют 10-15%. Для них характерна динамичность как в качестве, так и в количестве вследствие непрерывно развивающихся различных процессов.

Гумусовые вещества представляют собой систему высокомолекулярных азотосодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы. Кислотная природа гумуса предопределяет их взаимодействие с минеральной частью и возможность их закрепления в почве.

Они делятся на 2 группы: -

а) группа темноокрашенных гуминовых кислот, включающая собственно гуминовые кислоты и ульминовые кислоты;

б) группа фульвокислот (креновые и апокреновые кислоты).

Между двумя этими группами существует генетическая связь, но характер этой связи недостаточно ясен. Соотношение между ними в разных почвах различно и обусловлено условиями почвообразования. Различают три формы гумусовых кислот в почвах: а) свободные гуминовые и фульвокислоты; б) гуматы и фульваты щелочных и щелочноземельных металлов; в) комплексные алюмо- и железогуминовые соединения.

Часть гумусовых веществ, очень прочно связанных с минеральной частью почвы, называются гуминами. Гумусовые вещества, не связанные с минеральной частью почвы, образуют микроагрегаты в порах почвы.

Участие в разложении гумусовых веществ микроорганизмов не подлежит сомнению. Иначе бы их количество постоянно росло. Гуминовые кислоты минерализуются медленнее, примерно 10% за год. Интенсивнее разлагаются фульвокислоты – 33% в год. На процессы разложения влияет комплекс условий: увлажнения, механический состав, растительность и т. д.

Роль гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений: выветривание горных пород. С гумусом и прежде всего с фульвокислотами по почвенному профилю мигрируют такие элементы, как кальций, магний, калий. Реакция почвы под влиянием гумуса становится более кислой. Следовательно, увеличивается интенсивность химического выветривания минералов. Это источник минеральных элементов для растений. Определяет физические свойства почв и прежде всего структуру. Регулирует газовый состав почвенного воздуха (углекислый газ).

3.2 Химический состав почв

Литосфера состоит на 47,2% из кислорода; на 27,6% - из кремния, 8,8%, - из алюминия, 5,1% - из железа и других элементов (в том числе - окиси кремния). По отношению к окислам кремния и другим, прежде всего к окислам алюминия, породы делятся на следующие типы: сиалитные,

латеритные, аллитные. Кремнезем остается в виде кварца. Кислород входит в состав большинства минералов почв. Кремний в виде кварца также входит в состав силикатов- орто- и метакремниевых кислот. Растворенный кремнезем используется растениями. В злаках накапливается до 3% кремнезема от сухого вещества. Образует вторичные силикаты – алюмо- и ферросиликаты. Алюминий входит в состав первичных и вторичных минералов. В щелочной среде гидроокиси алюминия, которая освобождается при выветривании алюмосодержащих минералов, выпадают в виде коллоидных осадков – гелей $Al_2O_3 \cdot nH_2O$, переходящих при кристаллизации во вторичный минерал – гиббит ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) и бамит ($Al_2O_3 \cdot H_2O$). В кислой среде (pH меньше 5) гидроокиси делается более подвижной и алюминий появляется в виде ионов: $Al(OH)_2$ и $Al(OH)$, что отрицательно сказывается на росте растений. Железо входит в состав хлорофилла в растениях. При выветривании образуется гидроокись железа, при кристаллизации он превращается в гетит и гидрогетит. В кислой среде подвижность гидроокиси железа увеличивается и в почвенном растворе появляются ионы трехвалентного железа. В восстановительных условиях окисное железо переходит в закисное с образованием растворимых соединений доступных растениям. В окислительных условиях (щелочные и нейтральные почвы) растения могут испытывать недостаток железа – хлороз. Повышенная растворимость железа в восстановительных условиях также угнетает растения. Азот доступен в виде минеральных соединений: аммония, нитратов, нитритов, которые освобождаются при разложении азотистых органических соединений. Весь азот в почве содержится в гумусе и органическом веществе почв. Аммонийный и нитратный азот – основные формы азотистых соединений, которыми питаются растения. Нитриты – как промежуточный продукт, в почве практически не содержится. Аммонийный азот для растений более доступен, чем нитратный. Хотя ионы NO_3^{2-} почвой не поглощаются и содержатся в почвенном растворе. Фосфор входит в состав многих органических соединений. В почве содержится в виде органических и минеральных соединений. Органический фосфор содержится в нуклеиновых кислотах, нуклеопротеидах, фосфатидах. Минеральный фосфор – это соли кальция, магния, железа, алюминия. Кроме того иногда фосфор в почве находится в составе минерала апатита. Он является первоисточником всех почвенных соединений фосфора. 95% минеральных соединений фосфора в земной коре приходится на долю апатита.

Растворимость фосфатов кальция, магния, алюминия, железа тем меньше, чем выше основность этих соединений.

Кислые почвы содержат химически активные формы железа и алюминия и фосфора здесь находится в виде фосфатов железа и алюминия. В щелочной и нейтральной среде преобладают фосфаты кальция: - трех кальциевый фосфат и гидроксил апатит, то есть здесь фосфорные соединения находятся в более устойчивых формах. Наиболее благоприятная среда для усвоения растениями фосфора – слабокислая (pH = 6,0-6,6). Применение фосфорных

удобрений целесообразно почти во всех почвах. Сера входит в состав белков, эфирных масел. Валовое содержание серы в верхних горизонтах почв – от 0,01 до 2,0%. Сера в почве находится в форме сульфатов, сульфидов и в составе органических веществ. При разложении органического вещества и окислении сульфидов образуются сульфаты, которые являются наиболее устойчивыми соединениями в почве. Сульфаты калия, натрия, магния хорошо растворимы и накапливаются в почве только в условиях сухого климата. Обычно в почвах содержится достаточное количество серы. Калий имеет важные физиологические функции. В основном находится в составе кристаллических решеток минералов в малодоступной форме. Калий также содержится в поглощенном состоянии (обменном и необменном) и в форме простых солей. Для растений основной источник калия – это обменный калий. Его доступность тем больше, чем выше степень насыщенности им почв. Необменный калий труднодоступен – между обменным и необменным калием существует в почве определенное равновесие. Кальций и магний – эти элементы являются необходимыми в питании растений. Им принадлежит важная физиологическая роль. Находятся в составе кристаллических решеток минералов, в форме простых солей и в поглощенно-обменном состоянии. Среди поглощенных катионов кальций занимает первое место, магний – второе. Ионы их преобладают в почвенном растворе. Карбонаты кальция и магния как малорастворимые соединения широко распространены в почвах и служат важнейшим источником этих элементов. Растения обычно не испытывают недостаток в кальции и магнии, однако многие почвы нуждаются в известковании или гипсовании в целях улучшения их свойств.

Микроэлементы бор, марганец, молибден, медь, цинк, кобальт, иод входят в состав витаминов, ферментов, гормонов. Влияют на урожайность растений, на качество урожая. Так, при нехватке меди наблюдается полегание растений, невызревание, снижение урожайности. Наблюдается прочная связь между содержанием микроэлементов и урожайностью, продуктивностью животных, здоровьем человека.

Биогеохимическая провинция – территория, отличающаяся от соседних концентрацией в среде (почва, вода, воздух) одного или нескольких микроэлементов. В пределах этих территорий вследствие избытка или недостатка микроэлементов могут появляться массовые нарушения обмена веществ у растений, животных и человека, с чем связаны специфические заболевания – биогеохимические эндемии. По ориентировочным данным к бедным почвам по подвижным формам микроэлементов относятся те, которые имеют содержание меди меньше 0,3 цинка- меньше 0,2; марганца - меньше 1; кобальта - меньше 0,2; молибдена - меньше 0,05; бора - меньше 0,1 мг на 1 кг. почвы.

4 Поглотительная способность почв

Твердая фаза почвы представляет собой полидисперсную систему, состоящую из частиц разных размеров – от крупных до мельчайших (илистых и коллоидных). Благодаря наличию тонкодисперсных частиц и пористости, почва обладает способностью задерживать те или иные вещества, приходящие с ней в соприкосновение. Почвой задерживаются вещества в молекулярном и ионном состоянии, тонкие и коллоидные суспензии. Явление поглощения и удерживания веществ из почвенного раствора, а также коллоидально распыленных частиц, паров, газов и живых микроорганизмов получило название поглотительной способности почв. С ней связаны важнейшие особенности почвообразовательных процессов и многие свойства, определяющие плодородие почв.

Коллоидными называются частицы размером от 0,2 до 0,001 нм. Коллоидные частицы проходят через обычные фильтры, не оседают в воде, и имеют другие свойства. В воде эти частицы дают коллоидные растворы или системы. Они отличаются как от истинно молекулярных растворов (0,001 нм), так и от грубых суспензий (более 1 нм). Коллоидные частицы образуются двумя путями: конденсационным и дисперсионным. а) образуются вследствие физического или химического соединения молекул (или ионов), б) механическое или химическое раздробление крупных частиц.

По своей природе коллоиды делятся на минеральные, органические и комплексные.

Минеральные – это коллоиды, состоящие из первичных (кварц или слюда) и вторичных минералов. Вторичные минералы делятся по строению на кристаллические и аморфные. Вторичные минералы кристаллического строения – это гидрослюда, полуторные окислы и др. Аморфные – гидраты окиси железа, алюминия, кремния. Для большинства почв кристаллические коллоиды составляют 87 – 90%, аморфные – 10-13%.

Органические коллоиды – это группы гумусовых (мертвых) веществ и живые коллоидно-дисперсные системы: клеточные оболочки, окончания корневых корешков, клетки микроорганизмов. Органо-минеральные (комплексные) коллоиды – это соединения гумусовых веществ с глинистыми и другими вторичными минералами. Глинистые минералы – это вторичные аллюмо и ферросиликаты.

Почвенные коллоиды вследствие высокой степени дисперсности отличаются большой поверхностной энергией. При взаимодействии почвенных коллоидов (дисперсной форм) с водой (дисперсной средой) в системе возникают электрические силы. Вокруг коллоидной частицы в растворе образуется двойной электрический слой, состоящий из зарядов противоположного знака.

Коллоидная частица всегда имеет какой-либо электрический заряд. Если это органические коллоиды, то заряд определяется за счет карбоксильных, карбонильных и гидроксильных. Если эта частица минеральная – за счет несвязанной валентности как это происходит в случае с бромистым серебром, когда каждый ион связан с 6 соседними ионами, а на

гранях у него остается несвязанный $1/6$ валентности; на ребрах – $2/6$, на углах кристаллической решетки – $3/6$ валентности. Наличие неизрасходованных частей валентности (остаточной валентности) обуславливает появление электрического поля, вызывающего притягивание ионов из раствора, т.е. их поглощение. В растворе создаются условия, когда кристалл поглощает преимущественно катионы или анионы. Закрепляются те ионы, которые дают при взаимодействии с ионами кристаллической решетки трудно растворимые соединения. За счет этих сил вокруг коллоидной частицы (ядра мицеллы) прочно удерживается слой, несущий заряд – слой потенциалопределяющих ионов. Ядро мицеллы вместе со слоем потенциалопределяющих ионов образует гранулу. Между гранулой и раствором, окружающим коллоид, возникает электростатический потенциал, под влиянием которого ионы притягиваются из раствора. Это так называемые компенсирующие ионы. Они расположены двумя слоями. Ионы, удерживаемые электростатическими силами, образуют неподвижный слой компенсирующих ионов. Ядро со слоями потенциалопределяющих ионов и неподвижных компенсирующих ионов называют коллоидной частицей. Между ней и окружающим раствором возникает электрокинетический потенциал, под влиянием которого находится второй слой компенсирующих ионов – диффузный слой. Коллоидная частица вместе с диффузным слоем образуют мицеллу. Мицеллы, как правило, не имеют шарообразной формы, а имеют вид пластинок, палочек, дисков, иголок. Коллоидная мицелла электронейтральна. Заряд коллоида определяют по заряду гранулы. Отрицательный заряд гранулы имеет большинство глинистых минералов, органические коллоиды. Гидроокись алюминия и железа в кислой среде имеют положительный заряд гранул.

Одним из важнейших свойств коллоидов является их способности в определенных условиях диссоциировать в окружающий раствор ионы, удерживаемые электрокинетическими силами. В зависимости от знака заряда коллоиды делятся на ацидоидные и базоидные. Ацидоидные – коллоиды, несущие отрицательный заряд и диссоциирующие в раствор ионы водорода. К этой группе относятся органические кислоты и кристаллические глинистые минералы. Базоидными называют коллоиды, несущие положительный заряд и диссоциирующие в раствор гидроксил-ионы, т.е. обладающие свойствами оснований. К этой группе относятся гидраты окиси алюминия, железа, белковые соединения.

Степень диссоциации ионов, величина электрического заряда, знак заряда коллоидов зависит от реакции среды. В щелочной среде противоионами (компенсирующий ион) являются катионы и благодаря лучшей диссоциации потенциал коллоидов повышается. В кислой среде коллоиды гумусовых кислот характеризуются слабой степенью диссоциации, вследствие чего их электрический потенциал очень небольшой. У глинистых минералов в щелочной среде электрический заряд повышается.

Некоторые коллоиды могут менять знак своего заряда. Эти аморфные коллоиды имеют на поверхности группы, которые в зависимости от реакции раствора ведут себя то, как кислота то, как основание. Такие коллоиды получили название амфолитоиды. В условиях кислой реакции в растворе находится большое количество ионов водорода и мало гидроксидионов – ионов, отчего подавляется В щелочных условиях в растворе проявляется высокая концентрация гидроксидов, что приводит к подавлению диссоциации гидроксид-ионов, т.е. в этих условиях амфолитоид ведет себя как кислота. Среди почвенных коллоидов преобладают ацидоиды, играющие важнейшую роль в явлениях поглощения катионов кальция, натрия, калия, магния. Наличие коллоидов с базоидными свойствами важно в связи с явлениями поглощения анионов – в частности фосфат-ионов.

Вследствии наличия электрических зарядов коллоидные частицы обладают свойством взаимодействовать с молекулами дисперсной среды. Они, в частности, способны взаимодействовать с водой, ее гидратировать. Молекулы воды, приближаясь к коллоидной частице, приобретают форму диполя. У них возникают два полюса, несущие заряды. Диполи приобретают строгую ориентировку, образуя вокруг частицы водную пленку, толщина которой зависит от природы коллоидов и величины их зарядов. По отношению к воде коллоиды могут быть разделены на две группы: гидрофобные и гидрофильные. Гидрофильные коллоиды способны удерживать многослойную пленку воды, гидрофобные коллоиды гидратируются слабо. К группе гидрофильных коллоидов относятся гумусные кислоты, белки, к гидрофобным относятся гидроокись Fe, каолинит и др.

Важнейшим свойством почвенных коллоидов является их агрегативная устойчивость, т.е. способность коллоидной системы сохранять неизменной степень дисперсности. Укрупнению частиц препятствует гидратация. Наиболее устойчивы гидрофильные коллоиды, которые способны сохранять неизменной степень дисперсности частиц в течение многих месяцев. Гидрофобные коллоиды быстро теряют агрегированную устойчивость, укрупняются и оседают из раствора – коагулируют. Коагуляция – агрегирование коллоидных частиц. Условием агрегации является либо дегидратация, т.е. потеря водной оболочки (высушивание почвы, замораживание), либо изменение электрокинетического потенциала частиц вследствие прибавления в коллоидный раствор электролитов. Коагуляция может протекать под действием растворенных в дисперсной среде электролитов или в результате взаимного притяжения коллоидных частиц. В кислой среде, например, притягиваются отрицательно заряженные коллоиды органических кислот и несущие положительный заряд частички гидратов окиси алюминия и железа.

В результате коагуляции коллоидов образуется осадки – коагулят. Характерна для некоторых коллоидов и способность к обратному переходу коагулята в коллоидный раствор – золь. Явление перехода коагулята в золь

называют пептизацией коллоидов. Этот переход связан с изменением электрического потенциала коллоидных частиц и степени их гидратации. Гидрофильные коллоиды, насыщенные одновалентными катионами, дают устойчивые коллоидные системы, т.к. эти катионы создают большой потенциал и способны сильно гидратироваться. После коагуляции, вызванной прибавлением электролита, или дегидратацией, эти коллоиды способны переходить в золь, то есть пептизироваться. Такие коллоиды называются обратимыми. Гидрофобные коллоиды, насыщенные 2^x и 3^x валентными катионами, после коагуляции не пептизируются. Эти коллоиды называют необратимыми.

По способности увеличивать электрокинетический потенциал коллоидов, то есть по диспергирующему воздействию на почву, катионы располагаются в возрастающем порядке: Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ , Na^+ , Li^+ . Способность коллоидов к диссоциации ионов обуславливает физико-химическое поглощение катионов и анионов из почвенного раствора. С пептизацией связаны изменения растворимости гумусовых веществ и перемещение органических коллоидов из верхних горизонтов почвы в нижележащие. Гидрофильность коллоидов проявляется в набухании и усадке почвы. С агрегативной устойчивостью коллоидных систем связана со способностью перемещаться с током воды, по профилю почвы и формировать иллювиальные горизонты.

Выделяется пять видов поглощательной способности почв.

а) Механическая – обусловлена свойством почвы не пропускать через себя частицы, взмученные в фильтрующейся воде. Зависит от гранулометрического состава, агрегатного состава, плотности сложения почв. Глинистые почвы удерживают почвенные суспензии с диаметром взмученных частиц более 0,001 мм.

б) Биологическая – закрепление вещества в телах живых организмов. Осуществляется растениями, животными, микроорганизмами. Их особенность – избирательность, то есть избирательное усвоение из растворов с минеральным содержанием наиболее важных для организмов веществ в присутствии больших количеств остальных соединений.

в) Физическая – изменение (увеличение или уменьшение) концентрации молекул растворенного вещества в пограничном слое раствора, окружающим почвенные коллоиды. Она обусловлена свободной поверхностной энергией почвенных частиц. Почва и находящийся в ней раствор представляет собой дисперсную систему, в которой твердые частицы являются дисперсной фазой, а раствор – дисперсной средой. На границе соприкосновения почвенных частиц с дисперсной средой проявляется свободная поверхностная энергия, измеряемая произведением поверхностного натяжения раствора на суммарную величину поверхности частиц. Чем выше степень дисперсности почвенных частиц, тем больше величина их поверхностной энергии. По мере измельчения частиц резко возрастает их общая и удельная поверхности. А дисперсная система стремится уменьшить

свою поверхностную энергию. Это возможно за счет укрупнения дисперсной фазы или уменьшения поверхностного натяжения. Все растворенные вещества делятся на понижающие поверхностное натяжение и повышающие его. Повышают его неорганические кислоты, основания, соли, органические вещества с большим количеством гидроксильных групп в частности сахара. Понижают поверхностное натяжение органические кислоты, спирты, алкалоиды. Вследствие стремления дисперсных систем к уменьшению поверхностной энергии происходит концентрация растворов органических кислот, спиртов и алкалоидов на границе разделов дисперсной фазы и дисперсной среды. Вещества, повышающие поверхностное натяжение, проявляют более низкую свою концентрацию на границе раздела дисперсной фазы и среды в сравнении с остальным объемом раствора. К веществам, повышающим поверхностное натяжение относится также хлорид - ион. Вследствии своих свойств он легко выносятся из почвы с водой и передвигается по профилю почвы.

г) Химическая – способность почвы закреплять в труднорастворимых соединениях ионы, поступающие в раствор. Это закрепление осуществляется в том случае, если в почвенном растворе, электролите, добавляется соль, образующая с веществом, находящимся в почве, нерастворимое соединение.

д) Физико – химическая. Связана с адсорбцией ионов в двойном электрическом слое коллоидов. Такую поглотительную способность почв называют обменной. Если почву обработать раствором соли, то произойдет обменная реакция между катионами раствора соли и катионами, находящимися в слое компенсирующих ионов коллоидных мицелл. При этом эквивалентное количество катионов растворенной соли и катионами раствора меняются местами. Совокупность коллоидов почвы, способных к реакции обмена, получила название почвенного поглощающего комплекса (ППК). Катионы, находящиеся в компенсирующем слое коллоидных мицелл и способные к реакциям обмена, получили название поглощенных или обменных.

Необменное поглощение ионов – фиксация – исчезновение из почвенных растворов части ионов, входящих в кристаллическую решетку вновь образующихся минералов.

Поглотительная способность почв и питание растений. Ткани растений представляют собой гидрофильные гели, отрицательно заряженные или амфолитоидного характера. Между дисперсными системами почв и тканями корневых систем растений происходит биохимические и физико-химические реакции. В микроразделах корневых волосков растений благодаря разнообразных корневых выделений создаются иные условия, чем в среднем по горизонту. Корневой аппарат выделяет как катионы, так и анионы, способные вступать в обменные реакции с почвой. Вследствие непрерывного оттока продуктов, поглощаемых корневыми системами растений, перехода их в ткани растений, в осадок или в комплексные соединения происходит непрерывное поглощение новых и новых порций обменных ионов из почвы.

Поглощенные катионы почв обмениваются на катионы и анионы, выделяемые корневыми волосками, поступают в ткани растений, от ионного состава ППК зависит питание растений.

5 Структура и физические свойства почвы

Структурой называют отдельности (агрегаты) различной величины и формы, на которые может распадаться почва. Способность почвы распадаться на такие отдельности называется структурностью. Структура влияет на ряд важных в агрономическом отношении свойства почвы, что сказывается на плодородии и других экологических свойствах. В структурных почвах по сравнению с бесструктурными, создаются более благоприятные условия водного, воздушного, теплового и питательного режимов. Наиболее благоприятная в агрономическом смысле комковато-зернистая структура с размером агрегатов 0,25-10,0 мм. Важным свойством структуры является ее водопрочность. Водопрочность – это способность агрегатов противостоять размывающему действию воды. Водопрочная структура под действием воды или не разрушается, или лишь частично распадается на микроагрегаты. Неводопрочная структура под действием воды распадается на составляющие ее частицы. Если водопрочная структура имеет рыхлую упаковку и, следовательно, высокую пористость (больше 45%), то почва легко воспринимает воду, а в их поры свободно проникают корневые волоски и организмы. При плотной упаковке пористость почв низкая (30-40%), поры тонкие, в них с трудом проникает вода и корневые волоски, организмы. Различают водопрочность истинную и условную. Истинная – если агрегаты в воздушно-сухом состоянии при быстром погружении в воду не теряют форму и не разрушаются до размеров меньше 0,25 мм. Условная – если агрегаты не разрушаются в воде, будучи смоченными перед погружением в воду. Условная водопрочность одних и тех же агрегатов всегда выше истинной.

В бесструктурной почве наблюдаются два крайних состояния увлажнения: избыточное и недостаточное:

- а) все промежутки почвы заполнены водой, а воздух отсутствует, развиваются анаэробные процессы, корни не получают кислорода;
- б) в почве много воздуха и кислорода, но имеется недостаток в воде.

В структурной почве вода рассасывается по комкам, а промежутки между комками заполнены воздухом. Воздух содержится и в порах аэрации, которые расположены внутри комков. Таким образом, в структурной почве одновременно присутствуют в достаточном количестве вода и воздух. Структурная почва богаче и доступными для растений питательными веществами. Структурная почва имеет хорошую водопроницаемость, в ней слабо выражен поверхностный сток, т. е. она лучше противостоит эрозии. Вода в ней меньше испаряется.

Следует учитывать и роль микроструктуры (от 0,25 до 0,01 мм). Водопрочная микроструктура повышает влагоемкость, улучшает водо- и воздухопроницаемость почвы. Однако почвы с преобладанием микроагрегатов способны к уплотнению, а это уменьшает водопроницаемость, повышает скорость испарения влаги из почвы, ухудшает

газообмен между почвенным и атмосферным воздухом. Микроагрегаты податливы водной и ветровой эрозии. Поэтому только микроагрегатная структура не может обеспечить благоприятные условия для роста растений и защиту почв от эрозии.

В формировании структуры различают два основных процесса: механического разделения почвы на агрегаты (комки), т.е. процесс ее крошения и процесс образования прочных, не размываемых в воде отдельностей, т. е. образование водопрочной структуры.

Разделение почвы на комки осуществляется в результате изменения объема почвы при переменном высушивании и увлажнении, промерзании и оттаивании, вследствие давления корней, деятельности копающих животных, червей, рыхлящих орудий.

Водопрочность приобретается в результате сцепления механических частиц и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Чтобы отдельности, сцепленные коллоидами, не растворялись, коллоиды должны быть необратимо скоагулированы. Такими коагулянтами в почве чаще всего являются

2-х и 3-х валентные катионы кальция, магния, железа и алюминия. При наличии одновалентных катионов необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется. Наиболее прочно скрепляющими веществами являются органические коллоиды, в частности гуматы кальция, т.е. гумус, образующийся в ходе почвообразования. Агрегаты, образующиеся при участии только минеральных коллоидов, не обладают водопрочностью. Цементирующими веществами являются коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов. Непосредственно клеящим материалом являются живые микроорганизмы – грибы, бактерии.

На формирование почвенной структуры большое влияние оказывают растительность, дождевые черви, промораживание почвы. Травы оказывают наиболее сильное оструктурирующее влияние. Созданная под травами структура наиболее устойчива и лишь постепенно утрачивает водопрочность. Роль растительности двойная: а) под влиянием корневых систем происходит разделение почвы на комки и их уплотнение; б) разлагаясь, трава образует гумус.

Деятельность червей в структурообразовании общеизвестно. Частишки почвы, проходя через кишечный тракт червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков – капролитов, обладающих высокой водопроницаемостью.

При замораживании вода находящаяся в почве расширяется и давит на стенки комков, при этом участки с незамерзающей водой (внутри комков) уплотняются, часть воды из них выжимаются в более крупные капилляры. Промораживание способствует разрыхлению почвы, образованию агрегатов, но водопрочность при этом не создается. Особая положительная роль промораживания сказывается только при промораживании оптимально влажной почвы. (не более 90% полной влагоемкости).

Большое влияние на формирование почвенной структуры оказывает обработка почв сельскохозяйственными орудиями. При механической обработке почв вместе с образованием структуры происходит ее разрушение. В зависимости от количества и качества органического вещества, механического состава, применяемых орудий, влажности почв и других условий, при которых происходит обработка, могут преобладать процессы или создания или разрушения структуры.

Утрата структуры происходит под влиянием механических, физико-химических и биологических причин. Механические – передвижение сельскохозяйственной техники, людей, животных, воздействие капель дождя. Физико – химическое – воздействие на структуру вызывается одновалентными катионами, попадающими в почву с атмосферными осадками и удобрениями, из нижележащих слоев почвенного горизонта. Одновалентные катионы вызывают пептизацию почвенных коллоидов, что уменьшают водопрочность структуры. Биологические причины – это микробиологические процессы, вызывающие минерализацию органического вещества почв. Вследствие разрушения гумуса структура утрачивает свою водопрочность.

Восстанавливает структуру посев многолетних трав, обработка почв в спелом состоянии, известкование кислых почв, гипсование солонцов и солонцовых почв, внесение органических и минеральных удобрений, применение структурообразующих веществ – битумы, вискоза, полимеры и сополимеры.

Физические свойства почв подразделяются на основные и физико – механические.

Основные физические свойства: удельный вес, плотность сложения, пористость.

Удельный вес – отношение веса твердой фазы почвы к весу воды в том же объеме при 4 °С. Интервал значений удельного веса – 2,4 – 2,8. Зависит от минералогического состава, содержания органического компонента. Бедные органическим веществом почвы имеют удельный вес 2,65 – 2,70. Мало гумусированные горизонты субтропических почв характеризуются более высоким показателем удельного веса – 2,7 – 2,8, а богатые органическими компонентами торфяники имеют удельный вес 1,4 – 1,8. Величина безразмерная.

Плотность сложения – вес единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в ее естественном сложении. Выражается в граммах на 1 см. При определении плотности сложения узнают вес почвы в единице объема со всеми ее порами, поэтому показатели плотности сложения всегда меньше показателей удельного веса одной и той же почвы. Величина плотности сложения меняется в широких пределах: у минеральных почвах 0,9 – 1,8; у торфянистоболотных – 0,15 – 0,40 г/см. Влияет содержание органического вещества, механический и минералогический состав, структурность, сложение, т.е. взаимное расположение частиц твердой фазы почвы. Для

черноземов характерно, когда в верхних горизонтах плотности сложения составляет 1,0 – 1,2, в нижних – 1,3 – 1,6 г/см. Благодаря систематическому агротехническому воздействию верхние горизонты окультуренных почв обычно имеют более низкие показатели плотности сложения. Эти величины существенным образом влияют на водный, воздушный и тепловой режимы почвы а, следовательно, на развитие растений. Для большинства растений оптимальной плотностью сложения являются величины в пределах 1,00 – 1,25 г/см.

Пористость – суммарный объем всех пор между твердыми частицами почв, или между частицами твердой фазы почвы. Пористость выражается в процентах от общего объема почвы. Для минеральных почв эта величина составляет 25-80 %, для торфяных горизонтов – 80-90%. Пores в зависимости от величины делятся на капиллярные и некапиллярные. Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы. Некапиллярная – объему крупных пор. Сумма обеих видов пор составляет общую пористость. Общая пористость вычисляется по формуле:

$$Pr = (1 - ПС) \times 100 / У \quad (1)$$

где Пр – общая пористость, ПС – объем твердой фазы, УВ – удельный вес.

Отношение плотности сложения к удельному весу составляет объем твердой фазы почвы, а за единицу принимается общий объем почвы со всеми ее порами. Экспериментально общая пористость определяется методом заполнения всех пор жидкостью, объем которой замеряется. Величина пористости зависит от структурности, плотности сложения, механического и минералогического состава. Пористость прежде всего определяется ее структурностью. В почвах с агрегатами диаметром 1-5 мм. соотношение между капиллярной и некапиллярной пористостью складывается в пользу последней. Между плотностью сложения и пористостью имеется обратная зависимость: чем плотнее почва, тем меньше ее пористость. С общей пористостью связаны такие важнейшие свойства почвы как водопроницаемость и воздухопроницаемость, влагоемкость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой. Пористость принято дифференцировать на общую, пористость агрегатов, пористость межагрегатную, пористость капиллярную, поры, заполнение прочносвязанной водой, поры, заполненные рыхло связанной водой, поры, занятые воздухом.(пористость аэрации).

В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость , заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 20 % общего объема почвы.

Физико-механические свойства почвы: пластичность, липкость, набухание, усадка, связанность, твердость и сопротивление при обработке.

Пластичность – способность почвы изменять свою форму под влиянием какой – либо внешней силы без нарушения плотности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Она проявляется только при влажном состоянии почвы. В зависимости от увлажнения характер пластичности меняется. Связана с механическим составом: глинистые почвы имеют число пластичности 17; суглинистая – 7-17; супесь – меньше 7.

Липкость – способность почвы прилипать к различным поверхностям. При этом увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почв. Почвы по липкости делятся на: предельно вязкие (больше 15 г/см), сильно вязкие (5-15 г/см), средние по вязкости (2-5 г/см), слабо вязкие (меньше 2 г/см). С липкостью связано такое свойство, как физическая спелость, когда у почвы при обработке исчезает свойство прилипать к сельскохозяйственным машинам. Биологическая спелость – состояние, при котором активно проявляются биологические процессы (жизнедеятельность микроорганизмов и т.д.).

Набухание- увеличение объема почвы при увлажнении.

$$V_{\text{наб}} = V_1 - V_2 \times 100 / V_2 \quad (2),$$

где V_1 – объем влажной почвы, V_2 – объем сухой почвы.

Величина набухания зависит от количества и качества коллоидов. При насыщении одновалентными катионами $V_{\text{наб}}$ может равняться 150% и больше.

Усадка – сокращение объема почвы при высыхании. Зависит от тех же факторов, что и набухание.

$$V_{\text{ус}} = V_1 - V_2 \times 100 / V_2 \quad (3),$$

где V_1 – объем влажной почвы; V_2 – объем сухой почвы.

Связанность почвы – способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы. Определяется механическим и минералогическим составом, структурным состоянием, влажностью, характером сельскохозяйственного использования.

Твердость – сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела. Прибор – твердомер. Величина – кг/см. Зависит от увлажнения, структурности, состава поглощенных оснований, гумусированности.

Удельное сопротивление – усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Выражается в кг/см. Зависит от механического состава, влажности, физико – химических свойств. Колеблется в пределах от 0,2 до 1,2 кг/см.

6 Водный состав и водный режим почв

Вода – незаменимый фактор, определяющий жизнедеятельность организма. Для создания 1 грамма сухого вещества растения расходуют от 200 до 1000 грамм воды. Кроме того вода является важным составляющим почвообразовательного процесса.

Поступающая в почву влага подвержена влиянию сил природы, под действием которых она может либо передвигаться в разных направлениях, либо задерживаться. Такими силами являются сорбционные, осмотические, менисковые и гравитационные.

Диполи воды способны притягиваться ионами и коллоидными частицами. Явление притягивания диполей воды ионами и почвенными частицами называется гидратацией. Она связана с сорбцией парообразной и жидкой влаги.

Осмозом называется проникновение воды через полупроницаемую мембрану в раствор. Давление, развивающееся в сосуде с полупроницаемой стенкой, называется осмотическим. Оно связано с притяжением между частицами раствора и растворитель (воды). В почве оно наблюдается в двух случаях: когда взаимодействуют вода и обменные катионы; когда почвенный раствор имеет неодинаковую концентрацию в различных участках почвенной толщи.

В первом случае обменные катионы, находящиеся на поверхности коллоидных частиц, притягивают из раствора молекулы воды, которые стремятся создать вокруг него водную оболочку способную отжать катион от поверхности почвенных частиц. Это явление рассматривается как проявление осмотического давления.

Менисковые или капиллярные силы обуславливаются поверхностным натяжением воды. Молекулы поверхностного слоя воды находятся под влиянием односторонне направленного притяжения, которое оказывает давление на всю массу жидкости. В силу того, что свободная энергия стремится к наименьшему значению, то это выражается в стремлении к максимальному уменьшению поверхности жидкости. За счет этого явления, а также в связи со смачиванием происходит искривление поверхности жидкости у стенок сосуда, в который заключена вода. Мениски имеют вогнутую и выпуклую кривизну, что зависит от свойств жидкости (смачивающиеся и несмачивающиеся жидкости). Мениски образуются лишь в трубках (капиллярах) с очень малым диаметром. Высота капиллярного поднятия воды обратно пропорциональна радиусу капилляра.

Гравитационные силы влияют на влагу крупных пор. Для характеристики совокупности сил различной природы введено понятие термодинамического потенциала почвенной влаги. Он является суммой четырех частных потенциалов: осмотического, гравитационного, капиллярно-сорбционного и потенциала внешнего газового давления.

Почва, полностью насыщенная влагой и не содержит солей, имеет потенциал почвенной влаги равен «0». По мере иссушения потенциал возрастает. Такая способность изменять свой потенциал получила название сосущей силы почвы. Сосущая сила почвы измеряется в сантиметрах водного столба или атмосферах. Для сухой почвы сосущая сила достигает величины 10 см водного столба.

Выделяют следующие основные категории, формы и виды воды почвы.

Категории почвенной влаги различаются между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

Кристаллизационная – отличаются исключительно высокой прочностью связей и полной подвижностью.

Твердая – лед. Также неподвижна влага.

Парообразующая – передвигается в форме водяного пара.

Прочносвязанная – прочно удерживается адсорбционными силами. Может передвигаться только в парообразном состоянии. Слои 2-3 молекулы.

Рыхлосвязанная – удерживается на поверхности тонких пленок прочно связанной воды силой ориентированных молекул и за счет гидратирующей способности обменных катионов. Толщина пленки достигает десятков молекул. Передвигается под влиянием сорбционных сил.

Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами. Передвигается под влиянием капиллярных и гравитационных сил.

Свободная влага делится на три формы: подвешенная, подпертая гравитационная и свободная гравитационная.

Подвешенная характеризуется отсутствием связи с водоносными горизонтами.

Подпертая удерживается в силу близкого залегания грунтовых вод, подпирающих снизу воду в капиллярах или более крупных порах.

Свободная гравитационная влага находится в крупных порах и передвигается под влиянием сил тяжести.

Подвешенная влага присутствует в четырех видах: стыковая капиллярно-подвешенная, внутриагрегатная капиллярно-подвешенная, насыщающая капиллярно-подвешенная, сорбционно замкнутая. Стыковая существует вокруг точек соприкосновения твердых частиц. Капиллярно-подвешенная существует внутри агрегатов, в капиллярах, их пронизывающие; удерживается капиллярными силами, как и стыковая. Насыщающая капиллярно-подвешенная заполняет тонкие поры почв, удерживается капиллярными силами и силами смачиваемости первоначально сухой почвы. Сорбционно-замкнутая находится в виде микроскоплений в некапиллярных порах, изолированных перемычками и пробками из связанной воды; удерживается сорбционными силами. Подпертая гравитационная влага делится на два вида: подперто-подвешенная капиллярная и подпертая капиллярная. Первая находится в капиллярах, подпираемых грунтовыми водами или верховодкой. Удерживается

капиллярными силами. Вторая находится в мелкопористых слоях почв, подстилаемых более легкими по механическому составу и более крупнопористыми слоями удерживается капиллярными силами.

Свободная влага также имеет две формы: просачивающаяся влага водоносных горизонтов и просачивающаяся - это свободная гравитационная влага, которая передвигается в состоянии нисходящего тока под влиянием сил тяжести.

Влага водоносных горизонтов удерживается вследствие непроницаемости водоупорного горизонта.

Шкала влажности почв подразделяется на несколько почвенно-гидрологических констант, которые выражаются в процентах от веса или объема почвы. Их выделено всего пять.

- максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) – наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции. Влага недоступная растениями. Адсорбция – поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела или жидкости (адсорбента).

Максимальная гигроскопичность (МГ) – наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, почти насыщенного водяным паром (влажность воздуха более 94%). Это влага, недоступная растениям.

Влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) – влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завязания. Это нижний предел доступности растениями влаги.

- Наименьшая, или полевая влагоемкость (НВ) – наибольшее количество капиллярно-подвешанной влаги, верхний предел доступной для растений влаги.
- Полная влагоемкость или полная водовместимость (ПВ) наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии заполнения всех пор почв. Это сумма прочносвязанной, рыхлосвязанной и свободной воды в почве.

Важнейшими водными свойствами почв являются водоудерживающая способность (сорбция воды), влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность.

Сорбция воды, или способность поглощать влагу тем сильнее, чем выше степень дисперсности почв. Зависит от механического, минералогического и химического состава почв. Различают хемосорбцию, сорбцию парообразной воды и адсорбцию жидкой влаги. Хемосорбция протекает при образовании новых соединений почвы, в состав которых входят молекулы воды. Эта влага закрепляется весьма прочно. Из всех газов и паров, соприкасающихся с частицами почвы, наиболее энергично поглощаются пары воды, т.к. они лучше других «смачивают» почву и тем самым максимально уменьшают свободную энергию твердых частиц. Свойство почвы сорбировать парообразную влагу называется гигроскопичностью, а поглощенная влага получила название гигроскопическая. Когда относительная влажность

воздуха приближается к 100% почва насыщается водой до уровня МГ. Зависит от механического состава, поглощенных катионов, минералогического состава. Энергия поглощения почвой водяных паров составляет до 1400 эрг/см. Поэтому эта влага прочно связана с твердой фазой почвы и недоступна растениям. Почвы, насыщенные до МГ при соприкосновении с водой сохраняют способность притягивать новые ее порции, но делает это с меньшей силой. Поэтому получила название рыхлосвязанная. Толщина ее достигает сотен молекулярных диаметров (прочно связанный слой толщиной 2 диаметра воды). Силы, удерживающие диполи воды – силы последовательной ориентации воды.

Влажность завядания представляет такой запас воды в почве, который считается недоступным растениям. Зависит от плотности, механического состава гумусированности, состава поглощенных катионов, засоленности. С увеличением плотности влажность завядания повышается, особенно в почвах тяжелого мехсостава. Влажность завядания зависит и от биологических особенностей растений.

Влагоемкость – способность почвы удерживать влагу, поступающую извне. По мере поступления воды в сухую почву происходит адсорбция паров из воздуха. Процесс адсорбции сменяется капиллярным впитыванием. В зависимости от удерживающих влагу сил различают капиллярную, наименьшую и полную влагоемкость.

Капиллярная влагоемкость представляет собой запас влаги, удерживаемый над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами. Зависит от мощности слоя и от того, на какой высоте от зеркала грунтовых вод находится слой почвы: чем меньше эта высота, тем больше капиллярная влагоемкость. Зависит от общей и капиллярной скважности, от плотности почвы. С ней связано такое важное понятие, как капиллярная кайма. Это весь слой подпертой влаги между уровнем грунтовых вод и верхней границей фронта смачивания почвы.

Наименьшая влагоемкость соответствует такой влажности, которая сохраняется в почвогрунте, не испытывающем капиллярного подтока влаги после стека избыточной воды, поступающей к поверхности почвы. Это максимальное количество воды, фактически удерживаемое почвой в природных условиях в состоянии равновесия, когда устранено испарение и дополнительный приток.

Когда в почве заполнены все поры, наступает состояние увлажнения, называемое полной влагоемкостью. При ней влага, находящаяся в крупных промежутках между твердыми частицами, непосредственно удерживается зеркалом грунтовых вод или водоупорным слоем. Но даже при этом состоянии 5-8% объема заполнены защемленным воздухом. Разность между полной и полевой влагоемкостью - максимальная водоотдача.

Водопроницаемость – способность почвы воспринимать воду и передвигать ее вниз под влиянием силы тяжести. Имеется две стадии водопроницаемости: впитывание и фильтрация. О впитывании говорят, когда

поры лишь частично заполнены водой. А о фильтрации - когда почвенные поры полностью насыщены водой и происходит движение воды в условиях сплошного потока жидкости. Для этой стадии водопроницаемости подчинены закону Дарей:

$$Q = K \text{ ГН} \quad (4),$$

где Q – объем воды, протекающего через единицу площади поперечного сечения; K - коэффициент фильтрации; ГН - градиент гидравлического напора.

Градация почвы по водопроницаемости: более 1000 км воды при напоре 5 см и температуре 10°C – правильная; менее 1000-500км - излишне высокая; 500-100 км наилучшая; 100-70 км хорошая; 70-30км удовлетворительная; менее 30 км неудовлетворительная.

Скорость фильтрации со временем снижается. Зависит от механического состава, водопрочности агрегатов, плотности сложения, солонцеватости. Водоподъемная способность – способность почвы вызывать капиллярный подъем влаги. Чем тоньше поры почвы, тем выше поднимается в них вода. В песчаных почвах максимальная высота капиллярного подъема составляет 0.5 – 0,7 м для суглинистых – 3-6 метров. Уменьшается за счет неоднородности поровых пространств и нарушения сплошности капиллярных отверстий в профиле.

Высоцкий Г.Н. разделил три варианта водного режима. В основу его классификации положено соотношения величины инфильтрации и количества испаряющейся из почвы влаги: а) испарение меньше инфильтрации – промывной тип; б) испарение равно инфильтрации – непромывной, т.е. атмосферная влага просачивается на толщину до 3-5 метров; в) испарение больше инфильтрации воды в почву – выпотной режим. Промывной тип характерен для почв таежно-лесной зоны, влажных субтропиков и тропических почв. Непромывной – для степных почв, его еще называют замкнутым, импермацидным. Выпотной тип характерен для засоленных почв, некоторых других типов почв, таких, как пойменные почвы.

Другая классификация почв по водному режиму сводится к их разделению на 6 типов:

- а) мерзлотный (криогенный), где величина возврата влаги в атмосферу может быть больше или меньше величины инфильтрации. Характерной чертой для почв этого типа водного режима является наличие слоя вечной мерзлоты – водоупора;
- б) промывной тип;
- в) периодически промывной, когда величина возврата влаги в атмосферу в отдельные годы и за многолетний период в целом меньше величины инфильтрации;
- г) непромывной режим;

д) выпотной;

е) ирригационный – характеризуется большей или меньшей величиной возврата влаги в атмосферу по сравнению с величиной инфильтрации. Зависит от норм полива, периодов орошения и др. Может меняться от глубокопромывного до выпотного.

Для создания оптимальных условий для роста и развития культурных растений необходимо стремиться к уравниванию количества влаги, поступающей в почву, с ее расходом на транспирацию растений и испарение.

7 Воздушный режим почв

Почвенный воздух является важнейшей составной частью почвы. Он занимает все поры, не занятые водой. Его количество зависит от пористости и влажности почв. Суммарная величина пористости – 25-80%. В торфяных почвах более – 90%. Воздухоемкость сухих почв может колебаться в пределах 25-90% объема почвы.

В природе почвы всегда содержат влагу. От того и значение воздухоемкости почв ниже указанных величин.

Важным свойством почв их является воздухопроницаемость – способность почвы пропустить через себя воздух. Воздухопроницаемость – условие осуществления газообмена между почвой и атмосферой. Передвижение воздуха по почве происходит по порам, не заполненным водой и не изолированных друг от друга. Чем крупнее поры аэрации, тем лучше выражена воздухопроводность. Если состав атмосферного воздуха постоянен и колебания его основных компонентов незначительны, то почвенный воздух отмечен меньшим постоянством содержания своих основных компонентов. В нем как правило, меньше кислорода и больше углерода (до 20%). Азота может быть больше в почвенном воздухе, чем в атмосферном, вследствие распада белков и денитрификации азотсодержащих веществ под действием микроорганизмов. Уменьшение азота зависит от связывания этого вещества азотфиксирующими и клубеньковыми бактериями. В почвах с затрудненным газообменом концентрация кислорода может сильно сокращаться (до десятых частей процента). На содержание углекислого газа и кислорода влияет дыхание огромного количества организмов, которые населяют почву. Особенно верхних ее горизонтов. Основными потребителями кислорода являются корни растений, микроорганизмы, животное население. И лишь незначительная его часть расходуется на чисто химические процессы окисления (с выделением углекислого газа и воды). Количество кислорода, потребляемое растениями (высшими и низшими) зависит от особенностей физиологии растений, возраста, их количества, условий среды. Максимальное потребление кислорода у высших растений приходится на период цветения.

Основная масса кислорода в почве расходуется в процессе аэробного дыхания. В оптимальных условиях аэрации дыхательный коэффициент (ДК)

равен единице - это количество выделяемого углекислого газа эквивалентно количеству поглощенного за это время кислорода. Следовательно, по углекислому газу можно судить о количестве поглощенного кислорода. Огромное влияние на ДК оказывает содержание в почве кислорода, при недостатке которого ДК всегда больше 1. Поэтому для почв с пониженным газообменом и пониженным содержанием кислорода пользоваться этим методом нельзя.

Нормально аэрируемые почвы, занятые растениями, летом в среднем могут выделять до 2-10 л/м в сутки углекислого газа и примерно столько же кислорода. Основной объем газообмена происходит в самом верхнем, гумусовом горизонте почв.

Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и атмосферой. К факторам, вызывающим газообмен, относятся:

- а) диффузия,
- б) изменения температуры почвы,
- в) изменение барометрического давления,
- г) изменение количества влаги в почве под влиянием осадков,
- д) влияние ветра,
- е) изменения уровня грунтовых вод.

Диффузия газов в почве идет через поры аэрации и зависит от градиента концентрации этих газов.

Динамика кислорода и углекислого газа в почвенном воздухе происходит почти непрерывно и зависит от типа почвы, ее свойств (физических, химических, биологических), от времени года, погодных условий и угодья (пашня, лес, луг). На пашне она зависит от возделываемой культуры и применяемой агротехники. Вниз по профилю почв содержание кислорода уменьшается, а количество углекислого газа увеличивается. Особенно большое значение на состав почвенного воздуха оказывают влага и температура почвы. Увеличение влажности вызывает уменьшение воздухоемкости, нарушается система воздухоносных пор, ухудшаются условия газообмена. Изменяется интенсивность биологических и биохимических процессов, что сопровождается изменением потребления кислорода и выделения углекислого газа. При оптимальной влаге с повышением температуры содержание углекислого газа в почвенном воздухе увеличивается, а кислорода —уменьшается. В летний период, при высоких температурах и влажности, близкой к влажности завядания, наблюдается самые низкие концентрации углекислого газа и высокие концентрации кислорода.

Наблюдения за динамикой кислорода и углекислого газа в газовой фазе почв показывают, что взаимосвязь между составом почвенного воздуха и условиями, ее определяющими, многофакторна и сложна.

Основная роль кислорода — это обеспечение дыхания растений. При недостатке кислорода дыхания растений ослабевает, уменьшается их

метаболическая активность, а также энергетические ресурсы растений. Увеличение аэрации способствует улучшению развития корней, интенсивному поглощению ими воды и питательных веществ, усилению роста и повышению урожайности.

Оптимальные условия для растений создаются при содержании кислорода в почвенном воздухе в пределах около 20%. Косвенно кислород влияет на почву через воздействие на окислительно-восстановительный потенциал. При его недостатке развиваются анаэробные процессы с образованием токсичных для растений соединений, снижается доступность питательных веществ, а по совокупности признаков – снижается почвенное плодородие. Аэробные процессы в верхнем горизонте почв при оптимальной температуре и влажности начинают развиваться при наличии в газовой фазе почв 2,5 – 5,0% кислорода. (в зависимости от содержания органики). При низких температурах или при низкой влажности (около влажности завядания), когда биологические процессы угнетены, аэробные процессы возможны и при содержании кислорода до 0,5%.

Высокая концентрация углекислого газа оказывает отрицательное влияние на семена, корни, урожайность растений. Углекислый газ оказывает большое значение на химическое изменение минеральной части почвы и на накопление питательных веществ. Почвенные растворы, насыщенные углекислым газом, оказывают растворяющее влияние на многие соединения почвы, прежде всего минеральные.

Огромное количество углекислого газа потребляется растениями в процессе фотосинтеза. Таким образом, оптимальный воздушный режим имеет важное значение в жизни почвы и произрастающих на ней растений.

Температура почвенных горизонтов, характеризуя тепловое состояние почвы, является основным показателем ее теплового режима. Тепловой режим играет большую роль в почвообразовании, т.к. с ним связана энергия происходящая в почве биологических, химических, физических и биохимических процессов. Он оказывает непосредственное влияние на рост и развитие растений. Так, температурные интервалы прорастания семян различных сельскохозяйственных растений свидетельствуют о тесной зависимости между тепловым состоянием почвы и начальными жизненными функциями растений. С температурой связана растворимость в воде минеральных соединений, кислорода, углекислого газа, скорость поступления в растения питательных элементов и влаги. Температура почв имеет непосредственное значение в жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Оптимальные условия для развития большинства микроорганизмов, создаются при 25-30 градусах.

Лучистая энергия солнца является главным источником тепла на земной поверхности. Солнечная постоянная, или среднее количество тепла, поступающего к земле, составляет $1,946 \text{ кал/см}^2/\text{мин}$. Она уменьшается за счет рассеивания, атмосферного отражения .

Теплота, выделяемая при химических и биохимических процессах, идущих в почве, приток тепла из глубинных слоев также включается в общий баланс температур.

Основные тепловые свойства почв: теплопоглощательная способность, теплоемкость, теплопроводность, теплоиспускная способность.

Теплопоглощательная способность проявляется в поглощении почв лучистой энергии солнца. Ее еще называют лучепоглощательной способностью. Она обычно характеризуется величиной альбедо, которая показывает какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва. Альбедо будет равно 100%, если вся энергия отражается поверхностью, на которую она падает. Альбедо чистого снега – до 91%:, высокогумусные черноземы - 10-15% альбедо.

Теплоемкость. Весовая и обменная. Весовая теплоемкость – количество тепла в калориях, затрачиваемое на нагревание 1 г почвы на 1 градус. Объемная теплоемкость – количество тепла в калориях, затрачиваемое для нагревание 1 см на 1 градус . Весовая теплоемкость для минеральных почв в сухом состоянии колеблется в пределах 0,17 – 0,20. По мере увлажнения теплоемкость песчаных почв возрастает до 0,7; торфяных – до 0,9.

Теплопроводность почвы – способность почв проводить через себя тепло. Теплопроводность измеряется количеством тепла в калориях, которое проходит в 1 секунду почвы слоем 1 см. Осуществляется через твердые частицы, воду, воздух. При этом теплопроводность твердой фазы почвы примерно в 100 раз больше, чем теплопроводность воздуха. Поэтому рыхлая почва характеризуется более низкой теплопроводностью. При увеличении пористости от 30 до 70% теплопроводности уменьшается в 6 раз.

Теплоиспускательная способность почв – это способность почвы выделять тепловые лучи. Она зависит от состава почвы, степени ее увлажнения, состояния поверхности. Благодаря большей теплопроводности минеральных почв лучше излучают тепло, чем торфяные.

Тепловой режим почвы – это совокупность всех явлений поступления, передвижения и отдачи тепла почвой. Поэтому его еще называют температурным режимом. Температурный режим почв определяется температурой почвы на различных глубинах и в разные сроки. Каждый почвенный тип характеризуется определенным годовым ходом температурных кривых на различной глубине. В умеренных широтах максимальная температура фиксируется в июне и июле. Минимальная температура характерна для января и февраля.

8 Генезис почв и их классификация

В сложных процессах почвообразования Докучаев различал три взаимосвязанных групп явлений: факторы почвообразования – процессы почвообразования – свойства почв. Учение о факторах почвообразования составляет неразрывную часть общих представлений о почве, как

самостоятельном природном теле. Оно является очень важным разделом почвоведения, позволяющим понять генезис (происхождение) почв, установить причины явлений и подойти к управлению почвенным плодородием.

Климат определяется как среднее состояние атмосферы в данной конкретной точке земного шара, которое характеризуется как средними величинами метеорологических элементов, (температура, влага, влажность воздуха и др.), так и их крайними показателями, дающими амплитуды колебаний в течение суток, сезонов, целого года. Климат определяется солнечной радиацией и динамическими процессами в атмосфере, переносящими влагу и тепло. Солнечная энергия является главным источником энергии для биологических и почвенных процессов. Она поглощается, затем излучается и перераспределяется в процессе динамики атмосферы. Влага попадает в почву, а затем впитывается, поглощается растениями и возвращается в атмосферу через испарение и транспирацию. Таким образом устанавливается постоянный тепло- и влагообмен между почвой и атмосферой, усложненный постоянным перемешиванием воздушных масс. В процессе этого обмена складывается гидротермический режим почв, или климат почв. Определенные сочетания температурных условий и влажности определяют темпы синтеза и разложения органического вещества, скорость и характер процессов выветривания и почвообразования. От этого зависит поведение почвенных коллоидов (коагуляция и пептизация) и образование почвенных структур. Поэтому для понижения почвенных процессов важнейшее значение имеют те климатические показатели, которые наиболее полно сопряжены с водотепловым режимом почв.

Основой для выделения главных термических групп почвенных климатов являются суммы среднесуточных температур выше 10 градусов за вегетационный период. Различают группы климатов: а) холодные (полярные) меньше 600 градусов; б) умеренно холодные (бореальные) 600 – 2000 градуса ; в) теплые (субтропические) 3800 – 8000 градуса; г) жаркие (тропические) больше 8000 градуса

Географически климаты термических групп расположены в виде широтных поясов. Они характеризуются не только суммой, но и определенными типами растительности и почв. С ними сопряжены тепловой режим верхних горизонтов почв, скорость химических и биохимических процессов, биологическая продуктивность. Эти пояса получили название почвенно-климатических (почвенно-термических).

По условиям увлажнения атмосферными осадками различают шесть групп климатов: очень влажные (экстрагумидные) с коэффициентом увлажнения больше 3; влажные (гумидные) – 1-3; полувлажные (семигумидные) 1-0,5; полусухие (семиаридные)- 0,5 – 0,3; сухие (аридные) - 0,3 – 0,1; очень сухие (экстрааридные)- меньше 0,1.

Испаряемость – это испарение с открытой водной поверхности в миллилитрах. С градацией климата по увлажнению сопряжены водный режим почв, степень выветренности и выщелоченности почв при одинаковых термических условиях, окислительно-восстановительные потенциалы. Градация групп климатов по атмосферным осадкам коррелирует с типами почв. Большое значение имеют градации климата по суровости зимы, континентальности. Большое значение имеет распределение осадков по сезонам года, их интенсивности, относительная влажность воздуха, сила ветра по сезонам. Все эти явления определяют своеобразие биологических и почвенных процессов, влияют на развитие эрозии и дефляции.

Рельеф как фактор почвообразования. Различают три формы рельефа: микрорельеф, мезорельеф и макрорельеф.

Микрорельеф – мелкие формы рельефа: бугорки, понижения, западины, возникающие на ровной поверхности рельефа вследствие осадочных (суффузионных) явлений, мерзлотной деформации, микрорельеф определяет комплексность почв.

Мезорельеф – это формы средних размеров – увалы, холмы, лощины, долины, террасы. Это факторы более значительного перераспределения влаги атмосферных осадков и регулирующие соотношение вод, стекающих по поверхности и просачивающиеся в почву. Они определяют направление просачивания и стока внутрипочвенных вод, который на плоских участках направлен вертикально, а на склонах иногда параллелен их поверхности. Мезорельеф влияет на распределение тепла и определяет развитие почвенно-эрозионных процессов. Образование мезорельефа связано с экзогенными геологическими процессами (денудационные процессы, образование континентальных отложений), на которых оказывают большое влияние медленные поднятия и опускания отдельных участков суши. Особенно большое влияние мезорельеф оказывает на формирование водного режима почв.

Макрорельеф – крупные формы рельефа: равнины, платогорные массивы. Они оказывают влияние на движение воздушных масс, формирование климата. В горах возникает вертикальная зональность климата, растительности и почв вследствие понижения температуры воздуха с высотой. Воздушные массы, приближаясь к горам, медленно поднимаются и постепенно охлаждаются, что способствует выпадению осадков. Перевалив через горы те же воздушные массы, опускаясь, нагреваются и становятся сухими. Возникновение макрорельефа связано с тектоническими явлениями в земной коре.

По положению в рельефе и по перераспределяемым им атмосферным осадкам выделены следующие группы почв по рядам увлажнения: автоморфные – формируются на ровных поверхностях и склонах в условиях свободного поверхностного стока при глубоком залегании грунтовых вод (более 6 м);

полугидроморфные – формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3-6 метров. Капиллярная кайма может достигать корней растений.

Гидроморфные – формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод. На глубине менее трех метров. Капиллярная кайма может достигать поверхности почв. Все эти проявления связаны с мезорельефом территории.

Почвообразующие породы как фактор почвообразования. Механический, химический и минералогический состав почв на первых стадиях их развития почти полностью определяются составом почвообразующих пород с только позднее, по мере формирования почвенного профиля, появляются новые свойства, существенно отличающихся от исходных. Поэтому почвообразующие породы оказывают огромное влияние на состав и физико-химические свойства почвенной массы, на скорости процессов, в них протекающих, и происходящих при исходном влиянии климата и растительности.

По химическому составу все породы можно разделить с учетом содержания кварца на 6 групп: а) ферралитные (алитные) или бикварцевые б) сиалитные, в) кремнеземистые, г) карбонатные, д) хлоридно-сульфатные, е) органогенные.

По сложению рыхлые и плотные, что определяет сплошное или фрагментарное (по трещинам) развитие почв. По водно-физическим свойствам, зависящим от механического состава, различают породы в разной степени водопроницаемые и в разной степени влагоемкие, что определяет водные тепловые и воздушные свойства и режимы.

По строению породы делятся на одночленные (до глубины промачивания) и многочленные (состоящие из различных слоев), что сильно влияет на водный режим и способствует застою влаги.

По минералогическому составу они делятся на: первичные массивнокристаллические породы и их элювии, богатый первичными минералами; осадочные обломочные породы, материал которых уже подвергся частичному выветриванию и древнему почвообразованию, прежде чем отложились в водоемах; современные континентальные элювиально-денувиальные и аллювиальные наносы, а также ледниковые, водно-ледниковые и эоловые отложения, которые возникают в результате предварительной переработки.

Все эти породы по-разному влияют на интенсивность: направленности почвообразования.

Биологический фактор. Растительность – основной поставщик биомассы для ее последующей трансформации в почвенную органику и гумус. С растительностью тесно связано животное и микробное население почвенной толщи. Различают следующие группы растений: лишайниково-моховые формации – тундра, болото; деревянистая формация – таежный лес, широколиственный лес; влажные субтропические леса и тропические

(дождевые) леса; к группе переходных деревянисто-травянистые формации относятся ксерозитные леса, саванны; к группе травянистых формаций отнесены суходольные и заболоченные луга, прерии, степи умеренного пояса, субтропические кустарниковые степи; пустынные формации – суббореальная, субтропическая, тропическая.

Каждая формация характеризуется своим особым составом и свойством органического вещества в процессах разложения органики. Биомассы каждой растительности также имеют свои отличия.

В качестве особого фактора почвообразования рассматривается также и время. Оно является всеобщей координатой развития всех процессов и явлений в природе и в этом смысле не может быть поставлено в сравнении с другими факторами почвообразования. Все факторы почвообразования тесно связаны друг с другом и их разделения являются в известной степени научной абстракцией, необходимой для понимания элементарных явлений почвообразования. На самом деле они сочетаются в природные комплексы, обусловленные сопряженным развитием. Выделяют два главных комплекса развития в жизни природной среды: биоклиматический и биогеоморфологический. Первый обусловлен общепланетарными (космическими) причинами. Растительность и почвы эволюционируют вместе с климатом. Второй связан с геологическими процессами. В нем растительность и почва эволюционируют вместе с развитием рельефа.

Развитие и эволюция почв. Под развитием понимают постепенное формирование почвенного профиля из почвообразующих пород при неизменном комплексе факторов почвообразования. Различают почвы слаборазвитые, или молодые, и хорошо развитые, или зрелые. Под эволюцией понимают изменение уже сформированных почв, связанное с эволюцией всей природной среды. При этом почвы переходят из одного генетического типа в другой.

В профиле почвы происходят постепенное ослабление признаков, отвечающих прежней фазе почвообразования, и возникновение признаков, обусловленных новой фазой почвообразовательного процесса. Причины перестройки профиля: изменения биоклиматических условий (потепление – похолодание, увеличение – уменьшение влажности, растительности и т.д.); изменения геоморфологических условий (поднятие местности, врезание эрозионной сети, опускание грунтовых вод, изменение в соответствии с этим растительности); глубокие изменения в составе и строении самой почвы в процессе почвообразования, которое иногда оказывает обратное воздействие на растительный покров и весь географический ландшафт (заболачивание, осолодение солонцов).

Эволюция природных условий идет очень медленно, особенно в биоклиматическом цикле развития, поэтому большая часть почвенного покрова бывает уничтожена и почвы с реликтовыми признаками сохраняются только на наиболее древних поверхностях рельефа.

Часто перестройка почвенного профиля идет настолько медленно, что реликтовые признаки не сохраняются и наличие предыдущей фазы почвообразовательного процесса устанавливаются по косвенным палеоклиматическим, палеоботаническим и палеогеографическим данным.

9 Классификация, номенклатура, диагностика и закономерности географического распространения почв

Современная классификация почв исходит из следующих основных принципов: она должна опираться на основные свойства почв и учитывать процессы, их создающие, а также условия почвообразования; должна строиться исходя из строгой научной системы таксономических единиц; в ней необходимо учитывать свойства почв, приобретенные в процессе их использования: она должна раскрывать производственные особенности почв. При классификации почв учитываются качественный состав органического вещества, физико-химические и физические свойства, тепловой, водный, газовый и питательный режимы, особенности биологического круговорота веществ и вопросы энергетики почвообразования.

Основной таксономической единицей современной классификации почв является генетический почвенный тип. Для почвенного типа характерно единство происхождения, миграции и аккумуляции веществ. Каждый тип развивается в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами. Характерные черты почвенного типа определяются: а) однотипностью поступления органического вещества и процессов их превращения, б) однотипностью процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органоминеральных образований, в) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ, г) однотипным строением почвенного профиля, д) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия.

Ниже почвенного типа предусматриваются следующие таксономические единицы: подтип, род, вид, разновидности, разряд. Эту нисходящую ветвь почвенной классификации часто называют систематикой почв.

Почвенные подтипы выделяются в пределах типа. Это группы почв, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. При выделении подтипов учитываются процессы, связанные как с под зональной, так и с зональной сменой природных условий.

Роды почв выделяются в пределах подтипа. Их особенности обусловлены влиянием комплекса местных условий, составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод.

Виды почв выделяются в пределах рода и отличаются по степени развития почвообразовательных процессов: степени подзолистости, глубине

и степени гумусированности, степени засоления... и их взаимной сопряженности.

Разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород.

Разряд почв определяется генетическими свойствами почвообразующих пород (плотные, моренные, аллювиальные, эллювиальные). Например, чернозем – тип; обыкновенный – подтип; солонцеватый – род; карбонатный – род; средне-гумусный-вид – среднемощный – вид; тяжелосуглинистый разновидность; на карбонатных пермских глинах – разряд.

Устанавливаемые в почвоведении названия почв принято называть номенклатурой почв.

Части названий почвенных типов исходит из некоторых особенностей их состава и свойства: солончак, солонец, торфяноглеевая почва. Имеются названия, исходящие от естественной окраски верхних почвенных горизонтов: чернозем, подзол, краснозем, серые почвы, бурые почвы, каштановые, сероземы, желтоземы (приложения А, Б, В, Г, Д, Е). Поскольку окраска у некоторых типов почв оказалась сходной при больших различиях в свойствах возникла также термины, как бурые лесные почвы и бурые полупустынные, серые лесные и сероземы. Номенклатура некоторых типов почв исходит из названия ландшафта или угодья: болотные почвы, луговые почвы, аллювиальные почвы. Номенклатура подтипов подразумевает выделение центрального подтипа, для которого часто используют термин «типичный», и подтипы переходные, в которых можно отметить те или иные признаки, связывающие данный тип с соседними типами. Для обозначения подтипов используют термины, характеризующие дополнительные процессы, например, чернозем оподзолиный, указывающие на изменение окраски по сравнению с центральным подтипом (светло-серые, темно-серые), определяющими положение подтипа внутри почвенной зоны (чернозем южный).

Для номенклатуры родов используют термины, определяющие характерные свойства почв (солонцеватые), указывающие на реликтовые признаки, оставшиеся от предшествующих фаз почвообразования (остаточно – луговатые).

Для характеристики видов почв используются три категории терминов:

- а) указывающие на содержание (мало-, средне-) гумуса, карбонатов
- б) указывающие на мощность отдельных почвенных горизонтов и всего профиля (маломощные, мощные, среднемощные)
- в) характеризующие выраженность явлений (слабо-, средне-, сильнооподзоленные).

Для номенклатуры разновидностей используют название механического состава, а для номенклатуры разрядов – термины, характеризующие литологию или генезис почвообразующих пород.

Совокупность признаков почв, по которым они могут выделены и отнесены к тому или иному классификационному подразделению,

называется диагностика почв. Для диагностики почв используют признаки, легко устанавливаемые при почвенных исследованиях, морфологическом изучении почвенного профиля. Однако часто этого оказывается недостаточно, и приходится диагностировать почвы с помощью данных лабораторных анализов (состав поглощенных оснований, состав и количество гумуса, валовый состав почв).

Закономерности географического распространения почв определяются природными условиями, взятыми в их взаимной связи и взаимной обусловленности. Это положение лежит в основе развития важнейших разделов географии почв: учения о горизонтальной зональности, учения о вертикальной зональности, учения о почвенно – климатических фациях и провинциях, теории структуры почвенного покрова.

По современным представлениям в почвенном покрове суши выделяются широтные почвенно-климатические пояса, обусловленные главным образом термическими особенностями климата (полярной, бореальной суббореальной). Для каждого пояса характерен свой ряд типов почв, которые не встречаются в других поясах. Они имеют сходный термо энергетический режим, но различаются по условиям увлажнения.

Почвенно – климатические пояса разделяются на почвенно-биоклиматические области, характеризующиеся определенными гидротермическими особенностями и определенными типами растительности. Различают области: а) влажные (экстрагумидные и гумидные) с лесным и таежным или тундровым растительным покровом; б) переходные (субгумидные и субаридные) со степным, ксерозитно-лесным и саванным растительным покровом, и в) сухие (аридные и экстрааридные) с полупустынным и пустынным растительным покровом.

Почвенный покров почвенно-биоклиматических областей более однороден, чем почвенно-климатических поясов, но все же состоит из нескольких зональных и сопутствующих им интразональных почвенных типов. Поэтому в каждой почвенно-биоклиматической области выделяются 2 или 3 почвенные зоны. Каждая почвенная зона может быть определена как ареал зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв. Почвенные зоны двух или нескольких соседних областей, образуют в совокупности зональные системы или зональные спектры. В центрах крупнейших континентов земли наблюдаются широтные зональные спектры, связанные с широтным распределением температурных условий и осадков. На континентальных массивах меньших размеров зоны увлажнения распределяются параллельно очертаниям берегов, и поэтому наблюдается отклонения от широтной вытянутости и приближение к меридиальному простираению – меридиональные спектры. Условия в пределах почвенных зон не вполне однородны и это приводит к расчленению почвенных типов на подтипы. В этой связи часто выделяются почвенные подзоны, а по простираению почвенных зон обособляются почвенные фации и провинции. Эти фациальные подразделения связаны с неодинаковой континентальностью

климата, с различиями в суровости зимы, с неодинаковым распределением осадков по сезонам года, то есть почвы разных фаций внутри генетического типа существенно отличаются по особенностям гидротермического режима. Почвенные провинции являются более мелкими подразделениями того же порядка, что и фации и выделяются внутри фации.

Основы учения о вертикальной зональности почв в горных условиях были заложены В.В.Докучаевым, также как и основы учения о горизонтальной зональности. Изучение вертикальной зональности почв показало, что в горах имеется большое разнообразие биоклиматических условий и генетических типов почв, чем на равнине. Хотя в целом горные типы почв могут быть отнесены к тем же эколого – генетическим группам, что и почвы равнин. Структура вертикальной зональности почв определяется: а) положением горной страны в системе горизонтальных почвенных зон; б) высотой горной страны; в) положением горной страны по отношению к преобладающему движению воздушных масс; г) наличием температурных инверсий, то есть стекания массы холодного воздуха по склонам в определенные зоны и застаиванием его в депрессиях.

Первые два из указанных положений определяют общий порядок смены и число вертикальных почвенных зон в горных системах данной почвенно-биоклиматической области. Этот порядок в общем аналогичен смене горизонтальных зон на равнинах при движении к северу или в сторону более мягких климатических условий. Третье и четвертое положение определяют существенные отклонения от изложенной схемы для каждой горной системы, для каждого ее склона.

Комплексность растительного и почвенного покрова впервые описана в связи с микрорельефом территории. Сочетания почв связаны с изменениями в их свойствах в связи с мезорельефом или с залеганием (сменой) почвообразующих пород. Эти разграничения имеют большое значение, так как различным почвенным контурам сочетаний почв может быть применена различная агротехника, а почвенные комплексы, несмотря на их большую неоднородность, приходится обрабатывать одинаково и в одно время.

Комплексы и сочетания исследуются с точки зрения строения, контрастности образующих их компонентов, соотношения площадей, размеров почвенных контуров и их распределения по микро- и мезорельефу.

Как видно из изложенного, все главные закономерности географического распределения почв связаны в первую очередь с факторами почвообразования.

10 Почвы арктической и субарктической зон

Обширная территория севера России представляет собой полярную почвенно-биоклиматическую область, которая делится на две зоны: арктическую (пустынно-тундровую) и субарктическую зону тундровых почв). Арктическая зона включает острова Ледовитого океана и узкую

приморскую азиатскую части материка. Подразделяется на две под зоны: арктических пустынь и арктических тундр. Субарктическая зона расположена к югу арктической и простирается от севера Кольского полуострова до Берингова пролива. На юге она граничит с таежно-лесной зоной. Делится на под зону северной и под зону южной тундры, включая лесотундру. Общая площадь двух зон составляет около 189 млн. га. Кроме того, в горных областях выделяются горно-тундровые почвы.

Условия почвообразования и почвы арктической зоны. Зона характеризуется суровым холодным климатом. Осадков выпадает 150 – 330 мм. Оттаивание почво грунтов происходит лишь на 2-2,5 месяца. На глубину 30-50 см. В зоне выражены явления вымораживания – трещино образования и мерзлотного выветривания. Результатом этих явлений стало широкое развитие специфических «структурных» форм микрорельефа – трещин, каменистых колец, многоугольников. На каменистых породах на поверхности скапливается обломочный материал.

Растительный покров в под зоне арктических пустынь разрежен и представлен куртинами арктико-альпийских растений. На поверхности развиты сине-зеленые водоросли, лишайники, мелкие мхи.

Для под зоны арктической тундры характерен увалистый рельеф и большое количество озер. Растительность имеет сплошной покров и дифференцирована по элементам рельефа на водоразделе преобладает злаково-осоковая растительность с моховым ковром, а на понижениях развиты осоковые болотные фитоценозы. Здесь также ярко выражено образование полигонов и трещин.

Для почвообразования характерно: небольшое поступление органики, формирование почв с маломощным гумусовым горизонтом, выраженная неравномерность гумусового горизонта по мощности, что связано с трещеноватостью и увеличением запасов органики под куртинами, отсутствие или слабая развитость процессов отеснения в связи с хорошей аэрацией, отсутствие процессов выщелачивания, нейтральная реакция, отсутствие илистой фракции.

В под зоне Арктических тундр формируются комплексы почв: тундровых бурых глеевых (на плакорах) и солончаковых и карбонатных почв на засоленных и карбонатных породах.

Используются как летние пастбища для оленей.

10.1 Условия почвообразования субарктической зоны

Климат. Средняя температура лета – 11-13 градусов, средняя годовая – 0,0 – 2,0 градуса на западе и – 16 – на востоке. Сумма температур больше 10 градусов равна до 600 градусов. Продолжительность периода с температурой 5 °С равна 36 – 90 дней (в среднем – 70 градусов). Количество осадков – 300 мм (140 – 400 мм). Характерна многолетняя мерзлота. На Кольском

полуострове она встречается пятнами, на востоке – сплошная (мощность до 600 м). Летом оттаивает 50 – 150 см., где и происходит почвообразование.

Рельеф. В основном – равнинный, местами волнистый, увалисто – холмистый. Развита бугорково – пучинный микрорельеф. Встречаются замкнутые понижения. Иногда имеются типичные горные формы рельефа.

Почвообразующие породы: моренные, морские и аллювиальные отложения разного механического состава, часто сильнокаменистые. Иногда засоленные.

Растительность. Лес отсутствует. Господство мхово – лишайниковой растительности. Мох преобладает на суглинках, лишайники – на глубоскелетных, каменистых почвах. Иногда распространена кустарниковая тундра, в растительности которой господствует вереск, черника, голубика. Эта характеристика справедлива для северной подзоны. Для южной обычны мхово – кустарниковые растительные ассоциации с хорошо выраженной ярусностью растительности. Верхний ярус – карликовая березка с примесью кустарниковых ив. Второй ярус – брусника, голубика и другие виды травянистой растительности. Нижний ярус – мхи и лишайники. На самом юге субарктической зоны встречаются одиночные невысокие чахлые деревья: береза, сибирская ель, сибирская лиственница и другие.

10.2 Генезис почв арктической и субарктической зоны

Почвообразование в тундре протекает в условиях переувлажнения почвы и недостатка тепла, оно охватывает лишь небольшой по мощности оттаивающий «активный» слой. Характерен медленный темп биологического круговорота веществ, а также замкнутость водного и солевого режима вследствие наличия горизонта многолетней мерзлоты. Микробиологические процессы сосредоточены в поверхностном 20-30 см. слое.

Малая биомасса растений, невысокая зольность опада, бедность его основаниями, прежде всего кальцием, неблагоприятный температурный режим, слабая аэрация, бедность микрофлоры определяют замедленность процессов разложения опада и синтеза гумусовых веществ. Поэтому, несмотря на небольшое количество опада, для почвообразования в тундре характерно накопления заметного количества мертвых растительных остатков и на поверхности скапливается до 50 ц на га органических остатков, а в самой почве – до 800 ц на га. Особенностью превращения опада является образование большого количества водорастворимых органических веществ. В гумусе преобладают фульвокислоты.

Переувлажнение – это накопление полуразложившихся остатков благоприятствует развитию в почвах тундр явления оgleения. Глубокое промерзание влажных почвогрунтов в период продолжительной и суровой зимы на фоне многолетней мерзлоты приводит к развитию в тундре специфических явлений – вымораживанию, выпучиванию, образованию

трещин. На юге в полосе кустарниковых тундр, где проявляется нисходящий ток воды, создаются некоторые условия для развития подзолистого процесса.

Зональным типом почв в субарктической зоне являются тундровые глеевые почв. Морфологической особенностью этих почв является торфянистая подстилка и хорошо выраженный глеевый горизонт. Тип делится на два подтипа: а) тундровые глеевые и б) тундровые глеевые оподзоленные.

Тундровые глеевые почвы широко развиты в полосе мохово-лишайниковых тундр и делятся на два рода: тундровые глеевые (собственно) и тундровые глеевые иллювиально-гумусовые.

Собственно тундровые глеевые почвы формируются на суглинистых и глинистых породах. Профиль этих почв имеет следующее строение: торфяная подстилка; не сплошной грубогумусовый аккумулятивный горизонт, темно-серый, 2-6 см. у – грязно-серый с сизыми оттенками и отдельными ржавыми пятнами, переходящий в породу.

Тундровые глеевые иллювиально-гумусовые почвы формируются на песчаных и супесчаных породах. Под горизонтом A0 также развит прерывистый гумусово-аккумулятивный горизонт A1, под которым залегает отчетливо выраженный иллювиально-гумусовый горизонт Bh, переходящий в породу. Глеевые выражены относительно слабо в виде отдельных сизых пятен.

Фациальные особенности: тундровые глеевые почвы Сибири отличаются от Европейских лучшей степенью разложенности органического вещества и более близким расположением к поверхности многолетней мерзлоты. А почвы Восточно-Европейской Тундры характеризуются максимальным оглеением.

Тундровые глеевые оподзоленные почвы подразделяются на тундровые глеевые оподзоленные на тяжелых породах и тундровые иллювиально – гумусовые оподзоленные на легких породах. Общим морфологическим признаком их является наличие признаков подзолистого процесса. В тундровых глеевых оподзоленных почвах оподзоливание выражено слабо. В профиле таких почв под торфяным слоем залегает глеевый горизонт у с признаками оподзоливания в виде белесоватых прерывистых пятен и общего просветления в верхней части горизонта.

В тундровых иллювиально-гумусовых оподзоленных почвах под подстилкой уже ясно выделяется оподзоленный горизонт. Он часто бывает прикрыт прерывистой незначительной грубо-гумусной прослой горизонта

Ниже подзолистого горизонта залегает отчетливо выраженный темно-бурый иллювиально-гумусовый горизонт.

Болотные почвы представлены преимущественно низменными торфяниками, маломощными и среднемощными. Большинство почв тундры относится к кислым и даже сильнокислым. Степень насыщенности основаниями – 20-70%. Характерной особенностью химического состава большинства тундровых почв является значительное содержание подвижного

железа, как следствие интенсивного развития глеевого процесса при отсутствии выраженных процессов выноса железа. Для механического состава характерно высокое содержание крупной пыли.

Территория тундры в сельскохозяйственном отношении имеет большое значение как кормовая база северного оленеводства. Лишайниковые тундры используются как зимние пастбища, а моховые, травянисто – моховые и ельниковые – как летние. Арктическая тундра менее благоприятна для оленеводства. Основными сельскохозяйственными культурами открытого грунта в зоне тундры и лесотундры: картофель, капуста, лук, морковь, кормовые корнеплоды.

11 Почвы таежно-лесной зоны

Таежно – лесная природная зона занимает большую часть бореального пояса. Она граничит на севере с тундрой, на юге – с лесостепной зоной. Общая площадь ее на территории России составляет 1150 млн. га.

Климат относится к умеренно-холодному поясу. Средняя годовая температура изменяется от + 4 градусов в европейской части, до– 16 градусов в Восточной Сибири. Осадков выпадает за год в среднем 350 – 700 мм. Продолжительность периода с температурой выше 10 градусов составляет 40-115 дней. Сумма температур за этот период составляет 400-2450 градусов. Эти данные характерны для Центральной таежно – лесной области. В Восточной Сибири эти показатели соответственно составляют: 150-600 мм, 40-123 дня, 400-2000 градусов, в Дальневосточной области: 380-1000 мм, 40-103 дня, 400-1500 градусов.

Максимум осадков выпадает за теплое время года. Годовое количество осадков превышает испаряемость в 1,1 – 1,3 раза. Поэтому в целом территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения. В Восточной Сибири распространена сплошная и островная многолетняя («вечная») мерзлота. Образование почв происходит в условиях промывного водного режима; в Восточной Сибири – мерзлотного водного режима.

Рельеф. _ Европейская часть зоны расположена в пределах Русской равнины . В ее пределах встречаются как равнины, так и возвышенности. На их происхождение большое влияние оказала ледниковая деятельность. К наиболее значительным возвышенностям относится Валдайская, Литовско-Белорусская, Северные увалы. Абсолютная высота местности 290 – 460 м. Представлены грядами холмов. Между ними расположены озера и болотные пространства. Поверхность расчленена речными долинами, балками, оврагами. Из понижений следует Мещерскую, Верхневолжскую, Полессо-Днепропетровскую низменности. Это плоские или слаборасчлененные местности с высотами 100-150 м. с большим количеством озер и обширными заболоченными пространствами.

В Западной Сибири большая часть зоны расположена на обширных горных пространствах. На Дальнем Востоке горные хребты чередуются с участками равнины.

Почвообразующие породы. В европейской части зоны почвообразование происходит на ледниковых и водно-ледниковых отложениях. Наряду с ними встречаются породы и другого происхождения. Основными породами здесь являются: моренные отложения (карбонатные и бескарбонатные, разного механического состава); покровные суглинки и глины; а также лессовидные карбонатные отложения; водно-ледниковые песчаные и супесчаные породы; древнеаллювиальные песчаные и супесчаные отложения; двучленные породы – пески и супеси, подстилаемые с глубины 40-60 см. Суглинками и глиной; ленточные глины; элювий и делювий коренных пород; современные аллювиальные отложения в поймах.

Растительность. Преобладающим типом растительности являются таежные моховые, мохово-кустарниковые и травяно-кустарниковые леса, которые на юге сменяются лиственными и широколиственными лесами. Большим распространением пользуются и луговая растительность. Европейская и западносибирская части зоны по растительности подразделяют на три под зоны: северной тайги, средней и южной тайги. Основными лесообразующими породами являются ель, сосна, пихта, кедр, лиственница. Под зона северной тайги занята изреженными еловыми лесами, а под пологом леса развит ярус субарктических болотных кустарников, мхов, лишайников. Травянистая растительность не развивается.

Средняя тайга представлена темнохвойными еловыми лесами. Под пологом развит сплошной моховой покров с почти полным отсутствием травянистой растительности.

Южная тайга представлена темнохвойными лесами и примесью широколиственных пород (дуб, ясень, клен, липа). Под пологом хорошо развит травянистый покров.

Условия почвообразования изменяются при движении с севера на юг. Они учитываются при выделении фаций. В пределах зоны выделяют следующие фации: теплую (западно- и южно-европейскую); длительно мерзлотную (восточносибирскую и дальневосточную); холодную и влажную (тихоокеанскую). Основной процесс, под воздействием которого формируется почвенный покров зоны – подзолистый. Кроме того распространены дерновый и болотный процессы.

12 Подзолистые почвы

Почвы подзолистого типа образуются в результате развития подзолистого процесса, который в наиболее чистом виде протекает под пологом таежного хвойного леса с моховым покровом и временным избыточным увлажнением. Особенностью подзолистых почв является

наличие у них под слоем лесной подстилки малая плодородность безлесового подзолистого горизонта с кислой реакцией, низким содержанием питательных веществ и неблагоприятными физическими свойствами.

Развитие подзолообразовательного процесса можно представить в следующем виде.

Лесная подстилка накапливается на поверхности почвы. Она содержит мало кальция, азота, много труднорастворимых соединений (лигнин, воска, дубильные вещества). Подстилка разлагается грибной и бактериальной флорой. При этом грибной процесс является ведущим. При разложении подстилки образуются различные водорастворимые органические соединения. Происходит интенсивное кислотообразование (преобладают фульвокислоты и низкомолекулярные органические (муравьиная, уксусная) кислоты). К ним присоединяются кислоты, образующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов непосредственно в почве и кислоты выделяемые растениями.

Под влиянием промывного водного режима и действия кислот из верхних горизонтов почвы удаляются все легкорастворимые соединения. Затем разрушаются и более устойчивые соединения первичных и вторичных минералов. К этому процессу примыкает влияние контактного поглощения корнями растений питательных веществ из твердой фазы почв, что «расшатывает» кристаллическую решетку минералов и способствует их быстрому разрушению.

В результате всех этих процессов в верхней части профиля почв все минералы подвергаются разрушению, в том числе и кварц, хотя и в меньшей степени. Быстрее других разрушаются мелкие минеральные частицы, поэтому происходит постепенное обеднение верхнего горизонта илом.

Продукты разрушения минералов переходят в раствор и в форме минеральных или органоминеральных соединений перемещаются из верхних горизонтов в нижние (чаще в виде солей). В результате подзолообразовательного процесса под слоем лесной подстилки обособляется подзолистый горизонт, обладающий следующими основными признаками: а) из-за выноса железа и марганца и накопление остаточного кремнезема цвет горизонта из бурого становится светло-серым, белесым, б) он объединен элементами питания, а также полуторными окислами, илистой фракцией, в) горизонт имеет кислую реакцию и ненасыщенность основаниями, г) при тяжелом механическом составе он приобретает пластинчатую структуру или становится бесструктурным.

Часть веществ, вынесенных из лесной подстилки и подзолистого горизонта, закрепляется в нижеследующем горизонте. Образуется горизонт вымывания или иллювиальный горизонт, обогащенный илистыми частицами, полуторными окислами железа и алюминия и другими соединениями. Другая часть вымываемых из верхнего горизонта частиц достигает почвенно-грунтовых вод и выходит за пределы почвенного профиля. В иллювиальном горизонте за счет вымываемых соединений образуются вторичные минералы

типа гидроокислов железа и алюминия. Этот горизонт приобретает уплотненность, некоторую цементированность. Иногда в почвах легкого механического состава в этом горизонте накапливается некоторое количество гумуса.

Таким образом подзолистый процесс сопровождается разрушением минеральной части почвы и выносом некоторых продуктов разрушения за пределы почвенного профиля. Часть продуктов закрепляется в иллювиальном горизонте, образуя новые минералы. Этому процессу противостоит другой процесс, связанный с биологической аккумуляцией веществ. Лесная древесная растительность в процессе жизнедеятельности создает и накапливает огромную массу органического вещества, достигающего 200-250 тонн на гектар и содержащего 0,5-3,5% зольных веществ. Некоторая часть (5-8 т. на 1 га.) ежегодно возвращается на поверхность почвы с лесным опадом. Высвобождающиеся при его разложении элементы зольного и азотного питания вновь используются лесной растительностью. А часть органических и минеральных веществ, образующихся при разложении лесной подстилки, может закрепляться в верхних горизонтах почвы, образуя гумусово-аккумулятивный горизонт. Однако, в связи с тем, что при гумусообразовании накапливаются преимущественно подвижные формы гумусовых веществ, его обычно накапливается мало.

Подзолистые почвы в своем естественном состоянии в результате непрерывного биологического круговорота в системе почва – лесная растительность – подстилка – почва часто обеспечивают достаточно высокую биологическую продуктивность лесных угодий. Использование подзолистых почв в сельском хозяйстве требует специальных мероприятий по повышению их плодородия.

Тип подзолистых почв имеет два подтипа. Подзолистые (собственно) почвы имеют подстилку (2-10 см); гумусовый горизонт – 1-3 см. Иногда он бывает вымыт на глубину 3-5 см. Это вымывание происходит при значительном преимуществе фульвокислот над гумусовыми кислотами. Ниже образуется подзолистый горизонт, затем иллювиальный горизонт, а еще ниже – порода. Между подзолистым и иллювиальным горизонтом иногда выделяют горизонт переходный, а между иллювиальным и породой – горизонт. рН верхнего горизонта = 3,3-4,0, то есть сильноокислая реакция. Мощность всего почвенного профиля больше 120 см

Глеево – подзолистые почвы – сохраняют признаки подзолистых почв, не отличаются выраженным оглеением верхней части профиля. Мощность всего профиля составляет до 100 см. Подтип расположен севернее собственно подзолистых почв.

Роды подзолистых почв: обычные, остаточно-карбонатные (породы содержат кальций); контактно-глеевые (формируются на двучленных породах); иллювиально-железистые (развиваются на песчаных породах); иллювиально-гумусовые (также образуются на песчаных породах, но

содержат повышенное количество органики); слабо дифференцированные (формируются на сухих рыхлых песках со слабым проявлением типовых признаков).

На виды подзолистые почвы делятся по следующим признакам:

а) по степени подзолистости: - слабоподзолистый (горизонт А2 выражен пятнами), среднеподзолистый (А2 сплошной, плитчатый), сильноподзолистый (А2 сплошной, листовой или чешуйчатый), подзолистый (А2 сплошной, мучнистые);

б) по глубине -оподзоленные (то есть от нижней границы А0): поверхностные – до 5 см; мелко подзолистые – до 20 см, не глубокоподзолистые – до 30 см, глубоко подзолистые – более 30 см.

13 Черноземные почвы лесостепной и степной зон

Черноземные почвы широко представлены на территории России. Основные площади черноземов находятся на Северном Кавказе, в центральных областях, Поволжье, Западной Сибири.

Черноземные почвы распространены в лесостепной и степной зонах.

Климат черноземной зоны характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой. В восточных областях зима холодная и очень холодная. Неоднородность климата, особенно в степной зоне, проявляется прежде всего в различиях обеспеченности теплом в период вегетации, зимних температур и характера увлажнения. По мере движения с запада на восток уменьшается количество тепла, нарастает континентальность климата, снижается количество осадков. Более мягкий и менее континентальный климат в северной части зоны (лесостепь). Средняя температура июля колеблется от 23-25 градусов на западе до 19-21 градуса на востоке, а средние температуры января от –4 градусов до –25, –27 градусов. Продолжительность периода с температурой выше 10 градусов составляет в западных районах лесостепи 150-180 дней и в восточных 90-120 дней, а в степной части черноземной зоны – соответственно 140-180 и 97-140 дней.

Сумма температур выше 10 градусов колеблется в лесостепной части зоны от 2400 – 3200 градусов на западе до 1400-1600 на востоке и в степной – соответственно от 2300-3500 до 1500-2300 градусов.

Наибольшее количество осадков выпадает на западе и в Предкавказье (500 – 600 мм) и, постепенно уменьшаясь по мере движения на восток, составляет в Поволжье 300-400 мм, в Западной Сибири – 300-350 мм. Количество осадков уменьшается также с севера на юг. Значительная часть годового количества осадков выпадает в летний период - в европейской части 30-40 % и в Азиатской до 50%. В целом черноземная зона характеризуется недостаточным увлажнением.

Рельеф в пределах европейской части зона имеет преимущественно равнинный или слабоволнистый рельеф, в разной степени расчлененный речными долинами и овражно-балочной сетью. Более спокойный рельеф в

южной части зоны. Здесь среди плоских водоразделов часто встречаются различного рода понижения – поды, лиманы, западины.

Наибольшая расчлененность овражно-балочной сетью характерна для Волго-Подольской, Средне Русской и Приднепровской возвышенностей, а также Донецкого Кряжа, Приволжской возвышенности и в Заволжье для возвышенности общего Сырта.

В азиатской части черноземная зона занимает слаборасчлененную равнинную, южную часть Западно-Сибирской низменности. Далее на восток черноземы встречаются в равнинных и предгорных областях Алтая, в Минусинской впадине и в пределах холмисто-равнинной полосы на окраине предгорий Восточного Саяна. Отдельными участками черноземные степи расположены в Забайкалье в крупных тектонических депрессиях.

Основные почвообразующие породы зоны – лессы и лессовидные суглинки различного механического состава.

В Поволжье, на Урале и в Казахстане среди почвообразующих пород встречаются элювиальные хрящеватые породы.

Общей особенностью химического состава почвообразующих пород черноземной зоны является их карбонатность. В отдельных провинциях встречаются засоленные породы.

Естественная растительность в прошлом в лесостепной (северной) части зоны характеризовалась чередованием лесных участков с луговыми степями. Лесные участки, сохранившиеся частично и сейчас, расположены по водоразделам, балкам и речным террасам и представлены в европейской части широколиственными породами, преимущественно дубом. В Западной Сибири по понижениям широкое развитие имеют березовые колки. По песчаным террасам встречаются сосновые боры.

Растительность степной (южной) части зоны представляла собой разнотравно-ковыльные и типчаково-ковыльные степи. Среди первых основной фон составляли узколистные дерновинные злаки – ковыли, типчак, степной овес и др. с широким участием разнотравья – шалфея, клевера, колокольчиков и др. Типчаково – ковыльные степи характеризовались менее мощной и разнообразной растительностью. В настоящее время основные площади черноземных почв распаханы. Естественная растительность сохранилась лишь на отдельных участках (балки, крутые склоны, заповедные участки).

Черноземные почвы развиваются под степной и разнотравно-степной травянистой растительностью (рисунок 3) Весь облик этих почв свидетельствует о богатстве их органическим веществом. В профиле черноземов выделяется мощный темно окрашенный гумусовый, или перегнойно-аккумулятивный, горизонт (35-150 см) с большим запасом гумуса (250-700 т/га).

Гумусовый слой в связи с неодинаковой интенсивностью его окраски органическим веществом разделяется на два самостоятельных горизонта – верхняя наиболее гумусированная часть выделяется как гумусовый горизонт

(А) и нижняя часть гумусового слоя до гумусовых затеков – как переходный горизонт (АВ). Переход в горизонт В постепенный и характеризуется появлением коричневого оттенка в окраске, который книзу заметно усиливается. Слой с гумусовыми затеками выделяется в горизонт (В). Ниже горизонта В залегает горизонт максимального скопления карбонатов – карбонатный или карбонатно-иллювиальный горизонт (ВС), постепенно переходящий в породу (С).

В целинных почвах под девственной степной растительностью в черноземных почвах выделяется горизонт степного войлока А0, состоящий из остатков травянистой растительности. На пахотных почвах распаханная часть горизонта А выделяется в самостоятельный пахотный горизонт Апах.

Характерный признак черноземных почв – зернистая и комковатая структура гумусового слоя, особенно отчетливо выраженная в подпахотной части горизонта А.

Черноземы благодаря, наличию мощного гумусового слоя с водопрочной зернисто-комковатой структурой характеризуется как почвы высокого природного плодородия, обладающие значительным запасом элементов питания, благоприятными водными, воздушными и физико-химическими свойствами.

По вопросу образования черноземов были высказаны различные точки зрения, которые можно объединить в три группы: гипотезы о морском происхождении черноземов; теории болотного образования черноземов; теория растительно-наземного их происхождения.

Гипотезы о морском происхождении черноземов были высказаны первыми исследователями этих почв, рассматривавшими черноземы как морской ил, оставшийся после отступления Каспийского и Черного морей, или же как продукт размыва ледниковыми водами черной юрской сланцевой глины. Эти гипотезы в настоящее время имеют лишь исторический интерес.

Сторонники теорий болотного образования черноземов считали, что в прошлом черноземная зона представляла собой тундровые сильно заболоченные пространства. При последующем постепенном дренировании территории в условиях теплого климата шел процесс энергичного разложения болотной и тундровой растительности и болотного ила и поселения наземной растительности, что и обусловило формирование черноземных почв.

Теории растительно-наземного происхождения черноземов связывают их образование с поселением и развитием лугово-степной и степной травянистой растительности. Теория растительно-наземного образования черноземов наиболее полное и завершающее развитие получила в работе В.В. Докучаева «Русский чернозем». Докучаев рассматривал образование черноземов как результат накопления в породе перегноя «от сгнивания травянистой степной, а не лесной растительности, как результат тесного взаимодействия климата, возраста страны, растительности, рельефа местности и материнских пород».

В образовании черноземов В.В. Докучаев подчеркивал разностороннюю роль климата, который определяет не только тип растительности (степная флора), но и темп ее развития (годовой прирост), скорость и направление процессов разложения. Современные материалы по биологическому круговороту веществ под растительностью черноземных степей позволяют наиболее глубоко понять особенности черноземообразования. Природная растительность черноземных степей характеризуется значительным ежегодным отчуждением в опад органической массы (100 – 200 ц на 1 га, или 40 – 60% всей биомассы). При этом около 40 – 60% опада составляют корни растений. Средняя зольность опада (с учетом надземной части корней) в лугово-степных сообществах составляет 7 – 8%, в хвойных лесах – 0,7 – 1,7% и в лиственных – 1,6 – 7,5%. Среднее содержание азота также самое высокое в опаде лугово-степных сообществ (1 – 1,4%). Если под хвойными лесами ежегодно поступает с опадом 40-300 кг на 1 га азота и зональных элементов, в сухих степях (каштановые почвы) – 200 – 250 кг на 1 га, то под растительностью черноземов поступление этих элементов равно 600-1400 кг на 1 га. Следовательно, важнейшей особенностью биологического круговорота веществ при черноземообразовании является ежегодное поступление в почву с опадом больших количеств азота и зольных элементов. Наиболее благоприятные условия для процесса гумификации в черноземной зоне создаются в весенний и раннелетний периоды. В это время в почве благоприятные температуры и еще остаточный запас влаги от осенне-зимних осадков и весеннего снеготаяния. В период летнего иссушения и прерывистого увлажнения микробиологические процессы заметно ослабевают, что способствует предохранению образующихся гумусовых веществ от их быстрой минерализации. Одновременно повышение температур и некоторое иссушение почвы в летний период благоприятствуют процессам усложнения гумусовых веществ вследствие реакций поли конденсации и окисления. Некоторое улучшение водного режима осенью также благоприятствует повышению интенсивности микробиологических процессов, но этот период ограничивается быстрым осенним понижением температур. В зимний период при промерзании почвы происходят процессы денатурации гумусовых веществ. Богатство опада растительности черноземной зоны кальцием приводит к непрерывному образованию в почвах биогенного кальция и его миграции в форме карбоната. Поэтому процесс гумификации идет в условиях избытка кальциевых солей и насыщения образующихся гумусовых веществ кальцием, что почти полностью исключает образование и вынос свободных водорастворимых органических продуктов.

Таким образом, особенность биологического круговорота под травянистыми сообществами черноземов заключается также в том, что гидротермические условия зоны благоприятствуют разложению богатого основаниями и азотом опада по типу гумификации с образованием сложных высококонденсированных перегнойных соединений типа гуминовых кислот,

закреплению которых в почве способствуют непрерывное образование в среде биогенного кальция и формирование карбонатного иллювиального горизонта. Необходимо подчеркнуть качественные особенности органического вещества чернозема – гуминовый характер перегноя, сложность гуминовых кислот, высокую их конденсированность и окисленность, преимущественное закрепление их в форме гуматов кальция, почти полное отсутствие свободных фульвокислот и более сложное их строение по сравнению с фульвокислотами подзолистых почв. Главные черты взаимодействия органических продуктов почвообразования при черноземном процессе – образование органо-минерального комплекса из устойчивых органоминеральных соединений, а также синтез вторичных минералов из продуктов разложения опада.

Вместе с накоплением перегноя при черноземе образовании идет закрепление в форме сложных органоминеральных соединений важнейших элементов питания растений – азота, серы, фосфора, калия, кальция и других.

Развитие мощных корневых систем лугово - степной и степной растительности и образование гуматов кальция благоприятствуют оструктурированию профиля почвы.

Рассмотренные общие черты черноземообразования имеют свои особенности проявления в пределах зоны, что связано с изменением состава растительности и климатических условий. Наиболее благоприятны условия черноземообразования в южной части лесостепной зоны (типичные черноземы), где создается максимальное количество растительной массы и наилучшим образом складывается гидротермический режим почв.

К югу нарастает дефицит влаги, уменьшается количество поступающего в почву опада и ухудшается зольный и азотный его состав, а также уменьшается глубина проникновения корневых систем растений в почву. Все это определяет и менее интенсивный процесс гумусо накопления с продвижением к югу в черноземной зоне.

К северу от типичных черноземов (в подзоне оподзоленных и выщелоченных черноземов, темно- серых почв) более влажные условия климата способствуют большому выносу оснований из опада.

Это, в свою очередь, приводит к образованию более кислых органических продуктов превращения растительных остатков, нейтрализация которых частично идет уже за счет разложения почвенных минералов. В этих условиях возможно проявление некоторого оподзоливания почв.

Существенное влияние на формирование черноземов, их признаки и свойства (мощность гумусового слоя, процент гумуса, форма выделения карбонатов, глубина промачивания, водный и тепловой режимы) оказывают фациальные особенности почвообразования. Существуют: черноземы Южно-европейской фации; черноземы центральных провинций; черноземы Западносибирской и Восточносибирской фаций.

В соответствии с отмеченными зональными и фациальными особенностями черноземообразования закономерно изменяется степень выраженности основных признаков черноземного типа почв.

Замена природной растительности сельскохозяйственными растениями приводит к заметным изменениям как в характере биологического круговорота веществ, так и в условиях формирования водного и термического режимов. При возделывании сельскохозяйственных культур происходит ежегодное отчуждение большей части создаваемой биомассы, а следовательно, и значительного количества питательных веществ, сокращается срок активного взаимодействия корневых систем растений с почвой. Кроме того, почва значительный период остается без растительного покрова (пар, осенний, зимний) и ранне весенний период при возделывании яровых и пропашных культур). Последнее обстоятельство приводит к уменьшению поглощения почвой зимних осадков, так как имеет место значительный снос снега с полей, лишенных растительности. Это необходимо учитывать и принимать меры для задержания снега и талых вод на пахотных почвах.

Распашка целинных черноземов приводит к частичному разрушению структуры и снижению содержания гумуса и азота в пахотном слое.

Наиболее резкое уменьшение гумуса и азота наблюдается в первые годы сельскохозяйственного использования почв. Затем содержание гумуса относительно стабилизируется.

Систематическое применение органических и минеральных удобрений, выращивание высоких урожаев сельскохозяйственных культур способствует сохранению высокого уровня потенциального и эффективного плодородия черноземов.

Подтипы черноземов подразделяются на следующие роды:

а) обыкновенные; б) слабо дифференцированные, в) глубоко вскипающие, г) бескарбонатные; д) карбонатные; е) остаточно-карбонатные, ж) карбонатные перерытые, з) солонцеватые, и) глубокосолонцеватые, к) остаточно-солонцеватые, л) осолоделые, м) проградированные (вторично-насыщенные); н) остаточно-луговатые, о) глубинно-глееватые, п) щельные, р) слитые с) неполноразвитые

Деление черноземов на виды осуществляется по следующим признакам:

- по мощности гумусового горизонта: сверхмощные (больше 120 см), мощные (120-80 см), маломощные (40-25 см) и очень маломощные (меньше 25 см);

по - содержанию гумуса – тучные (больше 9%), среднегумусные (от 9 до 6%), малогумусные (от 6 до 4%) и слабогумусированные (меньше 4%);

по механическому составу ;

по степени эродированности.

14 Почвы пойм

Часть речной долины, которая периодически заполняется полными водами, называется поймой. Главной особенностью почвообразования в поймах рек – развитие пойменных и аллювиальных процессов. Пойменные процессы – затопление той или иной территории поймы полными водами. Они решающим образом влияют на почвообразование. По существу – это ежегодное природное орошение, дополнительное к атмосферному и грунтовому, одновременно – это повышение уровня грунтовых вод, смягчение климатических условий, влияние на микробиологические процессы, солевой режим почв, растительности. Аллювиальные процессы – принос паводковыми водами взмученного материала, размывание пойм, переотложение на поверхности частиц в виде аллювия.

Территория поймы делится на три области: приустьевую, центральную и притеррасную. Они различаются по составу аллювиальных отложений, характеру рельефа, гидрологическим условиям, растительному и почвенному покрову. Механический состав аллювия связан со скоростью движения полных вод в пойме: чем больше скорость, тем крупнее размер оседаемых частиц, а по мере замедления движения воды выпадают все более мелкие частицы. Скорость потока падает от русла в глубь поймы. Поэтому большое влияние на характер аллювия оказывает удаленность той или иной части поймы от русла. В приустьевой части оседает большое количество песчаных частиц. В центральной и притеррасной пойме, где скорость полных вод замедляется, аллювий состоит из пылеватых, а еще дальше – илистых частиц. Поскольку русло рек не остается постоянным, то скорость полных вод в пойме на одних и тех же участках изменяется. Меняется скорость потока и от характера паводка. Следовательно, механический состав аллювия меняется от суглинистого до песчаного и наоборот. Поэтому для аллювиальных наносов характерна неоднородность по механическому составу или слоистость.

На механический состав и количество отлагаемого материала оказывает влияние и состав почв и пород водосборных территорий, климатические особенности, облесенность и распаханность бассейна. Влияет на механический состав аллювия и рельеф поймы. Повышения сложены более легкими осадками, понижения – тяжелыми.

Приустьевая пойма имеет волнистый рельеф с песчаными валами и высокими гривами. По мере перехода в центральную пойму рельеф становится более спокойным. Здесь располагаются старицы рек – выгнутые вдоль русла озера. Притеррасная пойма представляет собой несколько пониженную территорию, большей частью заболоченную.

Чрезвычайно разнообразна растительность. Господствующий тип – луговые разнотравно-злаковые группировки. Наиболее богатый травостой относительно бедный. Приустьевая пойма характеризуется неоднородным и относительно изреженным травостоем сравнительно бедного видового

состава. Здесь выделяются луга трех уровней: высокого, среднего и низкого. Луга высокого уровня занимают высокие части и наименее продуктивны.

Широкие понижения заняты лугами низкого уровня. Здесь имеются благоприятные условия для увлажнения и пищевого режима растений и развиваются такие злаки, как пырей, мятлик луговой, костер безостый, а также клеверы и разнотравье. На склонах грив расположены луга среднего уровня. Сильно заболоченные участки пре-террасовой поймы заняты осадками, мхами и другой болотной растительностью.

Продуктивность пойменных лугов колеблется в зависимости от условий увлажнения. В центральной пойме средняя урожайность сена составляет 30-40 ц/га.

В пойме произрастает и древесная растительность, состав которой определяется природными особенностями зоны. В таежно-лесной – это ель, пихта, береза, ива; в лесостепи и степи – дуб, вяз, клен, тополь.

В зависимости от природных условий отдельные области пойм могут отсутствовать. В горных районах с быстрым течением рек развита прирусловая область, а в степи – притеррасовая.

Аллювиально-слоистые почвы развиваются на песчаных и супесчаных отложениях преимущественно в прирусловой части поймы. Морфологическая особенность – четко выраженная слоистость профиля. Слои имеют мощность от 1 до 10 см. Гумусовый горизонт А может быть мощностью от 3 до 30 см и больше. Характерно низкое содержание гумуса и азота. Дерновой процесс наиболее развит в центральной пойме. Здесь оседает сравнительно небольшой слой аллювия из пылевато-иловатых частиц.

В полосе перехода от прирусловой к центральной поймы развиваются слоисто-зернистые почвы. Они отличаются чередованием светлых песчаных бесструктурных слоев с более темными слоями зернистой структуры. Их генезис связан с различным характером отложения аллювия в отдельные годы различных половодий. По своим свойствам они занимают промежуточное положение между описанными двумя типами. Часто наблюдается случай погребения зернистых почв слоистыми отложениями.

Несмотря на то, что аллювиальный процесс оказывает огромное влияние на почвообразование в поймах, почвенный покров их отражает зональные условия почвообразования. Чем меньше пойма, тем сильнее и резче выражена зональность пойменных почв. Они связаны с особенностями теплового режима, условиями атмосферного увлажнения.

Список использованных источников

1. Афанасьева Е.А. Черноземы среднерусской возвышенности. М.: Наука, 1966.
2. Блохин Е.В. Экология почв. Екатеринбург, 1997.
3. Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: МГУ, 1968.
4. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. М.- Л.: АН СССР, 1951.
5. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М. Л.: АН СССР, 1951.
6. Зоин С.В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. М.: Университет Дружбы народов имени Патриса Луумбы, 1974.
7. Малахов А.А. Практикум по геологии. М.: Высшая школа, 1966.
8. Миловский А.В. Минералогия и петрография. М.: Недра, 1973.
9. Панников В.Д. Основы геологии. М.: Высшая школа, 1961.
10. Почвоведение. /Под ред. проф. А.С. Фатьянова и проф. С.Н. Тайчинова. М. Колос, 1969.
11. Почвоведение. /Под ред проф. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1982.
12. Практикум по почвоведению. /Под ред. проф. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1973.
13. Ромезов Н.П. Почвенные коллоиды и поглощательная способность почв. М.: Сельхозгиз, 1957.
14. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М. Л.: Наука, 1965.
15. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972.
16. Физико-географический атлас мира. М.: ГУГК и АН СССР, 1964.
17. Черноземы СССР. М.: Колос, 1974.
18. Указания по классификации и диагностике почв. М.: Колос, 1967.
19. Якубов Т.В. Ветровая эрозия почвы и борьба с нею. М.: АН СССР, 1961.
20. Ярков С.П. Почвы лесолуговой зоны СССР. М.: АН СССР, 1961.

Приложение А

Рисунок 1 слева: дерновая почва; справа: дерново-подзолистая почва

Приложение Б

Рисунок 2 слева: тундровая почва; справа: подзолистая почва

Приложение В

Рисунок 3 слева: солонцовая почва; справа: бурая пустынно-степная почва

Приложение Г

Рисунок 4 слева: чернозем обыкновенный; справа: темно-каштановая почва

Приложение Д

Рисунок 5 слева: серая лесная почва; справа: чернозем
выщелоченный

Приложение Е

Рисунок 6 слева: болотно-подзолистая почва; справа: болотная почва