

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ
С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ
И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

***ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ
И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ***

Часть II
**Почвоведение с основами агроэкологического
землепользования**

(Учебное пособие)

*Рекомендовано Учебно-методическим Советом по почвоведению при УМО
по классическому университетскому образованию в качестве учебного
пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по
направлению высшего профессионального образования 020700
«Почвоведение»*

Томск – 2011

Во второй части учебного пособия рассмотрены основные закономерности распространения почв в разных природных зонах, их генезис, классификация, диагностические признаки, состав, свойства, особенности сельскохозяйственного использования. Особое внимание уделено области агроэкологического землепользования: изложены принципы почвоохранной деятельности, методы качественной оценки почв, картографирования, основные приемы регулирования почвенного плодородия, защиты почв от эрозии и их рационального использования при сохранении всех выполняемых ими экологических функций.

Адресовано студентам, обучающимся по направлению «Почвоведение», специальностям агрономического и лесохозяйственного направлений, а также специалистам в области сельского и лесного хозяйства, биологии, землеустройства, агроэкологии, земле- и природопользования, охраны окружающей среды.

Автор–составитель: к.б.н., доцент Е.В. Каллас

Раздел 3 Систематика и основные типы почв

Глава 21 Основные закономерности распространения почв

21.1. Законы географии почв

Почвы образуются во времени в результате сложного взаимодействия факторов почвообразования (климата, рельефа, почвообразующей породы, живых организмов), в распределении которых имеются определенные закономерности, что отражается и на распределении почв. Ниже рассматриваются основные законы, отражающие главные закономерности в географии почв.

Закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности, сформулированный В.В. Докучаевым, заключается в том, что главные (зональные) типы почв последовательно сменяют друг друга вслед за изменениями в широтном направлении с севера на юг климата и биоты (растительности и животного мира), располагаясь на земной поверхности широтными полосами (зонами).

На территории суши земного шара выделяют последовательно сменяющие друг друга почвенно-биоклиматические (термические) пояса, характеризующиеся сходством природных условий и почвенного покрова, что обусловлено общностью радиационных и термических показателей (см. Часть I, Глава 7, п. 7.1.). Так, в Северном полушарии выделяют 5 поясов: полярный, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический. Аналогичные пояса можно выделить и в Южном полушарии.

В пределах каждого почвенно-биоклиматического пояса различают почвенные зоны, представляющие ареал одного или двух зональных почвенных типов и сопутствующих им интразональных почв. Например, суббореальный пояс в Центральной Евразии разделяется на следующие зоны:

- лесостепь с зональными серыми лесными почвами,

оподзоленными, выщелоченными и типичными черноземами;

- степь с зональными черноземами обыкновенными и южными;

- сухая степь с зональными каштановыми почвами;

- полупустыня с зональными бурыми полупустынными почвами;

- пустыня с серо-бурыми почвами, такырами и пустынными песчаными почвами.

В приокеанических и приморских областях такая последовательность в смене широтных почвенных зон нарушается, что связано со сложным влиянием влажных воздушных масс, поступающих со стороны обширных водных бассейнов, на факторы почвообразования.

Закон вертикальной почвенной зональности заключается в том, что в горных районах в связи с изменением абсолютной высоты местности происходят закономерные последовательные изменения климата, растительности и почв. Так, по мере увеличения высоты на каждые 100 м температура воздуха снижается в среднем на $0,5^{\circ}\text{C}$, количество выпадающих осадков на наветренных склонах увеличивается и, как следствие, происходит смена растительного и почвенного покровов. В результате образуются растительно-климатические и почвенные пояса (вертикальные зоны), последовательная смена которых в целом аналогична смене их на равнинных территориях в направлении с юга на север. Например, если в нижней зоне почвенный покров представлен черноземами, то с повышением высоты можно ожидать появления серых лесных почв, затем дерново-подзолистых, подзолистых и т.д. Однако особенности горного рельефа, выраженные в резкой смене абсолютных высот, крутизны и экспозиции склонов, типов макрорельефа и т.д., а также большое разнообразие почвообразующих пород осложняют и нарушают последовательную смену почвенных зон.

Горные области характеризуются более разнообразными биоклиматическими условиями и генетическими типами почв, чем равнинные. Такие ландшафты, как холодные влажные луга

(с альпийскими горно-луговыми почвами), холодные степи и пустыни, широко распространенные в горах, на равнинах почти не встречаются.

Каждая горная система характеризуется определенным составом почвенных вертикальных зон, что зависит от ее положения в системе широтных зон и по отношению к преобладающему движению воздушных масс, абсолютной высоты рельефа, наличием температурных инверсий (стеканием масс холодного воздуха по склонам в определенные сезоны года и застаиванием его в депрессиях). Последний фактор играет важную роль в распределении почв, например, в горах выше зоны широколиственных лесов часто идут не суровые таежные леса, а леса широколиственно-хвойные, а вместо тундр – горные луга. Наветренные склоны, стоящие на пути влажных воздушных масс, получают много осадков, здесь преобладают горные влажно-лесные и горно-луговые почвы. Подверженные склоны гор, напротив, очень сухие, здесь нет лесных почв, формируются аридные почвы: горные пустынные, горные степные и горно-лугово-степные.

С.А Захаров ввел понятия об «интерференции», «инверсии» и «миграции» почвенных зон. *Интерференция* – это выклинивание и выпадение почвенных зон (например, в горах южного Закавказья отсутствуют горно-лесные почвы и горные черноземы между зонами каштановых и горно-луговых почв). *Инверсия* почвенных зон выражается в обратном распределении почвенных зон, когда нижние зоны располагаются выше, чем это надлежит по аналогии с горизонтальными зонами. Под *миграцией* почвенных зон подразумевается проникновение одной зоны в другую (например, по горным долинам).

Закон фациальности почв заключается в том, что почвенный покров в отдельных меридиональных частях термических поясов заметно меняется в связи с изменением климата в результате влияния термодинамических атмосферных процессов, что обусловлено близостью или удаленностью конкретных частей пояса (или зоны) от морских или океанических бассейнов, горных систем и т.д. Как правило, они

проявляются в виде повышения или ослабления атмосферного увлажнения и континентальности климата, что в свою очередь влияет на растительность и проявление почвообразовательных процессов.

Фациальная специфика почв выражается в дифференциации их по температурному режиму. Принято выделять теплые, умеренные, холодные, непромерзающие, промерзающие, длительно промерзающие почвы и т.д., различающиеся по морфологическому строению профиля (в частности по мощности гумусового горизонта) и свойствам зонального типа или подтипа почв, а иногда наблюдается появление новых типов в той или иной фации. Например, в пределах бореального пояса Евразийского континента в направлении с запада на восток более влажные и теплые условия климата постепенно сменяются нарастанием континентальности и холодности в Восточной Европе и далее в Западной и Восточной Сибири, а в Дальневосточном приморском регионе вновь господствует влажный океанический климат. В результате таких изменений гидротермического режима отмечается последовательная смена дерново-подзолистых умеренно-теплых кратковременно промерзающих почв умеренными промерзающими (в центре европейской части бореального пояса) и далее умеренно холодными длительно промерзающими (в южной части таежной Сибири), затем по мере продвижения на восток появляются специфические типы мерзлотно-таежных почв (в Восточной Сибири) и буро-таежных (в Приморье).

Закон аналогичных топографических рядов заключается в том, что в любой зоне распределение почв по элементам мезо- и микрорельефа имеет аналогичный характер, а именно:

– на возвышенных элементах формируются генетически самостоятельные (автоморфные) почвы со свойственным им выносом подвижных продуктов почвообразования и аккумуляцией малоподвижных;

– на пониженных элементах рельефа (шлейфы склонов, днища западин, приозерные понижения, пойменные террасы и т.д.) развиваются генетически подчиненные почвы

(полугидроморфные и гидроморфные) с аккумуляцией подвижных продуктов почвообразования, приносимых с поверхностным и внутрпочвенным стоком с водоразделов и склонов;

– склоновые формы рельефа занимают переходные почвы, характеризующиеся увеличением аккумуляции подвижных веществ по мере приближения их к отрицательным формам рельефа.

21.2. Понятие о структуре почвенного покрова

Почвенным покровом (ПП) называется вся совокупность почв конкретной территории (Земли, отдельных материков, стран и т.д.). Для рационального сельскохозяйственного использования почвенного покрова какой-либо территории важно знать не только свойства почв и их плодородие, но и сколько контуров, какого размера и формы занимает каждая почва на данной территории, насколько они близки или различны (контрастны) с точки зрения их агрономических качеств, определяющих условия и сроки полевых работ, набор возделываемых культур, применение удобрений, необходимость мелиоративных приемов и т.д. Представление об этом дает *структура почвенного покрова* (СПП) – определенный тип строения ПП, который складывается из совокупности элементарных почвенных ареалов.

Элементарный почвенный ареал (ЭПА) – это участок территории, занятый одной конкретной почвой самого низкого таксономического уровня (разряда), ограниченный со всех сторон другими ЭПА или непочвенными образованиями (озером, карьером и др.). Элементарные почвенные ареалы, сменяя друг друга, образуют почвенные комбинации (ПК), которые и составляют СПП той или иной территории.

СПП характеризуется следующими параметрами: компонентностью (составом), сложностью (частотой пространственной смены ареалов) и контрастностью (степенью генетического и агрономического различия между ареалами).

Принято различать 6 классов почвенных комбинаций (табл. 1). Чем крупнее площади ЭПА в почвенной комбинации, тем более однородны они по агрономическим свойствам, и СПП с агрономической точки зрения более благоприятна.

Таблица 1 – Классификация почвенных комбинаций (по В.П. Ковриго, И.С. Кауричеву, Л.М. Бурлаковой, 2000)

ПК по размерам	Классы ПК		Преимущественный фактор формирования ПК
	контрастные	неконтрастные	
Микрокомбинации Мезокомбинации Мезо- и макрокомбинации	Комплексы Сочетания Мозаики	Пятнистости Вариации Ташены	Микрорельеф Мезорельеф Смена пород (мозаики); смена пород и растительности (ташеты)

В пятнистостях небольшие размеры ЭПА не имеют отрицательного значения, поскольку составляющие пятнистость почвы неконтрастны по своим агрономическим свойствам.

По агрономическим свойствам принято различать 3 группы СПП: агрономически однородные, агрономически неоднородные совместимые, агрономически неоднородные несовместимые.

Агрономически однородные СПП на севооборотных полях и других участках позволяют применять одинаковый комплекс агротехнических и мелиоративных мероприятий, проводить посев и уборку в одни и те же оптимальные сроки и получать близкие урожаи сельскохозяйственных культур. Такие СПП представлены пятнистостями, вариациями и ташетами, например, комбинациями пятнистостей (мелкоконтурных выделов) черноземов среднемощных и мощных или вариациями дерново-слабо- и среднеподзолистых суглинистых почв. Такие СПП всегда включают в состав одного поля севооборота.

Агрономически неоднородные совместимые СПП требуют при использовании почв некоторой дифференциации в системах

агротехнических и мелиоративных мероприятий при общей их однотипности. Сроки полевых работ на контурах почв такой структуры близки, но урожаи могут заметно различаться. Такие СПП можно включать в состав одного поля, но необходимо проводить мероприятия по выравниванию плодородия почв, составляющих данную СПП. Примером агрономически неоднородных совместимых СПП может быть комбинация несмытых и слабосмытых почв.

Агрономически несовместимые СПП требуют качественно различных мероприятий и существенной дифференциации сроков проведения полевых работ. Такие СПП не включаются в состав одного поля, за исключением специализированных севооборотов (кормовых, почвозащитных), при этом необходимо учитывать соотношение агрономически несовместимых почв в составе СПП, площади их контуров, характер их границ и т.д. Примером таких СПП может быть сочетание дерново-подзолистых почв пологих склонов с сильнооуглееными почвами западин или комбинации незасоленных и засоленных почв.

В настоящее время для почв разных зон разработаны специальные методики количественной оценки сложности (пестроты), контрастности и неоднородности СПП.

21.3. Почвенно-географическое районирование

С целью разделения территории на отдельные части по общности их почвенного покрова и природных условий используют два типа районирования: почвенно-географическое и природно-сельскохозяйственное.

Почвенно-географическое районирование – это метод анализа и выявления главных черт почвенного покрова и выделение на этой основе территорий, однородных по зонально-провинциальным особенностям, структуре и возможностям сельскохозяйственного использования.

Основной единицей почвенно-географического районирования является *почвенная зона*, представляющая собой

ареал одного или нескольких зональных типов почв в совокупности с другими сопутствующими почвами. Почвенные зоны объединяются в более крупные таксономические единицы – почвенную область и далее почвенно-биоклиматический пояс (термический) пояс. По условиям теплообеспеченности, увлажнения и континентальности зоны подразделяю на подзоны и почвенные провинции, последние разделяются на почвенные округа, а округ – на почвенный районы.

Почвенный округ представляет собой часть почвенной провинции, характеризующуюся определенным типом почвенных комбинаций, обусловленных спецификой рельефа и почвообразующих пород.

Почвенный район – более однородная часть территории почвенного округа, характеризующаяся одним типом мезоструктуры почвенного покрова. Почвенные районы внутри округа различаются по количественному соотношению рядов, видов, и разновидностей, свойственных округу.

Природно-сельскохозяйственное районирование – это разделение территории на отдельные части на основе оценки всего комплекса физико-географических условий (климата, рельефа, почв и др.) и их соответствия требованиям сельскохозяйственного производства. В основе его лежат материалы почвенно-географического районирования, но проводится более глубокий их анализ с учетом требований агропроизводства.

Выделяют следующие таксономические единицы природно-сельскохозяйственного районирования: природно-сельскохозяйственный пояс (самый высокий ранг), природно-сельскохозяйственная зона, провинция, округ. Каждая таксономическая единица характеризуется определенным сочетанием природных условий и связанных с ними особенностей сельскохозяйственного производства.

По сумме активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) выделяют следующие природно-сельскохозяйственные пояса:

- *Холодный тундрово-таежный пояс* (сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$ составляет менее 1600°C) – характеризуется низкой

теплообеспеченностью, лимитирующей полевое земледелие, которое является выборочным. Основными направлениями использования биологических природных ресурсов являются оленеводство, звероводство, охота и рыболовство.

- *Умеренный пояс* (сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$ составляет $1600\text{--}4000^{\circ}\text{C}$) – характеризуется интенсивным земледелием и животноводством в лесной, лесостепной и степной зонах, выборочным земледелием и пастбищным животноводством в полупустынной и пустынной зонах. Возделываются культуры с умеренными требованиями к теплу.

- *Теплый субтропический пояс* (сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$ составляет более 4000°C) – характеризуется орошаемым и богарным субтропическим земледелием, отгонным и прифермским животноводством. Возделываются теплолюбивые культуры с длительным вегетационным периодом.

Природно-сельскохозяйственная зона по комплексу условий в целом соответствует почвенно-климатической зоне. Выделяют следующие зоны: полярно-тундровую, лесотундровую, северотаежную, среднетаежную, южнотаежную, лесостепную, степную, сухостепную, полупустынную и пустынную.

Природно-сельскохозяйственная провинция – это часть зоны, характеризующаяся фациальной спецификой почвенного покрова, связанной с изменением континентальности климата, суровости и снежности зимы, показателей тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода. Эти особенности определяют набор культур, характер агротехники уровень эффективности удобрений и др.

Природно-сельскохозяйственный округ – это часть территории провинции с более однородными геоморфологическими и гидрологическими особенностями, почвенным покровом, макро- и микроклиматом. В округах по сравнению с провинциями устанавливается более ограниченный набор культур и сортов, приспособленных к местным условиям, конкретизируются приемы агротехники, соотношение угодий, севообороты и т.д.

Природно-сельскохозяйственное и почвенно-географическое районирование позволяет получить полные сведения о количестве и качестве почвенных ресурсов и на этой основе осуществлять наиболее рациональное их использование.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте сущность основных законов, отражающих главные закономерности в географии почв. 2. Что понимается под структурой почвенного покрова и элементарным почвенным ареалом? 3. Охарактеризуйте агрономически однородные, неоднородные совместимые и несовместимые СПП. 4. Что понимается под почвенно-географическим и природно-сельскохозяйственным районированием? 5. Назовите природно-сельскохозяйственные пояса и охарактеризуйте их.

Глава 22 Классификация и диагностика почв

22.1. Систематика, классификация и номенклатура почв

Систематика почв – это учение о разнообразии всех существующих на Земле почв, о взаимоотношениях и связях между их различными группами (таксонами), основывающееся на их диагностическом описании, определении путем сравнения специфических особенностей каждого вида почвы и каждого таксона более высокого ранга и выявлении общих особенностей у тех или иных таксонов.

Основы систематики почв были заложены трудами В.В. Докучаева, Н.М. Сибирцева, К.Д. Глинки, Л.И. Прасолова, Е.Н. Ивановой, Н.Н. Розова, В.М. Фридланда. Основная цель систематики почв заключается в создании полной системы (классификации) почв Земли.

Классификация почв – это объединение их в группы по их признакам, свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Систематика почв призвана решать следующие 3 задачи:

- 1) установить качественные и количественные различия между почвами;
- 2) дать полное описание почв;

3) дать логический перечень существующих почв и подготовить их к научной классификации.

Названные задачи решаются с помощью и на основе номенклатуры, таксономии и диагностики почв.

Номенклатура почв – это наименования почв в соответствии с их свойствами и классификационным положением. В мировом почвоведении существует три главных направления в номенклатуре почв, каждое из которых опирается на свою систему диагностики и классификации почв: русское, американское (США) и международное (ФАО/ЮНЕСКО).

Русская школа номенклатуры почв была заложена в трудах В.В. Докучаева. Он использовал общий принцип научной терминологии, согласно которому объектам исследования даются лаконичные названия, которые отражают определенное понятие и являются по существу символическими. При этом была широко использована народная лексика, например в терминах «подзол», «белозем», «серозем», главным критерием их выбора было использование цветовых особенностей почв.

Позже символический термин стал дополняться вторым словом, указывающим на какое-либо существенное свойство почвы или особенности почвообразования («красная солончаковая почва», «темноцветная солонцеватая почвы»). Позднее в наименованиях почв стали использовать их ландшафтное положение («серая лесная», «тундровая почва», «болотная почва») и географические термины («чернозем южный»).

Дальнейшее развитие классификации почв сопровождалось усложнением их номенклатуры, что связано со стремлением отразить в названии почвы как можно больше ее специфических черт и особенностей почвообразовательного процесса, внести в название представление о генезисе почвы и почвенных режимах и т.д. В результате названия почв стали сложными и довольно громоздкими, например: чернозем оподзоленный теплый кратковременно промерзающий глубоко мицеллярно-карбонатный высокогумусный среднемощный среднесуглинистый. Согласно замечаниям лингвистов,

подобные названия не могут выступать в роли научных терминов и являются описаниями, а не терминами. В настоящее время почвоведы ставят вопрос о пересмотре номенклатуры почв, однако, более рациональные подходы пока не найдены.

Русская номенклатура почв оказала значительное влияние на мировое почвоведение, такие русские термины, как «подзол», «чернозем», «серозем», «глей», «солонец», «солончак», являются международными. Международной стала и русская традиция терминообразования путем словочетания с основой «-зем»: «грейзем», «бурозем», «руброзем», «брюнизем» и т.п. В англоязычной терминологии русскому «зем» соответствует латинское «sol» (Mollisol, Aridisol, Spodosol). В международной системе ФАО/ЮНЕСКО тоже используется латинское слово «sol» (Luvisol, Ferralsol, Cambisol).

Сложившееся в почвоведении положение с номенклатурой почв не является постоянным и со временем изменяется.

22.2. Таксономия почв

Слово *таксономия* происходит от греч. taxis – строй, порядок. Таксономические единицы, или *таксоны* – это классификационные, или систематические, единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень детальности, или точность их определения. В почвоведении таксономические единицы представляют собой последовательно соподчиненные систематические категории, которые отражают объективно существующие в природе группы почв. Современная почвенная таксономия основана на докучаевском учении о почвенном типе.

Тип почв – это большая группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

Определение генетического типа почв основывается на взглядах Л.И. Прасолова, считавшего, что для почвенных типов характерно «...единство происхождения, миграции и аккумуляции веществ».

Характерные черты почвенного типа определяются следующим:

- 1) однотипностью поступления органического вещества и процессов их превращения и разложения;
- 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований;
- 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ;
- 4) однотипным строением почвенного профиля;
- 5) однотипностью почвенных режимов;
- 6) единой направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв.

Например, все почвы, относящиеся к типу серых лесных, формируются в северной части лесостепной зоны под листовенными и смешанными лесами с хорошо развитым травянистым покровом в автоморфных условиях под воздействием подзолистого и дернового процессов, которые являются здесь ведущими.

На уровнях ниже почвенного типа выделяют следующие таксономические единицы: подтипы, роды, виды, разновидности и разряды почв.

Подтип почвы – группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. Как правило, в пределах каждого типа выделяется центральный, наиболее типичный подтип и ряд переходных к другим типам подтипов. Например, в типе серых лесных почв выделяется три подтипа: светло-серые, серые и темно-серые. Центральный подтип – серые лесные. Подтип светло-серых почв является переходным к типу подзолистых почв, а подтип темно-серых – к черноземам. Интенсивность

проявления основных процессов в подтипах серых лесных почв различна: от светло-серых к темно-серым почвам усиливается дерновый процесс и ослабляется подзолистый.

Появление подтипов может быть обусловлено не только изменением проявления основного процесса, но и наложением дополнительного процесса почвообразования (например, подтип чернозем оподзоленный в типе черноземы), спецификой положения в пределах почвенной зоны (подтип чернозем южный), а также особенностями климатической фации в пределах почвенной зоны или подзоны (чернозем типичный умеренный, чернозем типичный теплый, чернозем типичный холодный).

Критерием выделения фациальных подтипов является сумма активных температур почвы (более 10°C) на глубине 20 см и продолжительность периода отрицательных температур почвы на этой глубине (в месяцах) (теплые, умеренные, холодные, глубокопромерзающие и т.д.).

Род почвы – это группы почв в пределах подтипов, качественные генетические особенности которых обусловлены влиянием комплекса местных условий:

- составом почвообразующих пород (например, род остаточного-карбонатного в подтипе дерново-подзолистых почв);

- составом и положением грунтовых вод (род засоленные в лугово-черноземных почвах);

- реликтивными признаками почвообразующего субстрата, приобретенными в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования (род со вторым гумусовым горизонтом в подтипе светло-серых лесных почв).

Вид почвы – это группы почв в пределах рода, различающиеся по степени развития основного почвообразовательного процесса. Например, в подзолистых почвах по степени проявления подзолистого процесса выделяют виды сильно-, средне-, сильноподзолистых почв; в черноземах ведущим является гумусово-аккумулятивный процесс, степень развития которого выражается в мощности гумусового горизонта и накоплении гумусовых веществ, поэтому виды

выделяют по мощности гумусового горизонта (маломощные, среднемощные, мощные, сверхмощные) и по содержанию гумуса (мало-, средне-, многогумусные и тучные). В этом случае вид отражает количественную выраженность признака или свойства.

Разновидность почвы – группы почв в пределах вида, различающиеся по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов (легкосуглинистые, среднесуглинистые, супесчаные, глинистые, песчаные и т.д.)

Разряд почвы – группы почв, образующиеся на однородных в литологическом или генетическом отношении породах (на лессах, морене, аллювии, граните, известняке и т.д.).

Таким образом, полное наименование любой конкретной почвы складывается из названия всех таксонов. Например, полное наименование чернозема с учетом всех таксономических уровней может быть следующим: чернозем (тип) типичный умеренный промерзающий (подтип) глубоковскипающий (род) среднегумусный среднемощный (вид) тяжелосуглинистый (разновидность) на лессе (разряд).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), выделяется две надтиповые категории – стволы и отделы. *Ствол* – высшая таксономическая единица, отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и литогенеза (торфогенеза). Это позволяет отделить органогенные почвы (ствол органогенных почв) от органо-минеральных, а также позволяет разделить последние (органоминеральные) почвы в зависимости от выраженности процесса литогенеза и его соотношения с почвообразованием. К стволу постлитогенных почв относятся почвы, в которых почвообразование осуществляется на сформировавшейся почвообразующей породе и не нарушается отложением свежего материала. В синлитогенных почвах почвообразование протекает одновременно с литогенезом, что находит отражение в профиле почв (например, аллювиальных и вулканических).

Отдел – группа почв, характеризующихся сходством основных элементов строения профилей и единством,

однаправленностью создающих их главных процессов почвообразования. Отделы объединяют почвы по основным чертам строения профиля. Так, все типы отдела альфегумусовых почв характеризуются хемогенной дифференциацией профиля и наличием иллювиального альфегумусового горизонта; для отдела глееземов, горизонтом, который определяет облик профиля, является глеевый горизонт.

22.3. Диагностика почв и ее основные показатели

Под *диагностикой почв* понимается процесс описания почвы в соответствии с определенными правилами в целях ее систематического определения, т.е. в целях отнесения к тому или иному известному либо новому типу, роду, виду и другим более низким таксономическим уровням.

В основу диагностики почв положено несколько принципов, главные черты которых были сформулированы еще в трудах В.В. Докучаева и его учеников:

- 1) профильный метод;
- 2) комплексный подход;
- 3) сравнительно-географический анализ;
- 4) генетический принцип.

В *профильном методе* диагностики принципиальным является положение о том, что профиль почвы – это не арифметическая сумма различных случайных горизонтов, а единое целое, единый комплекс генетических горизонтов, взаимосвязанных и взаимообусловленных в своем генезисе. Полная характеристика почвы проводится на основе полного исследования ее, описания всех горизонтов, начиная с поверхности и заканчивая материнской или подстилающей породой.

Комплексный подход к диагностике почв заключается в том, что почва исследуется во всех направлениях, а именно: изучаются морфологические признаки, химические, физические, физико-химические, биологические и агрономические свойства, которые в комплексе дают полную характеристику почвы.

Сравнительно-географический анализ в диагностике почв используется для сопоставления одних почв с другими с учетом ареалов их распространения и различий или сходства в комплексе факторов почвообразования. Этот метод базируется на учении о факторах почвообразования, на связи между типами почв и типами растительности, типами климатов, типами кор выветривания, типами геохимических ландшафтов. При проведении сравнительно-географического анализа учитываются все экологические взаимосвязи.

Генетический принцип диагностики почв предполагает использование в первую очередь тех свойств и признаков, которые непосредственно связаны с их генезисом, историей формирования и развития в контексте с общей геологической историей местности. К ним относятся: степень развитости и дифференциации профиля почвы, степень аккумуляции тех или иных соединений или обеднения ими, степень трансформации почвообразующего материала. Важным является определение стадии развития, на которой находится почва и направленности эволюционных процессов.

С целью определения систематического положения почвы первоначальная диагностика проводится по морфологическим признакам (описываются мощность генетических горизонтов, их окраска, структура, гранулометрический состав, новообразования, включения, плотность и т.д.). Для точного определения почв используется комплекс химических анализов, позволяющих исследовать состав обменных катионов, групповой и фракционный состав гумуса, валовой химический состав и т.д.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «систематика», «классификация», «номенклатура», «диагностика» почв. 2. Что понимается под таксономией почв. Назовите основные таксоны и принципы их выделения. 3. Какие принципы лежат в основе диагностики почв?

Глава 23 Слаборазвитые почвы

23.1. Общая характеристика слаборазвитых почв

К группе слаборазвитых почв относятся маломощные почвы со слабо развитым профилем А–С (или О–А–С), формирующиеся на рыхлых породах, либо с профилем А–R (или О–А–R) – на плотных породах. В зависимости от характера почвообразующей породы выделяют 4 типа слаборазвитых почв:

- 1) литосоли – на плотных массивно-кристаллических породах;
- 2) ареносоли – на рыхлых песчаных наносах;
- 3) регосоли – на рыхлых суглинистых наносах;
- 4) пелосоли – на глинах.

В отечественном почвоведении к группе слаборазвитых почв не относят слаборазвитые почвы на продуктах вулканических выбросов (они составляют самостоятельный тип андосолей – вулканических почв), на современных аллювиальных наносах (их включают в особую группу аллювиальных почв вместе с более развитыми почвами речных пойм), а также слаборазвитые почвы, формирующиеся в условиях криогенеза (их относят к группе криогенных почв).

Для всех слаборазвитых почв характерны следующие общие диагностические признаки:

1. Наличие лежащего непосредственно на породе маломощного горизонта А, мощность которого вместе с подстилкой О и переходным горизонтом АС либо AR (если они присутствуют) не превышает 10 см; в литосолях горизонт А, как правило, темноокрашен и сильно гумусирован, а в почвах на рыхлых породах он светлый и слабо гумусированный.

2. Отсутствие в профиле иных генетических горизонтов либо присутствие лишь следов (начальных стадий) формирования каких-либо генетических горизонтов, не достаточных для их морфологического выделения; в профиле могут присутствовать погребенные горизонты, не связанные с современным почвообразованием.

Слаборазвитые почвы представляют собой ранние стадии почвообразования. Относительная молодость этих почв обусловлена следующими причинами:

- малым абсолютным возрастом;
- постоянным омоложением, как, например, в условиях горно-эрозионного почвообразования;
- задержкой на ранних стадиях развития в условиях аридности (в пустынях) или бедности почвообразующих пород (на песках).

Слаборазвитые почвы широко распространены в разных природных зонах, как под древесной лесной растительностью, так и под травянистыми ассоциациями в зависимости от характера атмосферного увлажнения.

23.2. Литосоли

Литосоли (от греч. Lithos – камень и лат. Solum – почва) – это, как правило, горные примитивные почвы (или примитивно-щелочные, грубоскелетные, фрагментные, горные каменистые, горные слаборазвитые), широко распространенные на земной поверхности, преимущественно на горных склонах. Они формируются на плотных скальных породах в условиях горно-эрозионного почвообразования в разных высотных поясах под лесной, степной или луговой растительностью.

Профиль литосолей имеет простое строение и встречается обычно в двух вариантах: O–A–AR–R или A–AR–R, иногда горизонт AR отсутствует и профиль упрощается до A–R, что характерно для первичного почвообразования. Общая мощность почвы до плотной породы не превышает 10 см. В случае если мощность гумусированной части профиля превышает 10 см, почва относится к другим типам, например в гумидных условиях к рендзинам (дерново-карбонатным почвам) на известняках или ранкерам (дерново-силикатным почвам) на силикатных породах.

Литосоли – это почвы ранних стадий почвообразования на плотных породах, которые по мере развития профиля эволюционируют в другие группы почв в зависимости от различий в биоклиматических условиях и литологии.

В типе литосолей по характеру гидротермического режима почвообразования выделяют 3 подтипа:

- 1) аридные (пустынные, полупустынные, сухостепные, сухосаванные) – содержание гумуса в горизонте А составляет 0,5-1,5%;
- 2) субаридно-субгумидные (степные, ксеролесные) – содержание гумуса в горизонте А до 5–7%;
- 3) гумидные (лесные, альпийские, субальпийские) – содержание гумуса в горизонте А может достигать 10-15%.

Аридные и субаридно-субгумидные литосоли характеризуются насыщенностью основаниями, часто карбонатностью, нейтральной или слабощелочной реакцией среды. Гумидные литосоли, как правило, кислые, ненасыщенные, но если развиваются на известняках и других карбонатных породах, то могут быть насыщенными, нейтральными или даже остаточно–карбонатными. Для всего профиля характерна высокая каменистость, возрастающая с глубиной.

Литосоли, как правило, не образуют сплошного почвенного покрова, а распространены фрагментарно и даже если преобладают в почвенном покрове, то чередуются с выходами скальных пород и каменистыми осыпями.

Использование литосолей связано с пастбищным (в зонах альпийских и субальпийских лугов, субаридных и субгумидных степей) и лесным хозяйством, однако необходимо помнить, что избыточный выпас скота на пастбищах и нерациональные способы лесозаготовок ведут к быстрому и полному разрушению почвенного покрова. Земледелие на литосолях невозможно или нерационально.

23.3. Ареносоли

Ареносоли (от лат. *Arena* – песок и *solum* – почва) представляют собой слаборазвитые почвы, формирующиеся на песках различного состава и генезиса под травянистой или древесной растительностью. Аналогично литосолям, они

распространены в различных природных зонах, но, в отличие от них, на равнинах. Это почвы ранних стадий почвообразования, развитие которых связано с закреплением растительностью перевейанных песков.

Ареносоли имеют лишь поверхностный гумусовый горизонт при отсутствии иных генетических горизонтов в профиле. Строение их может быть выражено формулой $O-A-AC-C$ либо $A-AC-C$ (иногда $O-A-C$ или $A-C$). Общая мощность почвы до горизонта C , как и во всех слаборазвитых почвах, не превышает 10 см.

В типе ареносолей, также как и в типе литосолей, выделяют 3 подтипа по характеру гидротермического режима почвообразования:

1) аридные (пустынные, полупустынные, сухостепные, сухосаванные) с содержанием гумуса в горизонте A 0,5–1,0%;

2) субаридно-субгумидные (степные, ксеролесные) с содержанием гумуса в горизонте A 1,5–2,5%;

3) гумидные (лесные, луговые) с содержанием гумуса в горизонте A 1,0–2,0%.

Ареносоли могут существенно различаться, поскольку формируются на песках разного минералогического и химического состава: кварцевых, полимиктовых, кварцево-полимиктовых, ожелезненных или окаربоначенных. Особенности литологии учитываются в таксономическом подразделении ареносолей на уровне рода.

Гумидные ареносоли часто встречаются на флювиогляциальных и древнеаллювиальных равнинах бореального и суббореального поясов, на дюнных песках морских побережий.

Субаридно-субгумидные ареносоли распространены на песчаных массивах суббореального пояса, например, на древних речных террасах или дельтах – придонские и приднепровские пески.

В связи с тем, что в ареносолях содержится малое количество веществ, способных перемещаться в профиле и

дифференцировать его, эволюция их замедлена. Во влажных условиях они чаще всего эволюционируют в подзолы.

Ареносоли, в отличие от литосолей, часто образуют сплошной почвенный покров на довольно обширных территориях.

Использование ареносолей возможно не только в пастбищном и лесном хозяйстве, но и в земледелии. Однако необходимо помнить, что при нерациональном использовании этих почв они легко превращаются в подвижные пески, в связи с чем нуждаются в особой охране.

23.4. Регосоли и пелосоли

Регосоли (от греч. Rhegos – покров и лат. Solum – почва) представляют собой слаборазвитые почвы на рыхлых суглинистых наносах разного генезиса. Они имеют очень ограниченное распространение и являются обычно вторичными почвами, формирующимися на суглинистых породах после уничтожения первичного почвенного покрова, например в результате эрозионных процессов. Это могут быть дерновые слаборазвитые почвы овражных склонов, задерненных карьеров, насыпей и других антропогенных ландшафтов.

Строение профиля регосолей выражается формулой А–С или А–АС–С, иных генетических горизонтов в профиле нет. Общая мощность гумусированной части менее 10 см.

Регосоли характеризуются низким содержанием гумуса, нейтральной или слабокислой реакцией почвенного раствора. В зависимости от характера почвообразующей породы и условий атмосферного увлажнения почвенный поглощающий комплекс их может быть насыщен или ненасыщен основаниями.

Пелосоли (от греч. Pelos – глина и лат. Solum – почва) – это слаборазвитые почвы с профилем А–С, формирующиеся на глинах. Как и все слаборазвитые почвы, пелосоли имеют лишь небольшой гумусовый горизонт, иных генетических горизонтов нет. Это вторичные почвы, формирующиеся на древних

глинистых корах выветривания или древних (дочетвертичных) осадочных глинах, вышедших на поверхность после эрозии.

В типе пеласолей выделяется 4 подтипа в зависимости от характера субстрата (коры выветривания):

1. Терра-росса – красные суглинки и глины на известняках.
2. Терра-фуска – бурые суглинки и глины на известняках.
3. Терра-кальци – светло-серые суглинки и глины на известняках.
4. Пластосоли – пестроокрашенные глины.

Терра-росса (от итал. красная земля) первоначально были описаны в средиземноморском районе Европы, а позднее и в других регионах мира: Крыму, Калифорнии, Юго-Восточной Азии. В настоящее время терра-росса рассматриваются как древние коры выветривания, в поверхностном слое которых формируется современная слабообразованная почва, представленная маломощным гумусовым горизонтом.

Терра-фуска тоже является древней корой выветривания, но отличается более сложной геологической историей – считается, что во время ледникового периода она претерпела криотурбационную переработку, о чем свидетельствует наличие в ее строении морозобойных трещин, заклинков, поверхностей скольжения.

Терра-кальци – это слабощелочная кора выветривания известняков, которая не полностью освобождена от карбоната кальция и, в отличие от терра-фуски, не подвергалась воздействию криогенных процессов.

Пластосоли представляет собой древнюю ферраллитную кору выветривания силикатных пород, связанную с дочетвертичным выветриванием и почвообразованием в тропических условиях.

Все подтипы пеласолей описаны в Европе на древних глинистых корах выветривания, но они могут встречаться и в других регионах мира, например, в Предуралье и Сибири.

Используются пеласоли под виноградники, сады, плантации оливковых и цитрусовых деревьев в Южной Европе. Эти почвы

сильно подвержены водной эрозии, в связи с чем нуждаются в почвоохранных мероприятиях.

Согласно «Классификации почв России» (2004), все слаборазвитые почвы выделяются в створе постлитогенных, отделе слаборазвитых почв на уровне следующих типов:

1. Пелозёмы (подтипы: типичные, оподзоленные, потечно-гумусовые, глееватые).

2. Пелозёмы гумусовые (подтипы: типичные, глинисто-иллювирированные, засоленные, глееватые).

3. Псаммозёмы (подтипы: типичные, оподзоленные, иллювиально-ожелезненные, псевдофибровые).

4. Псаммозёмы гумусовые (подтипы: типичные, оподзоленные, иллювиально-ожелезненные, псевдофиюровые).

5. Петрозёмы (подтипы: типичные, оподзоленные, иллювиально-ожелезненные).

6. Петрозёмы гумусовые (подтипы: типичные, оподзоленные, иллювиально-ожелезненные, натёчно-карбонатные).

7. Карбо-петрозёмы (подтип типичные).

8. Карбо-петрозёмы гумусовые (подтип типичные).

9. Гипсо-петрозёмы (подтип типичные).

10. Гипсо-петрозёмы гумусовые (подтип типичные).

Контрольные вопросы

1. Назовите типы слаборазвитых почв и укажите их общие диагностические признаки. 2. Какие почвы относят к литосолям? Назовите их подтипы, охарактеризуйте признаки, свойства и особенности использования. 3. Назовите особенности ареносолей и критерии, лежащие в основе их классификации. Как используют ареносоли? 4. Какие почвы относят к регосолям и пелосолям? Какими признаками и свойствами они характеризуются?

Глава 24 Дерновые почвы

24.1. Общие диагностические признаки и строение профиля

Дерновые почвы – это группа типов автоморфных хорошо дренированных почв с профилем А–С или А–R с мощностью гумусового горизонта более 10 см. Исключение составляют подобные почвы, развивающиеся на аллювиальных и вулканических наносах, криогенные почвы, а также почвы с признаками слитогенеза.

Дерновые почвы могут формироваться как на скальных, так и на рыхлых почвообразующих породах в различных биоклиматических условиях. Растительный покров на них может быть представлен травянистыми суходольными лугами или лесами, преимущественно лиственными, с развитым травяным покровом.

Общими диагностическими признаками являются следующие:

а) наличие мощного гумусового горизонта А и, как правило, переходного горизонта АС (или AR) с общей мощностью прокрашенной гумусом толщи более 10 см. В верхней части горизонта А обычно формируется дернина, может присутствовать горизонт подстилки О.

б) отсутствие каких-либо иных генетических горизонтов в профиле, либо наличие лишь их слабых признаков, не достаточных для морфологического выделения горизонтов.

В группе дерновых почв выделяют 4 типа в зависимости от характера почвообразующей породы:

1. Рендзины – на карбонатных плотных породах.
2. Парарендзины – на карбонатных рыхлых породах.
3. Ранкеры – на силикатных плотных породах.
4. Умбрисоли – на силикатных рыхлых породах.

24.2. Рендзины и парарендзины

Рендзины – это темноокрашенные глинистые почвы с профилем А–AR–R, формирующиеся на плотных карбонатных породах (известняках, мергелях, мраморах, мелах).

Парарендзины – это темноокрашенные глинистые почвы с профилем А–АС–С, образующиеся на рыхлых карбонатных

породах (карбонатной морене, карбонатных суглинках и глинах и т.п.).

В отечественном почвоведении эти почвы называют дерново-карбонатными. Термин «рендзина» признан международным, объединяющим как настоящие рендзины, так и парарендзины.

Распространение. Рендзины и парарендзины широко распространены на холмистых равнинах и горных склонах Европы, Восточной Сибири, США, Канады, покрывают большие площади в Прибалтике, встречаются в Белоруссии, Молдавии, на Кавказе, в Крыму. В России распространены в Ленинградской, Псковской, Новгородской областях, в горных районах Сибири. Эти почвы формируются в лесной зоне бореального и суббореального поясов.

Условия почвообразования. Рендзины и парарендзины развиваются при большом количестве атмосферных осадков и малом испарении в условиях гумидного климата и характеризуются промывным типом водного режима при хорошем внутрипочвенном дренаже. Почвообразующие породы содержат карбонаты. Растительность представлена широколиственными и хвойно-широколиственными лесами с хорошо развитым травянистым покровом.

Генезис и эволюция рендзин и парарендзин. Основным почвообразовательным процессом, формирующим профиль рендзин и парарендзин, является дерновый, который протекает под воздействием травянистой растительности, приводящей к образованию хорошо развитого гумусового горизонта. Особенность дернового процесса – накопление гумуса и питательных веществ, создание водопрочной структуры в верхнем горизонте почвы.

На развитие дернового почвообразовательного процесса специфическое влияние оказывают травяные сообщества, характеризующиеся следующими особенностями:

- 1) кратким жизненным циклом (1–3 года) и благоприятным химическим составом опада (высокая зольность (3–13%) и

повышенное содержание азота), обуславливающими интенсивный биологический круговорот;

2) значительной долей корней от общей фитомассы (она чаще всего равна надземной или преобладает над ней, достигая 85–97%), вследствие чего корневые системы являются важнейшим источником образования гумуса;

3) высокой степенью разветвления корневых систем (до 70–80 км при одиночном стоянии растений и до 800–900 м и более при сплошном) и особенно корневых волосков, что обуславливает активное развитие биохимических и микробиологических процессов в зоне их распространения;

4) поступлением органических остатков непосредственно в толщу почвы и разложением их в условиях тесного контакта с ее минеральными соединениями, что благоприятствует процессам гумификации и закреплению образующихся гумусовых веществ.

Вследствие вышеперечисленных особенностей травянистых растений в верхних горизонтах почвы вместе с аккумуляцией гумуса увеличивается содержание питательных веществ, улучшаются физико-химические и физические свойства, усиливаются микробиологические процессы и в конечном итоге формируется высокое плодородие почвы.

На образование и накопление гумуса большое влияние оказывает наличие в почве оснований, в частности углекислого, силикатного и обменного кальция и магния, стимулирующих разложение свежих растительных остатков, нейтрализующих и переводящих в нерастворимое состояние гумусовые вещества, что предохраняет последние от вымывания и разложения микроорганизмами.

В основе эволюции рендзин и парарендзин лежит постепенное выщелачивание карбонатов кальция породы и остаточное оглинивание профиля. Стадии этого процесса фиксируются в разделении почв на подтипы: типичные – вскипают с поверхности; выщелоченные – вскипают в нижней части профиля; оподзоленные – имеют признаки начала дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу. Дальнейшая эволюция рендзин и парарендзин может привести к

формированию остаточно-карбонатных буроземов или остаточно-карбонатных дерново-подзолистых почв и, наконец, буроземов или дерново-подзолистых почв.

Характерными признаками рендзин и парарендзин являются следующие:

- высокая глинистость при отсутствии дифференциации гранулометрического состава по профилю;

- высокая каменистость профиля при развитии на плотных породах;

- слабокислая или нейтральная реакция почвенного раствора в верхней части профиля и слабощелочная – в нижней;

- высокая гумусированность при преобладании в составе гумуса гуматов кальция (гуминовых кислот, связанных с кальцием, фракция ГК-2);

- высокая емкость катионного обмена;

- полная или почти полная насыщенность почвенного поглощающего комплекса основаниями.

Классификация и свойства рендзин и парарендзин. Типы рендзин и парарендзин подразделяются на 3 подтипа: типичные, выщелоченные и оподзоленные.

Типичные рендзины (и парарендзины) имеют профиль O-A-AR-R (O-A-AC-C). Мощность гумусированных горизонтов колеблется в пределах от 10 до 80 см. Гумусовый горизонт темно-серый или черный, с высоким содержанием гумуса (5–15%), хорошо выраженной зернистой или комковато-зернистой структурой, рыхлый, пористый. На плотных породах почвы обычно сильнокаменистые, с глубиной каменистость возрастает.

Почвы этого подтипа вскипают от HCl с поверхности (т.е. карбонаты присутствуют по всему профилю), что обуславливает нейтральную или слабощелочную реакцию среды при полной насыщенности ППК основаниями. Для гумусового горизонта характерна высокая емкость катионного обмена (до 60 мг·экв/100 г). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты ($C_{гк}:C_{фк}=1,3-1,4$). В почвах отсутствует дифференциация профиля по гранулометрическому (в пределах мелкозема) и валовому химическому составу. Нередко почвы

отличаются низким содержанием доступных форм фосфорных соединений, что обусловлено их высокой карбонатностью.

Выщелоченные рендзины и парарендзины часто имеют большую мощность профиля (60–100 см до горизонта R или C) и характеризуются мощным переходным горизонтом AR или AC, окраска которого может изменяться от серо-бурой до красно-бурой. Диагностическим признаком этого подтипа служит вскипание от HCl в нижней части горизонта A или под ним (в горизонте AR или AC).

В гумусовом горизонте выщелоченных рендзин и парарендзин содержится от 3–5% до 5–10% гумуса, характерно быстрое снижение гумусированности с глубиной (в переходном к породе горизонте содержится 1,5–2,5%). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием, $C_{гк}:C_{фк}=1,3-1,4$. Реакция почвенного раствора слабокислая в бескарбонатном гумусовом горизонте и нейтральная или слабощелочная в переходном, что обусловлено наличием карбонатов. Емкость катионного обмена в этих почвах часто ниже, чем в типичных рендзинах и парарендзинах и составляет 18–23 мг·экв/100 г, насыщенность ППК основаниями близка к 100%.

Оподзоленные рендзины и парарендзины наиболее широко представлены из всех трех подтипов на северо-западе европейской части России, в меньшей степени они распространены в Молдавии, на Кавказе, на юге Европы. Они формируются на сильно выщелоченных карбонатных породах или породах, исходно бедных карбонатами.

Профиль почв этого подтипа слабо дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу при общей мощности до горизонта R или C около 100–120 см. Диагностическим признаком является наличие несколько осветленного горизонта AE в нижней части гумусового горизонта, характеризующегося снижением содержания илистой фракции и емкости катионного обмена. Ниже формируется слабо выраженный иллювиальный горизонт BC с призмочной структурой и натечными образованиями по граням структурных отдельностей.

По сравнению с двумя другими подтипами в оподзоленных почвах значительно меньше содержание гумуса, тип его становится гуматно-фульватным ($C_{гк}:C_{фк}=0,7-0,9$). В верхних горизонтах отмечается ненасыщенность ППК основаниями при общем снижении емкости катионного обмена.

В пределах подтипов рендзин и парарендзин по характеру почвообразующих пород выделяют следующие *роды*: известковые, силикатно-известковые, недоразвитые.

Виды выделяют по двум критериям:

1) по содержанию гумуса в горизонте А:

- перегнойные (> 15%),
- многогумусные (9–15%),
- среднегумусные (6–9%),
- малогумусные (< 6%).

2) по мощности гумусового горизонта:

- маломощные (менее 15 см),
- среднемощные (более 15 см).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), почвы, аналогичные и близкие к дерново-карбонатным, выделяются в разных отделах ствола постлитогенных почв.

Отдел: Органо-аккумулятивные почвы

Типы:

а) серогумусовые (дерновые) (подтипы: типичные, глинисто-иллювиальные, иллювиально-ожелезненные, метаморфизованные, темнопрофильные),

б) темnogумусовые (подтипы: типичные, глинисто-иллювиальные, метаморфизованные, остаточнo-карбонатные).

Отдел: Литозёмы

Типы:

а) карбо-литоземы перегнойные (подтип типичные),

б) карбо-литоземы темnogумусовые (рендзины) (подтипы: типичные, глинисто-иллювиальные).

Отдел: слаборазвитые почвы

Тип: карбо-петрозёмы гумусовые (подтип типичные).

Использование рендзин и парарендзин связано с сельским и лесным хозяйством. Для поддержания высокой и устойчивой

биологической продуктивности на типичных рендзинах и парарендзинах рекомендуется внесение кислых фосфорных удобрений, а также кислого торфа. Вследствие недостатка доступного железа (этот элемент связывается в сидерит – FeCO_3) на этих почвах растения часто болеют хлорозом; картофель на сильнокарбонатных почвах поражается паршой.

На старопашотных землях рендзины и парарендзины часто характеризуются неблагоприятными физическими свойствами: повышенной вязкостью и липкостью во влажном состоянии и глыбистостью в сухом, что связано с деградацией структуры; узким диапазоном активной влажности, что приводит к сжатию сроков обработки почв.

При формировании почв на доломитах в них может содержаться избыток магния, что приводит к ухудшению физических и физико-химических свойств; в этом случае рекомендуется проведение гипсования.

В целом, типичные рендзины и парарендзины обладают высоким потенциальным плодородием при достаточной мощности профиля. На них особенно экономически эффективны луговые пастбищные и сенокосные угодья, они успешно могут использоваться в полеводстве.

24.3. Ранкеры

Ранкеры – это автоморфные хорошо дренированные темно-окрашенные почвы с профилем A-AR-R, формирующиеся на плотных силикатных (бескарбонатных) породах. В отечественном почвоведении эти почвы называют «дерновыми литогенными», «дерновыми неоподзоленными», «дерновыми лесными». В настоящее время термин «ранкер» признан как международный для наименования таких почв.

Генезис и свойства. Как и все дерновые почвы ранкеры формируются под влиянием дернового процесса и являются горными почвами. Они характеризуются следующими общими свойствами:

- 1) малой мощностью и высокой каменистостью профиля;

2) высокой гумусностью, достигающей 5–20% в горизонте А при гуматно-фульватном типе гумуса;

3) высокой емкостью катионного обмена (20–30 мг-экв/100 г и более) при ненасыщенности почв основаниями;

4) кислой реакцией почвенного раствора в гумусированной части профиля;

5) высокой глинистостью при отсутствии дифференциации глины по профилю;

6) сравнительно высоким содержанием свободного железа в гумусовом горизонте вплоть до морфологического проявления ожелезненности (конкреции, сгустки, пленки);

7) хорошей оструктуренностью и рыхлостью гумусового горизонта (структура зернистая или комковато-зернистая);

8) высокой водопроницаемостью.

Классификация. По особенностям термического режима и общей экологии ранкеры делятся на:

– альпийские («альпийские горно-луговые почвы»),

– субальпийские («субальпийские горно-луговые почвы»),

– лесные («дерновые лесные почвы»).

Иногда в особо сухих местообитаниях выделяют сухоторфянистые ксероранкеры.

Использование. Ранкеры высокогорных лугов (альпийские и субальпийские) часто используются в качестве пастбищ. С целью предотвращения деградации растительного и почвенного покровов в результате перегрузки пастбищ необходимо проводить мероприятия по повышению и устойчивому поддержанию их продуктивности, а также почвоохранные мероприятия.

В горном лесном поясе ранкеры составляют лесной фонд. Ведение лесного хозяйства на них должно сочетаться с почвозащитными мероприятиями.

Для земледелия эти почвы мало пригодны, так как при сплошной вырубке лесов очень сильно подвергаются эрозионным процессам, что обусловлено их маломощностью и рыхлостью.

24.5. Умбрисоли

Умбрисоли – это темноокрашенные почвы с профилем А–АС–С, развивающиеся на рыхлых силикатных (бескарбонатных) породах. Термин «умбрисоль» является международным, в отечественном почвоведении эти почвы часто называют «дерновыми кислыми». В целом их подразделяют на дерновые субарктические, кислые дерновые и насыщенные дерновые почвы.

Дерновые субарктические (или дерновые потечно-гумусовые) почвы формируются в условиях влажного (осадков выпадает 800-1300 мм в год) и прохладного климата с относительно теплой зимой (температура января 0°C). Растительность представлена субарктическими и разнотравно-злаковыми лугами. Согласно М.А. Глазовской, постоянная влажность почвы и невысокие положительные температуры почти в течение всего года обуславливают медленную гумификацию обильных растительных остатков с накоплением грубого гумуса или сухого торфа на поверхности этих почв. Характерна высокая ожелезненность и алюминированность почв. Содержание гумуса составляет 5-13%, преобладают фульвокислоты при невысокой доле нерастворимого остатка (гумина). Почвы сильнокислые, ненасыщены основаниями, емкость катионного обмена невысокая – 10-20 мг-экв/100 г почвы.

Кислые дерновые почвы формируются в низких широтах, развиваются в автоморфных условиях гумидных зон при промывном типе водного режима под травянистыми лесами или суходольными лугами. Характерными признаками являются следующие:

- 1) мощная лесная подстилка или дернина, под ней – комковатый или зернисто-комковатый темноокрашенный гумусовый горизонт, постепенно (через горизонт АС) переходящий в почвообразующую породу;
- 2) содержание гумуса от 2-4% до 6-8%;

3) гумус гуматный в верхней части профиля, в переходном горизонте АС отношение $C_{гк}:C_{фк}$ существенно сужается.

4) водно-физические свойства благоприятны.

Насыщенные дерновые почвы формируются в условиях семиаридного и субгумидного климата. Они полностью насыщены основаниями, имеют нейтральную реакцию среды по всему профилю. Гумус гуматный с высоким содержанием нерастворимого остатка. Их часто описывают как «черноземовидные» почвы. Карбонатно-аккумулятивный горизонт в них отсутствует.

Использование умбрисолей связано как с лесным, так и с сельским хозяйством, но и в том и другом случае необходимо проведение комплекса почвоохранных мероприятий.

Контрольные вопросы

1. Назовите общие диагностические признаки дерновых почв. 2. Где распространены и в каких условиях формируются рендзины и парарендзины? 3. Охарактеризуйте генезис рендзин и парарендзин. В каком направлении они эволюционируют? 4. Каковы особенности травянистых сообществ и какую роль они играют в почвообразовании? 5. Перечислите основные свойства рендзин и парарендзин. 6. Назовите подтипы, роды и виды рендзин и парарендзин. 7. Каковы особенности использования рендзин и парарендзин? 8. Охарактеризуйте генезис и свойства ранкеров. Как их классифицируют? 9. Назовите особенности использования ранкеров. 10. Какие почвы называют умбрисолями? Назовите их характерные свойства.

Глава 25 Гидроморфные почвы

Гидроморфные (гидрогенные) почвы – это большая группа почв, формирующихся в условиях избыточного по сравнению с нормальным для плакорных пространств данной природной зоны увлажнения.

25.1. Гидроморфизм почв

Гидроморфизм почв может быть вызван следующими причинами:

1. Близким к поверхности стоянием или периодическим поднятием грунтовых вод (грунтово-водный гидроморфизм).

2. Поверхностным застоем атмосферных осадков в отсутствие их оттока в подстилающую толщу или по склону (поверхностный, или атмосферный, гидроморфизм).

3. Сочетанием грунтово-водного и поверхностного гидроморфизма.

4. Периодическим формированием верховодки в пределах почвенной толщи на водоупорных горизонтах (внутрипочвенный гидроморфизм).

5. Периодическим затоплением паводковыми водами в речных поймах при сочетании, как правило, с влиянием близких грунтовых вод (пойменный, или аллювиальный, гидроморфизм, амфибиальный гидроморфизм).

6. Постоянным водонасыщением при затоплении территории в плавнях, маршах, манграх, в дельтах рек и по побережьям морей и озер (маршевый гидроморфизм).

7. Периодическим длительным затоплением поверхности почвы при культуре риса (рисокультурный гидроморфизм).

Гидроморфные почвы всегда формируются в транзитных и, чаще всего, аккумулятивных ландшафтно-геохимических условиях, в связи с чем они служат геохимическим барьером на пути миграции различных соединений. В *гумидных районах* гидроморфные почвы аккумулируют органическое вещество, соединения кремния, железа, марганца, фосфора, в *аридных* – известь, гипс, водорастворимые соли. Во всех случаях в этих почвах накапливаются микроэлементы, в том числе радиоактивные изотопы. Избыточное поступление воды при гидроморфизме – это всегда дополнительное поступление в почву тех или иных химических веществ, сопровождаемое их аккумуляцией.

Гидроморфные почвы характеризуются специфичным *окислительно-восстановительным режимом*, что связано с их периодическим или постоянным переувлажнением и соответствующим анаэробнозисом, приводящим к развитию химических или биохимических (микробиологических)

восстановительных процессов и падению окислительно-восстановительного потенциала (Eh) почвы до низких (100–200 мВ) или даже отрицательных значений. Лишь в редких случаях переувлажнения сильноокисленными высококислородными водами в условиях хорошего дренажа в гидроморфных почвах может сохраняться окислительная обстановка с высокими (500–600 мВ) значениями Eh.

В гидроморфных почвах протекает специфический элементарный почвенный процесс – *глеевый*. *Оглеение* почвы является результатом длительного сезонного или постоянного переувлажнения почвенной массы и развития восстановительных процессов в условиях анаэробнозиса и низких значений окислительно-восстановительного потенциала. В значительной степени этот процесс биохимический, т.к. связан с жизнедеятельностью анаэробной микрофлоры почв. Большую роль в нем играют микроорганизмы, получающие энергию за счет окислительно-восстановительной трансформации органического вещества и соединений железа, марганца, серы.

В *глеевом горизонте* почв характерно присутствие элементов с переменной окислительно-восстановительной способностью в состоянии наименьшего окисления, в восстановленных формах: FeO, MnO, H₂S, CH₄, N_xO, PH_x. Характерно и наличие специфических глинистых минералов, содержащих элементы с низшей окислительной способностью: вивианит (гидрофосфат железа 2-х валентного), глауконит, сульфиды тяжелых металлов. Обычно глеевые горизонты содержат многие токсичные для растений вещества, включая токсичные газы – метан, сероводород, малоокисленные оксиды азота и углерода. Доступный растениям азот содержится в аммонийной форме, нитратов практически нет.

Оглеение, как правило, не бывает сплошным: в оглеенных горизонтах отмечается чередование зон окисления и восстановления, в связи с чем окраска их пятнистая, выраженная в чередовании сизых (голубоватых, зеленоватых) и охристых, ржавых пятен.

В случае сезонных смен восстановительной и окислительной обстановки наблюдается высокая *конкреционность почв* – отбеливание основной массы почвы и сегрегация соединений железа и марганца в конкрециях. При некотором оттоке воды или постоянном проточном переувлажнении может иметь место вынос водорастворимых соединений (в том числе железа), ведущий к формированию *глее-элювиальных* или *псевдоглеевых* горизонтов в почвах.

Обычно в почвах присутствуют в разной степени оглеенные горизонты: в *глееватой почве* оглеение выражено отдельными пятнами, в глеевой – имеется сплошной глеевый горизонт. Почва может быть поверхностно- и глубинно-глееватой, поверхностно- и глубинно-глеевой.

Систематика гидроморфных почв.

Гидроморфные почвы не образуют классификационно единой группы почв, поскольку гидроморфизм может сочетаться с разными типами почвообразования в разных природных зонах.

Для гидроаккумулятивной (субаквальной, подводной) стадии почвообразования характерны мангровые и маршевые почвы, для гидроморфной – аллювиальные (пойменные) и болотные почвы. На мезогидроморфной стадии почвообразования выделяются разнообразные полуболотные, заболоченные и луговые почвы, в которых гидроморфизмом затронута лишь нижняя часть профиля.

Часто с гидроморфизмом связано формирование солончаков, солонцов, солодей, псевдоглеев и других почв, однако систематически они рассматриваются самостоятельно, т.к. ведущими процессами для них являются иные.

Таким образом, в качестве собственно гидроморфных почв рассматриваются мангровые, маршевые, болотные и аллювиальные почвы.

25.2. Мангровые и маршевые почвы

Мангровые почвы

Мангровые почвы – это своеобразный и специфичный по экологии почвенный тип, связанный с океаническими побережьями тропического пояса. Они формируются в полосе приливов в подходящих для поселения мангровой растительности условиях, часто в дельтах рек.

Мангровые леса образуют по направлению от моря к берегу четко выраженные полосы (пояса) разных видов растений. Первую от моря полосу с наиболее глубоким приливом (до 2–3 м) составляет ризофоровая мангрова, деревья которой имеют мощные ходульные корни, обнажающиеся во время отлива. Вторую полосу образует пневматофоровая мангрова, более низкие деревья которой имеют на корнях идущие вертикально вверх отростки (пневматофоры). Они обнажаются во время отлива и служат для корневого дыхания. Третий пояс представлен низкорослыми зарослями кустарниковой пальмы и болотного финика.

В мангровых зарослях обитают многочисленные представители фауны: различные моллюски, крабы и другие ракообразные, черви, специфические мелкие рыбки, зарывающиеся в ил и прыгающие по ходульным корням и пневматофорам во время отлива.

Для экологии мангров характерны следующие особенности:

1) периодическое дважды в день затопление поверхности во время приливов морской водой и дважды в день освобождение от воды во время отливов;

2) постоянная обводненность илистого грунта–почвы;

3) постоянное высокое содержание морских солей в почве и насыщающей ее воде, но меньшее, чем в морской воде, благодаря опресняющему действию поступающих сюда со стороны берега грунтовых вод;

4) постоянно высокая температура тропического пояса.

Специфика мангровых почв заключается в отсутствии профиля в обычном его понимании, они имеют лишь один генетический горизонт АС, представленный сплошным илистым вязким слоем темно-серой окраски (так называемая «солёная морская грязь»). В результате жизнедеятельности обильной

фауны характерна постоянная биотурбация почвы, что приводит к интенсивной гомогенизации всего биогенного слоя.

Свойства почв. Мангровые почвы обогащены элементами минерального питания: азотом (в аммиачной форме), фосфором, калием, кальцием, магнием. Здесь откладывается принесенный с побережья глинистый аллювий, перерабатываемый морскими приливами и биологической деятельностью мангров. В результате собственного круговорота углерода и вместе с аллювием в почвы поступает большое количество органического вещества. Содержание гумусовых веществ составляет 5-10%, преобладают гуминовые кислоты.

Постоянное насыщение водой и обилие органического вещества при высокой температуре обуславливают интенсивно идущие восстановительные процессы. В связи с этим в мангровых почвах присутствует свободный сероводород, сульфиды (темный цвет почвы связан не только с высокой гумусированностью, но и с присутствием сульфидов металлов и гидроксидов марганца). Реакция почвы нейтральная или слабощелочная, обусловленная высокой соленостью почвенного раствора и обилием катионов в среде.

Использование. Мангровые почвы представляют ценный земельный фонд, особенно для культуры риса. Освоение почв осуществляется следующим образом: проводят обвалование участка мангрового леса от моря; при его высыхании лес погибает, после чего его выжигают, участок раскорчевывают и распахивают. Почва промывается в течение одного-двух сезонов в условиях постоянного оттока высоко стоящих грунтовых вод и становится пресной. Одновременно почва сильно подкисляется, главным образом, в результате окисления сульфидов: рН при этом может упасть с 7,5 до 2,5-3,5. Экстракислая реакция значительно лимитирует почвенное плодородие, в связи с чем необходимы специальные мелиоративные мероприятия.

Маршевые почвы

Маршевые почвы являются своеобразными субквально-маршевыми почвами дельтовых плавней и приморских и озерных маршей, занятых преимущественно тростниковой растительностью

(включая папирус, лотос). Они распространены в бореальных, суббореальных и субтропических поясах и экологически сходны с мангровыми почвами, так как подвергаются периодическому воздействию приливных вод. Различают пресноводные и солоноводные марши. Пресноводные формируются по побережьям пресных озер (например, большие пространства вокруг озера Виктория в Африке), солоноводные – по побережьям соленых озер и морей. Плавни в дельтах рек в значительной мере опреснены, хотя имеют некоторую соленость, которая увеличивается по мере приближения к морю, как, например, плавни Волги, Кубани, Дуная.

Маршевые почвы характеризуются отсутствием профиля: как и мангровые почвы, они имеют один горизонт АС, обогащенный гумусом и восстановленными соединениями.

При освоении профиль маршевых почв разделяется на два горизонта – верхний гумусовый и нижний глеевый. По мере увеличения дренированности территории маршевые почвы постепенно эволюционируют в болотные, лугово-болотные и луговые почвы. При дренировании и окислении они часто превращаются в так называемые «кошачьи глины». Это название связано с появлением в их профиле ярких соломенно-желтых пятен ярозита (сульфат железа), разбросанных по фону сизой оглеенной почвенной массы. При окислении из нейтральных и слабощелочных почвы становятся сильнокислыми (рН до 2,5–3,5), что является ограничивающим фактором их сельскохозяйственного использования и требует проведения сложных мелиоративных мероприятий.

25.3. Болотные почвы

Болотные почвы – это интразональные гидроморфные почвы, формирующиеся во многих почвенно-климатических зонах в условиях избыточного увлажнения. Болотные почвы широко распространены на земном шаре в различных природных зонах, но главные площади их сосредоточены в тундре, в зонах бореальных и тропических лесов на великих

водно-аккумулятивных низменностях (Западно-Сибирская, Амазонская).

25.3.1. Условия формирования, генезис и строение профиля болотных почв

Болота всегда образуются в условиях застойного избыточного увлажнения (грунтового или поверхностного), их формирование тесно связано с характером геоморфологии и общей дренированности территории. Современное болотообразование охватывает всю эпоху голоцена и продолжается в настоящее время в результате заболачивания водоемов и суши.

Заболачивание водоемов происходит в результате их зарастания или нарастания (развития сплавины) с образованием торфа разного состава соответственно стадии заболачивания. Зарастание свойственно озерным и старичным мелководьям. Нарастание сплавины имеет место на озерах с относительно обрывистыми берегами. При зарастании образуются низинные эутрофные и мезотрофные болота, при нарастании сплавины, как правило, – верховые олиготрофные.

Механизм *заболачивания суши* на примере почв таежной зоны Западной Сибири рассмотрен Н.А. Караваевой (1982). Заболачивание суши происходит несколькими путями, но всегда при застойном гидроморфном водном режиме, который может создаваться атмосферными намывными склоновыми, намывными русловыми, грунтовыми, грунтово-напорными водами.

Заболачивание водами атмосферных осадков имеет поверхностный характер и связано с превышением осадков над испарением, т.е. свойственно холодным гумидным районам субарктического и бореального поясов.

Непосредственной причиной заболачивания служит застой воды на поверхности в результате следующих факторов:

- развития мерзлоты,
- слабой водопроницаемости почв и пород,

– наличия влагоемкого органического покрова на поверхности (мощной подстилки или мохово-лишайникового ковра).

При этом образуются верховые олиготрофные, реже мезотрофные болота.

Заболачивание намывными склоновыми и русловыми водами приводит к возникновению низинных или переходных болот на подножьях склонов и в речных долинах.

При *грунтовом заболачивании* формируются низинные болота. Заболачивание может иметь место при мягких, жестких и соленых грунтовых водах. В первом случае в болотных почвах наблюдаются отложения болотной руды – больших скоплений лимонита, во втором – отложения болотного мергеля, а в третьем – водорастворимых солей.

Заболачивание может быть следствием изменения гидрологического режима деятельностью человека. Например:

– заболачивание вырубок во влажно-лесном поясе при снятии транспирационной функции леса;

– подтопление обширных пространств вокруг водохранилищ и открытых земляных каналов в результате инфильтрации и подъема уровня грунтовых вод;

– заболачивание орошаемых полей в результате избыточных поливов при отсутствии искусственного дренажа.

По характеру водного питания и обеспеченности элементами минерального питания болота делятся на верховые (олиготрофные), переходные (мезотрофные) и низинные (эутрофные).

Верховые болота возникают на водораздельных пространствах в результате атмосферного переувлажнения или нарастания сплавины на озерах. Их характеризует бедность элементами минерального питания растений, кислая реакция среды, преимущественное развитие сфагновых мхов.

Низинные болота формируются при грунтовом увлажнении или зарастании озер. Они богаты элементами минерального питания растений, имеют нейтральную реакцию среды, отличаются аккумуляцией соединений железа, извести, солей.

Это типичные представители аккумулятивных ландшафтов, являющихся геохимическими барьерами для многих веществ.

Переходные болота образуются путем смешанного заболачивания и имеют переходные характеристики.

Для болотообразования и формирования болотных почв характерны два сопряженных процесса:

1. Торфообразование (в верхней части профиля).
2. Оглеение (в нижней части профиля).

Торфообразование – это накопление на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. В анаэробных условиях интенсивность окислительных процессов сильно ослабляется и органические вещества до конца не минерализуются. Разложение их при анаэробии приводит к образованию промежуточных продуктов в виде низкомолекулярных органических кислот, которые подавляют жизнедеятельность микроорганизмов, играющих основную роль в процессах превращения органических веществ в почве. В результате образуется торф.

Торф – это продукт специфической трансформации мертвого органического вещества в условиях анаэробии, когда происходит накопление промежуточных продуктов распада органических соединений и их консервация.

По составу торф может быть древесным, древесно-осоковым, древесно-моховым, осоковым, зеленомоховым, сфагновым. Соответственно меняется его биохимический состав, связанный с составом растений-торфообразователей.

Оглеение – это сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях при наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов. При глееобразовании происходит разрушение первичных и вторичных минералов, существенным превращениям подвергаются соединения элементов с переменной валентностью (железа, марганца, серы, азота). Наиболее характерная особенность глеевого процесса –

восстановление окисного железа в закисное, что обуславливает сизую, зеленоватую, голубую окраску.

Морфологическое строение профиля болотных почв. Профиль болотных почв имеет простое строение: Т(А)–G. Иногда в болотных почвах выделяют очес (Оч) или лесную подстилку (А₀). Торфяной горизонт часто подразделяют на подгоризонты (Т₁, Т₂, Т₃ и т.д.) в зависимости от ботанического состава растений, составляющих торф, и от степени его разложения. Торфяной горизонт может быть слаборазложившимся (торфяным), среднеразложившимся (перегноино-торфяным) или сильноразложившимся (перегноинным). Ниже торфяного горизонта лежит глеевый горизонт, а под ним залегает материнская порода.

25.3.2. Свойства торфа

Важнейшими свойствами торфа являются его зольность и реакция среды, которые в разных болотах неодинаковы:

– в верховых болотах зольность составляет 0,5–3,5% при рН 2,8–3,6;

– в переходных – 4–7% при рН 3,6–4,8;

– в низинных – 5–18% при рН 5–7.

При наличии минеральных примесей зольность торфа может возрастать до 20–30% и выше. В верховых болотных почвах состав и содержание зольных элементов определяется зольностью исходных растительных остатков, а в низинных – в большей мере зависит от гидрогенной аккумуляции веществ и степени заиления торфа. Важнейшими элементами золы являются фосфор, калий и кальций. Фосфор в торфе содержится в основном в органической форме и в небольших количествах (0,1–0,4%), за исключением почв, где фосфор может накапливаться в составе вивианита. Все торфа бедны калием. Содержание кальция в торфе верховых болот невелико, а в торфе низинных почв составляет в среднем 2–4%, достигая в карбонатных почвах 30% и выше. В торфе оруденелых почв содержится значительное количество Fe_2O_3 (5–20% и более), а в

засоленных торфах присутствуют водорастворимые соли (до 2%).

При торфообразовании наблюдается обеднение торфа верховых болот зольными элементами по сравнению с их содержанием в растениях-торфообразователях. В низинных же и переходных болотах имеет место обратная картина за счет дополнительного поступления элементов в торф с грунтовыми водами.

Важной характеристикой торфа как природного ресурса является степень его разложения, определяемая морфологически или количественно на основании измерения соотношения между разложившимся материалом и сохранившимися строение растительными остатками, т.е. по относительному содержанию продуктов распада тканей, утративших клеточное строение. Торф верховых болот имеет слабую или среднюю степень разложения, а низинных – чаще всего высокую.

Основную часть торфа составляет органическое вещество. В верховых болотных почвах оно представлено преимущественно целлюлозой, гемицеллюлозой, лигнином и воскосмолами. Торф этих почв слабо гумифицирован, гумусовые вещества составляют 10–15% от общего углерода, в их составе преобладают фульвокислоты. Торф низинных болот хорошо гумифицирован, в нем содержится до 40–50% гумусовых веществ, преобладающая часть которых представлена гуминовыми кислотами.

Торф болотных почв богат азотом: в верховых почвах его количество составляет 0,5–2%, в низинных – 3–4%.

Торфа всех видов характеризуются высокой емкостью поглощения (от 80–90 до 130–200 мг-экв/100 г.), но различаются по насыщенности основаниями. Степень насыщенности торфа верховых болот 10–30%, а низинных – 70–100%.

Торфяные горизонты имеют специфические физические свойства:

- низкие показатели плотности,
- высокую влагоемкость (в низинном торфе она составляет 400–900%, в верховом – 1000–1200%), в результате чего торф

всегда насыщен водой, что ведет к дефициту кислорода, заторможенности биохимических процессов и биологического круговорота веществ в целом,

- слабую водопроницаемость,
- низкую теплопроводность, что определяет неглубокое промерзание болотных почв в холодный период и очень медленное их оттаивание.

25.3.3. Классификация и диагностика болотных почв

Среди болотных почв выделяют три типа:

1. Торфяные верховые почвы.
2. Торфяные низинные почвы.
3. Болотные минеральные почвы.

Торфяные верховые почвы распространены преимущественно в северной и средней тайге таежно-лесной зоны. Образуются они на водоразделах в условиях увлажнения пресными атмосферными застойными водами. Растительный покров представлен сфагновым мхом, полукустарниками (морозкой, багульником, кассандрой, голубикой) и древесными породами (елью, сосной, березой), обычно сильно угнетенными.

Эти почвы отличаются низкозольным сильнокислым торфом слабой степени разложения. В торфяном горизонте почти полностью отсутствуют поглощенные кальций и магний, в минеральных горизонтах профиля содержание их весьма незначительно. Почвенный поглощающий комплекс насыщен водородом и алюминием.

В типе болотных верховых почв различают 2 подтипа:

1. Болотные торфяно-глеевые.
2. Болотные верховые торфяные.

Болотные торфяно-глеевые почвы имеют мощность торфяных горизонтов менее 50 см и формируются в пониженных частях водоразделов или по окраинам верховых болот. В их профиле различают сфагновый очес, торфяной горизонт и глеевый горизонт.

Болотные верховые торфяные почвы имеют мощность торфяных горизонтов более 50 см и занимают центральные части верховых торфяных болот на водораздельных равнинах и песчаных террасах.

Профиль их слабо дифференцирован и представлен органогенными горизонтами, подстилаемыми торфоорганогенной породой.

В типе верховых болотных почв выделяют следующие роды:

1. Обычные (органогенный горизонт или весь профиль почвы состоит из сфагнового торфа).

2. Переходные остаточно-низинные засфагненные (образуются из болотной низинной почвы при потере верхними горизонтами связи с минерализованными грунтовыми водами).

3. Гумусово-железистые (характерны для торфяно-глеевых почв, развивающихся на песках).

Виды верховых болотных почв выделяют по двум критериям: 1) мощности органогенного горизонта и 2) степени разложения. По мощности органогенного горизонта в торфяной залежи выделяются следующие виды:

1) торфянисто-глеевые маломощные (мощность торфа от 20 до 30 см);

2) торфяно-глеевые (мощность торфа 30–50 см);

3) торфяные на мелких торфах (мощность торфяной залежи 50–100 см);

4) торфяные на средних торфах (мощность торфяной залежи 100–200 см);

5) торфяные на глубоких торфах (мощность торфяной залежи более 200 см).

По степени разложения торфа (в верхних 30–50 см) выделяют 2 вида:

1) торфяные – степень разложения менее 25%;

2) перегнойно-торфяные – степень разложения 25–45%.

Болотные низинные почвы формируются в глубоких депрессиях рельефа на водоразделах, на древнепойменных террасах и в понижениях речных долин. Образование этих почв происходит под растительностью, представленной осокой,

тростником, гипновыми мхами, ольхой, ивой, в условиях избыточного увлажнения жесткими грунтовыми водами.

В отличие от верховых болотных почв, низинные торфяные характеризуются менее кислой реакцией среды, меньшим содержанием поглощенных водорода и алюминия, более низкой гидролитической кислотностью, в связи с чем повышается и степень насыщенности основаниями.

В типе болотных низинных почв различают 4 подтипа:

1. Низинные обедненные торфяно-глеевые.
2. Низинные обедненные торфяные.
3. Низинные (типичные) торфяно-глеевые.
4. Низинные (типичные) торфяные.

Первые два подтипа формируются под действием слабоминерализованных грунтовых вод преимущественно в северной и средней тайге, остальные – под воздействием жестких грунтовых вод (преимущественно в южной тайге и лесостепи).

Деление на роды определяется повышенным содержанием в золе торфяных почв карбонатов, водорастворимых солей, соединений железа и т.д.

Принцип деления болотных низинных почв на виды в основном аналогичен делению почв верхового болотного типа.

Болотные минеральные почвы представлены тремя подтипами:

1. Перегнойно-глеевые почвы (с содержанием органического вещества 15–30%).
2. Дерново-глеевые почвы (с содержанием органического вещества до 15%).
3. Иловато-глеевые почвы (оглеенные с поверхности).

В международной классификации болотные минеральные почвы называются глейсолями, в отечественном почвоведении их иногда называют глеезёмами. Это почвы низинных или переходных болот, в которых аккумуляция органического вещества не дошла до стадии торфообразования.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), болотные почвы выделяются в створе постлитогенных, в

отделе глеевых почв на уровне типа торфяно-глеезёмы (подтипы: типичные, перегнойно-торфяные, потечно-гумусовые), а также образуют два отдела в стволе органогенных почв:

1. Отдел: Торфяные почвы.

а) тип: торфяные олиготрофные (подтипы: типичные, остаточнo-эутрофные, деструктивные, пирогенные, слоисто-пепловые),

б) тип: торфяные эутрофные (подтипы: типичные, перегнойно-торфяные, иловато-торфяные, пирогенные, слоисто-пепловые),

в) тип: сухоторфяные (подтип типичные).

2. Отдел: Торфозёмы.

а) тип: торфоземы (подтипы: типичные, минерально-торфяные, торфяно-окисленно-глеевые, слоисто-пепловые),

б) тип: торфоземы агроминеральные (подтипы: типичные, торфяно-окисленно-глеевые, слоисто-пепловые).

Использование. Торф верховых болотных почв используется в качестве топлива, как удобрение он не применяется, поскольку не только является низкoзольным и сильнокислым со слабой степенью разложения, но и содержит много восстановленных токсичных для растений соединений. Однако после использования в качестве подстилки скоту или после существенной минерализации и компостирования может идти на удобрение. Болотные верховые почвы рекомендуется использовать в качестве плантаций лекарственных растений, естественных ягодников, охотничьих угодий и т.п.

Торфяные низинные почвы пригодны для использования в луговодстве и земледелии при условии осуществления необходимых мелиоративных мероприятий, прежде всего осушения. Их торф характеризуется высокой зольностью, большим запасом элементов минерального питания, которые освобождаются в доступной форме при минерализации.

25.4. Аллювиальные почвы

Аллювиальные почвы формируются во всех почвенно-климатических зонах на пойменных террасах речных долин. Пойменная терраса – это самая низкая и молодая терраса речной долины, которая ежегодно заливается полой водой в паводковый период. Последний, в зависимости от питания реки, может быть связан со снеготаянием в её бассейне, с таянием ледников в истоке реки или с муссонными ливневыми дождями. Пойму имеют практически все реки, чем крупнее река, тем шире у нее пойма. Поймы рек занимают около 3% площади суши земного шара.

25.4.1. Условия формирования и генезис аллювиальных почв

В речной пойме имеют место два специфических процесса – поемный и аллювиальный.

Поемный процесс – это периодическое затопление почв пойменной террасы паводковыми водами.

Аллювиальный процесс – это накопление речного аллювия в результате оседания на поверхности пойменных почв твердых частиц из паводковых вод.

В результате аллювиального процесса на поверхности поймы происходит ежегодное отложение аллювия, который немедленно вовлекается в почвообразование, поэтому аллювиальные почвы постоянно растут вверх, получая систематически новые порции почвообразующей породы.

Строение речной долины. Во всякой развитой пойме различают три части:

- прирусловую приподнятую часть или прирусловой вал,
- центральную наиболее выровненную часть поймы,
- притеррасное понижение.

Ширина прирусловой поймы обычно небольшая: у малых рек она составляет 20–50 м, у крупных может достигать несколько километров. Центральная пойма имеет, как правило, наибольшую ширину (до нескольких десятков километров). В связи с меандрированием русла реки части поймы могут меняться местами, что приводит к неоднородности и слоистости

аллювиальных отложений, чередованию по вертикали песков, суглинков и глин.

При разливе реки в половодье наибольшая скорость потока создается в прирусловой части поймы, здесь откладывается наиболее грубый галечниково-песчаный аллювий. В центральной части поймы аллювий более тонкий, пылевато-суглинистый. В притеррасном же понижении, обычно занятом болотом с высокостебельной растительностью, скорость потока минимальная, и происходит отложение наиболее тонкого глинистого органоминерального аллювия.

Гранулометрический и химический состав отлагаемого аллювия зависит от состава почв и пород водосборной территории, климатических особенностей, облесенности и распаханности бассейна. Так, при сложении водосборного бассейна песчаными почвами и породами в пойме откладываются преимущественно песчаные наносы; при господстве суглинистых почв, развитых на карбонатных породах, преобладают суглинистые и глинистые отложения, обогащенные карбонатами. На необлесенной территории происходит быстрое таяние снега, бурный паводок, что способствует отложению в пойме аллювия с большим количеством песка и крупнопылеватых частиц. Если бассейны сильно облесены, то паводок более спокоен и растянут во времени, и в этом случае в пойме откладывается аллювий, в котором преобладают пылеватые и илистые частицы. Гранулометрический состав неодинаков и на разных элементах рельефа поймы: повышенные элементы (гривы) сложены более легкими осадками, а понижения (лога) – более тяжелыми.

Рельеф поймы неоднороден. Прирусловая пойма имеет обычно волнистый рельеф с резко выраженными песчаными валами и высокими гривами. По мере перехода к центральной пойме рельеф становится более спокойным.

В центральной пойме на общем фоне равнинного рельефа хорошо различаются приподнятые участки – «гривы» и понижения – «лога». Характерная черта ландшафта центральной

поймы – старицы рек, вытянутые вдоль русла озера, заросшие по берегам кустами ивы.

Притеррасная пойма представляет собой несколько пониженную по отношению к центральной пойме территорию, большей частью заболоченную.

Непременным фактором аллювиального почвообразования являются *грунтовые воды*. В период межени грунтовые воды, дренируемые рекой и выклинивающиеся в пойму с коренного берега, в приустье опускаются относительно глубоко и не влияют на почвообразование. В центральной пойме они находятся неглубоко и захватывают своим влиянием нижнюю часть профиля, обуславливая развитие гидроморфно-аккумулятивного почвообразования. В притеррасье происходит выклинивание идущего с водораздела грунтового потока, и вода стоит на поверхности, вызывая заболачивание.

Пойма является геохимическим барьером для многих веществ, приносимых грунтовыми водами с водораздельных пространств:

- из гумусовых вод здесь выпадают органические вещества и кремнезем,

- из железистых вод – оксиды железа и марганца,

- из гидрокарбонатных вод – известь и гипс,

- из соленых вод – гипс, сульфат и хлорид натрия.

В верхнем течении реки аллювий наиболее грубый, песчаный. Грунтовые воды здесь свободно дренируются руслом реки. В среднем течении река в межень дренирует грунтовые воды, а в половодье подпират их. В нижнем течении грунтовые воды часто не имеют оттока и не дренируются рекой, а подпираются ею. Поэтому постепенно вниз по течению условия дренажа в пойме ухудшаются, замедляется скорость потока и возрастает минерализация речных и грунтовых вод, растет тенденция к заболачиванию и засолению.

Экологические особенности аллювиального почвообразования в поймах и дельтах рек следующие:

1. Формирование аккумулятивной, наносной, переотложенной коры выветривания за счет подвижных

продуктов выветривания и почвообразования, поступающих со всей площади водосбора в пойму реки в виде механических и химических осадков как из полых вод при паводках, так и из выклинивающихся в пойме грунтовых вод.

2. Накопительный, аккумулятивный баланс почвообразования: с речным аллювием и из грунтовых вод в пойму поступают и аккумулируются в аллювиальных почвах глинистые минералы, гумус, CaCO_3 , соединения P, K, N, Fe, Mn, микроэлементов, в соответствующей геохимической обстановке – водорастворимые соли.

3. Поемный амфибиальный водный режим при периодическом затоплении поверхности и постоянном участии грунтовых вод в почвообразовании.

4. Уравновешенный тепловой режим благодаря высокой обводненности: в жарких аридных районах в поймах прохладнее, а в холодных северных районах в поймах теплее, чем на окружающей территории.

5. Постоянное омолаживание почвы в результате систематического вовлечения в почвообразование новых порций свежотложенного аллювия, сопровождаемое ростом почвы вверх.

6. Развитие почвообразования одновременно с осадконакоплением и формированием материнской породы.

7. Гидроморфизм почвообразования при проточном водном режиме в приустьевье и центральной пойме.

8. Преобладание окислительной обстановки в основной части поймы вследствие насыщенности паводковых вод кислородом и поступления окисленных соединений с наилком.

9. Высокая биогенность среды на фоне высокой обеспеченности биофильными элементами при постоянном пополнении их запаса. Согласно Г.В. Добровольскому (1968), поймы и дельты рек – это области наибольшей плотности жизни, включая флору и фауну.

В связи с отмеченными экологическими особенностями почвенный покров пойм и дельт обладает высоким потенциальным плодородием.

Растительность. В природных условиях в поймах рек развиваются высокопродуктивные травяные луга, иногда сменяемые пойменными (тугайними) лесами. Однако в разных частях поймы природная растительность различна.

В приустьевые это обедненные ксерофильные, часто псаммофитовые луга и кустарники (ивняки). Наименее продуктивны высокие части грив, в логах создаются более благоприятные условия увлажнения и пищевого режима, здесь произрастают пырей, костер безостый, мятлик луговой, клевер, лядвенец и обильное разнотравье.

В центральной пойме развиваются наиболее продуктивные заливные луга. В травостое преобладают костер безостый, тимофеевка, лисохвост, овсяница луговая, пырей ползучий, мятлик луговой, бекмания, канареечник, чина луговая, клевер, вики, герань луговая, конский щавель, лютики и другие травы. На повышенных элементах рельефа в центральной пойме травостой беднее.

В притеррасье формируются осоково-тростниковые, черноольховые и другие низинные болота. Сильно заболоченные участки заняты щучкой, осоками, мхами и другой болотной растительностью.

В пойме произрастают и древесные растения, состав которых определяется природными особенностями зоны:

- в таежно-лесной зоне преобладают ель, пихта, береза, осина, ива;

- в лесостепной и степной – дуб, вяз, клен, ива, тополь;

- в полупустынной и пустынной зонах встречаются травянистые леса, состоящие из тополя, шелковицы, ивы, лоха, саксаула, тамарикса и других пород.

Почвенный покров речных пойм очень пестрый, сложный, мозаичный в связи с постоянным меандрированием речного русла и миграцией различных частей поймы. В связи с этим получили широкое распространение полициклические, погребенные почвы.

25.4.2. Классификация и диагностика аллювиальных почв

Среди большой группы аллювиальных почв в отечественной систематике различают следующие типы:

I подгруппа типов – *аллювиальные дерновые почвы*.

Тип 1 – аллювиальные дерновые кислые (слоистые примитивные, слоистые, типичные, оподзоленные);

Тип 2 – аллювиальные дерновые насыщенные (слоистые примитивные, слоистые, типичные, остепняющиеся);

Тип 3 – аллювиальные дерновые карбонатные (опустынивающиеся).

II подгруппа типов – *аллювиальные луговые почвы*.

Тип 4 – аллювиальные луговые кислые;

Тип 5 – аллювиальные луговые насыщенные;

Тип 6 – аллювиальные луговые карбонатные;

Тип 7 – аллювиальные лугово-болотные.

III подгруппа типов – *аллювиальные болотные почвы*.

Тип 8 – аллювиальные иловато-перегноино-глеевые;

Тип 9 – аллювиальные иловато-торфяные.

Аллювиальные дерновые почвы – это почвы прирусловой поймы, преимущественно песчаные, слоистые, слабо переработанные почвенной фауной и корневыми системами растений. Отсюда их старое название «пойменные слоистые» почвы. Это наиболее молодые почвы, развивающиеся в условиях интенсивного проявления аллювиального процесса. Профиль почв представляет собой чередование слоев, отличающихся друг от друга по мощности, окраске и гранулометрическому составу. По мере удаления от русла реки мощность их увеличивается.

В типичном выражении аллювиальные дерновые почвы имеют профиль А–С со слаборазвитым гумусовым горизонтом, содержащим 1–3% гумуса. В меженный период они имеют лишь атмосферное водное питание при глубоких грунтовых водах.

Эти почвы могут быть кислыми, насыщенными или карбонатными в зависимости от зонального положения и степени промывания атмосферными осадками.

В связи с песчаным составом и низкой гумусированностью они имеют невысокую емкость катионного обмена (10–15 мг·экв/100 г). Это наименее развитые и наименее плодородные почвы поймы.

Аллювиальные луговые почвы формируются в центральной пойме при атмосферно-грунтовым водном питании в меженный период. Высокопродуктивная разнотравно-злаковая луговая растительность развивает на этих почвах мощную корневую систему, охватывающую большой слой почвы и интенсивно оструктуривающую почвенную массу. Отсюда их старое название «пойменные зернистые» почвы.

Для почв центральной поймы характерно значительное ослабление аллювиального процесса, который проявляется в виде отложений наилка той или иной мощности, и активное развитие дернового.

Профиль аллювиальных луговых почв простой ($A_d-A-AB-B-C_g$), но содержит обычно много переходных по гумусированности горизонтов. В нижней части профиля в зоне влияния капиллярной каймы грунтовых вод почвы всегда глееватые. Они часто конкреционные: содержат железисто-марганцовые и(или) карбонатные конкреции. Железистые конкреции преобладают в типе кислых почв, а карбонатные – в насыщенных и карбонатных почвах. Характерна высокая гумусированность горизонта А (8–12%) и высокая емкость катионного обмена (20–30 мг·экв/100 г).

В целом аллювиальные луговые почвы являются высоко плодородными, воспроизводству плодородия способствуют аллювиальный и гидроморфный процессы. Почвы имеют оптимальную структуру и благоприятный для травянистых растений водный режим.

Аллювиальные болотные почвы приурочены к притеррасным или старичным понижениям. Они всегда сильно заилены, что отражено в их типовой номенклатуре. Профиль почв типичен для болотных: $A(T)-G$.

Пойменные болота относятся к низинному эутрофному типу. Они богаты азотом, фосфором, другими элементами минерального питания растений.

Согласно «Классификации и диагностке почв России» (2004), в створе синлитогенных, отделе аллювиальных почв выделяют следующие типы:

1) аллювиальные серогумусовые (дерновые) (подтипы: типичные, оподзоленные, глееватые, турбированные);

2) аллювиальные темnogумусовые (подтипы: типичные, солонцеватые, засоленные, слитизированные, глееватые, гидрoметаморфизованные);

3) аллювиальные торфяно-глеевые (подтипы: типичные, омергеленные, оруденелые, торфяно-минеральные);

4) аллювиальные перегнойно-глеевые (подтипы: типичные, засоленные, омергеленные, оруденелые, иловато-перегнойные);

5) аллювиальные серогумусовые (дерновые) глеевые (подтипы: типичные, оруденелые);

6) аллювиальные темnogумусовые гидрoметаморфические (подтипы: типичные, солонцеватые, засоленные, слитизированные, омергеленные);

7) аллювиальные слитые (подтипы: типичные, засоленные, гидрoметаморфизованные).

Кроме этого, аллювиальные почвы выделяются в этом же створе в отделе слаборазвитых почв на уровне типа аллювиальных слоистых с подразделением на подтипы: типичные, засоленные, глееватые.

Использование. Наиболее плодородными являются почвы центральной поймы. При распашке в них резко возрастает микробиологическая активность, увеличивается содержание доступных форм азота, калия, фосфора. Здесь выращивают высокотребовательные к почвенным условиям культуры – овощные, сахарную свеклу, коноплю, плодово-ягодные культуры.

Почвы прирусловой поймы, как правило, песчаные малогумусированные, обладают низким плодородием и распашке не подлежат. Если они все же вовлекаются в

земледельческое использование, то в них вносят большое количество удобрений, особенно органических.

Заболоченные и болотные почвы притеррасной поймы требуют коренных мелиораций (осушения), после проведения которых они становятся ценными сельскохозяйственными угодьями для выращивания овощных, силосных и других культур.

Контрольные вопросы

1. Какие почвы относятся к гидроморфным и какими причинами может быть вызван их гидроморфизм? 2. Охарактеризуйте окислительно-восстановительный режим гидроморфных почв и основные процессы их формирования. 3. Дайте характеристику мангровым и маршевым почвам. 4. Расскажите об условиях формирования и генезисе болотных почв. 5. Какими свойствами характеризуется торф? 6. Как классифицируют болотные почвы? Назовите диагностические свойства типов и подтипов болотных почв. 7. Какое строение имеют речные долины? 8. Охарактеризуйте условия формирования и генезис аллювиальных почв. 9. Назовите типы аллювиальных почв. Какими свойствами они обладают? 10. Как используют болотные и аллювиальные почвы?

Глава 26 Криогенные почвы

К *криогенным почвам* относится обширная группа различных типов почв, формирующихся в условиях криогенеза, общим диагностическим признаком которых служит наличие на той или иной глубине от поверхности многолетнемерзлых слоев – «вечной мерзлоты». При этом многолетнемерзлые породы смыкаются (сливаются) в почвенном профиле со слоем сезонного промерзания–протаивания.

К группе криогенных почв не относятся почвы сезонного промерзания, если они не имеют подстилания многолетнемерзлыми грунтами. Тем не менее, криогенные (мерзлотные) процессы, связанные с промораживанием почв и грунтов могут наблюдаться и в других почвах, например, в длительно сезонно промерзающих глее-подзолистых почвах северной тайги или в сезонно промерзающих серых лесных почвах лесостепи, однако это не делает такие почвы «криогенными», поскольку в них отсутствует слой многолетней мерзлоты.

Все криогенные почвы являются сезонно промерзающими с поверхности вплоть до многолетнемерзлого слоя и оттаивают в летний период до той или иной глубины, которой и определяется мощность слоя современного почвообразования (в слое многолетней мерзлоты почвообразовательные процессы отсутствуют). Ежегодно оттаивающий слой криогенных почв называется деятельным или слоем сезонного промерзания–протаивания.

Распространение криогенных почв. Многолетнемерзлые грунты распространены на обширной территории, которая составляет почти 25% всей внеледниковой суши Земли. Наиболее широко криогенные почвы распространены в арктическом и субарктическом поясах, а также в восточно-сибирской и западно-канадской частях бореального пояса. В горах они характерны для субнивальнoй и нивальной зон. В Антарктике их распространение ограничено в связи с ничтожной площадью внеледниковой суши в этом регионе. В целом южная граница криогенных почв проходит по нулевой изотерме средней температуры воздуха за год.

26.1. Криогенез почв

Криогенез – это генезис (образование, развитие и эволюция) почв в условиях влияния многолетней мерзлоты.

Специфические криогенные процессы протекают в результате воздействия мерзлоты на почвообразование, что проявляется в следующем:

- 1) систематическом механическом нарушении и деформации почвенного покрова;
- 2) образовании специфических форм мерзлотного нано-(микро-) рельефа и полигональности почв.

Основными причинами образования полигональных структур служат:

- сжатие грунтов при промерзании и оттаивании;
- сортировка материала, выталкивание к поверхности крупных частиц;

– развитие жил и линз подземного льда.

Криогенные формы микрорельефа образуются в результате следующих последовательно идущих процессов:

1) растрескивание (морозобойное или вследствие усыхания) тонкодисперсных грунтов, слагающих слой сезонного протаивания;

2) промерзание сезонно-талого слоя и образование закрытых систем, окруженных замерзшей частью грунта;

3) развитие в закрытых системах напряжений, деформаций, а иногда и разрывов.

Эти процессы приводят к появлению многообразных полигональных форм микрорельефа: «пятнистые тундры», «пятна-медальоны», «каменные венки», «котлы кипения» и др.

Наряду с пятнистыми формами микрорельефа в Субарктике широко распространены бугорковатые и бугристые образования, происхождение которых связано с процессами пучения.

Пучением грунтов называется неравномерное увеличение их объема при промерзании, происходящее как за счет увеличения (на 9%) объема имеющейся в грунте воды при ее кристаллизации, так и вследствие замерзающих новых объемов воды, мигрирующих извне в рассматриваемый объем грунта и к фронту промерзания.

Песчаные почвы (грунты) накапливают влагу в незначительных количествах, поэтому пучению они практически не подвергаются, и, наоборот, в суглинистых и особенно глинистых почвогрунтах миграция воды к фронту промерзания и её последующее расширение происходят достаточно интенсивно. В связи с этим процессы пучения наиболее широко распространены на тяжелых почвах и грунтах в наиболее гумидных условиях.

Процессы образования бугорков и бугров пучения и соответствующего поверхностного пятнообразования осложняются в мерзлотных районах явлениями *солифлюкции* – текучестью грунта по склону. Переувлажнение почвенной толщи в период весенне-летнего протаивания приводит к тому, что деятельный слой почв приобретает консистенцию пльвуна и

сползает по поверхности горизонта многолетней мерзлоты под воздействием силы тяжести.

Процессы солифлюкции тесно связаны с явлением *тиксотропии*. Основную роль в образовании тиксотропной структуры криогенных почв играют гели коллоидной кремнекислоты, её комплексные соединения с гидратами железа и алюминия и подвижными гумусовыми веществами. При явлении тиксотропии вся почвенная влага включается в состав гидратных оболочек почвенных частиц и теряет способность к свободному передвижению, в результате этого передвигаются не растворы, а вся почвенная масса.

Кроме криогенных деформаций почвенного профиля и смещения почвенных масс в мерзлотных почвах интенсивно идут *процессы сезонной миграции влаги* и растворенных в ней продуктов выветривания и почвообразования в направлении к более холодному фронту. Под влиянием градиента температур в зимний период наблюдаются восходящая миграция растворов и увеличение содержания водорастворимых веществ в более холодных поверхностных горизонтах почвы, в летний период происходит отток вниз по направлению к мерзлой части почвенного профиля. В результате этого в криогенных почвах отмечается два центра аккумуляции веществ: верхний, приуроченный к гумусовому горизонту, и нижний – в надмерзлотной части профиля.

Многолетнемерзлый слой служит водоупором, замыкающим снизу почвенный профиль, он затрудняет внутрипочвенный сток, обуславливает переувлажнение и оглеение почвы, способствует накоплению в надмерзлотном горизонте гумуса (ретинизация гумуса) и других продуктов почвообразования.

Роль мерзлоты в увлажнении почвы определяется её типом. Различают мерзлоту «льдистую» и «сухую». В первом случае порода или почва (главным образом суглинистого или глинистого гранулометрического состава) содержит в больших количествах лед (до 50–70% от объема). Именно такая мерзлота служит фактором переувлажнения почвы. В песчаных и щебнистых отложениях из-за низких запасов влаги при

отрицательных температурах накапливается незначительное количество льда (в виде небольших кристаллов по трещинам и порам). Такая «сухая» мерзлота обеспечивает хороший дренаж почв и не может создавать условия для их переувлажнения.

Низкие или отрицательные температуры профиля криогенных почвогрунтов определяют преобладание физического выветривания над химическим, низкую скорость разложения органических остатков, в результате чего продукты выветривания коренных пород в мерзлотных районах характеризуются обломочностью и обогащенностью слаборастворившимся органическим веществом.

Криогенные почвы обладают следующими общими свойствами:

- 1) мерзлотным типом температурного и водного режимов;
- 2) низкой скоростью и емкостью биологического круговорота веществ;
- 3) оторфованностью и грубогумусностью органогенных горизонтов;
- 4) слабой дифференциацией минеральной части профиля на генетические горизонты;
- 5) наличием в профиле признаков криогенной деформации и криотурбаций (полигональности, бугорковатости и пятнистости поверхности, морозобойной трещиноватости, криогенной дифференциации скелетного материала и т.д.);
- 6) криогенной оструктуренностью;
- 7) криогенной коагуляцией продуктов выветривания и почвообразования.

26.2. Арктические почвы

Условия почвообразования. Арктические почвы – это криогенные хорошо дренированные почвы, формирующиеся в Арктике и Антарктике в условиях полярного холодного сухого климата. Количество осадков составляет 50–200 мм, основная их часть выпадает в виде снега (даже в теплый период года, который длится около двух месяцев). Характерна высокая

влажность воздуха (90%). Температурный режим вегетационного сезона суровый, среднемесячная температура июля 1–2°C (не выше 5°C), безморозный период отсутствует. Среднегодовые температуры отрицательные (от –14 до –18°C). Почвогрунты большую часть года находятся в мерзлом состоянии, оттаивают на 2–2,5 месяца на глубину 30–50 см.

Рельеф характеризуется специфическими особенностями, связанными с такими ярко выраженными мерзлотными явлениями как трещинообразование, мерзлотная сортировка и вымораживание обломочного материала. В результате этого формируются специфические «структурные» формы микрорельефа: на рыхлых породах – трещинные полигоны, на каменистых породах – каменные котлы, кольца, полосы и др.

Растительный покров имеет разреженный, нередко очаговый характер. Отдельные растения или куртины (мхи, арктоальпийские кустарники (дриада, камнеломка), некоторые злаки (щучка, мятлик)) отстоят далеко друг от друга. Большая часть поверхности почвы покрыта водорослево-лишайниковой пленкой, встречаются подушки мхов. В Антарктике растительный покров представлен лишь накипными лишайниками и литофильными мхами, большую роль играют зеленые и синезеленые водоросли. В высокоширотной Арктике, в связи с более теплым летом и менее суровой зимой, появляются цветковые растения. Однако главная роль принадлежит мхам, лишайникам, различным видам водорослей. Растительный покров приурочен к морозобойным трещинам, трещинам усыхания и другим микродеперссиям. Выше 100 м над уровнем моря растительность практически отсутствует. Голый грунт занимает 70–95%.

Распространение. В России арктические почвы развиты на Северной Земле, Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, на Новосибирских островах, северной оконечности Таймыра (мыс Челюскин). В Северной Америке эти почвы типичны для части островов Канадского Арктического архипелага, они занимают также северную часть Гренландии.

Морфологическое строение профиля. Арктические почвы характеризуются слабо развитым маломощным почвенным профилем типа А–С. Для них характерна слабая дифференциация профиля по морфологии и химическому составу. Обычно выделяются горизонты А и С (или R), иногда АС (или AR). В верхней части профиля окраска коричневатобурая, структура зернистая, в нижней – окраска бурая или серая, структура глыбистая. На поверхности почв, особенно лишенных растительности, часто имеется очень пористая корочка мощностью 3–4 см. На защебненных отложениях на поверхности всегда имеется слой щебня за счет вымораживания крупных обломков. Оттаивающий слой почвы разбит вертикальными трещинами. Весной и в начале лета профиль арктических почв сильно переувлажнен из-за застаивания влаги, образующейся при таянии почвенного льда над мерзлым горизонтом. Летом почва с поверхности пересыхает и растрескивается за счет круглосуточной инсоляции и сильных ветров.

Химические и физико-химические свойства. Дифференциация профиля арктических и субарктических почв по валовому химическому составу очень слабая. Отмечается лишь некоторое накопление полуторных оксидов в верхней части профиля и относительно высокое содержание железа, что связано с криогенным подтягиванием соединений этого элемента, мобилизуемого в условиях сезонной смены аэробных и анаэробных условий.

Содержание гумуса в почвах, покрытых растительностью, составляет 1–4%, $C_{гк}:C_{фк}=0,4–0,5$ и меньше.

Реакция почвенного раствора слабокислая (рН 6,4–6,8), с глубиной кислотность уменьшается. Емкость поглощения 12–15 мг-экв/100 г почвы при почти полной насыщенности основаниями (96–99%). Свободные карбонаты, как правило, отсутствуют, за исключением тех почв, которые формируются на карбонатных породах.

Характерные черты арктических почв следующие:

1. Почвенный покров комплексный, что связано с характером микрорельефа и полигональностью;
2. Почвенный профиль укорочен в связи с низкой интенсивностью почвообразовательных процессов и неглубоким сезонным оттаиванием;
3. Малая интенсивность передвижения веществ обуславливает неполноту и недифференцированность почвенного профиля;
4. Значительная скелетность профиля вследствие преобладания физического выветривания;
5. Отсутствие оглеения в связи с небольшим количеством осадков.

Классификация. В систематику почв тип арктических почв был введен Е.Н. Ивановой в 1956 году. Эти почвы подразделяют на два подтипа:

- 1) арктические пустынные (роды: насыщенные, карбонатные и засоленные);
- 2) арктические типичные гумусные.

Карбонатные и засоленные почвы (часто называемые полярно-пустынными) формируются в супераридной (осадков менее 100 мм) и ультрахолодной части Арктики и оазисах Антарктиды. Для них характерна нейтральная или слабощелочная реакция среды, наличие карбонатов и солевой корочки на поверхности. Арктические пустынные насыщенные почвы отличаются отсутствием новообразований легкорастворимых солей и карбонатов в верхней части профиля.

Арктические типичные гумусные почвы слабокислые или нейтральные, несколько более гумусированы, чем почвы первого подтипа, формируются под задернованными участками полигонов, солевых аккумуляций не имеют. Этот подтип преобладает в Российской Арктике.

Использование. Территории Арктики и Антарктики лежат за пределами сельскохозяйственной деятельности человека. В Арктике эти районы могут быть использованы лишь как охотничьи угодья и резерваты для сохранения и поддержания численности редких видов животных (белый медведь, овцебык, белый канадский гусь и др.).

26.3. Тундровые глеевые почвы

Тундровые глеевые почвы – это почвы, формирующиеся на многолетнемерзлых, преимущественно суглинистых отложениях, под кустраниково(кустарничково)-лишайниково-моховой растительностью и характеризующиеся оглененным профилем типа O(T)–(A)–(Bg)–G. Эти почвы распространены в тундровой ландшафтно-географической зоне и тянутся полосой различной ширины по всей северной окраине Евразии и Северной Америки. В южном полушарии из-за отсутствия суши в соответствующих широтах тундровые глеевые почвы отсутствуют.

Генезис тундровых глеевых почв тесно связан с такими криогенными процессами, как пятнообразование, пучение, трещинообразование.

Условия почвообразования

Климат. Тундровые глеевые почвы формируются при небольшом количестве тепла, избыточной увлажненности. Зима длительная и холодная, лето короткое и прохладное. Среднегодовые температуры отрицательные (от -4 до -14°C), сумма температур выше 10°C изменяется от 0°C (в арктической тундре) до $400\text{--}600^{\circ}\text{C}$ (в южной тундре и лесотундре). Продолжительность периода с температурами выше 5°C составляет в среднем 40 дней в северной части и 100 дней в южной части тундровой зоны.

Осадков выпадает около 300 мм. Низкие температуры определяют слабую испаряемость и высокую влажность воздуха (75–90% в летний период). Осадки преобладают над испарением. Тип водного режима мерзлотный (слой «вечной мерзлоты» служит водоупором, большую часть года вода в почве находится в форме льда, который в летний период тает и обуславливает переувлажнение профиля, т.к. испарение с поверхности очень незначительное в силу низких температур и высокой относительной влажности воздуха).

За короткое теплое время оттаивает небольшой поверхностный (деятельный) слой мерзлой толщи, в котором и протекают почвообразовательные процессы. Глубина оттаивания в зависимости от климата отдельных подзон и провинций, от гранулометрического состава почвы, характера растительности и рельефа колеблется от 30–80 см до 1–2 м.

Рельеф тундровой зоны на большей части территории равнинный, местами холмистый и увалистый. Много термокарстовых понижений, в которых часто образуются озера и болота в результате протаивания линз льда. В некоторых районах рельеф имеет горный характер (Хибины, Полярный Урал, Чукотский горный массив).

Мерзлотные явления, такие как трещинообразование, пучение, солифлюкция, термокарст формируют пятнистый мелкополигональный и бугорковатый микрорельеф.

Почвообразующие породы разнообразны, имеют ледниковое происхождение, а также представлены морскими, аллювиальными отложениями различного гранулометрического состава, часто сильно каменистые. В горах почвообразующими породами являются элювий и делювий разных коренных пород.

Растительность. Характерная особенность тундры – отсутствие леса (слово «тундра» на языке северных народов означает «безлесное пространство»). В тундре выделяются три подзоны:

- подзона арктических тундр,
- подзона типичных моховых (пушицево-моховых) тундр,
- подзона южных кустарниковых (мохово-кустарниковых) тундр.

В отличие от южных и типичных тундр для арктических тундр характерно отсутствие сомкнутости растительного покрова. Доминирующий тип распределения растительности, как и в арктической зоне, полигонально-сетчатый. На суглинистых почвах преобладают мхи, на каменистых почвах – лишайники. К востоку от реки Лены распространены кустарничковые тундры с голубикой, черникой и брусникой. В южной части тундры и в лесотундре среди мохово-

кустарничковой растительности разбросаны отдельные угнетенные, невысокие чахлые деревья (береза извилистая, ель, лиственница, кедровый и ольховый стланики).

Для тундр характерен значительный запас мертвых растительных остатков на поверхности почв, что обусловлено замедленной минерализацией опада, бедностью бактериальной флоры, неблагоприятными почвенными температурами. В мертвом органическом веществе аккумулируется значительное количество энергии тундровых биогеоценозов. Биологический круговорот в тундрах характеризуется как заторможенный, застойный, с малой емкостью за счет низкой продуктивности и невысокой зольности тундровых растений.

Морфологическое строение профиля. Тундровые глеевые почвы, сформированные в различных биоклиматических провинциях тундровой зоны, в зависимости от условий почвообразования имеют довольно существенные различия в строении профиля. В наиболее общем виде профиль тундровой глеевой почвы на суглинистых отложениях состоит из горизонта подстилки (О или ОА), гумусового или переходного горизонта (А или ОА/А), оглеенного переходного горизонта B_g и глеевого горизонта G. В различных подтипах тундровых глеевых почв строение профиля характеризуется следующими особенностями:

- тундровые глеевые гумусные почвы имеют хорошо выраженный гумусо-аккумулятивный горизонт мощностью в несколько сантиметров;

- в тундровых глеевых перегнойных почвах выделяется буровато-коричневый мажущийся органогенный горизонт с большим количеством полуразложившегося растительного материала;

- тундровые глеевые типичные почвы имеют только слой подстилки (тундрового войлока), состоящий из мхов и кустарничков;

- в тундровых глеевых торфянистых почвах органогенный горизонт может достигать мощности 10–20 см.

Горизонты почв отличаются плохой агрегированностью, малым содержанием грубых растительных остатков. В профиле

накапливается большое количество аморфных соединений железа, пропитывающих окисленные участки глеевых горизонтов, в которых встречаются округлые стяжения гидроксидов железа (размером до 1 мм в диаметре).

Тундровые глеевые почвы различаются и по характеру оглеения в профиле:

- в европейской части тундры оглеение чаще всего начинается с поверхности, здесь формируются поверхностно-глеевые почвы,

- в западно-сибирских тундрах оглеение приурочено к горизонтам смены породы по гранулометрическому составу, развиваются контактно-глеевые почвы,

- в восточно-сибирских тундрах оглеение часто носит надмерзлотный характер, почвы надмерзлотно-глеевые.

Генезис тундровых глеевых почв. Важную роль в генезисе почв играют криогенные процессы: пятнообразование, пучение, трещинообразование, криогенное оструктуривание. С криотурбационными процессами связана четко выраженная микрокомплексность почвенного покрова.

Криогенные процессы определяют характер микроструктуры глинистого вещества минеральных горизонтов, для которого характерно ярко выраженное чешуйчатое строение. Образование ориентированных глин чешуйчатой формы, вероятно, связано с длительным замерзанием почвенной толщи, при котором вся она пронизывается кристаллами льда, и глинистые частицы ориентируются вдоль этих кристаллов. При медленном оттаивании они сохраняют свою ориентацию.

Тундровые глеевые почвы характеризуются слабой дифференцированностью профиля по распределению ила и минеральных компонентов. Факторами, ограничивающими дифференциацию профиля, являются следующие:

- 1) мерзлотный массо- и влагообмен в профиле (перемешивание и постоянное обновление),

- 2) наличие труднопроницаемых глеевых тиксотропных горизонтов,

3) затрудненность бокового оттока элементов из-за неравномерного оттаивания мерзлоты на различных элементах нано- и микрорельефа.

Несмотря на это, в почвах протекают процессы, способствующие некоторой дифференциации профиля. К ним относятся процессы оглеения, нисходящая миграция, криогенное подтягивание веществ из минеральных горизонтов в органогенные и наоборот, а также боковой сток, интенсивно идущий по органогенным горизонтам в период максимального оттаивания профиля.

Свойства тундровых глеевых почв. В арктических тундрах профиль почв почти не дифференцирован по содержанию ила и полуторных оксидов, в подзонах типичной и южной тундр при благоприятных условиях наблюдается слабая дифференциация профиля. В гранулометрическом составе большинства почв преобладают крупные фракции (крупнопылеватые и мелкопесчаные), что является следствием *криолитогенеза* (преобразование различных горных пород под влиянием мерзлотных процессов), главную роль в котором играют процессы физического выветривания, химическое выветривание имеет подчиненное значение.

В связи со слабовыраженными процессами неосинтеза глинистых минералов в криогенных почвах минералогический состав их в значительной мере унаследуется от почвообразующей породы. Как правило, среди тонкодисперсных минералов илистой фракции преобладают гидрослюды (при почвообразовании на моренных и покровных суглинках), а также смешаннослойные минералы и монтмориллонит (на морских темноцветных суглинках).

В составе гумуса тундровых глеевых почв преобладают подвижные гумусовые вещества типа фульвокислот ($C_{гк}:C_{фк}$ колеблется в пределах 0,1–0,6). Среди гуминовых кислот доминируют фракции, связанные с полуторными оксидами.

Реакция почвенного раствора в почвах различных подзон изменяется от кислой до слабокислой, почти нейтральной.

Наиболее кислыми являются тундровые глеевые почвы южных тундр и лесотундры.

Емкость поглощения почв небольшая, но степень насыщенности основаниями высокая, за исключением органогенных горизонтов. В связи с постоянным оглеением профиля и отсутствием выноса в тундровых глеевых почвах наблюдается высокое содержание подвижного Fe (II) (до 100 мг FeO на 100 г почвы в вытяжке 0,1 н. H₂SO₄) и низкие значения ОВП – от 200 до 500 мВ.

Физические свойства тундровых глеевых почв неблагоприятны: высокая плотность, низкая порозность (особенно в глеевых горизонтах), слабая аэрация. Низкая фильтрационная способность глеевых горизонтов обуславливает интенсивный боковой сток по органогенным горизонтам.

Итак, *особенности тундрового глеевого почвообразования* заключаются в следующем:

1) небольшая скорость разрушения и изменения почвообразующих пород;

2) замедленное удаление продуктов выветривания и почвообразования из почвенной толщи;

3) слабая дифференциация профиля по распределению ила и минеральных компонентов;

4) оглеенность профиля;

5) относительная замедленность разложения и образования органических веществ и, как следствие этого, формирование грубогумусных горизонтов с большим количеством фульвокислот;

6) существенная роль криогенных процессов в формировании морфологических признаков и химических свойств почв.

Классификация. В отечественной классификации в типе тундровых глеевых почв выделяют 4 подтипа:

1. Тундровые глеевые гумусные почвы – характеризуются наличием хорошо выраженного гумусо-аккумулятивного горизонта А мощностью несколько сантиметров.

2. Тундровые глеевые перегнойные почвы – имеют буровато-коричневый мажущийся органогенный горизонт с большим количеством полуразложившегося растительного материала.

3. Тундровые глеевые типичные почвы – имеют только слой подстилки (тундрового войлока) из мхов и кустарничков, под которым залегают оглеенные горизонты.

4. Тундровые глеевые торфяные почвы – имеют оторфованный органогенный горизонт мощностью 10–20 см.

Использование. В районах распространения тундровых глеевых почв традиционными формами хозяйства являются оленеводство, рыболовство, охотничий промысел, очаги звероводства. Тундра и лесотундра обладают значительными биологическими ресурсами: здесь добывается много пушнины и рыбы, выпасается около 3 млн. домашних оленей и обитает несколько сот тысяч диких северных оленей.

Интенсивное хозяйственное освоение Севера требует развития пригородного хозяйства: молочного животноводства, свиноводства, птицеводства, огородничества. Основой развития животноводства в суровых условиях Крайнего Севера является кормовая база. Главным источником получения грубых, сочных и пастбищных кормов служат пойменные угодья. Однако и тундровые глеевые почвы, особенно приуроченные к южным склонам и относительно легким почвообразующим породам, могут стать резервом сельскохозяйственных угодий, необходимых для получения кормов. Урожайность сена на таких лугах может достигать 3–10 ц/га, а при систематическом внесении минеральных и органических удобрений – не менее 20–25 ц/га. При недостатке естественных луговых угодий, большую роль играет возделывание многолетних трав, способных в районах Крайнего Севера при благоприятных условиях агротехники давать урожаи сена от 20 до 60 ц/га. Перспективными культурами для этого региона являются овес, ячмень, озимая рожь, некоторые корнеплоды и клубнеплоды.

26.4. Мерзлотно-таежные почвы

Мерзлотно-таежные почвы – это криогенные почвы, формирующиеся в мерзлотно-таежной области бореального пояса на многолетнемерзлых породах преимущественно суглинистого гранулометрического состава в условиях холодного климата под светлохвойной тайгой и характеризующиеся профилем типа О–ОА(А, ОВ, В_f)–В_g–С(С_g).

Распространение. Мерзлотно-таежные почвы распространены к востоку от реки Енисей в Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной области, они характерны для равнинных и горных районов Средней и Восточной Сибири и севера Дальнего Востока. Эти почвы формируются в северной и частично средней тайге в Забайкалье, Якутии, на Колыме и Чукотке, встречаются в долинах южной части Аляски. Большие массивы мерзлотно-таежных почв приурочены к территории Канадского кристаллического щита: между Большим Медвежьим и Невольничьим озерами и Гудзоновым заливом, на полуострове Лабрадор.

В континентальных районах Азии южная граница распространения мерзлотно-таежных почв проходит примерно по 50-й параллели, на Аляске и в Центральной части Североамериканского материка по 60°, на полуострове Лабрадор опускается до 54° с. ш.

26.4.1. Условия почвообразования и генезис

Условия почвообразования. Мерзлотно-таежные почвы формируются в условиях сурового континентального климата, специфическая особенность которого заключается в том, что температура почв самого теплого месяца года всегда ниже, чем температура воздуха (это относится и к сумме активных температур). Отмеченное явление сближает мерзлотно-таежные почвы с криогенными почвами полярного пояса. Среднегодовые температуры отрицательные: от –2–4°С до –16°С. Количество осадков в различных провинциях мерзлотно-таежных почв существенно варьирует – от 200–300 до 500–600 мм.

Почвообразовательный процесс развивается при наличии многолетней мерзлоты. Почвы характеризуются холодным профилем и в течение 7–8 месяцев в году имеют отрицательную температуру. Оттаивающий в летний период слой почвы (десятилетний) зимой промерзает до многолетней мерзлоты.

Почвообразующие породы разнообразны, на равнинных территориях они представлены озерно-аллювиальными отложениями, лессовидными суглинками, супесями, в горных районах – элюво-делювием основного характера.

Растительный покров – лиственничная тайга (лиственница сибирская и даурская) с напочвенным покровом из кустарничков (багульник, брусника, голубика и др.) Для северо-таежных редкостойных лиственничников характерны низкорослые кустарники: различные виды ивы и березы, ольховник, рододендрон, кедровый стланик.

Генезис мерзлотно-таежных почв. Для этих почв характерны такие криогенные процессы, как миграция железа, часто оглеение, тиксотропия, поверхностное накопление кислого грубого гумуса, обладающего большой подвижностью, и аморфных гидроксидов железа.

На развитие мерзлотно-таежных почв большое влияние оказывают многолетняя мерзлота и особенности температурного режима. Так, низкие температуры почвенного профиля в вегетационный период затрудняют поглощение питательных веществ растениями, замедляют их рост и развитие, тормозят разложение растительных остатков, что приводит к ослаблению биологического круговорота веществ.

Многолетняя мерзлота влияет на водный и тепловой режим почв, формирование микрорельефа, определяет специфику химических и физико-химических процессов. Если мерзлота представлена плотным льдистым слоем, то она может привести к переувлажнению и оглеению почвенных горизонтов.

Сильное промерзание верхних горизонтов почвы в холодный период года или их иссушение в теплый вызывают движение капиллярно подвешенной, рыхлосвязанной и парообразной влаги и почвенных растворов к поверхности почвы. Однако

холодный экран многолетней мерзлоты в основании профиля вызывает движение этих форм влаги и вниз к мерзлоту слою. В связи с этим в профиле почвы возможно два центра аккумуляции веществ: верхний, приуроченный к гумусовому горизонту, и нижний – в надмерзлотном слое.

Процессы превращения растительных остатков и взаимодействия органических веществ с минеральной частью почвы сопровождаются образованием грубого гумуса в виде оторфованных горизонтов, обогащением профиля подвижными формами органического вещества и накоплением несиликатного железа. Поскольку в генезисе мерзлотно-таежных почв велика роль криогенных явлений, эти почвы иногда называют криоземами.

26.4.2. Общие свойства мерзлотно-таежных почв

Малая скорость выветривания в условиях сурового континентального климата обуславливает в мерзлотно-таежных почвах низкое содержание высокодисперсных минералов, состав которых наследуется от почвообразующей породы.

Для почв характерна кислая или сильнокислая реакция среды и ненасыщенность основаниями. Дифференциация профиля по валовому химическому составу не выражена, однако четко проявляется аккумуляция подвижных оксидов железа, как по всему профилю, так и особенно в верхней его части. Содержание подвижного железа может достигать 20–25% от валового.

Н.А. Ногина (1964) объясняет накопление подвижного железа следующим образом: свободное железо, появляющееся в почвенном профиле в результате процессов внутрипочвенного выветривания, с осенне-зимними восходящими токами влаги, направленными в сторону более низких температур, поднимается вверх и при вымораживании зимой закрепляется в профиле. Более низкие температуры в верхней части профиля объясняются резкой континентальностью климата (низкие температуры воздуха и небольшая мощность снежного покрова).

Летом нисходящий ток воды, обогащенный растворимым органическим веществом и имеющий кислую реакцию, выносит продукты почвообразования и выветривания вниз. Часть их осенью возвращается в верхние горизонты с восходящими токами. При равнозначности нисходящей и восходящей миграции образуются мерзлотно-таежные ожелезненные почвы, при преобладании нисходящих токов начинается оподзоливание.

И.А. Соколов и Т.А. Соколова (1962) высказывали иную точку зрения: ожелезнение профиля связано с образованием свободных оксидов железа при выветривании на месте с их последующей коагуляцией.

Тип гумуса мерзлотно-таежных почв фульватный ($C_{гк}:C_{фк} = 0,3-0,6$). Гуминовые кислоты, как правило, связаны с полуторными оксидами. Максимальное содержание гумуса отмечается в верхней части почвенного профиля, с глубиной гумусированность постепенного снижается, а в надмерзлотном слое наблюдается второй максимум содержания органического вещества.

Нижняя граница органогенных горизонтов часто карманистая, языковатая, что обусловлено горизонтальным надмерзлотным элювиированием органических веществ и заполнением ими морозобойных трещин.

Для мерзлотно-таежных почв не характерна дифференциация профиля по илу, эта фракция распределяется довольно равномерно по всем горизонтам. На щебнистых породах в горных почвах по всему профилю преобладают крупные фракции (0,25–0,01 мм). Почвы среднего и тяжелого гранулометрического состава бесструктурны и практически водонепроницаемы.

26.4.3. Классификация и диагностика мерзлотно-таежных почв

В отечественном почвоведении принято выделять три типа мерзлотно-таежных почв:

1. Мерзлотно-таежные глеевые почвы.
2. Мерзлотно-таежные неоглеенные почвы.
3. Мерзлотно-таежные палевые почвы.

Мерзлотно-таежные глеевые почвы формируются, как правило, при близком залегании мерзлоты (50–60 см) и достаточно большом количестве осадков.

Генезис их связан со следующими основными элементарными почвенными процессами:

а) подстилкообразованием и поверхностным накоплением грубого гумуса;

б) гумусовой мобилизацией подвижного железа и последующей его миграцией за счет криогенных процессов (миграция веществ к фронту промерзания или коагуляция на месте);

в) оглеением, которое развивается при наличии льдистой мерзлоты в плохих условиях дренажа;

г) миграцией и выносом алюможелезо-гумусовых соединений и формированием осветленного горизонта (оподзоливание) в условиях относительно хорошего дренажа;

д) криогенными процессами (криотурбация, морозобойное растрескивание, пучение, тиксотропное течение, криогенное оструктуривание).

При перемещении почвенной массы в вертикальном и боковом направлениях происходит перемещение слоев, в результате чего почвенный профиль постепенно «омолаживается». В таких почвах нет восходящих и нисходящих токов воды, исключается возникновение элювиальных и иллювиальных процессов, но может наблюдаться передвижение всей почвенной массы.

В случае формирования почв на легких породах проявляется подзолообразовательный процесс, при этом образуются иллювиально-железистые почвы.

Морфологическое строение профиля. В строении профиля мерзлотно-таежных глеевых почв Якутии выделяется подстилка мощностью 5–7 см, под которой залегает переувлажненный оглеенный серо-сизый горизонт B_g , постепенно переходящий в

мерзлотный слой. При малой мощности почвы нанорельеф носит трещинно-наполюгональный характер, при достаточно мощной толще суглинка – пучинно-бугорковатый.

Основные морфологические признаки оглеенных мерзлотно-таежных почв Северной Колымы и Чукотки заключаются в оторфованности органогенного горизонта, наличии оглеения и следов мерзлотного перемешивания профиля, слабой дифференциации профиля по цвету и гранулометрическому составу, наличии фрагментов погребенных органических материалов в профиле вследствие криотурбаций и тиксотропности почвы.

Эти почвы являются полугидроморфными, они не оподзолены или слабооподзолены, кислые (в случае карбонатности пород – слабощелочные), оттаивают летом на глубину 50–100 см.

В зависимости от условий формирования среди мерзлотно-таежных глеевых почв различают недифференцированные и дифференцированные почвы.

Недифференцированные мерзлотно-таежные глеевые почвы формируются преимущественно в континентальных провинциях мерзлотной области, характеризующихся невысоким количеством осадков (150–250 мм в год). Коэффициент увлажнения в летний период составляет 0,2–0,5. Профиль недифференцированных мерзлотно-таежных почв представлен верхним органогенным горизонтом (торфянистым, гумусово-или торфянисто-перегнойным) и залегающей ниже бурой, коричнево-бурой или сизовой недифференцированной минеральной толщей. Оглеение может быть выражено локально или сплошь в надмерзлотном слое. Для этих почв характерны следующие свойства:

- отсутствие выноса ила и элювиально-иллювиального перераспределения кремнезема и полуторных оксидов,
- кислая реакция,
- потечность гумуса и пропитанность им всего профиля с некоторой его надмерзлотной аккумуляцией.

Дифференцированные мерзлотно-таежные глеевые почвы развиваются преимущественно в гумидных (реже полугумидных) провинциях мерзлотно-таежной области, где годовое количество осадков составляет 400–500 мм и более (коэффициент увлажнения летом более 1). Они отличаются заметной выраженностью дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу с перераспределением ила, SiO_2 и R_2O_3 по минеральной толщ, характеризуются более кислой реакцией среды и меньшим проявлением криотурбаций. Дифференциация профиля связана с периодической сменой окислительно-восстановительного режима в верхней части профиля и нисходящей миграцией в надмерзлотно-иллювиальную толщу подвижных соединений и ила.

Мерзлотно-таежные неоглеенные почвы (или гомогенные криоземы) формируются под редкостойной угнетенной лиственничной тайгой на разнообразных почвообразующих породах. В отличие от оглеенных таежных почв они развиваются при отсутствии застойного увлажнения, чему способствуют активный боковой внутрипочвенный сток, обогащающий почвенные растворы кислородом, и наличие сети криогенных трещин или каменистых многоугольников, создающих дополнительный дренаж. Неоглеенные сухомерзлотные почвы часто формируются на отложениях легкого (песчаного) гранулометрического состава или подстилаются галечником или мелкоземисто-щебнистой толщей, что создает хороший дренаж и исключает насыщение почвы влагой, накопление в профиле льда и образование льдистого водоупора и верховодки.

Для мерзлотно-таежных неоглеенных почв характерны следующие признаки:

- 1) торфянистый характер органогенного горизонта;
- 2) обилие в минеральном горизонте неразложившихся и полуразложившихся растительных остатков за счет криотурбаций;
- 3) отсутствие признаков оглеения;
- 4) строение профиля O–OA–OB–C(D).

В отличие от глеевых почв, для которых характерно сегрегационное ожелезнение, для гомогенных криоземов типично равномерное распределение железа по профилю.

Мерзлотные палевые почвы типичны для Центральной Якутии, Анабарского плато, верховьев рек Индигирки и Колымы.

Условия почвообразования. Мерзлотные палевые почвы формируются в условиях ультраконтинентального холодного полуаридного климата преимущественно на средних и основных породах (иногда встречаются и на кислых) и занимают полосу предтундровых редколесий подзоны северной и средней тайги. Растительный покров представлен лишайниково-кустарничковыми листовенничниками и зарослями кедрового стланика.

Генезис палевых мерзлотных почв связан со следующими основными элементарными почвенными процессами:

- 1) ферриаллитизацией (оглиниванием и ожелезнением),
- 2) биогенной аккумуляцией,
- 3) гумусонакоплением,
- 4) криогенным растрескиванием,
- 5) дегидратацией и кристаллизацией свободных соединений железа.

Морфологическое строение профиля и признаки палевых почв. В профиле палевых почв выделяются следующие горизонты: OA–A–B_m–C–(C_{ca}). Хорошо выражен гумусо-аккумулятивный горизонт A, горизонт B носит метаморфический характер. Признаки Al-Fe-гумусового процесса отсутствуют. Для почв характерно:

- 1) фульватное гумусообразование без потечности гумуса;
- 2) высокое относительное содержание окристаллизованных соединений свободного железа при низком содержании аморфных соединений;
- 3) полная (в палевых нейтральных почвах) или умеренная (в палевых кислых почвах) насыщенность основаниями.

Наиболее изучены палевые почвы, распространенные в средней тайге Якутии на рыхлых карбонатных породах. В этих

почвах под лесной 2–3-см подстилкой расположен серовато-коричневый гумусовый горизонт мощностью 15–20 см, постепенно переходящий в метаморфический горизонт В_м, в нижней части последнего наблюдается скопление карбонатов. Горизонт С_{са} представлен лессовидным суглинком с тонкими (0,5–1,6 мм) горизонтальными прослойками чистого льда. Реакция почвенного раствора нейтральная или слабощелочная. В гумусовом горизонте содержится около 3% гумуса, а ниже – 1,5%. Почвенный поглощающий комплекс полностью насыщен основаниями, емкость поглощения около 35 мг-экв/100 г почвы. В составе обменных оснований 55–70% приходится на кальций, 15–35% на магний и 3–10% на натрий. Кремнезем и полуторные оксиды распределяются по профилю равномерно.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), мерзлотно-таежные почвы относятся к стволу постлитогенных почв и выделяются в следующих отделах:

1. Отдел криометаморфических почв (тип криометаморфические грубогумусовые),
2. Отдел палево-метаморфических почв (типы: палевые, палевые темногумусовые),
3. Отдел криотурбированных почв (типы: криозёмы, криозёмы грубогумусовые).

Использование. Районы распространения мерзлотно-таежных и палевых почв в основном являются базой оленеводства, охотничье-промыслового хозяйства и звероводства. Напочвенный покров сложен часто мхами и лишайниками (наряду с кустарниками и кустарничками), поэтому почвы используются как олени пастбища. Кроме того, на них располагаются большие массивы лиственничных лесов – существенных поставщиков деловой древесины.

Несмотря на суровые климатические условия, в районах распространения этих почв развивается мясомолочное животноводство, табунное коневодство (в Якутии), овощеводство закрытого и открытого грунта.

1. Какие почвы относятся к группе криогенных? Где они распространены и каковы их общие черты? 2. Что понимают под криогенезом почв? Охарактеризуйте специфические криогенные процессы. 3. В каких условиях формируются арктические почвы и каково их морфологическое строение? 4. Охарактеризуйте свойства арктических почв. Как классифицируют эти почвы? 5. В каких условиях формируются тундровые глеевые почвы, и какое морфологическое строение профиля они имеют? 6. Перечислите процессы, участвующие в формировании тундровых глеевых почв. 7. Назовите особенности тундрового глеевого почвообразования и охарактеризуйте свойства тундровых глеевых почв. Как их классифицируют? 8. Где и в каких условиях образуются мерзотно-таежные почвы?. 9. Расскажите о генезисе мерзотно-таежных почв. 10. Перечислите общие свойства мерзотно-таежных почв. 11. Как классифицируют мерзотно-таежные почвы, и какими диагностическими признаками характеризуются их типы?

Глава 27 Почвы таежно-лесной зоны (подзолистые и болотно-подзолистые)

27.1. Условия почвообразования в таежно-лесной зоне

Климат. Природные условия таежно-лесной зоны чрезвычайно разнообразны, что связано с её большой протяженностью в направлении с запада на восток. Климат умеренно холодный, средняя годовая температура в европейской части зоны около $+4^{\circ}\text{C}$, в Восточной Сибири понижается до -7 , -16°C . Годовое количество осадков в Центральной таежно-лесной области составляет 350–700 мм, продолжительность периода с температурой выше 10°C 40–155 дней, сумма температур за это время 400–2450 $^{\circ}\text{C}$. Коэффициент увлажнения превышает единицу (1,10–1,33), что позволяет отнести рассматриваемую территорию к зоне достаточного и избыточного увлажнения. Максимальное количество осадков в пределах таежно-лесной зоны выпадает в теплое время года. Автоморфные почвы таежно-лесной зоны (подзолистые) формируются в условиях промывного типа водного режима, для них характерно периодическое переувлажнение верхней части профиля весной в период снеготаяния и осенью перед установкой снежного покрова.

Рельеф таежно-лесной зоны в пределах Русской равнины (европейская часть зоны) характеризуется наличием возвышенностей и низменных пространств, происхождение которых связано с деятельностью ледника. Наиболее крупные возвышенности – Литовско-Белорусская, Валдайская, Смоленско-Клинско-Дмитровская, Северные Увалы, Тиманский кряж – имеют абсолютные отметки 290–460 м над уровнем моря и представлены грядами и холмами, между которыми расположены озера и заболоченные участки. Поверхность расчленена речной сетью, балками и оврагами, в связи с чем рельеф имеет холмисто-волнистый характер.

Наиболее крупные понижения, представленные Полесско-Днепровской, Верхневолжской, Окско-Мокшинской, Мещерской низменностями, имеют слаборасчлененный, плоский или слабоволнистый характер с абсолютными высотами 100–150 м. Здесь имеются мелкие озера и заболоченные массивы.

Западносибирская часть таежно-лесной зоны расположена в пределах Западно-Сибирской равнины и отличается слабой дренированностью.

Почвообразующие породы в европейской и западносибирской частях таежно-лесной зоны представлены преимущественно отложениями ледникового и водно-ледникового происхождения. Большое распространение имеют моренные отложения (бескарбонатные и карбонатные, разного гранулометрического состава), покровные суглинки и глины, лессовидные карбонатные легкие и средние суглинки, водно-ледниковые песчаные и супесчаные породы, часто встречаются древнеаллювиальные песчаные и супесчаные породы (на древних речных террасах), двучленные породы (пески и супеси, подстилаемые с глубины 40–60 см суглинком или глиной), ленточные глины, элювий и делювий коренных пород, современные аллювиальные отложения в поймах рек.

Растительность таежно-лесной зоны представлена таежными моховыми, мохово-кустарничковыми и травяно-кустарничковыми лесами. Довольно широко распространена

луговая травянистая растительность, приуроченная к суходольным и пойменным лугам. Большие территории заняты болотными ассоциациями, особенно в пределах Западно-Сибирской равнины (Васюганское болото).

Европейская и западносибирская части таежно-лесной зоны по климатическим условиям, характеру растительности почвенного покрова подразделяются на три подзоны: северной, средней и южной тайги.

Подзона северной тайги представлена главным образом еловыми лесами с примесью березы, осины, лиственницы в Европейской части зоны и полидоминантными лесами (кедр, ель, пихта) – в Западной Сибири. На породах легкого гранулометрического состава произрастают сосновые леса. Наземный ярус представлен болотными кустарниками, мхами и лишайниками, травянистая растительность не развита. В этой подзоне формируются преимущественно глееподзолистые и подзолистые иллювиально-гумусовые почвы.

В подзоне средней тайги развиваются темнохвойные еловые (на европейской территории) и полидоминантные зеленомошные и зеленомошно-кустарничковые (в Западной Сибири) леса с моховым наземным покровом, травянистая растительность почти полностью отсутствует. На пожарищах и вырубках формируются вторичные леса, представленные сосной, березой, осиной. На песчаных породах, как правило, развиты сосновые беломошниковые и зеленомошниковые боры. В этой подзоне развиваются преимущественно подзолистые почвы.

Подзона южной тайги характеризуется темнохвойными лесами с примесью широколиственных пород (дуб, ясень, клен, липа) и смешанными широколиственно-темнохвойными лесами в европейской части зоны и хвойно-лиственными лесами, состоящими из кедра, ели, березы и осины, в Западной Сибири. Особенностью лесов этой подзоны является хорошо развитый травянистый покров. Здесь формируются главным образом дерново-подзолистые почвы.

27.2. Генезис подзолистых почв

Подзолистые почвы относятся к группе кислых сиаллитных почв с четко дифференцированным по элювиально-иллювиальному типу профилем. Дифференциация выражается в наличии двух частей, различающихся по гранулометрическому, минералогическому и химическому составу и комплексу свойств: верхняя часть (элювиальная) более легкая, относительно обогащенная кремнеземом и обедненная полуторными оксидами, а нижняя (иллювиальная) более тяжелая, относительно обогащенная полуторными оксидами и обедненная кремнеземом.

Такая дифференциация исходной почвообразующей породы происходит в результате выноса нисходящим током воды ряда веществ из его верхней части (*элювиальный процесс в элювиальной части профиля*) и аккумуляции этих же веществ или только их какой-то доли (часть выносимых сверху веществ может уходить за пределы почвенного профиля и из данного ландшафта вообще) в средней и нижней частях (*иллювиальный процесс в иллювиальной части профиля*).

Элювиальный процесс может осуществляться различными механизмами, но обязательно при промывном или периодически промывном типе водного режима.

В верхней элювиальной части профиля в зависимости от конкретной экологической обстановки могут протекать следующие элювиальные процессы:

- оподзоливание (псевдооглеение) – разрушение первичных и вторичных минералов с выносом продуктов разрушения вниз по профилю в виде истинных или коллоидных растворов;
- лессивирование (лессиваж, обезиливание, иллиммеризация)
- вынос илистой фракции вниз по профилю без ее разрушения;
- отбеливание – отмывка крупных частиц от коллоидных пленок полуторных оксидов и вынос соответствующих соединений.

Элювиальные процессы могут протекать в почвах одновременно, например лессивирование и оподзоливание,

лессивирование и псевдооглеение. Конечным результатом элювиального процесса является образование осветленного элювиального горизонта Е (или А₂).

Элювиально-иллювиальная дифференциация профиля всегда выражается в его дифференциации по гранулометрическому составу.

Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль – это всегда *текстурно-дифференцированный профиль*, однако последний не обязательно является результатом элювиально-иллювиальных процессов, он может быть результатом таких явлений, как исходная текстурная неоднородность породы, оглинивание *in situ* и др.

Диагностическими признаками элювиально-иллювиальной дифференциации в профиле тонких фракций без их разрушения (т.е. лессивирования, обезливания, иллиммеризации) являются следующие:

1) более тяжелый гранулометрический состав иллювиального горизонта В_t по сравнению с элювиальным горизонтом Е (или А₂);

2) более высокое отношение коллоидов к общей глине в горизонте В_t, чем в горизонте Е;

3) аккумуляция натечных глин в горизонте В_t;

4) постоянство молекулярного отношения SiO₂:Al₂O₃ в составе глинистой фракции во всех горизонтах при одновременном более широком отношении во всей массе горизонта Е, чем во всей массе горизонта В_t, за счет обеднения горизонта Е глиной и накопления её в горизонте В_t.

При наличии всех четырех признаков иллювиальный горизонт В считается глинисто-иллювиальным и обозначается символом В_t (т.е. В текстурный).

Итак, подзолистые почвы – это кислые сиаллитные элювиально-иллювиально-дифференцированные почвы с профилем типа О–Е–В_{t,f,al}–С (О–А–Е–В_{t,h,f,al}–С) либо О–Е–В_{h,f,al}–С (О–А–Е–В_{h,f,al}–С), формирующихся в условиях промывного водного режима при сезонном промораживании. На территории России эти почвы формируются в таежно-лесной зоне.

Эти почвы, согласно традиционной точке зрения, формируются путем оподзоливания, т.е. кислотного гидролиза (разрушения под действием кислот) первичных и вторичных минералов в элювиальном (подзолистом) горизонте с выносом продуктов гидролиза в иллювиальный горизонт, а частично – за пределы почвенного профиля в грунтовые воды. В наибольшей степени выносу подвергаются щелочи, щелочно-земельные элементы и кремний (относительно накапливается лишь кварц), которые выносятся за пределы профиля; значительная часть освобождающихся соединений железа и алюминия осаждается в иллювиальном горизонте, обычно вместе с гумусовыми кислотами.

Существуют различные точки зрения на механизм этого процесса. *К.К. Гедройц* (1920) полагал, что главным агентом оподзоливания является водородный ион, который появляется в результате диссоциации воды или при диссоциации угольной кислоты при насыщении диоксидом углерода воды, просачивающейся через почву. Воздействуя на кристаллическую решетку минералов, водородный ион постепенно разрушает её, переводя в раствор соответствующие ионы. При этом образуются коллоидные золи SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , гуматов, пептизируемые водородным ионом и выносимые вниз по профилю. В нижних горизонтах реакция почвы становится менее кислой, и золи коагулируют, давая начало иллювиальному горизонту. Слабое место этой гипотезы заключается в следующем:

1. Ни чистая вода, ни вода, насыщенная углекислым газом, не могут дать такую высокую концентрацию водородных ионов, которая необходима для гидролиза минералов и поддержания низких значений величины рН.

2. Как правило, ион водорода не пептизирует, а коагулирует коллоиды.

Согласно взглядам *А.А. Роде* (1937), большое количество свободного иона водорода может появляться в результате выделения его корнями растений при обменном поглощении катионов в процессе минерального питания.

Н.П. Ремезов (1948) выдвинул гипотезу о соответствующей роли иона аммония, освобождающегося якобы в больших количествах в почве в процессе аммонификации и являющегося пептизирующим агентом в отношении коллоидных зольей. Однако эта гипотеза не может быть принята, так как если ион аммония и пептизирует коллоиды, то, во-первых, его нет в условиях сильнокислой среды подзолистых почв (он быстро уходит в процессе денитрификации или поглощается обменным комплексом), во-вторых, он не способен гидролизовать минералы.

Оригинальная концепция подзолообразования была предложена *В.Р. Вильямсом* (1947), считавшим, что оподзоливание – это результат биохимических процессов. По мнению автора, в лесной подстилке идет грибной аэробный процесс разложения, продуктом которого является «креновая кислота», разрушающе действующая на минералы почвы при просачивании водных растворов и образующая «кренаты» металлов. Продвигаясь вниз, «кренаты» постепенно встречают анаэробную зону и восстанавливаются в «апокренаты», которые нерастворимы и выпадают в осадок, образуя иллювиальный горизонт. Эта гипотеза не была подтверждена экспериментально, однако привлекла внимание ученых к роли органических продуктов микробных процессов в подзолообразовании. Наиболее полно этот подход был развит позднее *В.В. Пономаревой*.

Согласно исследованиям *В.В. Пономаревой* (19501, 1951, 1956, 1964), *В.В. Пономаревой*, *Т.А. Плотниковой* (1980), главными факторами в генезисе подзолистых почв являются следующие:

- 1) бедность растительного опада зольными элементами питания и азотом;
- 2) пониженные температуры и промывной водный режим;
- 3) особенности биохимических превращений растительных остатков: замедление микробной деятельности, преобладание грибного кислотообразующего разложения, консервация лесного опада в виде подстилки, продуцирование в подстилке и

усиленное вымывание из нее в почву водорастворимых гумусовых кислот (преимущественно фульвокислот) и простых низкомолекулярных органических кислот неспецифической природы.

Образующиеся в подстилке органические кислоты, попадая с просачивающимся раствором в нижележащий минеральный горизонт, взаимодействуют с первичными и вторичными минералами. При этом, во-первых, происходит разрушение, кислотный гидролиз минералов и мобилизация имеющихся в породе свободных полуторных оксидов, а во-вторых, – осаждение сразу под подстилкой крупномолекулярных фракций гумусовых кислот, прежде всего бурых гуминовых кислот, связанных с полуторными оксидами, и в очень малой степени черных гуминовых кислот, связанных с кальцием. Так формируется гумусовый горизонт ОА, А или АЕ.

Более низкомолекулярные фракции органических кислот (в том числе ненасыщенные фульвокислоты) просачиваются ниже и формируют элювиальный (подзолистый) горизонт Е. Продукты разрушения минералов горизонтов А и Е выносятся вниз и осаждаются вместе с выносимыми сюда же в неразрушенном состоянии илистыми и пылеватыми частицами, формируя иллювиальный горизонт В_{t,f,al}. Весь почвенный профиль представляет собой своеобразную хроматографическую колонку, в которой органические органо-минеральные и минеральные компоненты фракционируются в соответствии со своей подвижностью, в основе которой лежит различная подвижность и агрессивность гумусовых кислот.

Проблема подзолообразования является одной из самых дискуссионных. Большая часть ученых рассматривает подзолообразование как результат разрушения агрессивными фульвокислотами минералов, содержащихся в горизонте Е. Фильтрующиеся почвенные растворы выносят подвижные продукты разрушения из этого горизонта (в результате чего он обесцвечивается) в горизонт В, где происходит их осаждение. Противники этой гипотезы отмечают наличие в горизонте Е, как

и во всем профиле, мелких обломков совершенно свежих минералов, в том числе и неустойчивых к выветриванию, что указывает на отсутствие энергичного распада минералов при подзолообразовании.

Генезис подзолистых почв связан не только с процессом оподзоливания, но и с процессами *лессиважа* и *элювиально-глеевым*. Большинство зарубежных исследователей главную роль в дифференциации профиля подзолистых почв отводят именно процессу лессиважа (т.е. выносу илестых частиц вниз по профилю без их разрушения).

С.П. Ярков (1954), *И.С. Кауричев* (1968), *Ф.Р. Зайдельман* (1974) объясняют обесцвечивание горизонта Е не разрушением минералов и их выносом, а сезонным оглеением верхней части почвенного профиля (элювиально-глеевым процессом). В условиях избыточного поверхностного увлажнения оксиды трехвалентного железа переходят в подвижную форму двухвалентного железа и мигрируют вниз по профилю. Часть этих подвижных соединений остается в пределах горизонта Е и по мере поступления кислорода и изменения окислительно-восстановительной обстановки выпадает в осадок в виде мелких конкреций оксида. Такие процессы наиболее типичны для почв северной тайги. В связи с сезонным переувлажнением большинство подзолистых почв в верхней части профиля слабо оглеены, особенно в пределах элювиального горизонта над уплотненным иллювиальным горизонтом, поскольку весной и осенью здесь происходит застой воды и даже образование горизонта верховодки.

Таким образом, оподзоливание сопровождается периодическим сезонным переувлажнением и слабой поверхностной глееватостью. Переменный окислительно-восстановительный режим приводит к чередованию мобилизации и иммобилизации свободных соединений железа и марганца, часто в виде органоминеральных соединений, их сегрегации в форме небольших ортштейнов, сгустков, точечных скоплений. Особенно много их в нижней части подзолистого горизонта Е.

Ф.Р. Зайдельман (1974) считает оподзоливание частным случаем процесса оглеения.

В подзолистых почвах, развивающихся под лесами с наличием травянистого покрова (подтип дерново-подзолистые почвы), протекает *дерновый процесс*, приводящий к формированию гумусового горизонта, поскольку при разложении опада травянистых растений образуется больше гуминовых кислот, закрепляющихся на месте своего образования.

В дифференциации профиля подзолистых почв определенное участие принимает процесс лессиважа, а в поверхностно-оглеенных почвах – элювиально-глеевый процесс.

27.3. Морфологическое строение профиля и свойства подзолистых почв

В профиле подзолистых почв выделяются следующие горизонты: A_0 – лесная подстилка мощностью 2–10 см, под которой залегает либо маломощная прослойка слабо развитого гумусового слоя A_0A_1 , либо горизонт A_1E (A_1A_2 , 3–5 см), ниже развиты подзолистый (E или A_2) и переходный к иллювиальному (EB или A_2B) горизонты, затем иллювиальный текстурный B_t , постепенно переходящий через BC в материнскую породу C. Иллювиальный горизонт часто подразделяется на несколько подгоризонтов – B_1 , B_2 и т.д.

Для нижней границы подзолистого горизонта характерны языковатость, потечность и формирование переходного горизонта EB.

Подзолистый горизонт (E) отличается своеобразной плитчатой или листоватой структурой, формирующейся при чередовании зимнего промораживания и весеннего оттаивания насыщенного водой слоя. Этот горизонт, как правило, самый светлый в профиле, имеет белесую окраску разных оттенков (белого, серого, палевого, буроватого), что связано с относительно повышенным по сравнению с другими горизонтами содержанием кремнезема, отмытых от оксидных

пленок кварцевых зерен, а также составом материнских пород и условиями увлажнения. Подзолистый горизонт в суглинистых разновидностях часто содержит рудяковые зерна, однако они необязательны: признаки кратковременного переувлажнения могут фиксироваться в виде охристых пятен.

Иллювиальный текстурный горизонт (B_t) характеризуется бурой окраской, высокой плотностью, связанной с накоплением ила. На поверхности ореховатых или призмовидных структурных отдельностей этого горизонта в суглинистых почвах выделяются глинистые пленки (кутаны).

В подзолах, развитых на легких почвообразующих породах, текстурный горизонт отсутствует, вместо него формируется иллювиально-железистый (B_f) или иллювиально-гумусовый (B_h) горизонт.

В почвообразующей породе часто наблюдаются признаки глубинного оглеения, связанные с длительным промерзанием и медленным оттаиванием почв.

Свойства подзолистых почв. Для подзолистых почв характерны следующие общие особенности:

1) четко выраженная дифференциация на элювиальную и иллювиальную части с образованием осветленного подзолистого горизонта в верхней части профиля под маломощным гумусовым горизонтом и иллювиального текстурного бурого горизонта ниже по профилю;

2) обеднение элювиальной части профиля физической глиной, илом, полуторными оксидами и соответствующее их накопление в иллювиальном текстурном горизонте; относительное (остаточное) обогащение элювиальных горизонтов кремнеземом (SiO_2);

3) низкое содержание гумуса (2–3% в горизонте А и 0,5–1,0% в горизонте Е), в составе которого фульвокислоты преобладают над гуминовыми ($C_{гк}:C_{фк}$ менее 1), представленными преимущественно фракцией бурых гуминовых кислот, связанных с полуторными оксидами;

4) высокая актуальная и потенциальная кислотность верхней части профиля ($pH_{(H_2O)}$ 4,0–4,5);

5) малая емкость катионного обмена (10–15 мг-экв/100 г) при низкой степени насыщенности основаниями (менее 50% в верхней части профиля);

6) низкая обеспеченность элементами питания растений (особенно азотом и фосфором);

7) неблагоприятные физические свойства суглинистых почв: наличие уплотненного иллювиального горизонта в средней части профиля и соответствующая дифференциация фильтрационных свойств по профилю, отсутствие агрономически ценной структуры (непрочная комковато-пылеватая в горизонте А, плитчато-пластинчатая в горизонте Е, призмовидная в горизонте В), большая плотность и малая порозность;

8) высокое содержание подвижного алюминия, повышающего обменную кислотность почв и вызывающего токсикоз растений.

В наибольшей степени элювиальные горизонты обедняются Fe_2O_3 , MnO и Al_2O_3 , причем гумусовый горизонт А в дерново-подзолистых почвах обеднен не в меньшей степени, чем горизонт Е. Таким образом, гумусовый горизонт подзолистых почв по своей природе также является оподзоленным, но более темная окраска его связана с наличием гумусовых веществ.

27.4. Классификация и диагностика подзолистых почв

В типе подзолистых почв выделяются три «зональные» подтипа:

- 1) глее-подзолистые;
- 2) подзолистые;
- 3) дерново-подзолистые.

Глее-подзолистые почвы развиваются преимущественно в северной тайге (Карелия, Ленинградская область). Диагностическими признаками их являются следующие:

- оглеение верхней части профиля;
- образование оторфованной подстилки;
- отсутствие гумусово-аккумулятивного горизонта.

Мощность профиля обычно составляет 80–100 см, формула профиля $A_1-A_{2g}-A_2B_g-V_t-BC-C$.

Глее-подзолистые почвы характеризуются:

а) кислой реакцией почвенного раствора (в верхней части профиля $pH_{\text{кол}} 2,9-3,8$);

б) малым содержанием гумуса (1,5–2%) и элементов питания растений;

в) низкой емкостью катионного обмена (5–15 мг-экв/100 г почвы);

г) высокой степенью ненасыщенности основаниями.

Подзолистые почвы формируются преимущественно в средней тайге. С поверхности они имеют подстилку мощностью 2–10 см, ниже расположен слабо развитый гумусовый горизонт A_0A_1 мощностью 1–3 см, иногда выделяется горизонт A_1A_2 . Под гумусовым горизонтом залегает подзолистый A_2 , затем переходный A_2B и иллювиальный текстурный горизонт V_t (он часто подразделяется на несколько подгоризонтов), ниже идет переходный горизонт BC , подстилаемый материнской породой C . Формула профиля $A_0-A_0A_1-(A_1A_2)-A_2-A_2B-V_t-BC-C$, его мощность составляет 100–120 см.

Для подтипа подзолистых почв характерны следующие свойства:

а) реакция среды в верхних горизонтах сильнокислая ($pH_{\text{кол}} 3,3-4$);

б) содержание гумуса 2–4%;

в) емкость поглощения колеблется от 10–15 до 20 мг-экв/100 г почвы (выше, чем в глее-подзолистых, что связано с более высоким содержанием гумуса);

г) насыщенность основаниями низкая;

д) обедненность элементами питания растений.

Дерново-подзолистые почвы развиваются преимущественно в южной тайге под воздействием подзолистого и дернового процессов. В результате последнего под подстилкой формируется гумусовый горизонт A_1 . Формула профиля $A_0-A_1-A_1A_2-A_2-A_2B-V_t-BC-C$. По сравнению с глее-подзолистыми и подзолистыми почвами в дерново-подзолистых ослаблен

подзолистый процесс, которому противостоит дерновый процесс.

Почвы характеризуются следующими свойствами:

- а) менее кислой реакцией среды по сравнению с глееподзолистыми и подзолистыми почвами ($pH_{\text{сол}} 5-5,5$);
- б) содержанием гумуса 3–5%, иногда выше;
- в) более высокими значениями емкости катионного обмена и степени насыщенности основаниями по сравнению с другими подтипами.

В подтипах подзолистых почв выделяют *роды*:

1. Обычные – почвы с наиболее ярко выраженными подтиповыми признаками.
2. Остаточно-карбонатные – образуются на карбонатных породах, вскипают от 10%-ной HCl в горизонте В или С.
3. Контактно-глееватые – формируются на двучленных породах.
4. Иллювиально-железистые – развиваются на песчаных породах, горизонт В имеет ярко-охристую окраску в связи с накоплением несиликатных форм железа.
5. Иллювиально-гумусовые – образуются на песчаных породах, верхняя часть иллювиального горизонта характеризуется коричневой, темно-коричневой, а иногда и черной окраской, обусловленной накоплением органо-минеральных соединений.
6. Слабодифференцированные – развиваются на сухих рыхлых песчаных отложениях и имеют слабо выраженные типовые признаки.

Виды подзолистых почв выделяют по степени и глубине оподзоленности, для чего используются следующие критерии:

- 1) по степени выраженности подзолистого горизонта Е:
 - слабоподзолистые – пятнами, комковатый, серый;
 - среднеподзолистые – сплошной, плитчатый, белесо-серый;
 - сильноподзолистые – сплошной, листоватый, мучнистый, белесый.
- 2) по глубине нижней границы подзолистого горизонта Е:
 - поверхностно-подзолистые – менее 10 см;

- мелкоподзолистые – 10–20 см;
- неглубокоподзолистые – 20–30 см;
- глубокоподзолистые – более 30 см.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), подзолистые почвы выделяют в стволе постлитогенных, отделе текстурно-дифференцированных почв, на уровне следующих типов:

1) подзолистые (подтипы: типичные, грубогумусовые, перегнойные, с микропрофилем подзола, палево-подзолистые, глее-подзолистые, контактно-осветленные, глееватые, языковатые, турбированные);

2) дерново-подзолистые (подтипы: типичные, с микропрофилем подзола, дерново-палево-подзолистые, контактно-осветленные, языковатые, сегрегационно-отбеленные (подбелы светлые), со вторым гумусовым горизонтом, глееватые, турбированные).

Использование. Подзолистые почвы являются мало плодородными для сельскохозяйственных культур. Если не применяются специальные меры по их окультуриванию, то при распашке и освоении свойства почв не улучшаются, при интенсивном окультуривании и соответствующей агротехнологии эти почвы способны давать высокие урожаи при благоприятных погодных условиях.

С целью повышения и поддержания на высоком уровне плодородия пахотных почв, для их окультуривания рекомендуются следующие мероприятия:

1) создание глубокого (25–30 см), рыхлого (с плотностью 1,1–1,2 г/см³), высокогумусированного (3–5% гумуса), слабокислого (рН_(H2O) 6–7, рН_(KCl) 5,5–6) или даже нейтрального пахотного слоя, что достигается постепенным его углублением на фоне внесения больших доз органических удобрений и известкования;

2) периодическое внесение органических удобрений и применение травосеяния в севообороте для поддержания бездефицитного баланса гумуса и улучшения его состава (повышения доли гуминовых кислот в составе гумуса);

3) периодическое известкование для предотвращения повышения кислотности;

4) систематическое внесение минеральных азотных, фосфорных и калийных удобрений в дозах, достаточных для получения планируемого урожая (избыток удобрений на полях так же вреден, как и их недостаток);

5) периодическое глубокое рыхление (щелевание, кротование и т.п.) подпахотных горизонтов для предупреждения внутрипочвенного переувлажнения и обеспечения свободного дренажа;

б) регулирование водного режима путем сброса избытка поверхностных вод весной мелким поверхностным дренажем или бороздованием и умеренного полива дождеванием в периоды летних засух.

27.5. Болотно-подзолистые почвы

Почвы болотно-подзолистого типа формируются в результате подзолистого и болотного (сочетание торфообразования и оглеения) процессов почвообразования при временном избыточном увлажнении поверхностными или мягкими грунтовыми водами. Встречаются они преимущественно в северной и средней тайге среди глее-подзолистых и подзолистых почв.

Болотно-подзолистые почвы являются полугидроморфными, имеют кислую реакцию среды ($pH_{\text{сол}} 3-4$). Подзолистый горизонт их обогащен кремнеземом и обеднен полуторными оксидами, а в глеевых горизонтах накапливаются подвижные формы железа.

Болотно-подзолистые почвы сохраняют признаки подзолистых почв, но характеризуются оглеением минеральной части и имеют с поверхности торфянистый слой мощностью 10–30 см.

Морфологическое строение профиля болотно-подзолистых почв следующее:

A_0 – лесная подстилка, иногда очес O ;

A_T – торфянистый горизонт, который может быть слаборазложившимся (торфяным) A_0^T , среднеразложившимся (перегнойно-торфяным) A_0^{PT} , сильноразложившимся (перегнойным) A_0^P ;

A_1 – гумусовый горизонт;

A_2 (E) или A_{2g} (E_g) – подзолистый горизонт;

B – иллювиальный горизонт;

C (C_g) – почвообразующая порода, оглеение её выражено при наличии грунтового увлажнения.

В типе болотно-подзолистых почв выделяют следующие подтипы:

1. Торфянисто-подзолистые поверхностно-глеевые (A_0^T имеет мощность 10–30 см, оглеение сильное по всему профилю).

2. Торфянисто-подзолистые грунтово-глеевые (A_0^T мощностью 10–30 см, оглеение сильное, нижняя часть профиля переувлажнена, часто водоносна).

3. Перегнойно-подзолистые поверхностно-глеевые (мощность перегнойного горизонта A_0^P 10–20 см, содержание органического вещества в нем 20–30%, реакция почвы в верхней части профиля кислая ($pH_{\text{сол}}$ около 4), в нижней – близкая к нейтральной (pH 6-7). Развиваются в теплой фации дерново-подзолистой подзоны).

4. Дерново-(перегнойно)-подзолистые грунтово-глеевые (мощность перегнойного или дернового горизонта 10–20 см, хорошо выражен ортзандовый, или иллювиально-гумусовый, горизонт с содержанием гумуса от 2 до 10%. Развиваются на песчаных и супесчаных породах в подзоне дерново-подзолистых почв).

В пределах подтипов выделяются следующие роды:

- обычные,
- иллювиально-гумусовые,
- иллювиально-железистые,
- оруденелые,
- контактно-глеево-подзолистые.

Виды выделяют, как и в типе подзолистых почв, по степени и глубине оподзоливания. Кроме этого почвы подразделяют на виды по мощности торфяного горизонта:

- торфянисто-подзолистые (мощность менее 30 см);
- торфяно-подзолистые (более 30 см).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), болотно-подзолистые почвы выделяются в створе постлитогенных почв в разных отделах.

Отдел текстурно-дифференцированных почв. Типы:

1. Подзолисто-глеевые.
2. Торфяно-подзолисто-глеевые.
3. Дерново-подзолисто-глеевые.
4. Агроторфяно-подзолисто-глеевые.
5. Агродерново-подзолисто-глеевые.

Отдел альфегумусовых почв. Типы:

1. Подзолы глеевые.
2. Торфяно-подзолы глеевые.
3. Дерново-подзолы глеевые.
4. Агродерново-подзолы глеевые.
5. Агроторфяно-подзолы глеевые.

Отдел элювиальных почв. Типы:

1. Элювозёмы глеевые.
2. Дерново-элювозёмы глеевые.
3. Торфяно-элювозёмы глеевые.
4. Торфяно-подзол-элювозёмы глеевые.
5. Агродерново-элювозёмы глеевые.
6. Агроторфяно-элювозёмы глеевые.

Использование. Поскольку торфянисто-подзолистые поверхностно- и грунтовоглеевые почвы обычно заняты заболоченными лесными угодьями, их освоение связано с большими затратами и является экономически нецелесообразным. Эти почвы вовлекаются в распашку при условии их залегания небольшими пятнами по микропонижениям среди подзолистых и дерново-подзолистых почв. Для выравнивания плодородия всего пахотного поля необходим отвод избыточных вод с этих почв, рыхление

подпахотного горизонта, внесение высоких доз органических удобрений (для активизации процессов минерализации торфа), известкование. Перегнойно-подзолистые поверхностно- и грунтовоглеевые почвы довольно интенсивно используются в качестве сенокосно-пастбищных угодий и вовлекаются в пашню. С целью повышения их плодородия на них проводятся мероприятия по улучшению свойств путем агротехнических и мелиоративных приемов. Это устройство закрытого дренажа, отвод избытка влаги по временным бороздам, планировка поверхности, землевание, почвоуглубление, создание мощного пахотного горизонта, применение органических и минеральных удобрений и др.

На этих почвах выращивают лен, овес, рожь, озимую пшеницу, картофель и другие овощные культуры, многолетние травы и др.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте условия почвообразования в таежно-лесной зоне.
2. Какие процессы формируют профиль подзолистых почв? Изложите представления разных исследователей о генезисе этих почв.
3. Какие генетические горизонты выделяются в профиле подзолистых почв, и какими морфологическими признаками они обладают?
4. Расскажите о свойствах подзолистых почв.
5. Какие критерии лежат в основе классификации подзолистых почв. Назовите диагностические признаки их подтипов и родов.
6. Какие мероприятия необходимы для окультуривания подзолистых почв?
7. Охарактеризуйте генезис и свойства болотно-подзолистых почв. Как их классифицируют?

Глава 28 Серые лесные почвы северной лесостепи

Серые лесные почвы широко распространены в Евразии (в т.ч. России), Северной Америке (США, Канада). Лесостепная зона, в пределах которой формируются серые лесные почвы, граничит на севере с подзоной южной тайги, на юге – с зоной степей. Таким образом, она представляет собой переходную полосу между лесом и степью, где участки леса чередуются с участками луговой степи. Лесостепная зона простирается сплошной полосой с запада на восток от бассейна Прута и

Днестра, через Европейскую и Западно-Сибирскую равнину до Салаирского кряжа, далее на восток в связи с горным рельефом она утрачивает свою монолитность и приобретает островной характер. Острова лесостепи, приуроченные к межгорным впадинам и речным долинам, проникают до восточного Забайкалья.

Серые лесные почвы на севере своего распространения контактируют с дерново-подзолистыми почвами, на юге – с черноземами.

Структура почвенного покрова лесостепной зоны довольно сложна. Наряду с серыми лесными почвами здесь формируются черноземы, лугово-черноземные почвы, солоды, солонцы и другие почвы.

28.1. Условия почвообразования в лесостепной зоне

Климат лесостепной зоны умеренно континентальный, с прохладным влажным летом в северной части и теплым на юге. Характерной чертой климата является примерно равное количество осадков и испаряемости. Тип водного режима периодически промывной. Промачивание почвенного профиля до грунтовых вод происходит не ежегодно и главным образом в весенний период снеготаяния, осенние осадки увлажняют слой почвы до глубины 50 см. По обеспеченности влагой западные провинции относятся к влажным, а восточные – к полувлажным. Континентальность климата нарастает к востоку зоны, в этом же направлении уменьшается общая обеспеченность теплом, зима становится более холодной, вегетационный период короче. Средняя температура января изменяется от $-4, -8^{\circ}\text{C}$ в Украинской провинции до $-18, -25^{\circ}\text{C}$ в Приалтайской; средняя температура июля – от $+19,5-20^{\circ}\text{C}$ в Украинской до $+17,5-18,5^{\circ}\text{C}$ в Приалтайской. Длина вегетационного периода составляет 155–159 дней на Украине, 144–155 дней в Среднерусской провинции и уменьшается к востоку до 95–120 дней в Западной Сибири. Сумма температур выше 10°C изменяется от 2200–2600 $^{\circ}\text{C}$ в западной части зоны до 1400–

1800°С на востоке. Большее количество осадков выпадает на западе (550–700 мм в год, коэффициент увлажнения (K_u) 1,2 – в Украинской провинции) и уменьшается к востоку зоны (380–420 мм, $K_u = 1,0$ – в Западно-Сибирской провинции и 360–450 мм, $K_u = 0,77$ –1,0 – в Приалтайской провинции).

Рельеф и почвообразующие породы. В европейской части зоны рельеф волнистый, сильно и глубоко расчлененный эрозией. Платообразные и слабовыпуклые водораздельные пространства изрезаны глубокими оврагами и балками. Овраги в большинстве случаев имеют крутые склоны, ветвистый характер, врезаются на глубину 15–20 м в толщу пород и тянутся на несколько километров в глубь водораздельных территорий. Приовражные склоны подвержены эрозионным процессам. Территория зоны здесь простирается в пределах Воыно-Подольской, Среднерусской, Приволжской возвышенностей, Пермского и Уфимского плато.

На западе европейской части зоны преобладающими породами являются лессы и лессовидные суглинки, в Среднерусской провинции – покровные суглинки и местами морена. В отдельных районах серые лесные почвы развиты на элювиально-иллювиальных продуктах выветривания коренных пород.

Западно-Сибирская провинция характеризуется равнинным рельефом со слабодренированными междуречьями. Среди почвообразующих пород преобладают лессовидные суглинки и глины.

Восточная часть зоны (Приалтайская, Западно- и Восточно-Присяянские провинции) более расчленена и дренирована. Рельеф полого-увалистый, в межгорных котловинах (Красноярская, Канская лесостепь) широко развит бугристый микро- и мезорельеф. Почвообразующие породы представлены в основном четвертичными лессовидными суглинками и глинами.

Растительность лесостепной зоны представлена травянистыми лесами, чередующимися с безлесными участками луговых степей, которые большей частью распаханы. В

европейской части страны леса дубовые с примесью липы, клена, ясеня. Далее к востоку заметное место занимает береза, часто с примесью хвойных пород (пихта, сосна). В Западно-Сибирской провинции преобладают березовые травянистые леса с примесью осины. На востоке зоны распространены березово-осиновые и сосново-березовые леса с примесью лиственницы. Травянистая растительность лесов разнообразна и обильна.

В северной части лесостепной зоны леса выходят на водораздельные пространства и составляют крупные массивы, в южной части они тяготеют к коренным берегам рек и на водоразделах встречаются только в виде небольших островов.

Лиственные леса, произрастающие на серых лесных почвах, имеют общую биомассу в среднем от 1000 до 5000 ц/га в зависимости от возраста. Зеленая часть составляет всего 2–4%, а корни 15–40% от всей биомассы. С лесным опадом ежегодно поступает от 20 до 300 ц/га сухого вещества, включающего от 50 до 700 кг/га зольных элементов. В листьях зольность составляет 5–8%, содержание азота – 1–3%. Сумма Са, К, Р и S колеблется от 70 до 90% от всей массы золы.

Богатство лиственного опада азотом, составляющим 50–90 кг/га, и кальцием (70–100 кг/га) создает условия для значительной интенсивности его разложения с образованием группы гуминовых кислот. Однако оснований для полной нейтрализации кислых продуктов разложения органических остатков оказывается недостаточно. В результате сохраняется кислая и слабокислая реакция почвы (рН 5,8–6,8). В целом под лиственными лесами потребление и возврат зольных элементов и азота оказываются в 2,5–3 раза выше, чем в хвойных лесах.

28.2. Генезис серых лесных почв

Изучение генезиса серых лесных почв связано с именами В.В. Докучаева, С.И. Коржинского, И.В. Тюрина, В.Р. Вильямса, В.И. Талиева и других ученых. Вопрос о генезисе серых лесных почв до настоящего времени остается дискуссионным. Противоречивость научных концепций определяется

переходным положением их между зонами подзолистых и черноземных почв, совместным распространением с черноземами в лесостепи, а также большими провинциальными и фациальными различиями.

В.В. Докучаев рассматривал серые лесные почвы как самостоятельный тип почв, формирование которых происходит под широколиственными травянистыми лесами в условиях лесостепной зоны. Светло-серые и серые лесные почвы в большей мере претерпевали воздействие лесной растительности и в меньшей – травянистой, тогда как темно-серые образовались под ослабленным влиянием леса и при более интенсивном воздействии травянистой растительности.

С.И. Коржинский, изучая серые лесные почвы в Приуралье и Заволжье в пределах северной границы черноземов, пришел к выводу, что эти почвы, находящиеся под широколиственными лесами в черноземной степи, представляют собой деградированный чернозем. Он полагал, что весь ряд почв от черноземных до подзолистых представляет собой лишь последовательные стадии процесса деградации черноземов в результате изменения границы между лесом и степью и поселения леса на черноземе. Последнее приводит к развитию подзолистого процесса и деградации, выражающейся в постепенном разрушении гумуса и структуры.

В.И. Талиев высказал противоположную точку зрения, полагая, что серые лесные почвы могут формироваться в результате проградации дерново-подзолистых почв. Эту точку зрения поддерживал и П.Н. Крылов, считая, что серые лесные почвы возникают из дерново-подзолистых при смене таежно-лесной растительности на широколиственные леса и лугово-степную растительность.

В.Р. Вильямс рассматривал серые лесные почвы как результат природного сочетания дернового и подзолистого процессов в лесостепной зоне.

И.В. Тюрин показал, что разные серые лесные почвы прошли различный эволюционный путь: в одних случаях это первично-лесные почвы, в других – деградированные черноземы, в

третьих – проградированные дерново-подзолистые почвы. Известно, что на протяжении голоценового периода граница между лесом и степью неоднократно меняла свое положение, то поднимаясь к северу, то опускаясь на юг, что могло вызывать процессы проградации (в северных районах лесостепной зоны) и деградации (в южных районах лесостепи) почв. Кроме этого, следует иметь в виду, что в пределах Европейской части России и в Западной России встречаются серые лесные почвы, приуроченные к обширным аллювиальным равнинам, поэтому их возникновение может быть связано с эволюцией луговых и лугово-черноземных почв (Ковда, 1965).

Б.П. Ахтырцев (1968) рассматривал вопрос о формировании серых лесных почв с позиции проявления основных элементарных почвенных процессов (ЭПП). По его мнению, они формируются под влиянием следующих ЭПП:

- 1) поступление органических остатков в почву;
- 2) гумусонакопление и связанная с ним биогенная аккумуляция зольных веществ;
- 3) выщелачивание карбонатов и легкорастворимых солей;
- 4) миграция гумусовых веществ и продуктов распада минералов в форме металлоорганических и оксидных соединений;
- 5) лессиваж;
- 6) оглинивание.

Таким образом, основными почвообразовательными процессами в серых лесных почвах являются дерновый, оподзоливание и лессиваж. Подзолистый процесс в лесостепной зоне протекает в более слабой форме, чем в таежно-лесной, а для дернового процесса создаются лучшие условия. Это связано с характером биологического круговорота веществ и условиями гумификации на фоне ослабленного промывного режима. Под травянистыми лесами ежегодно в почву и на ее поверхность поступает большая масса опада (70–90 ц/га), богатого азотом (50–90 кг/га) и основаниями, особенно кальцием (70–100 кг/га и более). Отсутствие или слабое проявление сезонного анаэробнозиса и лучший тепловой режим усиливают

разложение богатой основаниями и азотом отмирающей растительности, при этом образуются более сложные гумусовые вещества с большим содержанием гуминовых кислот. Значительная часть кислот нейтрализуется основаниями опада, поэтому процессы разрушения почвенных минералов выражены слабее, чем в таежно-лесной зоне. Все это способствует накоплению в почве гумуса.

Формирование элювиального и иллювиального горизонтов серых лесных почв, согласно Б.П. Ахтырцеву, в наибольшей степени связано с процессом лессиважа, следствием которого является обезыливание верхних горизонтов. Это подтверждается однородностью валового химического и минералогического состава илистой фракции по всему почвенному профилю. В составе присыпки в горизонтах А и АЕ резко преобладают тонкодисперсный кварц и полевые шпаты, аморфный кремнезем почти полностью отсутствует.

28.3. Морфологическое строение профиля и свойства серых лесных почв

Морфологической особенностью серых лесных почв является заметное разделение гумусового слоя на два горизонта: верхний A_1 , характеризующийся наиболее интенсивной гумусовой окраской, и нижний гумусово-элювиальный A_1A_2 (или АЕ), в разной степени окрашенный гумусом и имеющий признаки оподзоленности в виде белесой кремнеземистой присыпки, состоящей из мелких фракций кварца и полевых шпатов, с поверхности которых удалены пленки гумуса и гидроксид железа. Профиль серых лесных почв имеет следующую формулу: $O-A_1-AE-EB-B_{1t}-B_{2t}-BC-C$.

Светло-серые лесные почвы имеют некоторое отличие от типичных серых лесных почв в морфологическом строении, выраженное в более светлых тонах гумусового и оподзоленного переходного горизонта, обильной белесой присыпке по всему профилю.

Профиль темно-серой лесной почвы отличается от серой большей мощностью гумусового горизонта, более интенсивной его окраской и менее выраженной дифференциацией профиля по элювиально-иллювиальному типу. Переходный горизонт АЕ может отсутствовать. В профиле меньше белесой присыпки.

В серых лесных почвах четко выражена дифференциация профиля по гранулометрическому составу. Наблюдается активный вынос ила (и физической глины в целом) из горизонта А, АЕ и ЕВ и накопление его в иллювиальном горизонте В_t и иногда в нижележащих горизонтах.

Профиль почв отчетливо дифференцирован и по валовому химическому составу (по элювиально-иллювиальному типу). В наибольшей степени эта дифференциация выражена в светло-серых лесных почвах, гумусовый А₁ и элювиальный АЕ (А₁А₂) горизонты которых значительно обеднены оксидами железа и алюминия и имеют относительное накопление кремнезема. В иллювиальном горизонте В_t во всех подтипах серых лесных почв отмечается аккумуляция оксидов железа и алюминия и снижение содержания кремнезема. В распределении механических элементов по профилю отмечается четкая закономерность: верхние горизонты, по сравнению с породой, обеднены илистой фракцией. Такая закономерность связана как с оподзоливанием, так и с проявлением лессиважа. Кроме этого, в иллювиальном горизонте отмечается некоторое развитие процесса оглинения. Минералогический состав илистой фракции представлен аморфными соединениями SiO₂, R₂O₃ и глинистыми минералами (гидролюдами, вермикулитом, монтмориллонитом и хлоритом).

Содержание гумуса в горизонте А₁ светло-серых лесных почв составляет 1,5–3% в западных провинциях и увеличивается до 4–5% в восточных, в серых – соответственно 3–4% до 6%, в темно-серых – от 4–5% до 6–9%. В составе гумуса светло-серых почв преобладают фульвокислоты, в серых – доли гуминовых и фульвокислот примерно одинаковы, а в темно-серых – гуминовых кислот больше. Содержание азота колеблется от 0,10

до 0,25% в светло-серых почвах, от 0,15 до 0,30% в серых и составляет 0,20–0,40% в темно-серых.

Емкость поглощения в гумусовом горизонте светло-серых почв суглинистых разновидностей составляет 14–18 мг-экв/100 г и возрастает в иллювиальном горизонте в связи с обогащением его илистой фракцией. Реакция среды кислая ($pH_{\text{сол}}$ составляет 4,3–4,5).

Серые лесные почвы характеризуются некоторой ненасыщенностью основаниями, хотя и в меньшей степени, чем светло-серые. Емкость поглощения в них выше и составляет 18–30 мг-экв/100 г. Почвы менее кислые, чем светло-серые ($pH_{\text{сол}}$ 4,6–5,2).

Физико-химические свойства темно-серых почв более благоприятны. Емкость поглощения в верхнем горизонте достигает 35–45 мг-экв/100 г, что связано с большей гумусированностью и меньшим обеднением илом. Для них характерна более высокая насыщенность основаниями ($V=80$ – 90%), слабокислая реакция солевой вытяжки (pH 5,2–6,4). Гидролитическая кислотность в типе серых лесных почв обычно составляет 2–5 мг-экв/100 г почвы.

28.4. Классификация и диагностика серых лесных почв

В типе серых лесных почв выделяется три *подтипа*: светло-серые, серые и темно-серые. В основе этого разделения лежат различия в морфологическом строении профиля, а также в содержании и составе гумуса, что обусловлено различной интенсивностью основных почвообразующих процессов – дернового и подзолистого.

Светло-серые лесные почвы отличаются наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. По диагностическим признакам они близки к дерново-подзолистым почвам. Горизонт A_1 имеет светло-серую окраску, мощность менее 15–20 см. Для горизонта A_1A_2 (AE) характерны четкие признаки оподзоленности в виде ясного белесоватого оттенка, чешуйчатой, пластинчатой, а иногда

плитчато-ореховатой структуры с обильной белесой присыпкой. Горизонт A_2B (ЕВ) комковато-ореховатый или ореховатый с белесой присыпкой, постепенно переходит в горизонт B_t с наличием присыпки и буровато-коричневыми примазками по граням агрегатов ореховато-призматической структуры. Постепенно иллювиальный горизонт переходит в породу С, где в конце второго метра часто встречаются карбонаты в форме псевдомицелия.

Сырые лесные почвы характеризуются более интенсивным развитием дернового процесса и ослаблением подзолистого по сравнению со светло-серыми. Они отличаются более темной окраской горизонтов A_1 и A_1A_2 , повышенной мощностью горизонта A_1 (до 25–30 см), комковато-мелкоореховатой структурой в горизонте A_1A_2 . Горизонт A_2B может отсутствовать, горизонт B_t имеет те же признаки, что и в светло-серых почвах.

Темно-серые лесные почвы имеют более мощный и темный гумусовый горизонт A_1 , по сравнению с предыдущими подтипами. Структура его комковатая или комковато-зернистая. Горизонт A_1A_2 довольно интенсивно прокрашен гумусом, часто имеет комковато-ореховатую структуру с белесой присыпкой. Иллювиальный горизонт выделяется темно-бурой окраской, заметной уплотненностью, ореховато-призматической структурой, белесая присыпка здесь необильная, иногда отсутствует. Обычно на глубине 120–150 см залегают карбонаты в форме псевдомицелия.

По особенностям почвообразующих пород в пределах каждого подтипа выделяют следующие *роды*:

1. Обычные – развиты на рыхлых толщах суглинистого, глинистого и супесчаного состава.

2. Остаточно-карбонатные – развиты на продуктах выветривания карбонатных пород (известняков, мергелей, коренных карбонатных глин и т.п.).

3. Контактно-луговые – формируются на двучленных наносах, характеризуются признаками избыточного увлажнения и часто оглеения на контакте пород.

4. Пестроцветные – развиты на коренных пестроцветных породах (каолиновые глины).

5. Со вторым гумусовым горизонтом – наиболее широко распространены в Западной Сибири. В них ниже оподзоленного горизонта A_1A_2 находится второй гумусовый горизонт (A_h) более темный по окраске (пепельно-серый или пепельно-черный с сероатой присыпкой), рассыпчато-мелкоореховатой или плитчато-ореховатой структурой. Ниже по профилю этот горизонт сменяется иллювиальным горизонтом В. Большинство исследователей рассматривают второй гумусовый горизонт как реликтовый, образовавшийся в результате вторичного оподзоливания черноземных, лугово-черноземных или дерново-луговых почв.

Разделение на *виды* производится по двум критериям:

а) по глубине вскипания от HCl : высоковскипающие (выше 100 см) и глубоковскипающие (глубже 100 см);

б) по мощности гумусового горизонта ($A+AE$): мощные (более 40 см), среднемощные (40–20 см) и маломощные (менее 20 см).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), серые лесные почвы выделяются в стволе постлитогенных, в отделе текстурно-дифференцированных почв на уровне двух типов: серых и темно-серых почв. В каждом типе выделяют по 3 подтипа: типичные, со вторым гумусовым горизонтом и глееватые почвы.

Использование. Серые лесные почвы интенсивно используются в сельском хозяйстве, поскольку обладают относительно высоким плодородием и при рациональном использовании позволяют получать хорошие урожаи сельскохозяйственных культур. Однако в связи с недостаточным содержанием гумуса в пахотных почвах и низкой обеспеченностью азотом они нуждаются в органических удобрениях (навоз, торфонавозные компосты). Внесение высоких доз навоза способствует улучшению структурного состояния пахотного горизонта, снижает кислотность почвы, улучшает пищевой режим.

На светло-серых и серых почвах, отличающихся более высокой кислотностью, целесообразно проводить известкование.

Эффективными являются и минеральные удобрения – фосфоритная мука, томасшлак, различные азотные и калийные удобрения.

В европейской части зоны, характеризующейся достаточным количеством тепла, света и влаги, возделываются ранне-, средне- и некоторые позднеспелые полевые, пропашные и овощные культуры, а также плодовые и ягодные. Восточнее (в Западной и Средней Сибири) уменьшается теплообеспеченность и продолжительность вегетационного периода, в связи с чем возделывание среднеспелых культур ограничено, используются сорта раннеспелых культур.

Использование серых лесных почв в качестве пахотных угодий должно сопровождаться проведением мероприятий, направленных на борьбу с водной эрозией, охватившей большие площади сельскохозяйственных угодий.

Важное значение для повышения плодородия почв имеет регулирование водного режима, в этом плане необходимы мероприятия по накоплению и сохранению влаги в почве и по отводу избыточных вод в нижних частях склонов.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте условия почвообразования в северной части лесостепной зоны.
2. Изложите взгляды разных ученых на генезис серых лесных почв. Каково современное представление о происхождении этих почв?
3. Какие морфологические особенности характерны для серых лесных почв и какое строение профиля они имеют? Сопоставьте морфологические признаки подтипов этих почв.
4. Охарактеризуйте свойства серых лесных почв. Как изменяются свойства и признаки почв в направлении с запада на восток лесостепной зоны?
5. Какие критерии лежат в основе классификации серых лесных почв? Назовите их подтипы, роды и виды.
6. Охарактеризуйте мероприятия, необходимые для повышения плодородия серых лесных почв при их сельскохозяйственном использовании.

Глава 29 Бурые лесные почвы

Бурые лесные почвы, или *буроземы*, относятся к группе почв с недифференцированным по элювиально-иллювиальному типу профилем. В качестве самостоятельного типа буроземы были выделены Раманном в 1905 г. при изучении почв широколиственных лесов Центральной и Южной Европы. В 1909 г. Г. Мургочи предложил название бурые лесные почвы. Аналогичные почвы под дубовыми лесами Псковской губернии К.Д. Глинка называл поддубицы. В настоящее время в отечественном почвоведении буроземы понимают как тип профильно-недифференцированных почв, свойственных широколиственным и хвойно-широколиственным лесам с богатым кальциевым биологическим круговоротом веществ и имеющих промывной водный режим.

Бурые лесные почвы распространены в холмистых и низкогорных районах Центральной Европы, в Прикарпатье, Закарпатье, на Кавказе, в Крыму, на Дальнем Востоке (предгорья Сихотэ-Алиня) и других регионах.

29.1. Экология буроземообразования

Буроземы формируются в различных климатических условиях. В западных районах климат теплый и влажный с количеством годовых осадков 1000 мм и более при сравнительно равномерном их распределении по периодам года. Температура января $-3...-5^{\circ}\text{C}$. Почвы не промерзают или промерзают кратковременно на небольшую глубину. Средняя температура июля около 20°C . Восточные районы характеризуются холодным муссонным климатом с продолжительным морозным периодом, глубоким промерзанием почвы. Средняя температура в январе около минус 20°C , а в июле около 20°C . Среднегодовое количество осадков 500–600 мм с выраженным летним муссонным периодом дождей. Довольно высокое количество осадков приводит к существенному выщелачиванию и подкислению почв.

В целом буроземообразование связано со следующими экологическими условиями:

1. Широколиственные, хвойно-широколиственные, иногда хвойные леса с развитым травяным покровом, характеризующиеся мощным по объему азотно-кальциевым биологическим круговоротом веществ.

2. Преобладание атмосферных осадков над испарением, обеспечивающее глубокое (сезонное) промачивание почвы и промывной водный режим.

3. Обязательный свободный внутрипочвенный дренаж, с чем связано преимущественное распространение бурых лесных почв на горных склонах.

4. Кратковременное сезонное промерзание или его полное отсутствие, обеспечивающее достаточно высокую интенсивность выветривания и образования вторичных минералов.

5. Относительно небольшой возраст почвообразования в связи со склонностью буроземов к эволюции в другие типы почв.

Таким образом, буроземы – это гумидно-лесные почвы хорошо дренированных склонов в горах или на сильно расчлененных высоких равнинах, формирующиеся при промывном водном режиме и богатом азотно-кальциевом биологическом круговороте веществ высокой интенсивности. Последнему способствует обильная почвенная мезо- и микрофауна, особенно разнообразная в лесной подстилке, формирующейся по мюллерову типу.

Почвообразующие породы отличаются разнообразием, это могут быть красноцветные коры выветривания, элювий и элюво-делювий кислых и основных массивно-кристаллических пород, известняков, рыхлые голоценовые наносы (включая лёсс), а также мелкозернистые третичные пески, богатые первичными минералами.

Растительный покров в западных регионах представлен широколиственными лесами из дуба, бука, граба, каштана, ясеня с хорошо развитым разнотравьем, в восточных – преобладают

хвойно-широколиственные леса из дуба, черной березы, липы, амурского бархата, ели, пихты, кедра, сосны с подлеском из рододендрона даурского с хорошо развитым травяным покровом.

29.2. Генезис и строение профиля бурых лесных почв

Генезис. Бурые лесные почвы формируются при сочетании двух основных элементарных почвенных процессов: гумусообразования (и гумусонакопления) и сиаллитного оглинивания.

В результате *гумусообразования* и *гумусонакопления* под лесной подстилкой формируется гумусовый горизонт А, темноокрашенный в бурые тона вследствие преобладания фульвокислот и бурых гуминовых кислот и прокрашивания оксидами железа.

Сиаллитное оглинивание (*сиаллитизация*) протекает преимущественно в средней части профиля, ведет к формированию глинисто-метаморфического горизонта В_м под горизонтом А и является основным профилеобразующим почвенным процессом. Сущность процесса оглинивания заключается во внутрипочвенном выветривании первичных минералов с образованием и относительным накоплением *in situ* вторичных глинистых минералов. Гидротермический режим и активная биохимическая деятельность микроорганизмов способствуют образованию вторичных глинистых минералов из продуктов выветривания первичных минералов и минерализации растительных остатков. При этом, в отличие от подзолистых почв, где выветривание сопровождается накоплением кремнезема, в буроземах вторичный кварц не накапливается.

Глинообразование, являющееся результатом трансформации первичных минералов, сопровождается побурением почвенной массы за счет отложения мелкокристаллического гётита на поверхности зерен глинистых минералов. Перемещения по профилю продуктов выветривания не происходит, исключение

составляют выносимые за пределы профиля и из ландшафта в целом легкорастворимые соли.

При формировании буроземов сочетаются процессы выщелачивания катионов нисходящим током воды, с одной стороны, и их биологическая аккумуляция в подстилке и гумусовом горизонте, с другой. Вовлекаемых в биологический круговорот оснований и освобождаемых при выветривании оксидов железа и алюминия достаточно для насыщения образующихся при разложении растительных остатков органических кислот и нейтрализации их агрессивности, что наряду с окислительной обстановкой и отсутствием застоя растворов препятствует оподзоливанию почв. Подвижные формы железа, возникающие в бурых лесных почвах в процессе выветривания и почвообразования, участвуют в гумусонакоплении, оструктуривании почвенной массы и других процессах.

Максимальное содержание железа в форме гелей приурочено к верхним гумусовым горизонтам, ниже по профилю железо распределяется более или менее равномерно. Накопление подвижных форм железа в верхних горизонтах является важнейшим диагностическим признаком бурых лесных почв.

В генезисе почв заметную роль играет процесс лессиважа. Буролесное почвообразование может сочетаться с подзолистым и глеевым процессами в определенных условиях термического и водного режимов почв, а также растительности на территориях распространения бурых лесных почв.

Морфологическое строение профиля. В типичном выражении профиль бурых лесных почв выражается формулой А–В_m–С. Диагностическим признаком является наличие метаморфически оглиненного горизонта В_m при отсутствии элювиальных и иллювиальных горизонтов. В целом почвы имеют довольно монотонный буроокрашенный профиль с постепенным переходом между горизонтами: О–ОА–А–АВ–В_m–ВС–С, морфологические признаки которых в типичном буроземе следующие:

А₀ – лесная подстилка мощностью 0,5–2 см;

A_1 – гумусовый горизонт мощностью 10–20 см, темно-бурого или серовато-бурого цвета, комковатый или комковато-зернистый, обычно суглинистый, иногда с включением щебня;

V_m – переходный горизонт мощность 25–50 см и более, бурого или коричневатого-бурого цвета, комковато-ореховатый, по граням структурных отдельностей тонкие органоминеральные корочки, иногда заметно уплотнен, в большинстве случаев содержит щебенку;

C – материнская порода, обычно бурого цвета, с включениями щебнистого материала.

29.3. Свойства и классификация бурых лесных почв

Свойства бурых лесных почв. Содержание гумуса колеблется от 3–4 до 10–12%. С глубиной отмечается быстрое уменьшение степени гумусированности. Тип гумуса в большинстве случаев фульватный ($C_{гк}:C_{фк}$ ниже единицы, обычно 0,7–0,8). Однако в черноземовидных буроземах гумус может иметь фульватно-гуматный и даже гуматный характер. В составе гуминовых кислот преобладают бурые (фракция 1), непрочно связанные с оксидами железа. Значительная доля гумусовых кислот связана с глинистыми минералами.

Горизонт V_m отличается накоплением илистой фракции и физической глины, содержание которых здесь всегда больше, чем в почвообразующей породе.

Валовой химический состав показывает довольно равномерное распределение по профилю SiO_2 и R_2O_3 при некотором накоплении полуторных оксидов с поверхности. Подвижные соединения железа аккумулируются в верхней части профиля.

Емкость катионного обмена достигает 20–25 мг·экв/100 г почвы, среди обменных катионов преобладает Ca^{2+} . Типичный бурозем – это кислая почва, ненасыщенная основаниями.

Классификация бурых лесных почв. Буроземы принято делить на следующие типы и подтипы.

1. *Тип бурые лесные почвы (буроземы).*

Подтипы:

- бурые лесные кислые грубогумусные,
- бурые лесные кислые грубогумусные оподзоленные,
- бурые лесные кислые,
- бурые лесные кислые оподзоленные,
- бурые лесные слабоненасыщенные,
- бурые лесные слабоненасыщенные оподзоленные.

Роды: остаточно-карбонатные, остаточно-насыщенные, ферралитизованные, вторично-дерновые.

Виды выделяют по содержанию гумуса:

- * многогумусные – более 10%,
- * среднегумусные – 5–10%,
- * малогумусные – менее 5%.

Кроме этого на видовом уровне учитывается степень щелбности и каменистости.

2. Тип бурые лесные глеевые почвы (буроземы глеевые).

Подтипы:

- бурые лесные поверхностно-глееватые оподзоленные,
- бурые лесные поверхностно-глеевые оподзоленные,
- бурые лесные глееватые,
- бурые лесные глеевые.

Роды: обычные, остаточно-карбонатные, ферралитизованные, галечниковые.

При отнесении буроземов к единому почвенному типу в нем выделяются следующие подтипы:

1. Черноземовидные
2. Остаточно-карбонатные
3. Слабоненасыщенные (эутрофные)
4. Кислые (дистрофные)
5. Грубогумусные
6. Оподзоленные
7. Лессивированные
8. Глеевые
9. Псевдофибровые

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), бурые лесные почвы относятся к стволу постлитогенных

почв, отделу структурно-метаморфических и выделяются на уровне 2-х типов:

- 1) буроземы (подтипы: типичные, грубогумусированные, оподзоленные, глееватые, турбированные);
- 2) буроземы темные (подтипы: типичные, оподзоленные, глееватые, остаточно-карбонатные).

Использование. В благоприятных условиях рельефа бурые лесные почвы могут использоваться в качестве пахотных угодий, однако они нуждаются в небольшом известковании и систематическом внесении органических и минеральных удобрений. Почвы пригодны для многолетних плодовых насаждений и ягодников. В Центральной и Южной Европе они используются под виноградники. Буроземы довольно устойчивы к водной эрозии, поскольку обладают хорошими фильтрационными свойствами и высокой влагоемкостью, и дефляции, что связано с глинистым составом при достаточной оструктуренности. Однако при сведении лесов на горных склонах ливневые потоки могут полностью разрушить почву. Буроземы являются продуктивными для лесных посадок, а в естественном состоянии обеспечивают довольно высокий бонитет леса.

Контрольные вопросы

1. С какими экологическими условиями связано буроземообразование? 2. Какие почвообразовательные процессы участвуют в генезисе бурых лесных почв? 3. Какое строение профиля характерно для бурых лесных почв? Назовите их морфологические особенности. 4. Охарактеризуйте свойства бурых лесных почв. Как их классифицируют?

Глава 30 Черноземы и лугово-черноземные почвы лесостепной и степной зон

Черноземы распространены на материках северного полушария – в Евразии и Северной Америке. Они занимают 260 млн. га (1,7% суши), в том числе 23 млн. га представлены горными черноземами.

Расположены черноземы южнее зоны серых лесных почв и простираются в виде сплошной полосы в направлении с запада на восток от границы с Румынией до Алтая, а далее черноземная зона носит островной характер, где они формируются в межгорных котловинах и впадинах юга Сибири.

30.1. Экология черноземообразования

Климат. Черноземы развиваются в условиях суббореального слабоаридного климата с хорошо выраженной сезонной контрастностью: лето теплое, зима умеренно холодная, в восточных областях зима холодная и суровая. По мере движения с запада на восток количество тепла уменьшается, континентальность климата нарастает, количество осадков снижается. Более мягкий и менее континентальный климат отмечается в северной части черноземной зоны (на юге лесостепи). Средняя температура июля колеблется от 23–25°C на западе до 19–21°C на востоке, а средние температуры января от –4°C до –25°C, –27°C соответственно. Продолжительность периода с температурой выше 10°C составляет в западных районах лесостепи 150–180 дней, в восточных 90–120 дней, а в степной зоне соответственно 140–180 и 97–140 дней. Сумма температур выше 10°C колеблется в лесостепной части зоны от 2400–3200° на западе до 1400–1600° на востоке и в степной соответственно от 2300–3500 до 1500–2300°.

Наибольшее количество осадков выпадает на западе и в Предкавказье (500–600 мм), при движении на восток постепенно уменьшается и составляет в Поволжье 300–400 мм, в Западной Сибири и Северном Казахстане 300–350 мм. Количество осадков уменьшается также с севера на юг. Значительная часть годового количества осадков выпадает летом. В целом территория распространения черноземов характеризуется недостаточным увлажнением, лишь в лесостепной зоне соотношение количества осадков и испаряемости приближается к единице, на границе лесостепи и степи составляет 0,77, в степной зоне 0,50–0,66.

Рельеф. Европейская часть черноземной зоны характеризуется равнинным и слабоволнистым рельефом, расчлененным речными долинами и овражно-балочной сетью. Наибольшей расчлененностью отличаются Волыно-Подольская, Среднерусская и Приднепровская возвышенности, а также Донецкий кряж, Приволжская возвышенность и возвышенность Общий Сырт в Заволжье. Более спокойный рельеф характерен для степной зоны, среди плоских водораздельных пространств которой встречаются различные понижения, представленные подами, лиманами, западинами.

В азиатской части черноземной зоны они формируются на слаборасчлененной равнине, занимают относительно повышенную южную часть Западно-Сибирской низменности и северную часть Казахского мелкосопочника. Далее на восток черноземные почвы встречаются в равнинных и предгорных областях Алтая, в Минусинской впадине и в холмисто-равнинной полосе на окраине предгорий Восточного Саяна. В Забайкалье черноземные степи представлены наибольшими участками в крупных тектонических депрессиях.

Почвообразующие породы представлены, главным образом, четвертичными лёссами и лессовидными суглинками, карбонатными, пористыми, различного гранулометрического состава (от легких до тяжелых суглинков). Встречаются черноземы и на глинистых отложениях (на Окско-Донской низменности, в Предкавказье, Поволжье, некоторых районах Казахстана и Западной Сибири). Небольшая часть черноземов развита на элювии плотных горных пород – гранитов, базальтов, песчаников, мергелей (на Урале, в Казахстане). Особенностью почвообразующих пород является их карбонатность, в некоторых провинциях (Западно-Сибирская, Казахстанская) встречаются засоленные породы.

В целом черноземы могут формироваться на любых породах, за исключением кварцевых песков.

Растительность и животный мир. Черноземы формируются под травянистыми формациями лесостепной и степной зон.

Естественная растительность *лесостепной* зоны характеризуется чередованием лесных участков с луговыми степями. Лесные участки, сохранившиеся в настоящее время на водоразделах, в балках, на речных террасах, представлены в европейской части широколиственными породами, преимущественно дубом, в Западной Сибири по понижениям развиты березовые колки. По песчаным террасам встречаются сосновые боры. Растительность луговых степей представляют ковыль, типчак, степные овсы, тонконог, костер, шалфей, лядвенец, желтая люцерна, колокольчик и другие.

Растительность *степной* зоны представлена разнотравно-ковыльными и типчаково-ковыльными степями. В первых доминируют узколистные дерновинные злаки: ковыль, типчак, степной овес, с участием разнотравья (шалфея, клевера, колокольчиков). Типчаково-ковыльные степи характеризуются менее мощной и разнообразной растительностью, основными представителями которой являются низкостебельные перистые ковыли, тырса, типчак, житняк, осоки. В связи с дефицитом влаги в степной зоне широкое участие в травостое получили эфемеры и эфемероиды (мортук, луковичный мятлик, тюльпаны, бурачок), а также полыни. В настоящее время основные массивы черноземов распаханы, и естественная растительность сохранилась лишь на отдельных участках: в балках, на крутых склонах, в заповедных участках.

Именно с воздействием травянистой растительности, с ее разветвленной быстро отмирающей и легко гумифицирующейся корневой системой и связан мощный гумусовый горизонт черноземов.

В черноземной зоне по характеру растительности принято выделять три подзоны:

- лесостепь с луговой степью и остепненными лугами,
- разнотравно-дерновинно-злаковую степь,
- дерновинно-злаковую степь.

Основные особенности биологического круговорота степных и лугово-степных травяных растительных сообществ заключаются в следующем:

1. Ежегодно с отмирающими частями в почву возвращается практически то же количество питательных веществ, которое было использовано на прирост.

2. Большая часть питательных веществ возвращается не на поверхность почвы, а непосредственно в её толщу с корнями.

3. Среди химических элементов, вовлекаемых в биологический круговорот, первое место принадлежит кремнию, далее следуют азот, калий и кальций.

Естественные травяные сообщества отличаются высоким количеством растительной массы: в лесостепи Русской равнины оно составляет 30–40 ц/га для надземной фитомассы и 200 ц/га для корней, в степной зоне – 8–24 ц/га и 150–300 ц/га соответственно. В среднем, по данным А.А. Титляновой и Н.И. Базилевич (1975), опад травяных сообществ черноземной зоны составляет 200 ц/га·год. Средняя зольность растительной массы степей 3,5–4,5%. Ежегодное вовлечение азота и зольных элементов в круговорот и поступление их в почву достигает 700–900 кг/га.

Биологический круговорот в травянистых ценозах отличается не только оптимальным для процессов гумификации и гумусообразования химическим составом растительности, но и высокой интенсивностью, поступлением основной массы опада внутрь почвы, активным участием в его разложении бактерий, актиномицетов, беспозвоночных. Последнее обусловлено благоприятным биохимическим составом опада и общей биоклиматической обстановкой.

Важную роль в черноземообразовании играет мезофауна, особенно дождевые черви, численность которых может достигать 100 и более на 1 м². В результате суточных и сезонных миграций дождевые черви проделывают большое количество ходов. Вместе с отмершими частями растений дождевые черви захватывают частицы почвы и образуют в процессе переваривания прочные глинисто-гумусовые комплексы, выбрасываемые в форме копролитов, играющих большую роль в формировании специфической копролитовой и зернистой структуры.

В целинной степи обитают многочисленные позвоночные животные: суслики, слепыши, полевки, сурки, которые перемешивают и выбрасывают на поверхность большое количество почвы. Благодаря перемешиванию гумусовые горизонты обогащаются карбонатами, а глубокие горизонты – гумусом. Однако в настоящее время в результате распашки целинных черноземов почти не осталось. Земледелие привело к существенному изменению биологического фактора почвообразования. Количество ежегодно создаваемой фитомассы в агроценозах меньше, чем в целинной степи, в биологический круговорот вовлекается меньше азота и минеральных элементов, на пашне увеличивается численность микрофлоры, но при этом резко уменьшается численность и биомасса беспозвоночных, а позвоночные животные на пашне вообще не обитают.

30.2. Генезис черноземов

Вопрос о генезисе черноземов интересовал многих ученых-почвоведов, предлагавших разные гипотезы их происхождения. В.В. Докучаев выделял черноземы как самостоятельный тип и рассматривал их как почвы *растительно-наземного происхождения*, образовавшиеся при изменении материнских горных пород под действием климата и степной растительности. Но впервые гипотеза о растительно-наземном происхождении черноземов была сформулирована М.В. Ломоносовым в 1763 году в трактате «О слоях земных». В образовании черноземов В.В. Докучаев подчеркивал разностороннюю роль климата, который определяет не только тип растительности (степная форма), но и темп ее развития (годовой прирост), скорость и направление процессов разложения.

Второй по времени возникновения считается *морская гипотеза*, высказанная академиком П.С. Палласом в 1773 году по отношению к черноземам Ставрополя. По мнению автора, эти почвы образовались из морского ила и гниющих масс

тростника и другой растительности при отступлении Черного и Каспийского морей.

Третья гипотеза заключается в представлении о *болотном генезисе* черноземов. У этой гипотезы существует несколько подходов. Геолог Ф.Ф. Вангенгейм фон Квален в 1853 году высказал предположение о том, что черноземы образовались из измельченного материала торфяных болот и растительных остатков, принесенных ледниковым потоком с севера на юг и смешавшихся с минеральным илом. Значительно позже к подобной точке зрения вернулся академик В.Р. Вильямс, считавший, что черноземы сформировались при обсыхании и развевании торфяных болот. С позиции современного почвоведения этот подход к болотной гипотезе, связывавшей образование черноземов с приносом торфа извне, является несостоятельным. Более плодотворным оказался другой вариант этой гипотезы. Академики Э.И. Эйхвальд (в 1850 году) и Н.Д. Борисяк (в 1852 году) предположили, что черноземы возникли из болот при постепенном обсыхании последних. По мнению авторов, в прошлом черноземная зона представляла собой тундровые сильно заболоченные пространства, при последующем постепенном дренировании которых в условиях теплого климата шел процесс энергичного разложения болотной и тундровой растительности и болотного ила и поселения наземной растительности, что обусловило формирование черноземных почв. Эта идея может рассматриваться как первый шаг на пути создания более широкой и глубокой *гипотезы палеогидроморфного прошлого черноземов*, которая в наиболее полном виде была сформулирована В.А. Ковдой.

Черноземы являются довольно молодыми (голоценовыми) почвами, образовавшимися в послеледниковое время в течение последних 10–12 тыс. лет. Согласно радиоуглеродному датированию, возраст гумуса верхних почвенных горизонтов составляет в среднем не менее 1 тыс. лет, а возраст глубоких горизонтов – не менее 7–8 тыс. лет.

Современные процессы в черноземах. Наиболее важными процессами образования черноземов являются дерновый

(гумусоаккумулятивный) и миграция гидрокарбонатов кальция, формирующие гумусовый и карбонатный профили. Дерновый процесс, интенсивно протекающий в черноземах, заключается в аккумуляции большого количества гуматно-кальциевого гумуса, прочно связанного с минеральной частью, в накоплении биофильных элементов (азота, фосфора, серы, кальция, марганца и других макро- и микроэлементов), в оструктуривании почвенной массы. Возникновение комковато-зернистой структуры связано с деятельностью беспозвоночных животных (особенно дождевых червей), тонких травянистых корней, продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, клеящими свойствами органического вещества.

Известно, что образование гумуса при разложении опада растений наиболее благоприятно протекает при щелочной реакции, достаточном доступе кислорода, оптимальном увлажнении, без интенсивного выщелачивания, в условиях обогащенности растительных остатков белковым азотом и основаниями. Близкая к этим условиям обстановка создается при разложении растительных остатков травянистых формаций луговых степей и степей на черноземах.

Наилучшие условия для микробиологической деятельности и процесса гумификации в черноземной зоне создаются весной и ранним летом, когда в почве отмечаются оптимальные температуры и достаточный запас влаги от осенне-зимних осадков и весеннего снеготаяния. В период летнего иссушения и прерывистого увлажнения активность микроорганизмов заметно ослабевает, что способствует предохранению формирующихся гумусовых веществ от их быстрой минерализации. Некоторое улучшение водного режима осенью способствует активизации микробиологических процессов, но этот период ограничен быстрым понижением температур, что также не способствует минерализации сложных высокомолекулярных органических кислот.

Процессы гумификации в черноземах идут в условиях избытка кальциевых солей, что обусловлено богатством растительного опада кальцием. В результате образующиеся

гумусовые вещества насыщаются этим элементом (образуются гуматы кальция), что почти полностью исключает формирование и вынос свободных органических продуктов.

Таким образом, гидротермические условия черноземной зоны благоприятствуют разложению богатыми основаниями и азотом опада по типу гумификации с возникновением сложных гуминовых кислот, закреплению которых в почве способствуют непрерывное образование в среде биогенного кальция и формирование карбонатного иллювиального горизонта.

При черноземообразовании гумусовые кислоты быстро нейтрализуются основаниями опада и кальцием почвенного раствора, поэтому заметного разложения почвенных минералов под воздействием гумусовых веществ не наблюдается. Слабо этот процесс протекает лишь в оподзоленных и выщелоченных черноземах.

Вместе с накоплением гумуса происходит закрепление важнейших элементов питания растений (азота, фосфора, серы, кальция и других) в форме сложных органо-минеральных соединений.

При вовлечении черноземов в пахотные угодья интенсивность дернового процесса в них резко ослабевает вследствие уменьшения количества корней и фауны беспозвоночных. При существующей системе земледелия процесс накопления гумуса идет с меньшей скоростью по сравнению с его минерализацией, процесс оструктурирования менее интенсивен, чем процесс разрушения структуры сельскохозяйственной техникой. В результате происходит обеднение почв гумусом и разрушение агрономически ценной зернистой структуры. Потери гумуса особенно велики в первые десятилетия после распашки, затем процессы дегумификации замедляются.

Процесс миграции и аккумуляции карбонатов характерен как для целинных, так и для пахотных черноземов. Миграция карбонатов обеспечивает высокую степень насыщенности коллоидов кальцием, формирование гуматно-кальциевого гумуса, нейтральную и слабощелочную реакцию почвенного

раствора, наличие карбонатного горизонта. Миграция карбонатов определяется характером водного, теплового и газового режимов черноземов.

Черноземы лесостепной зоны обладают периодически промывным водным режимом, наиболее глубокое промачивание их происходит один раз в 10–14 лет в период весеннего снеготаяния. С нисходящим током воды выносятся растворимые вещества, в том числе $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Однако в связи с низкими температурами весеннего периода биологическая активность подавлена, содержание CO_2 в почвенном воздухе невелико и растворимость CaCO_3 мала, что обуславливает незначительное содержание гидрокарбоната кальция весной, вынос которого из карбонатного горизонта невелик. Летом, вследствие десукции и отчасти физического испарения, в черноземах господствуют восходящие токи воды. Количество воды, перемещающееся вверх, меньше, чем нисходящий поток весной. Однако восходящие растворы обогащены $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, так как летом содержание CO_2 в почвенном воздухе за счет высокой биологической активности велико и соответственно выше растворимость CaCO_3 . Восходящими токами в карбонатный горизонт возвращается гидрокарбонат кальция, вынесенный весной, чем и поддерживается существование этого горизонта и высокое содержание $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в почвенном растворе. Степные черноземы обладают непромывным водным режимом, в связи с чем процесс миграции карбонатов менее активен и вынос их ослаблен.

Наиболее благоприятные условия для черноземообразования складываются в южной части лесостепной зоны (здесь формируются типичные черноземы), где создается максимальное количество растительной массы и наилучшим образом складывается гидротермический режим почв. К югу нарастает дефицит влаги, снижается количество поступающего в почву опада и ухудшается его зольно-азотный состав, а также уменьшается глубина проникновения корневых систем растений в почву. Все это определяет менее интенсивный процесс гумусонакопления с продвижением к югу черноземной зоны. К

северу от типичных черноземов (в подзоне оподзоленных и выщелоченных черноземов) более влажные условия климата способствуют большему выносу оснований из опада, что приводит к образованию более кислых органических продуктов превращения растительных остатков, нейтрализация которых частично идет уже за счет разложения почвенных минералов. В этих условиях наблюдается некоторое проявление оподзоливания.

30.3. Морфологическое строение профиля и свойства черноземов

Морфологическое строение профиля. Диагностическим морфологическим признаком черноземов является наличие двух генетических горизонтов: 1) гумусово-аккумулятивного, характеризующегося большой мощностью, высоким накоплением гумуса и зернистой структурой; 2) карбонатно-аккумулятивного. Встречаются и бескарбонатные черноземы и, наоборот, карбонатные, вскипающие с поверхности по всему профилю.

В профиле целинного чернозема в типичном его выражении выделяются следующие генетические горизонты:

О – степной войлок, состоящий из остатков травянистой растительности.

А – гумусово-аккумулятивный темноокрашенный горизонт с зернистой структурой.

АВ – гумусовый с некоторым побурением книзу темноокрашенный горизонт, с темно-бурыми, серо-коричневыми пятнами, залинками, затеками, кротовинами, структура комковато-зернистая.

В – переходный к породе горизонт, преимущественно бурый (буро-палевый), с языками и затеками гумуса, неясно-комковато-мелкопризматической структуры. Обычно этот горизонт подразделяется на несколько подгоризонтов в зависимости от степени гумусированности, признаков иллювиирования веществ, наличия и форм карбонатов,

характера структуры, обилию кротовин и др. В оподзоленных и выщелоченных черноземах разделяется на горизонты В_т в верхней части и В_{Са} в нижней, в других подтипах выделяется как В_{Са} – горизонт максимального скопления карбонатов.

С (С_{Са}) – материнская порода, обычно содержащая карбонаты кальция.

Свойства черноземов. Для черноземов не характерны (или слабо протекают) процессы разрушения, перемещения и превращения минералов тонких фракций. Оглинивание заметно проявляется только в черноземах теплых фаций (Молдавия, Предкавказье), где оно приводит к накоплению ила в верхней и средней частях профиля. Элювиально-иллювиальная дифференциация профиля по гранулометрическому и химическому составу или не проявляется, или развита слабо. Так, в оподзоленных, выщелоченных, осолоделых и солонцеватых черноземах верхняя часть профиля несколько обеднена, а горизонт В обогащен илом, алюминием, железом. В типичных черноземах распределение ила, кремния, полуторных оксидов равномерное или почти равномерное. Существенны различия лишь в распределении гумуса и связанных с ним биофильных элементов, а также кальция и магния карбонатов.

Содержание гумуса может достигать 10–12%, запас гумуса в метровом слое составляет 600–700 т/га. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты ($C_{гк}:C_{фк} > 1,5-2$), доминирующей фракцией являются гуматы кальция. Содержание гумуса зависит от условий почвообразования и гранулометрического состава. Максимальные запасы имеют глинистые и тяжелосуглинистые типичные, обыкновенные и выщелоченные черноземы центральной фации. Гумус обладает слабой способностью к миграции и устойчив к микробному разложению, что приводит к его накоплению в почве. В соответствии с содержанием гумуса колеблется количество азота, составляющее 0,2–0,5%.

Распределение карбонатов кальция по профилю черноземов носит иллювиальный характер, что обусловлено особенностями их водного и термического режимов, динамикой углекислоты в

почвенном воздухе и почвенном растворе. Отмечается сезонное колебание верхней границы распространения карбонатов: она опускается весной и осенью и поднимается летом.

Физико-химические свойства черноземов благоприятные в связи с богатством их гумусом и интенсивной миграцией биогенного кальция. Емкость катионного обмена высокая, особенно в гумусовом горизонте, обогащенном органическими коллоидами, и достигает 50–60 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощенных оснований преобладает кальций, содержание магния в 5–8 раз меньше (15–20% от суммы). Типичные, обыкновенные и южные черноземы полностью насыщены основаниями, оподзоленные и выщелоченные – содержат небольшое количество обменного водорода и характеризуются некоторой ненасыщенностью основаниями ($V = 80\text{--}90\%$). В солонцеватых черноземах в ППК присутствует небольшое количество обменного натрия.

Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Выщелоченные и оподзоленные черноземы характеризуются слабокислой реакцией в верхней части профиля, а обыкновенные и южные – слабощелочной реакцией по всему профилю.

Зернистая водопрочная структура гумусового горизонта черноземов обуславливает их благоприятные водно-физические свойства: оптимальную порозность, влагоемкость, водопроницаемость, высокую рыхлость. Плотность сложения в верхних горизонтах типичного чернозема составляет 1,0–1,2 г/см³, порозность метровой толщи более 50%, водопроницаемость 200 мм/ч и более, полная влагоемкость метровой толщи в среднем около 50%.

30.4. Классификация и диагностика черноземов

Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), в типе черноземов выделяется 5 подтипов: оподзоленные, выщелоченные и типичные, сформированные в лесостепной зоне, обыкновенные и южные – в степной зоне.

Черноземы оподзоленные характеризуются интенсивным гумусонакоплением и слабой элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля. В нижней части горизонта А и в верхней части горизонта АВ отмечается наличие осветленной мучнистой белесой присыпки, покрывающей структурные отдельности. Формула профиля А–АВ–В_t–В_{Ca}(В)–ВС_{Ca}(ВС)–С_{Ca}. Гумусовый горизонт (А+АВ) имеет мощность 30–70 см. Вскипание от HCl и выделения карбонатов отмечаются на глубине 120–150 см от поверхности или могут полностью отсутствовать в почвах, развитых на бескарбонатных породах.

Содержание гумуса в горизонте А колеблется в пределах 5–12%, реакция слабокислая (рН 5,5–6,5) с наименьшими значениями в оподзоленной части профиля, где отмечается и повышенная гидролитическая кислотность (5–7 мг-экв/100 г почвы). Поглощающий комплекс более чем на 90% насыщен основаниями. Горизонт В_t обогащен илом и полуторными оксидами.

Черноземы выщелоченные характеризуются интенсивным гумусонакоплением и выщелачиванием карбонатов из гумусового и подгумусового горизонтов. В профиле отмечаются слабые признаки элювиально-иллювиальной дифференциации по илу, физической глине и валовому содержанию полуторных оксидов, что морфологически проявляется в наличии гумусовых бурых пленок и корочек на гранях структурных отдельностей в горизонте В_t, который является бескарбонатным. Формула профиля А–АВ–В_t–В_{Ca}–С_{Ca}.

Мощность гумусового горизонта (А+АВ) в почвах теплых фаций (европейская часть зоны) в большинстве случаев составляет 50–80 см, в умеренно промерзающих – 40–60 см. Карбонаты появляются ниже горизонта В_t в виде прожилок и псевдомицелия, максимум выделений CaCO₃ отмечается в горизонте В_{Ca}.

Содержание гумуса в верхней части горизонта А колеблется в пределах 5–10%. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты (С_{гк}:С_{фк} около 1,5–2). Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 6,5–6,8). ППК почти полностью

насыщен кальцием и магнием. Емкость поглощения в гумусовых горизонтах почв тяжелого гранулометрического состава равна 40–50 мг-экв/100 г почвы.

Для черноземов выщелоченных очень теплых кратковременно промерзающих (Предкавказье) характерна большая мощность (80–120 см) гумусового горизонта (A+AB) с относительно невысоким содержанием гумуса (4–8%) с очень постепенным убыванием его с глубиной. Начало вскипания отмечается на глубине 100–150 см, выделения карбонатов в форме псевдомицелия появляются несколько глубже и проникают в горизонт белоглазки, что свидетельствует об активной миграции почвенных растворов, формирующих карбонатный горизонт. В горизонтах AB и B_t ясно проявляется накопление ила за счет вымывания сверху и оглинивания на месте.

Западносибирские черноземы характеризуются меньшей мощностью гумусового горизонта по сравнению с черноземами теплых фаций, но более высоким содержанием гумуса.

Черноземы выщелоченные умеренно длительно промерзающие, развитые на юге Средней и Восточной Сибири с резко континентальным климатом, долгой и холодной зимой, отличаются меньшей мощностью гумусового горизонта (30–45 см), невысоким содержанием гумуса (6–8%) и резким уменьшением его количества с глубиной. В составе гумуса содержание гуминовых кислот лишь немного превышает долю фульвокислот ($C_{гк}:C_{фк} = 1,1–1,3$). Карбонаты находятся в нижней части профиля в виде пятен, мучнистых скоплений или натечных выделений на щебне и гальке. При формировании почв на бедных кальцием породах карбонатный горизонт может отсутствовать.

Черноземы типичные характеризуются наиболее четко выраженными признаками черноземообразования, к которым относятся следующие: интенсивное накопление гумуса, азота и зольных элементов, неглубокое вымывание карбонатов, отсутствие элювиально-иллювиальной дифференциации

почвенного профиля по илу, железу и алюминию. Формула профиля А–АВ–В_{Са}–ВС_{Са}–С_{Са}.

Мощность гумусового горизонта (А+АВ) в умеренно теплых черноземах 80–100 см, содержание гумуса в верхней части пахотного горизонта 7–10%, в умеренно промерзающих соответственно 40–70 см и 9–12%, в теплых промерзающих – 80–130 см и 5–8%. В перечисленных фациальных подтипах вскипание отмечается в нижней части горизонта АВ, где выделения карбонатов незначительны и имеют форму редкого и рассеянного псевдомицелия, глубже количество карбонатов возрастает, они выделяются в виде пятен белоглазки.

Черноземы типичные очень теплые кратковременно промерзающие (Предкавказье) формируются в условиях практически беснежной влажной зимы, теплого лета и осени. Здесь интенсивны биологические процессы и активна миграция почвенных растворов. Эти почвы обладают мощным (100–180 см) гумусовым горизонтом (А+АВ), но невысокой гумусностью (6–8%), $C_{тк}:C_{фк} = 1,5–3,0$. Вскипание отмечается часто в верхней части горизонта А (с глубины 20–60 см), несколько ниже появляются выделения карбонатов в виде налетов (паутины, плесени), а с глубины 120–150 см в виде прожилок, белоглазка появляется на глубине 140–180 см. Характерно оглинивание верхней и средней части профиля.

Типичные черноземы Западной Сибири, сформированные на лессовых породах на Предалтайской равнине и в предгорьях Алтая, согласно исследованиям В.А. Хмелева (1989), отличаются от европейских аналогов меньшей мощностью гумусового горизонта (А+АВ), часто более высоким содержанием и запасами гумуса и более близким к поверхности положением горизонта В_к.

Черноземы обыкновенные по строению и свойствам близки к типичным, но процесс гумусонакопления в них ослабевает. Морфологический профиль имеет то же строение, что и у типичных черноземов при средней мощности гумусового горизонта 40–80 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте почв европейской части страны составляет 6–8%. Вскипание

отмечается в горизонте А или в начале АВ, карбонатные выделения появляются чуть ниже и представлены редкими прожилками или неясными пропиточными пятнами, ниже появляется обильная белоглазка с максимумом в горизонте В_{Ca}. Иногда на глубине 2–3 метра в профиле встречаются выделения гипса. Профиль не дифференцирован по илу и полуторным оксидам.

Обыкновенные черноземы Западной Сибири в большинстве случаев являются среднегумусными маломощными (Хохлова, 1964), характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора, отсутствием гидролитической кислотности, небольшим содержанием гумуса. Наличие обменного натрия обуславливает их солонцеватость.

Обыкновенные черноземы Средней и Восточной Сибири промерзают на 3–3,5 м, имеют небольшую мощность гумусового горизонта (30–45 см) с содержанием гумуса в пахотном горизонте 4–6%, в целинных почвах – 6–8%. Характерна языковатая и карманистая граница гумусового горизонта. Почвы вскипают в нижней части горизонта АВ, выделения карбонатов в виде пропиточно-мучнистой, пятнистой или натечной на щебне форме.

Черноземы южные являются наиболее ксероморфной группой черноземов с ослабленным гумусонакоплением, небольшой мощностью гумусового горизонта, повышенной границей вскипания, наличием гипсовых новообразований на глубине 1,5–3 м. Формула профиля А–АВ(АВ_{Ca})–В_{Ca}–ВС_{Ca}–С_{Ca}–С_{CS}–С_{sa}. Часто имеются признаки солонцеватости.

Почвы европейской части зоны, Западной и Средней Сибири характеризуются малой и средней мощностью гумусовых горизонтов (А+АВ от 25 до 70 см) с содержанием гумуса в верхнем горизонте 3–6%. Глубина вскипания соответствует нижней границе горизонта А, иногда почвы вскипают с поверхности. Выделения карбонатов начинаются почти от линии вскипания сначала в виде неясных пятен и прожилок, глубже в форме белоглазки. Выделения гипса в форме прожилок, пятнышек и друз появляются на глубине 1,5–2 м. В

гипсоносном горизонте могут содержаться легкорастворимые соли.

Для очень теплых периодически промерзающих черноземов южных Предкавказья характерна значительная мощность гумусового горизонта (70–100 см) при содержании гумуса 3–5% в верхней части. Вскипание от НСІ отмечается с поверхности, выделения карбонатов появляются на глубине 30–40 см в виде налетов, затем прожилок, а на глубине около 1 м – белоглазки. Выделения гипса обнаруживаются на глубине около 2 м.

В южных черноземах степных межгорных котловин юга Средней и Восточной Сибири мощность гумусового горизонта мала (не более 30 см), содержание гумуса 3,5–5%, в его составе доли гуминовых и фульвокислот приблизительно равны. Карбонатный горизонт находится непосредственно под гумусовым и представлен слоем мучнистых выделений CaCO_3 , часто карбонаты присутствуют по всему профилю.

В пределах подтипов черноземов по характеру почвообразующих пород и истории развития почв выделяют следующие роды:

1. Обычные – выделяются во всех подтипах, признаки и свойства соответствуют основным характеристикам подтипа.

2. Слабодифференцированные – развиты на супесчаных и песчаных породах, типичные признаки черноземов (окраска, структура и т.п.) выражены слабо.

3. Глубоковскипающие – вскипают более глубоко, чем род обычные, в связи с более глубоким промыванием за счет легкого гранулометрического состава или условий рельефа. Выделяются среди типичных, обыкновенных и южных черноземов.

4. Бескарбонатные – развиты на бедных силикатным кальцием породах, выделения карбонатов отсутствуют. Выделяются среди типичных, выщелоченных и оподзоленных черноземов.

5. Карбонатные – характеризуются наличием свободных карбонатов по всему профилю. Среди выщелоченных и оподзоленных черноземов не выделяются.

6. Остаточно-карбонатные – формируются на плотных карбонатных породах.

7. Солонцеватые – в пределах гумусового слоя имеют уплотненный солонцеватый горизонт с содержанием обменного натрия более 5% от емкости поглощения. Выделяются среди обыкновенных и южных черноземов.

8. Остаточно-солонцеватые – характеризуются наличием морфологически выраженных признаков солонцеватости при содержании обменного натрия менее 5% от емкости поглощения.

9. Глубокосолонцеватые.

10. Осолоделые – характеризуются наличием белесой присыпки в гумусовом слое, потечностью гумусовой окраски, лакировкой и примазками по граням структурных отдельностей в нижних горизонтах, иногда наличием обменного натрия. Распространены среди типичных, обыкновенных и южных черноземов.

11. Остаточно-луговые – сформированы на древних речных террасах.

12. Глубинно-глееватые – развиты на двучленных и слоистых породах, а также в условиях длительной сохранности сезонной мерзлоты в Средней и Восточной Сибири.

13. Слитые – развиты на иловато-глинистых породах в теплых фациях, характеризуются высокой плотностью (слитостью) горизонта В. Выделяются среди черноземов лесостепи.

14. Щельные – развиты на иловато-глинистых породах в условиях континентального климата.

15. Неполноразвитые – имеют слаборазвитый (не полный) профиль в связи с их молодостью или формированием на сильно скелетных или хрящевато-щебнистых породах.

Виды черноземов выделяют по двум критериям:

а) по мощности гумусового горизонта А+АВ:

– сверхмощные – более 120 см;

– мощные – 80–120 см;

– среднемощные – 40–80 см;

- маломощные – 25–40 см;
- очень маломощные – менее 25 см;
- б) по степени гумусированности горизонта А:
 - тучные – более 9%;
 - среднегумусные – 6–9%;
 - малогумусные – 4–6%;
 - слабогумусированные – менее 4%.

Кроме этого, черноземы делят на виды по степени выраженности сопутствующего процесса, например, слабо-, средне-, сильновыщелоченные, слабо-, средне-, сильносолонцеватые и т.д.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), черноземы выделяются в створе постлитогенных, отделе аккумулятивно-гумусовых почв на уровне следующих типов и подтипов:

1) черноземы глинисто-иллювиальные (подтипы: типичные, оподзоленные, глееватые, гидрометаморфизованные);

2) черноземы (подтипы: сегрегационные, миграционно-мицелярные, миграционно-сегрегационные, криогенно-мицелярные, дисперсно-карбонатные, солонцеватые, засоленные, осолоделые, слитизированные, гидрометаморфизованные);

3) черноземы текстурно-карбонатные (подтипы: солонцеватые, засоленные, осолоделые, гидрометаморфизованные).

Использование. Черноземы являются наиболее плодородными и освоенными почвами на нашей планете. Они используются преимущественно для возделывания зерновых культур: пшеницы, кукурузы, ячменя. Большие площади заняты посевами сахарной свеклы, подсолнечника, а также виноградниками и садами. Продукция, выращенная на черноземах, отличается высоким качеством, в частности, здесь возделывают твердые сорта пшеницы, которые славятся на мировом рынке. Однако получение высоких урожаев часто лимитируется неблагоприятным водным режимом в период произрастания сельскохозяйственных культур, периодическими

засухами, которые в лесостепной зоне отмечаются 1–2 раза в 10 лет, в степной зоне – 2–3 раза в 10 лет. В связи с этим на черноземах большое значение имеют система накопления и сохранения влаги в почве, правильная организация территории, создание полезационных лесных полос, снегозадержание и другие мероприятия, направленные на создание благоприятного водного режима.

Важным приемом повышения продуктивности черноземов является орошение, однако при отсутствии строгого регулирования поливов и контроля за свойствами почв, последние могут быстро ухудшаться за счет развития таких процессов, как осолонцевание, ощелачивание, обесструктурирование, слитизация и других.

Необходимыми мероприятиями на черноземах являются приемы по охране от водной и ветровой эрозии, соблюдение научно обоснованных севооборотов, насыщенных почвоулучшающими культурами, внедрение оптимальных систем обработки почв.

Несмотря на богатство основными элементами питания растений, черноземы, тем не менее, нуждаются во внесении удобрений, особенно фосфорных и азотных. Особое значение фосфорные удобрения имеют на карбонатных и солонцеватых черноземах из-за бедности их подвижным фосфором. Калийные удобрения используются, прежде всего, под такие культуры как сахарная свекла, подсолнечник, табак. Необходимы и органические удобрения с целью предотвращения снижения гумусированности, ухудшения водно-физических свойств и биохимического режима.

30.5. Лугово-черноземные почвы

Лугово-черноземные почвы формируются в лесостепной и степной зонах и являются полугидроморфными аналогами черноземов. На территории России они занимают площадь более 27 млн. га. Лугово-черноземные почвы степной зоны распространены по понижениям на недренированных равнинах,

на первых и вторых надпойменных террасах крупных рек, а в лесном поясе – в долинах малых рек.

30.5.1. Условия формирования и генезис лугово-черноземных почв

Условия формирования. Лугово-черноземные почвы формируются в условиях суббореального умеренно теплого климата, характеристика которого для лесостепной и степной зон приведена выше (см. п. 30.1).

Водный режим лугово-черноземных почв изменяется в зависимости от дренированности поверхности. В приречных дренированных полосах имеется и поверхностный, и внутрипочвенный сток. Почвы здесь развиваются в условиях периодически промывного или непромывного водного режима. В лугово-черноземных почвах, развитых на бессточных междуречьях, режим влажности сезонно-десуктивно-выпотной. Здесь возможно сквозное движение влаги осенне-летних осадков до уровня почвенно-грунтовой верховодки. В целом, по классификации А.А. Роде, водный режим лугово-черноземных почв относится к типу выпотного, подтипу лугово-степного; по классификации В.А. Ковды – к типу промывного гидроморфного; Н.И. Базилевич определяет этот режим как попеременный промывной–десуктивно-выпотной. В последнем названии наиболее ясно отражается особенность этого режима, который характеризуется чередованием периодов глубокого промачивания почв талыми снеговыми водами и иногда обильными летними осадками и возвратного капиллярного поднятия влаги. В течение значительной части вегетационного периода сохраняется связь нижней части почвенного профиля с почвенно-грунтовыми водами через капиллярную кайму. В связи с этим лугово-черноземные почвы значительно лучше увлажнены, чем черноземы.

Формирование лугово-черноземных почв в понижениях рельефа и в нижних частях склонов обуславливает дополнительное увлажнение их за счет временного скопления

вод поверхностного стока или за счет относительно неглубоких грунтовых вод. Это создает благоприятные условия для развития луговой растительности.

Рельеф и почвообразующие породы. Характерными чертами рельефа территорий, в пределах которых распространены лугово-черноземные почвы, являются равнинность и слабая расчлененность, а также обилие неглубоких западин, которые переводят поверхностный сток в грунтовый. Эти особенности рельефа способствуют поддержанию почвенно-грунтовых вод на определенной глубине.

В Европейской части России распространение лугово-черноземных почв связано с водно-ледниковыми и аллювиальными равнинами (Окско-Донская равнина, Приднепровская низменность). Для этой территории свойственны блюдцеобразные западины. Лугово-черноземные почвы распространены на водораздельных междуречных пространствах и на древних надпойменных террасах. Наиболее распространенными почвообразующими породами здесь являются покровные лессовидные суглинки, как правило, карбонатные.

На территории Западной Сибири А.А. Ерохина и Н.Н. Розов (1962) выделяют четыре геоморфологических района:

- 1) современная широкая долина Иртыша;
- 2) Прииртышская неогеновая равнина;
- 3) Прииртышское плато;
- 4) Ишимское палеогеновое плато.

Четвертичные террасы современной долины Иртыша сложены суглинистыми отложениями, здесь наблюдаются гривы и понижения между ними. Прииртышская равнина имеет толщу древнеаллювиальных отложений тяжелосуглинистого гранулометрического состава, которые подстилаются крупнопесчаными суглинками. Здесь развит суффозионно-просадочный микрорельеф, местами встречаются одиночные сглаженные гривы. Ишимское плато сложено однородными по гранулометрическому составу бурыми тяжелыми суглинками,

которые на глубине 4 м подстилаются засоленными тяжелыми морскими палеогеновыми глинами.

В целом поверхностные отложения Западной Сибири представлены четвертичными породами, часто имеющими озерно-аллювиальный генезис. С поверхности эти отложения облессованы (Каретин, 1982).

Почвообразующие породы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, обуславливающим слабый внутренний дренаж. Часто материнские породы подстилаются водонепроницаемыми отложениями, что вызывает формирование горизонта грунтовых вод близко от поверхности. Последнее связано также с нерасчлененностью поверхности рассмотренных территорий, равнинностью и обилием западин.

Лугово-черноземные почвы развиваются под луговой *растительностью*. Участки остепненных лугов и луговых степей в лесостепной зоне отличаются высокой видовой насыщенностью и представлены в основном разнотравно-злаковыми густыми фитоценозами. На Европейской территории развиваются типчак, тонконог, ковыли, костер, шалфей, колокольчики, зопник, клевер, люцерна желтая и др., в Западной и Восточной Сибири преобладают прострел желтеющий, из злаков доминируют типчак ложноовечий, овсец пустынный, тимофеевка степная, мятлики, тонконог стройный, ковыль красный; из разнотравья – крестовник, астра альпийская, подмаренник желтый и другие луговостепные и луговые виды. Травостой обычно высокий (до 120 см), проективное покрытие составляет 95–100%.

В степной зоне травостой разреживается, уменьшается доля многолетних растений и увеличивается роль однолетних, снижается видовая насыщенность, увеличивается количество ксерофитов. На пониженных элементах рельефа, где формируются лугово-черноземные почвы, травяной покров более обильный с высокостебельными разнотравно-злаковыми ассоциациями, преобладанием дерновинных и корневищных злаков.

Генезис лугово-черноземных почв. По мнению большинства исследователей (Орловский Н.В., 1946; Цыганов М.С., 1950; и др.) предшественниками лугово-черноземных почв являются луговые почвы. Согласно В.А. Ковде (1965, 1973), на равнинах Западной Сибири лугово-черноземные почвы эволюционировали из дерново-луговых пойменных почв. С понижением уровня грунтовых вод до 2,5–5,0 метров начался период капиллярно-грунтового увлажнения, характерного для лугово-черноземных почв. Некоторые исследователи указывают на возможность образования лугово-черноземных почв из черноземов в условиях повышения уровня грунтовых вод.

Считается, что все почвы лесостепи прошли в своем развитии гидроморфную стадию, что обусловлено тектоническим развитием территории и послеледниковым обводнением.

Е.А. Афанасьева и П.У. Бахтин (1963), изучавшие почвы зауральской части Западно-Сибирской лесостепи, отмечали их глубокое промерзание и медленное оттаивание. В результате весной возникает обильный сток талых вод с положительных элементов рельефа в понижения с лугово-черноземными почвами. Влага осенних осадков фиксируется почвой в виде твердой фазы в сезонной мерзлоте, до оттаивания которой она не расходуется на испарение и транспирацию, что и создает обильное увлажнение почв в весенний период. Во второй половине лета происходит общий подъем почвенно-грунтовых вод и увлажнение профиля почв водами капиллярной каймы, что в случае их слабой минерализации положительно влияет на развитие растительности.

Основными *процессами*, формирующими лугово-черноземные почвы, являются дерновый и оглеение, соотношение которых имеет важное значение для диагностики этих почв. Степень оглеения определяется, прежде всего, особенностями гидрологического режима. Процесс оглеения, по Б.П. Ахтырцеву (1960), проявляется с разной интенсивностью, начиная с глубины 120–160 см (но не более 2-х метров) в виде ржавых железистых пятен. Четко заметные признаки оглеения

(яркие голубые прожилки, общая сизоватость) проявляются лишь в той части профиля, которая на протяжении длительного времени служит водоносным горизонтом.

Ярким проявлением глеевого процесса является наличие реликтовых образований, связанных с предшествующими периодами более сильного увлажнения – железистые конкреции (ортштейны), формирование которых обусловлено поемно-болотным процессом. Большое количество этих конкреций содержат лугово-черноземные почвы Западной Сибири (Богданов, 1977). Почвы Русской равнины несут другие реликтовые признаки – кротовины, что свидетельствует о происхождении лугово-черноземных почв из более сухих, например черноземов.

В нижней части профиля лугово-черноземных почв активно протекает смена окислительно-восстановительных условий, а также характерна низкая аэрация и периодическое иссушение, в результате чего в профиле формируются плотные марганцево-железистые конкреции, максимум которых, как отмечает Л.Н. Каретин (1982), приурочен к горизонту В.

Лугово-черноземные почвы формируются в таких условиях увлажнения, при которых сравнительно небольшие колебания в количестве атмосферных осадков и температуры могут привести к изменению типа водного режима. Многолетние засушливые периоды с уменьшением количества осадков на 100–200 мм приводят к такому сокращению питания грунтовых вод и понижению их уровня, что капиллярно-пленочная влага не достигает даже нижних почвенных горизонтов. В этом случае по характеру водного режима лугово-черноземные почвы станут такими же, как автоморфные черноземы. Многолетние влажные периоды вызывают подъем почвенно-грунтовых вод и переход лугово-черноземных почв в луговые. Изменение водного режима влечет за собой изменения в солевом режиме, характере гумусонакопления и других процессах почвообразования. Такая высокая чувствительность к атмосферному увлажнению является особенностью лугово-черноземных почв и обуславливает сложность истории их развития. Вероятно, в

связи с климатическими изменениями в голоцене эти почвы прошли разные стадии луговых почв, черноземов, несколько циклов засоления–рассоления–осолодения.

В лугово-черноземных почвах наряду с дерновым и глеевым процессами активно развивается процесс миграции карбонатов, в случае грунтового увлажнения – процессы гидрогенной аккумуляции карбонатов, гипса и легкорастворимых солей.

30.5.2. Морфологическое строение профиля и свойства лугово-черноземных почв

Морфологическое строение почвенного профиля. Лугово-черноземные почвы являются полугидроморфными аналогами черноземов с профилем А–АВ–В_{Ca}–С_{Caг}. В генетическом отношении они занимают промежуточное положение между черноземами и луговыми почвами. В лугово-черноземных почвах ярко выражен хорошо развитый темноокрашенный зернисто-комковатый гумусовый горизонт, для них также характерен иллювиальный карбонатный горизонт. В целом набор генетических горизонтов в лугово-черноземных почвах тот же, что и в черноземах. Отличительными признаками морфологического строения являются следующие:

- нарастание влажности с глубиной вплоть до уровня почвенно-грунтовых вод,
- наличие железомарганцевых образований и пятен оглеения в нижней части профиля,
- повышенная гумусность верхней части гумусового горизонта при большей его мощности.

Свойства лугово-черноземных почв. По своим свойствам лугово-черноземные почвы близки к черноземам. Ил, полуторные оксиды и кремнезем равномерно распределены по профилю лугово-черноземных почв, относящихся к роду обычных.

В большинстве своем они характеризуются тяжелым гранулометрическим составом. В составе илистой фракции по сравнению с черноземами большая доля принадлежит

смешаннослойным минералам, в результате чего эти почвы обогащены разбухающим компонентом.

Лугово-черноземные почвы несколько превосходят черноземы по содержанию и запасам гумуса, в составе которого доля гуминовых кислот выше, чем в черноземах. Запасы гумуса в лугово-черноземных почвах Окско-Донской низменности составляют 600–750 т/га, содержание гумуса часто превышает 10–14%, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ достигает двух и более единиц.

Благодаря повышенной гумусности, верхние горизонты лугово-черноземных почв обладают высокой емкостью катионного обмена – 50–60 мг-экв/100 г почвы и более. В составе ППК преобладает кальций, доля его в гумусовом горизонте может достигать 90% от емкости поглощения. Высокое содержание кальция объясняется его биологической аккумуляцией в условиях активно идущего дернового процесса. Доля магния в некоторых случаях составляет 30–50% от суммы обменных оснований. Эта особенность связана с воздействием грунтовых вод. В ППК часто присутствует поглощенный натрий: в несолонцеватых родах содержание его не более 1% от емкости обмена, в солонцеватых – 4–5 мг-экв/100 г, что составляет около 10%. Содержание обменного водорода и алюминия в обычных лугово-черноземных почвах ничтожно, но в осолоделых почвах роль обменного водорода заметна – 2 мг-экв/100 г почвы (около 5% от емкости поглощения). Водород и алюминий в ППК появляются при повышенном увлажнении и интенсивном выщелачивании, что наблюдается в осолоделых и оподзоленных лугово-черноземных почвах. Эти почвы характеризуются высокой гидролитической кислотностью (6,1–6,5 мг-экв/100 г) и некоторой ненасыщенностью основаниями (степень насыщенности около 93%).

Реакция почвенного раствора близка к нейтральной, однако у почв, принадлежащих к разным родам, может быть отклонение в кислую или щелочную сторону.

Практически все лугово-черноземные почвы имеют карбонатный горизонт, обогащенный углекислыми солями. В

нижней части лугово-черноземных засоленных почв аккумулируются легкорастворимые соли и гипс.

Лугово-черноземные почвы обладают водопрочной структурой, высокой порозностью гумусовых горизонтов (55–65%), хорошей водопроницаемостью, высокой водоудерживающей способностью.

30.5.3. Классификация и диагностика лугово-черноземных почв

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977), тип лугово-черноземных почв по типу водного питания и степени выраженности гидроморфных явлений делится на 2 подтипа:

- 1) луговато-черноземные,
- 2) лугово-черноземные.

Луговато-черноземные почвы формируются под влиянием временного усиленного увлажнения водами поверхностного стока или паводкового затопления при глубоких водах (более 6–7 метров в породах тяжелого гранулометрического состава и более 4 метров в легких породах), когда пленочно-капиллярное поднятие влаги не достигает почвенного профиля. Эти почвы приурочены к ложбинам, плоским водосборным понижениям в вершинах оврагов, небольшим западинам на водоразделах, подсклоновым депрессиям и надпойменным террасам.

По морфологическим признакам и свойствам луговато-черноземные почвы очень близки к автоморфным черноземам, отличаясь от них повышенной гумусностью, большей глубиной гумусовой прокраски в горизонте В, слабыми и неустойчивыми признаками глубинного переувлажнения в виде ржаво-охристых жилок, оливково-серых примазок на глубине 2-х–3-х метров.

Лугово-черноземные почвы формируются под влиянием смешанного периодического увлажнения водами поверхностного стока и более постоянного грунтового увлажнения, либо в условиях залегания грунтовых вод на глубине 3–6 метров. Почвенный профиль в этом случае

устойчиво находится в зоне пленочно-капиллярного поднятия грунтовой влаги.

Приурочены лугово-черноземные почвы, главным образом, к понижениям мезорельефа, но местами образуют обширные контуры, как, например, на слабодренированных равнинах Западной Сибири.

Лугово-черноземные почвы, по сравнению с луговато-черноземными, характеризуются более явными признаками гидроморфизма, а именно:

- интенсивным гумусонакоплением,
- большей мощностью гумусового горизонта,
- устойчивым оглеением нижней части профиля,
- пропиточно-мергелистым характером карбонатного горизонта.

Роды в подтипах рассматриваемых почв выделяются по особенностям строения профиля, определяемым свойствами породы и составом грунтовых вод, а также по признакам, унаследованным от предшествующего почвообразования.

В число самостоятельных родов выделены следующие:

1. Обычные – вскипают в средней или нижней части гумусового горизонта, не засолены, не солонцеваты, не осолоделы.

2. Карбонатные – характеризуются устойчивым поверхностным вскипанием, т.е. наличием карбонатов во всем почвенном профиле. Карбонатные выделения могут быть ясно различимы в гумусовом горизонте в виде прожилок и псевдомицелия.

3. Оподзоленные – в гумусовом горизонте имеют остаточные признаки воздействия подзолистого процесса в виде слабой кремнеземистой присыпки.

4. Выщелоченные – характеризуются промытостью профиля от карбонатов на значительную глубину.

5. Засоленные (или солончаковатые) – засолены легкорастворимыми солями на глубине 30-80 см.

6. Осолоделые – характерны белесая присыпка в гумусовом горизонте, большая потечность гумусовой окраски,

дифференцированность профиля по содержанию ила и полуторных оксидов, относительно высокое вскипание и залегание легкорастворимых солей, слабощелочная реакция.

7. Остаточно-солонцеватые – имеют морфологические, химические и физические свойства солонцеватых почв при отсутствии или очень низком содержании обменного натрия (менее 5% от емкости катионного обмена).

8. Солонцевато-засоленные.

9. Щельные – формируются на иловато-глинистых породах очень плотного слитого сложения в условиях резкоконтинентального климата. Характерно образование глубоких трещин и засыпание в них мелкозема из гумусовых горизонтов. Вскипание от соляной кислоты наблюдается в гумусовом горизонте или с поверхности.

10. Слитые – характерна исключительная плотность горизонта В, слабая его водопроницаемость и глыбисто-призмовидная структура.

Виды, как и в черноземах, выделяют по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса (т.е. по интенсивности проявления основного процесса, которым является гумусово-аккумулятивный).

По мощности гумусового горизонта выделяют четыре вида почв:

*сверхмощные – более 120 см;

*мощные – 120-80 см;

*среднемощные – 80-40 см;

*маломощные – 40-25 см.

По содержанию гумуса выделяют те же градации для видов, что и в черноземах, а именно:

*тучные – более 9%;

*среднегумусные – 9-6%;

*малогумусные – 6-4%;

*слабогумусированные – менее 4%.

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004), лугово-черноземные почвы не образуют самостоятельного типа, а переведены на подтиповой уровень.

Они относятся к стволу постлитогенных, отделу аккумулятивно-гумусовых почв и выделяются в типах черноземов на уровне следующих подтипов:

1) глееватые и гидрометаморфизованные в типе черноземов глинисто-иллювиальных;

2) гидрометаморфизованные в типах черноземов и черноземов текстурно-карбонатных.

Использование. Лугово-черноземные почвы обладают высоким потенциальным плодородием, что обусловлено обогащенностью гумусом, большим запасом валовых форм азота и фосфора, а также лучшей по сравнению с черноземами влагообеспеченностью. Вместе с тем содержание подвижных форм фосфора и калия, доступных растениям, невелико (ниже, чем в черноземах). Лугово-черноземные почвы по содержанию подвижного фосфора относятся к низко обеспеченным, так как основная часть его прочно связана гумусом. Кроме этого, наличие карбонатов, обуславливая щелочную реакцию среды, иммобилизует фосфорные соединения, что делает их недоступными для растений. При высоком содержании валового азота основная часть его входит в состав гумуса и также труднодоступна для растений. Этот азот служит резервом для образования в почве нитратных и аммиачных его форм. В связи с этим лугово-черноземные почвы хорошо отзываются на внесение минеральных удобрений, особенно фосфорных и азотных.

На лугово-черноземных почвах получают высокие урожаи зерновых (озимой ржи, яровой пшеницы, ячменя, овса), зернобобовых, корнеклубнеплодов, пропашных и овощных культур. Однако, из-за осеннего переувлажнения возможно полегание зерновых культур, что наряду с поздним созреванием этих почв весной (они дольше просыхают) создает неблагоприятные условия для теплолюбивых культур с длительным периодом вегетации. На лугово-черноземных почвах имеют высокую ценность кормовые, сенокосные и пастбищные угодья.

Рациональное использование лугово-черноземных почв включает те же мероприятия, что и использование черноземов. Однако орошение их требует особенно внимательного подхода, поскольку здесь возможен очень быстрый подъем уровня почвенно-грунтовых вод с последующим заболачиванием и засолением.

Контрольные вопросы

1. Какие экологические условия характерны для черноземообразования?
2. Где распространены черноземы и лугово-черноземные почвы?
3. Какую роль в черноземообразовании играют мезофауна и позвоночные животные?
4. Изложите основные гипотезы происхождения черноземов.
5. Какие ЭПП участвуют в генезисе черноземов?
6. Какие генетические горизонты выделяют в черноземах и каковы их морфологические признаки?
7. Охарактеризуйте свойства черноземов.
8. Перечислите подтипы черноземов и назовите их диагностические признаки.
9. Назовите критерии выделения родов и видов в черноземах.
10. Охарактеризуйте условия формирования лугово-черноземных почв.
11. Сопоставьте морфологические признаки лугово-черноземных и черноземных почв.
12. Какие химические и физико-химические свойства характерны для лугово-черноземных почв?
13. Какие критерии лежат в основе классификации лугово-черноземных почв? Назовите подтипы, роды и виды этих почв.
14. Каковы особенности использования черноземов и лугово-черноземных почв?

Глава 31 Каштановые почвы зоны сухих степей

Каштановые почвы формируются в зоне сухих степей суббореального пояса и занимают на земном шаре 262,2 млн. га. В Евразии они образуют полосу южнее черноземной зоны, в Северной Америке – западнее черноземной зоны на более высоких абсолютных отметках. На территории бывшего Советского Союза площадь каштановых почв составляет 107 млн. га. Они распространены на юге Молдавии, Украины, по побережью Черного и Азовского морей, в Восточном Предкавказье, в Среднем и Нижнем Поволжье, Казахстане, южной части Западной Сибири (Кулунда), отдельными массивами встречаются в Средней Сибири (Минусинская впадина, Тувинская котловина) и Забайкалье. Гумусовый горизонт этих почв имеет каштановую окраску, в первом метре почвенного профиля присутствуют обильные выделения

карбонатов, а во втором – гипса (не во всех почвах). На северной границе распространения каштановые почвы по своим свойствам и признакам близки к черноземам южным (темно-каштановые почвы), на южной границе – к бурым полупустынным (светло-каштановые почвы).

31.1. Условия почвообразования в зоне сухих степей

Климат. Каштановые почвы являются зональным типом сухих степей, формируются в области суббореального субаридного (семиаридного) климата, характеризующегося теплым засушливым летом и холодной зимой с незначительным снежным покровом (от 15 до 40 см). Средняя годовая температура воздуха составляет 5–9°C в европейской части зоны и 2–3°C в азиатской. Температура июля в среднем 20–25°C, января – изменяется с запада на восток от –5 до –25°C. Сумма активных температур (более 10°C) – 3300–3500° в западной части зоны и 1600–2100° в восточной.

Ежегодное количество осадков на севере составляет 350–400 мм, в центре 320–350 мм, на юге сухостепной зоны – около 250–300 мм. В восточных районах осадки не превышают 200–300 мм. Максимум их приходится на летний период. Дожди часто имеют ливневый характер. Испаряемость превышает количество осадков, коэффициент увлажнения изменяется от 0,25–0,30 в южной части зоны до 0,30–0,35 в центральной и 0,35–0,45 – в северной. Часты суховеи. Для каштановых почв характерен непромывной тип водного режима, в связи с чем перемещение веществ происходит лишь в пределах почвенного профиля.

Рельеф и почвообразующие породы. Рельеф в зоне каштановых почв преимущественно равнинный или слабоволнистый, связанный с водноаккумулятивными низменностями, отчетливо выражен микрорельеф, обуславливающий различия в водно-солевом режиме. Широко распространены степные западины, в которых формируются интразональные почвы: солонцы, солоды, лугово-каштановые,

что приводит к созданию большой комплексности почвенного покрова.

В качестве почвообразующих пород выступают лессовидные суглинки, засоленные морские отложения, элюво-делювий различных коренных пород (засоленных, незасоленных, карбонатных, бескарбонатных).

На Приволжской возвышенности встречаются отложения мелового и третичного периодов: кварцево-карбонатные и глауконитовые пески и супеси, палеогеновые засоленные суглинки и глины, продукты выветривания песчаников, известняков и мелоподобных мергелей.

В Заволжье широко распространены сырцовые глины и суглинки. На Прикаспийской низменности встречаются преимущественно желто-бурые карбонатные, а иногда и засоленные суглинки, перекрывающие шоколадные глины арало-каспийской трансгрессии.

Подуральское плато покрыто толщей четвертичных отложений, представленных бурыми суглинками и глинами, встречаются выходы коренных пород, на элювии которых формируются каштановые почвы.

На Тургайской возвышенности широко распространены карбонатные тяжелые суглинки и глины.

В южной части Западно-Сибирской равнины материнские породы представлены древнеаллювиальными отложениями, подстилаемыми морскими засоленными осадками.

Огромная часть зоны каштановых почв расположена в пределах Казахского мелкосопочника, отличающегося увалисто-волнистым рельефом с большим количеством сопок и низких гор. Почвообразующими породами здесь являются желто-бурые часто скелетные карбонатные суглинки, встречаются пестроцветные третичные засоленные отложения тяжелого гранулометрического состава.

В межгорных котловинах юга Сибири каштановые почвы часто развиваются на опесчаненных известковых отложениях. В Южном Забайкалье они формируются на хрящеватых легких пролювиально-делювиальных отложениях.

Растительность сухих степей отличается низкорослостью и изреженностью травянистого покрова. Степень проективного покрытия составляет 50–70%. В пределах Прикаспия и Казахстана в направлении с севера на юг выделяют три подзоны сухих степей: типчаково-ковыльные, полынно-типчаковые и типчаково-полынные степи. В подзоне светло-каштановых почв значительна примесь эфемеров и эфемероидов, среди которых наибольшее распространение имеют мятлик луковичный, тюльпаны, ирисы. Большое место занимают кустарники – карагана, спирея. На засоленных и солонцеватых каштановых почвах формируются своеобразные ассоциации из полыни, прутняка, ромашника, здесь произрастают грудница шерстистая, тысячелистник благородный. Поверхность почвы покрыта корочками лишайников, синезеленых и диатомовых водорослей.

В сухих степях биомасса растительных сообществ составляет в среднем около 200 ц/га, при этом более 90% приходится на корни. Ежегодный прирост зеленой массы около 30 ц/га, прирост корней 110 ц/га. В биологический круговорот ежегодно вовлекается примерно 600 кг/га зольных элементов и около 150 кг/га азота. Возврат приблизительно равен потреблению. Среди элементов, участвующих в круговороте, доминируют азот, кремний, калий.

Численность микроорганизмов в каштановых почвах практически не отличается от таковой в черноземах, но биологическая активность слабее вследствие большей аридности климата.

31.2. Генезис каштановых почв

Генезис каштановых почв принято связывать с засушливостью климата и ксерофильным характером растительности, высокой интенсивностью процессов минерализации растительных остатков и гумуса и ослаблением процессов гумусонакопления по сравнению с черноземами. С аридностью климата связана слабая выщелоченность профиля от карбонатов, гипса и легкорастворимых солей. Согласно В.А.

Ковде (1950), каштановые почвы, формирующиеся на пониженных равнинах сухой степи, имеют палеогидроморфное прошлое (например, почвы Прикаспийской низменности). Как установлено И.В. Ивановым (1984, 1992), светло-каштановые почвы бессточной равнины Северного Прикаспия прошли в своем развитии этапы и стадии луговости, засоления, рассоления, осолонцевания, остепнения.

В формировании профиля каштановых почв участвуют те же процессы, что и в формировании черноземов, а именно: дерновый, миграция и аккумуляция карбонатов. Однако дерновый процесс выражен существенно слабее, чем в черноземах.

При разложении растительных остатков полынных группировок наряду с кремнием, магнием и полуторными оксидами образуется большое количество щелочных металлов, которые обуславливают развитие солонцеватости. Наложение элементов солонцового процесса на зональное проявление дернового процесса – одна из важнейших особенностей почвообразования в зоне сухих степей. Наиболее четко признаки солонцового процесса проявляются в светло-каштановых почвах. На выраженность солонцового процесса влияют следующие факторы:

- гранулометрический состав,
- характер рельефа,
- засоленность и карбонатность почвообразующих пород.

Более высокая степень солонцеватости отмечается в почвах тяжелого гранулометрического состава, при формировании их в нижней трети части склонов, а также на сильнозасоленных материнских породах. На породах с высоким содержанием карбонатов признаки солонцеватости проявляются слабо или отсутствуют.

Зона каштановых почв отличается высокой комплексностью почвенного покрова, причинами которой являются следующие:

- 1) выраженный микрорельеф, обуславливающий различия в водно-солевом режиме микроповышений и микропонижений;

2) пестрота в свойствах почвообразующих пород (различная водопроницаемость и выщелоченность от солей);

3) бессточность территории и ее слабая дренированность;

4) деятельность землероев (вынос на поверхность засоленного грунта, что приводит к развитию солонцов и солонцеватых почв);

5) пятнистость растительности на фоне сухого климата и бессточности территории.

Особенно высокая комплексность почвенного покрова отмечается на Прикаспийской низменности.

31.3. Морфологическое строение профиля и свойства каштановых почв

Морфологическое строение профиля каштановых почв может быть выражено формулой: А–АВ–В_{Ca}–ВС_{Ca}–С_{Ca}–С_{Ca,cs}–С_{Ca,s}. Генетические горизонты характеризуются следующими морфологическими признаками.

А – гумусовый горизонт каштановой окраски с буровато-серым или коричневатого-серым оттенком, пороховато-мелкозернистой структуры, нередко с поверхности слоеватый; мощность 15–30 см;

АВ – слабее прокрашенный гумусом, серовато-бурый, комковатый или призмовидно-комковатый, часто вскипает от HCl; мощность около 20 см;

В_{Ca} – буровато-желтый, плотный, призмовидный или призмовидно-ореховатый, пропитанный карбонатами; карбонаты выделяются в виде обильной белоглазки, прожилок или мучнистых скоплений в зависимости от термического режима и свойств почвообразующих пород; мощность 50–100 см;

С_{Ca,cs,s} – материнская порода, содержащая карбонаты, гипс, скопления легкорастворимых солей.

В целом по своим свойствам каштановые почвы во многом сходны с черноземами. Их профиль так же включает гумусовый

и карбонатный горизонты, кроме этого часто выделяются гипсовый и солевой горизонты.

Свойства каштановых почв. Для несолонцеватых каштановых почв характерна недифференцированность профиля по илу. В солонцеватых почвах наблюдается заметное перемещение илистой фракции из верхнего горизонта в горизонт В.

Валовое содержание кремнекислоты в каштановых почвах по всему профилю одинаково. Незначительное скопление ее по сравнению с нижними горизонтами отмечается в горизонте А, более высокое содержание кремнекислоты в этом горизонте отмечается в осолоделых каштановых почвах. Содержание полуторных оксидов определяется степенью солонцеватости и осолодения. В каштановых солонцеватых и сильносолонцеватых почвах, имеющих признаки осолодения, отмечается заметное увеличение R_2O_3 в горизонте В.

Более резкое перераспределение в ходе почвообразования претерпевают карбонаты, максимальное скопление которых часто отмечается на глубине 50–60 см.

Содержание гумуса в верхнем горизонте суглинистых *темно-каштановых почв* составляет 4–5% и постепенно уменьшается вниз по профилю. Содержание азота 0,25–0,35%, валового фосфора 0,1–0,2%. В разновидностях легкого состава все показатели снижаются. Запасы гумуса в метровой толще составляют в среднем 200 т/га. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ более 1.

Емкость поглощения 30–35 мг-экв/100 г почвы. Почвенный поглощающий комплекс полностью насыщен катионами кальция и магния. В составе ППК преобладает кальций (70–75% от емкости), на долю магния приходится 20–25%, количество натрия незначительно (около 1 мг-экв/100 г.). Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН водной вытяжки 7,2–7,3), с глубиной щелочность возрастает.

Каштановые почвы занимают переходное положение между темно-каштановыми и светло-каштановыми. Гумуса в верхнем горизонте каштановых суглинистых почв 3–4%, азота 0,15–

0,25%, фосфора 0,1–0,2%. Емкость поглощения 20–30 мг-экв/100 г.

В *светло-каштановых* суглинистых почвах гумуса 2–3%, азота 0,15–0,20%, фосфора 0,08–0,2%. Емкость поглощения 15–25 мг-экв/100 г почвы. В составе ППК преобладают кальций и магний, от 3 до 15% от емкости поглощения приходится на обменный натрий. Реакция водной вытяжки слабощелочная в верхних горизонтах (рН 7,2–7,5), в нижних горизонтах рН достигает 8 единиц.

Непромывной тип водного режима обуславливает аккумуляцию на различной глубине карбонатов, гипса и легкорастворимых солей. В верхней части профиля преобладают бикарбонаты щелочных и щелочноземельных металлов. На глубине 50–60 см выделяется карбонатный горизонт, в первой половине второго метра появляются гипсовые новообразования, ниже – аккумуляции легкорастворимых солей.

Несолонцеватые каштановые почвы содержат незначительное количество водорастворимых солей, плотный остаток водной вытяжки в верхней части профиля не превышает 0,1%. Заметное накопление солей отмечается на глубине 120–160 см. В составе их преобладают сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов. Каштановые почвы, развитые на третичных засоленных отложениях, характеризуются сульфатно-хлоридным химизмом засоления. Глубина залегания солевых горизонтов уменьшается от темно-каштановых почв к светло-каштановым, в пределах каждого подтипа глубина их уменьшается с повышением степени солонцеватости и утяжелением гранулометрического состава.

31.4. Классификация и диагностика каштановых почв

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977), в типе каштановых почв выделяется 3 подтипа: темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые. Основным критерием для их разделения является степень гумусированности: в верхнем горизонте темно-каштановых почв

содержится 4–5% гумуса, каштановых – 3–4%, светло-каштановых – 2–3%.

Темно-каштановые почвы характеризуются темно-серой с коричневым оттенком окраской, комковатой и комковато-зернистой структурой гумусового горизонта в целинных почвах и пылевато-комковатой – в пахотных. Мощность гумусового горизонта (А+АВ) составляет 35–45 см и более, вскипание от НС1 отмечается на глубине 45–50 см, гипс и легкорастворимые соли обнаруживаются в конце второго метра.

Каштановые почвы имеют меньшую мощность гумусового горизонта (30–40 см), вскипают на глубине 40–45 см, максимальное скопление солей отмечается около 2 метров.

Светло-каштановые почвы отличаются небольшой мощностью гумусового горизонта (25–35 см), часто отличающегося бесструктурностью. Вследствие слабого промачивания карбонатный горизонт залегает ближе к поверхности, чем в первых двух подтипах. Гипсовый горизонт обнаруживается на глубине 110–120 см. Более высокое скопление солей способствует проявлению признаков солонцеватости. В солонцеватых светло-каштановых почвах отмечается более четкая дифференциация профиля по илу и валовому химическому составу минеральной части: характерно обеднение илистой фракцией горизонта А и обогащение илом и полуторными оксидами горизонта В, который выделяется более темной окраской, плотным сложением и крупной ореховато-призмовидной структурой.

В светло-каштановых почвах с признаками осолодения верхний горизонт имеет более светлую окраску, плитчато-листоватую структуру и более рыхлое сложение.

В подтипах выделяют следующие *роды*:

1. Обычные – сохраняют подтиповые признаки и свойства.
2. Глубоковскипающие – образуются на породах легкого гранулометрического состава. Вследствие высокой водопроницаемости карбонаты выщелочены на глубину 1,0–1,5 м, гипсовый горизонт при этом отсутствует.

3. Карбонатные – отличаются повышенным содержанием карбонатов с самой поверхности, образуются на обогащенных карбонатами породах.

4. Карбонатные перерытые.

5. Солончаковатые – развиваются на засоленных породах, в пределах первого метра отмечается повышенное содержание (более 0,25%) легкорастворимых солей.

6. Солонцеватые – характеризуются уплотненностью нижней части гумусового горизонта, что обусловлено обогащением ее коллоидными частицами, а также комковато-призмовидной или глыбистой структурой с различной степенью выраженности на гранях структурных отдельностей лакировки (буровато-коричневой корочки) в этом горизонте. Содержат обменный натрий в количестве более 5% от ЕКО. Чем сильнее солонцеватость, тем интенсивнее выражена лакировка.

7. Солонцевато-осолодевшие – характеризуются признаками осолодевания в верхней или нижней части гумусового горизонта в виде присыпки SiO_2 на гранях структурных отдельностей, плитчатой или листоватой структуры. Эти почвы находятся на стадии рассоления.

8. Глубокосолонцеватые.

9. Остаточно-солонцеватые – имеют морфологически выраженные признаки солонцеватости, но без заметного содержания обменного натрия. Солонцеватость в этом случае рассматривается как свойство остаточного характера.

10. Неполноразвитые – формируются на плотных породах, имеют неполноразвитый профиль и очень малую мощность гумусового горизонта.

Виды выделяют по мощности гумусового горизонта (А+АВ):

* мощные – более 50 см,

* среднемощные – 30–50 см,

* маломощные – 20–30 см,

* очень маломощные – менее 20 см.

Среди каштановых почв много солонцеватых, содержащих обменный натрий в количестве 3–15% от емкости поглощения, в связи с чем выделяют виды по содержанию обменного Na^+ :

- * слабосолонцеватые – 3–5% от ЕКО,
- * среднесолонцеватые – 5–10% от ЕКО,
- * сильносолонцеватые – 10–15% от ЕКО.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), каштановые почвы выделяются в створе постлитогенных, отделе аккумулятивно-карбонатных малогумусовых почв на уровне типа каштановых почв с подразделением на следующие подтипы: типичные, солонцеватые, засоленные, гидрометаморфизованные, турбированные.

Использование. Каштановые почвы являются потенциально плодородными, однако урожай сельскохозяйственных культур лимитируется недостатком воды и частыми засухами. Успешное земледелие в зоне сухих степей возможно только на фоне мероприятий по накоплению влаги на полях путем снегозадержания, полезащитного лесоразведения и особых агротехнических приемов (зяблевая вспашка, пары, глубокое безотвальное рыхление, посев кулис из высокостебельных культур). Важную роль в повышении плодородия каштановых почв играет орошение.

На темно-каштановых и каштановых почвах возделывают пшеницу твердых сортов, кукурузу, просо, подсолнечник, бахчевые и другие культуры.

Факторами, снижающими плодородие, являются водная эрозия и дефляция, в связи с чем необходима противозерозионная защита почв.

С целью повышения урожайности пахотных почв рекомендуется внесение удобрений. Высокое действие оказывают азотные, фосфорные и калийные удобрения на фоне орошения, без орошения наиболее эффективны фосфорные. На солонцеватых почвах предпочтение следует отдавать физиологически кислым удобрениям. Кроме этого, солонцеватые каштановые почвы нуждаются в проведении химической мелиорации (например, гипсование на фоне орошения, травосеяния и внесения удобрений). Сильносолонцеватые почвы и комплексы с солонцами

рекомендуется использовать в качестве пастбищ, для этого на них необходимо создавать продуктивный травостой из засухоустойчивых и солеустойчивых культур (донник, люцерна, житняк и другие).

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику условиям почвообразования в зоне сухих степей. 2. Какие процессы почвообразования участвуют в генезисе каштановых почв? 3. Охарактеризуйте морфологическое строение профиля и свойства каштановых почв. 4. Какие критерии лежат в основе классификации каштановых почв? Назовите подтипы, роды и виды. 5. Назовите диагностические признаки подтипов каштановых почв. 6. На фоне каких мероприятий на каштановых почвах возможно успешное земледелие?

Глава 32 Солончаки, солонцы, солоди

Солончаки, солонцы, солоди являются засоленными почвами, поскольку в той или иной части их профиля присутствуют легкорастворимые соли, растворимость которых в холодной воде превышает растворимость гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – около 2 г/л). Эти почвы относятся к интразональным и формируются в различных природных зонах: лесостепной, степной, полупустынной и др.

32.1. Солончаки

Солончаки – это засоленные почвы, в слое 0–30 см которых содержится более 0,6% соды, или более 1% хлоридов, или более 2% сульфатов.

Самой токсичной солью является сода (Na_2CO_3), наличие её в количестве более 0,6% делает почву полностью бесплодной, а содержание около 0,1% действует на растения угнетающе.

Почвы, содержащие такое же количество солей как солончаки, но не с поверхности, а на некоторой глубине, называются *солончаковыми*.

Почвы, содержащие соли в любой части профиля в меньших количествах, чем указано выше, называются *солончаковатыми*.

Главными областями распространения солончаков являются пустыни и полупустыни суббореального и субтропического

поясов, однако они формируются и в других природных зонах (лесостепь, степь). Площадь солончаков на земном шаре составляет 69,8 млн.га. Площадь всех засоленных почв земного шара более 240 млн.га.

32.1.1. Источники солей в почвах и условиях их аккумуляции

Для формирования засоленных почв необходимо наличие двух процессов:

- образование свободных солей в ландшафте;
- накопление солей в почве.

Источниками солей в почвах являются следующие:

1. Разрушающиеся под воздействием процессов выветривания горные породы. При выветривании из продуктов распада первичных минералов образуются хлориды, сульфаты, нитраты, силикаты, карбонаты. Последние образуются в большом количестве за счет взаимодействия с CO_2 воздуха. В катионном составе солей преобладают кальций, натрий, калий, магний, в меньшем количестве присутствуют алюминий, железо, микроэлементы. С поверхностными и грунтовыми водами соли мигрируют и достигают океана, бессточных областей на суше.

2. Соленосные горные породы, главным образом, соленосные морские осадки, выходящие на поверхность в результате тектонических поднятий и обуславливающие засоление ландшафтов. В случае контакта с грунтовыми водами, связанными с почвами, солевые пласты вызывают их засоление, даже с большой глубины.

3. Почвенно-грунтовые воды, испаряющиеся физически или через корневую систему растений при достаточно близком залегании (на глубине 2–3 метра).

4. Извержение вулканов. Вулканические газы содержат Cl , SO_2 , CO_2 . Термальные источники, связанные с вулканической деятельностью, выносят на поверхность хлориды, соду и другие соли.

5. Импульверизация, эоловый перенос солей с моря на сушу. Ветром переносятся на сушу соли, содержащиеся в морских брызгах, а также соли, покрывающие берега лагун, заливов, соленых озер.

6. Атмосферные осадки, обычно содержащие соли в количестве 20–30 мг/л солей, но в приморских районах – до 400 мг/л.

7. Растительность аридных ландшафтов, обладающая глубокой и мощной корневой системой и высокой зольностью при повышенном содержании натрия, хлора, серы, способная перекачивать с большой глубины соли к поверхности.

8. Оросительные воды и ирригационные почвенно-грунтовые воды, приблизившиеся к поверхности вследствие орошения без удовлетворительного дренажа.

Несмотря на повсеместное образование и поступление солей, на поверхности Земли площадь засоленных почв, особенно солончаков, не так уж велика. Для накопления солей в почвах необходимы определенные условия. Если количество осадков превышает количество испаряемой влаги, соленакопление в почвах невозможно, т.к. при этом господствует промывной водный режим. Соли могут аккумулироваться лишь в том случае, когда испаряемость преобладает над осадками – это одно из важнейших условий образования засоленных почв.

Соленакопление развивается в почвах отрицательных форм микрорельефа, где наблюдается накопительный баланс веществ. Для положительных форм рельефа характерен отток солей, с поверхностными и почвенно-грунтовыми водами они поступают в понижения рельефа, что приводит к засолению почв депрессий.

В различных ландшафтно-геохимических условиях накапливаются разные соли. В условиях более влажного климата аккумулируются менее растворимые соли, поскольку более растворимые выщелачиваются в глубокие горизонты, материнские породы и грунтовые воды. По мере усиления сухости климата накапливаются все более растворимые соли. На начальных стадиях слабого засоления накапливается сода, при

усилении степени засоления на первое место выходят сульфаты, затем хлориды.

Химический состав солей в грунтовых водах тесно связан с их минерализацией: при малых концентрациях преобладают гидрокарбонаты, с ростом минерализации воды все большую роль играют хлориды.

В связи с засолением растительность на солончаках характеризуется сильной изреженностью и неоднородностью. При высокой концентрации солей она представлена ассоциациями различных видов солянок: сведой, солеросом, отличающимися глубокой корневой системой и высокой зольностью. На солончаках с меньшей степенью засоления произрастают бескильница, ячмень короткоостый, кермек, подорожник, кокпек, астра солончаковая.

У некоторых видов мясистых солянок содержание зольных элементов достигает 40–55%, у полусухих солянок – 20–30%, ксерофитных полыней – 10–20%. В составе золы преобладают хлор, сера, натрий.

Ежегодный прирост растительной массы на солончаках составляет 5–12 ц/га, в процессе ее синтеза вовлекается в биологический круговорот 200–700 кг/га зольных элементов, в том числе хлора от 19 до 102 кг и натрия от 19 до 67 кг. Очень большое количество солей поступает в почву при испарении почвенно-грунтовых вод (до 500 т/га ежегодно), с отмирающей растительностью – гораздо меньше (не более 0,5 т/га).

32.1.2. Генезис, строение профиля и свойства солончаков

Генезис. Профиль солончаков формируется под воздействием солончакового процесса, сущность которого заключается в накоплении солей. Солончаки могут формироваться при близком залегании грунтовых вод в условиях выпотного водного режима, при испарении воды верхние горизонты почв обогащаются водорастворимыми солями. Эти почвы могут формироваться и при отсутствии связи с минерализованными грунтовыми водами на засоленных

почвообразующих породах. В приморских областях и в районах распространения соленых озер солончаки могут образоваться и в результате приноса солей ветром. Солончаки нередко возникают при неправильном орошении, а также вследствие внутрипочвенного перераспределения солей.

Кроме солончакового процесса важное значение в генезисе гидроморфных солончаков имеет глеевый процесс.

Морфологическое строение профиля. Профиль солончаков слабо дифференцирован на генетические горизонты и имеет следующее строение: $A_s-AC_s-C_s$ или A_s-G_s , иногда выделяется переходный горизонт B_s . По всему профилю заметны выцветы солей, особенно после подсыхания стенки разреза. В нижней части, а иногда и по всему профилю отмечаются признаки оглеения, выражающиеся в наличии ржаво-охристых краплений и(или) сизых пятен.

Свойства солончаков. Основное диагностическое свойство солончаков – высокое содержание солей с самой поверхности. Различают поверхностные солончаки, где соли концентрируются в слое 0–30 см, и глубокопрофильные, в которых высокие концентрации солей наблюдаются по всему профилю – от поверхности до уровня почвенно-грунтовых вод.

Солончаки различаются по химизму солей, от которого зависят их химические и физические свойства. Химизм (тип) засоления устанавливается по соотношению анионов и катионов в водной вытяжке. По химизму засоления принято выделять хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные, сульфатные, содово-хлоридные, содово-сульфатные, хлоридно-содовые, сульфатно-содовые, сульфатно-гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные солончаки, редко встречаются почвы нитратного и боратного типа засоления. Кроме легкорастворимых солей с самой поверхности содержатся карбонаты кальция и магния, в составе солей присутствует гипс. Содержание последнего наиболее высоко в солончаках полупустынной и пустынной зон.

Высокая концентрация солей отрицательно сказывается на водном режиме солончаков. Вследствие высокой

гигроскопичности солей резко снижается количество доступной для растений влаги. Многие соли являются токсичными для растений. Особенно токсичной является сода – сернокислый натрий. Вредны также все хлориды, все соли натрия и сернокислый магний.

Профиль солончаков не дифференцирован по валовому содержанию полуторных оксидов (R_2O_3) и кремнезему (SiO_2), эти компоненты распределяются по профилю равномерно. Отсутствует дифференциация и по гранулометрическому, и минералогическому составу, если только дифференциация не связана с неоднородностью почвообразующей породы.

Солончаки являются малогумусными почвами, они содержат в верхнем горизонте часто менее 1% гумуса. В случае образования солончаков путем засоления высокогумусных луговых почв содержание гумуса может достигать 5% и более. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. В солончаках содержится мало азота и зольных питательных веществ.

Емкость катионного обмена зависит от минералогического состава ила и чаще всего составляет 10–20 мг-экв/100 г. В составе обменных оснований преобладают кальций, магний, имеется натрий. В ППК содовых солончаков доминируют натрий и магний.

Реакция среды в хлоридных и сульфатных солончаках нейтральная и слабощелочная (рН водной вытяжки 7,3–7,5), при наличии соды – явно щелочная (рН 9–11). Солончаки, содержащие квасцы, образовавшиеся после окисления сульфидов мангров и маршей, имеют кислую реакцию.

Солончаки, засоленные нейтральными солями, обладают хорошими водно-физическими свойствами, т.к. высокое содержание нейтральных солей обеспечивает коагуляцию коллоидов, микроструктурность и, в связи с этим, высокую пористость и водопроницаемость. Солончаки, засоленные щелочными солями (содой), характеризуются неблагоприятными свойствами, поскольку щелочная реакция среды обуславливает пептизацию коллоидов и слитость почвенной массы. В сухое время года содовые солончаки

растрескиваются на очень плотные (плотность до 2 г/см³) и твердые блоки, а во влажные периоды верхний слой превращается в грязь, трещины заплывают.

32.1.3. Классификация и диагностика солончаков

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977), солончаки не образуют единого типа. Они подразделяются на 2 типа:

1. Автоморфные солончаки – образуются на засоленных материнских породах.

2. Гидроморфные солончаки – формируются под влиянием засоленных почвенно-грунтовых вод.

В типе *автоморфных солончаков* выделяют 2 подтипа: типичные и отакырненные. Последние отличаются от типичных наличием на поверхности маломощной (до 2 см) пористой и хрупкой, относительно рассоленной корочки, разбитой на мелкие полигоны.

Тип *гидроморфных солончаков* разделяется на следующие 6 подтипов:

- типичные,
- луговые,
- болотные,
- соровые (шоровые),
- грязево-вулканические,
- бугристые.

Наиболее распространенными являются первые 4 подтипа гидроморфных солончаков.

Типичные гидроморфные солончаки формируются при близком залегании сильноминерализованных грунтовых вод. Профиль их слабо дифференцирован на генетические горизонты. Водорастворимые соли в большом количестве содержатся по всему профилю с максимальной концентрацией в верхней части. Почвы оглеены.

Луговые солончаки также развиваются при близком залегании грунтовых вод, но менее минерализованных. Профиль

их отчетливо подразделяется на генетические горизонты. Среди луговых солончаков часто встречаются почвы с содовым засолением.

Болотные солончаки развиваются при очень близком залегании грунтовых вод. По всему профилю отмечаются оглеение и сильное засоление, а иногда и оторфовывание верхнего горизонта.

Соровые (шоровые) солончаки развиваются в результате испарения поверхностной воды мелководных соленых озер и русел древних рек. Местами днища высохших озер покрыты слоем солей мощностью несколько сантиметров. Такие солончаки лишены растительности.

Роды выделяют по двум критериям:

а) по химизму засоления (хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные, сульфатные, хлоридно-содовые, содово-хлоридные, сульфатно-содовые, содово-сульфатные, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные);

б) по источникам засоления (литогенные, древнегидроморфные, биогенные).

Разделение солончаков на *виды* производится следующим образом:

1) по характеру распределения солей в профиле:

* поверхностные (соли сосредоточены в слое 0–30 см),

* глубокопрофильные (засолен до степени солончака весь профиль).

2) по морфологии поверхностного горизонта:

* пухлые (образуются при засолении Na_2SO_4),

* отакырненные (на поверхности имеется корочка, разбитая трещинами на полигоны),

* корковые (при засолении NaCl на поверхности образуется корка),

* черные (образуются при засолении Na_2CO_3 , сода способствует увеличению растворимости органического вещества и профиль приобретает темную (черную) окраску),

* мокрые (развиваются при засолении CaCl_2 и MgCl_2 , отличающимися высокой гигроскопичностью).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), солончаки выделяются в створе постлитогенных, отделе галоморфных почв на уровне следующих типов:

- 1) солончаки (подтипы: типичные, такыровидные, солонцеватые, слабодифференцированные);
- 2) солончаки глеевые (подтип типичные);
- 3) солончаки сульфидные (соровые) (подтип типичные);
- 4) солончаки темные (подтипы: типичные, солонцеватые, омергеленные);
- 5) солончаки торфяные (подтип типичные);
- 6) солончаки вторичные (подтипы выделяют по особенностям вторично-засоленного профиля, т.е. по исходному профилю – черноземному, каштановому, бурому полупустынный, солонцу и др.).

Использование. В земледелии солончаки можно использовать только после проведения сложных мелиоративных мероприятий, основным из которых является промывка пресной водой. Для предупреждения вторичного засоления на орошаемых землях применяется ряд приемов, направленных на предотвращение подъема почвенно-грунтовых вод. С этой целью проводится отвод промывных вод с орошаемой территории, правильно устанавливаются промывные и поливные нормы, число и сроки поливов. Равномерное распределение воды по поверхности засоленных почв требует тщательного проведения планировочных работ. Повышение плодородия промытых от солей почв достигается внесением органических и минеральных удобрений, улучшением структуры, усилением биологической активности почв. Для этих целей в первый период освоения засоленных участков следует высевать солеустойчивые культуры (люцерну, ячмень, просо).

В целом рассоление солончаков является дорогостоящим мероприятием, требующим больших количеств пресной воды и дренажных работ, поэтому осваиваются солончаки только в случае жизненной необходимости. Солончаки, расположенные в районах неорошаемого земледелия, или совсем не осваивают, или используют как малопродуктивные пастбища.

32.2. Солонцы

Солонцами называют почвы, содержащие в иллювиальном горизонте В обменный натрий в количестве более 15–20% от ЕКО. *Солонцеватыми почвами* являются почвы, имеющие некоторые признаки солонцов (щелочную реакцию, глыбистую или призмовидную структуру, высокую плотность и слитость почвенной массы в горизонте В), но содержащие обменный натрий в меньшем количестве, чем солонцы.

Солонцы формируются на всех континентах, но не образуют единой зоны, а встречаются либо крупными массивами, либо пятнами среди почв другого генезиса. Площадь солонцов на земном шаре составляет 77,7 млн. га, а вместе с солонцеватыми почвами 212,0 млн. га. Наиболее широко они распространены в суббореальном, затем тропическом и субтропическом поясах.

32.2.1. Условия формирования и генезис солонцов

Условия формирования. Солонцы формируются в условиях субаридного и аридного (но не пустынного) *климата* в различных термических поясах. Количество осадков колеблется от 100 до 600 мм, коэффициент увлажнения составляет 0,2–0,9.

Рельеф. Солонцы, как и солончаки, приурочены к равнинным пониженным элементам макрорельефа, к крупным тектоническим впадинам земли, таким как Западно-Сибирская, Прикаспийская, Приднепровская, Среднедунайская низменности, надпойменным террасам рек и озер.

Почвообразующие породы. Солонцы формируются на разнообразных рыхлых мелкозернистых породах. Часто их образование связано с засоленными морскими породами. Так, например, на территории Окско-Донской низменности автоморфные солонцы приурочены к выходам третичных засоленных глин.

Биологический фактор. Солонцы развиваются под сообществами специфической солонцовой флоры, состоящими

из полыни, кохии, камфоросмы, ромашника, кермека и других растений с глубокой корневой системой. На солонцах лесостепной и степной зон в состав растительных ассоциаций входят злаки, например типчак, обладающий поверхностной корневой системой, образующей дернину.

Для биологического круговорота характерны следующие особенности:

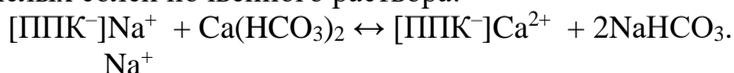
- 1) значительное преобладание подземной биомассы над надземной (в 20 и более раз);
- 2) повышенная зольность (у полыней, кермека до 10%);
- 3) заметное участие натрия, серы, хлора в составе зольных элементов.

Микрофлора солонцов менее обильна и менее разнообразна по сравнению с микрофлорой окружающих зональных почв (например, в них отсутствуют дрожжевые грибы). Биологическая активность солонцов в несколько раз ниже активности зональных почв. Содержание всех микроорганизмов и биологическая активность резко (в сотни раз) уменьшаются в плотном иллювиальном солонцовом горизонте В по сравнению с вышележащими. На поверхности солонцов обильно развиваются водоросли. Некоторые исследователи (Н.Н. Большев, 1972) отводят им важную роль в разрушении минералов поверхностного слоя солонцов, т.е. осолодении.

Солонцы бедны беспозвоночными почвообитающими животными. Здесь часто отсутствуют дождевые черви, многоножки, муравьи и другие животные, осуществляющие рыхление и перемешивание почвенной массы.

Генезис солонцов трактуется разными исследователями неоднозначно. К.К. Гедройц путем лабораторных опытов и сравнительно-географических исследований показал, что солонец возникает из солончака. Согласно его коллоидно-химической теории, солонцы образуются в процессе рассоления солончаков, засоленных нейтральными солями натрия. В почвах, содержащих большое количество натриевых солей, создаются условия для насыщения ППК натрием путем вытеснения из него других катионов. Почвенные частицы,

насыщенные натрием, теряют агрегатное состояние вследствие высокой гидратации иона натрия. Коллоиды, обогащенные натрием, обладают способностью удерживать на своей поверхности воду, сильно набухают, приобретают устойчивость против коагуляции и значительную подвижность. При высоком содержании иона натрия резко возрастает растворимость органических и минеральных соединений почвы в результате появления щелочной реакции. Эта реакция образуется вследствие гидролиза минералов и обменной реакции между натрием, находящимся в поглощающем комплексе, и кальцием углекислых солей почвенного раствора:



Высокая щелочность почвенного раствора приводит к пептизации коллоидов, причем органическое вещество, насыщенное натрием, переходит в состояние золя и легко просачивается сверху вниз по почвенному профилю, а пептизированные минеральные коллоиды, обладая огромной поверхностью взаимодействия с водой, разрушаются на составляющие их SiO_2 , R_2O_3 и другие оксиды. Продукты разрушения, так же как и органическое вещество, мигрируют вниз по профилю. Задерживаясь на некоторой глубине, они из золеобразного состояния превращаются в гели, накапливаются и образуют иллювиальный солонцовый горизонт. Развитие солонца по пути дальнейшего выщелачивания приводит к формированию почвы нового типа – солоды.

Образование солонцов, по К.К. Гедройцу, протекает в две стадии:

* первая – засоление почв нейтральными солями натрия, т.е. образование солончаков,

* вторая – рассоление солончаков и развитие солонцовых почв с характерными для них строением профиля и свойствами.

В стадии рассоления солончаков К.К. Гедройц выделяет три фазы:

- 1) удаление растворимых солей;
- 2) образование соды;

3) диспергирование почвенных частиц и вынос их вниз по профилю.

Близкие взгляды на генезис солонцов имел К.Д. Глинка (1923), считавший, что для образования этих почв необходимы процессы засоления почв натриевыми солями и их рассоления; идущее веками чередование этих процессов приводит к формированию солонцов.

Позже, исследованиями Е.Н. Ивановой (1932, 1939) было установлено, что солонцы при рассолении солончаков могут образоваться только в том случае, если в составе солей последних отношение $\text{Na}^+:(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})\geq 4$. В природных условиях такое соотношение солей в почвенном растворе встречается довольно редко. При рассолении солончаков, засоленных нейтральными солями, в составе которых содержится более 20% кальциевых солей, солонцовые свойства не проявляются. Таким образом, теория образования солонцов из солончаков, разработанная К.К. Гедройцем, не является универсальной.

В.Р. Вильямс развивал биологическую теорию образования солонцов, согласно которой источником солей натрия служит степная и полупустынная растительность (полыни, солянки, камфоросма, кермек и др.). При минерализации растительных остатков образуется большое количество солей, в том числе и соды. Обогащение почв легкорастворимыми солями приводит к насыщению поглощающего комплекса натрием, и несолонцеватая почва постепенно превращается в солонец.

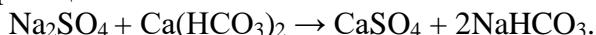
Исследованиями В.А. Ковды (1937), Н.И. Базилевич (1965) и других ученых показано, что солонцовые почвы могут возникать, минуя солончаковую стадию, что возможно в том случае, когда источником натрия является сода. В этих условиях происходит внеконкурентное поглощение натрия из почвенного раствора, поэтому даже при незначительной концентрации соды в растворе возможно насыщение ППК натрием.

Сода может образовываться в почве разными путями.

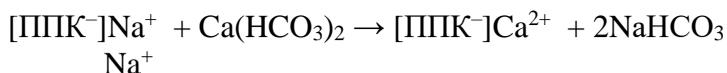
1. Сода в природных условиях образуется при выветривании магматических и осадочных пород, содержащих то или иное

количество натрия. Высвобождающиеся при выветривании основания взаимодействуют с угольной кислотой почвенного раствора и образуют карбонаты, в том числе карбонат натрия.

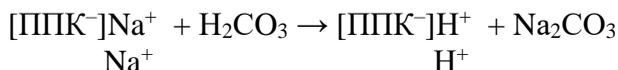
2. Сода может возникать в результате взаимодействия нейтральных солей, поднимающихся с восходящими растворами из грунтовых вод, с карбонатами щелочных земель почвы по следующей реакции:



3. Сода в почве образуется в результате обменной реакции между натрием поглощающего комплекса и кальцием карбонатов или водородом угольной кислоты почвенного раствора:

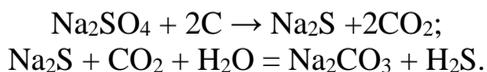


или



4. Сода может образоваться биологическим путем. При минерализации растительных остатков возникают соли азотной, серной и других кислот. Анионы поглощаются растениями, а катионы натрия с углекислотой и бикарбонатами почвенного раствора дают соду (В.Р. Вильямс). Образование соды возможно при разложении опада определенных групп растений степной и пустынной зон, в золе которых очень много натрия (камфоросма, полынь черная, биюргун, саксаул черный и некоторые другие).

5. Сода образуется в результате биохимических процессов восстановления сульфата натрия с помощью сульфатредуцирующих бактерий в присутствии органического вещества:



Реакция протекает в анаэробных условиях.

Во всех вышерассмотренных теориях основной причиной развития солонцового процесса признается обменный натрий. Однако в природных условиях встречаются солонцы с высоким содержанием обменного магния и незначительным количеством натрия в поглощающем комплексе. А.Н. Соколовский (1941), В.А. Ковда (1963) и другие исследователи считали, что солонцы с преобладанием в составе обменных катионов магния являются реликтовыми. Пептизация коллоидов под действием обменного натрия происходила на более ранних стадиях формирования солонцовых почв. В последующем при их рассолении натрий вымывался и относительно накапливался магний, как более стабильный ион, чем кальций.

Магний при определенном соотношении в ППК с натрием играет существенную роль в проявлении солонцеватости почв. Внедряясь в поглощающий комплекс, он, как и натрий, хотя и в меньшей степени, увеличивает гидрофильность коллоидов, нарушает связи между микроагрегатами, превращает почву в неустойчивую к щелочному гидролизу. Неблагоприятные свойства почв обусловлены более высокой гидратированностью магния, чем кальция, и более прочным закреплением его в поглощенном состоянии. Вследствие этого происходит частичное разрушение минералов с образованием гидрофильных соединений типа коллоидной кремневой кислоты, а также гуматов магния, отличающихся высокой подвижностью.

По-иному рассматривал генезис малонатриевых солонцов Б.В. Андреев (1956). По его мнению, обменный натрий является не причиной, а следствием солонцового процесса. В обменном состоянии натрий в почвах появляется в том случае, когда гальмиролизу (выветриванию (разрушению) минералов под действием солевых растворов) подвергаются натриевые минералы. При распаде магниевых минералов в обменном состоянии будет накапливаться магний. При последующем воздействии водных растворов наблюдается сильный распад алюмосиликатов с накоплением гидрофильных коллоидов богатых кремневой кислотой. Коллоидная кремневая кислота отличается высокой гидрофильностью, и при наличии ее в

большом количестве почвы приобретают характерные для солонцов свойства.

Таким образом, солонцы в природных условиях могут образоваться разными путями, а именно:

1) путем рассоления солончаков, засоленных нейтральными солями;

2) при воздействии на почву слабоминерализованных растворов, содержащих соду;

3) на засоленных породах в результате биогенного накопления натриевых солей, в том числе и соды, а также вследствие подъема солей по капиллярам в верхние горизонты при их сильном иссушении;

4) солонцовые свойства в почвах могут развиваться при высоком содержании в них различного рода гидрофильных коллоидов, образование которых обусловлено гальмиролизом и другими причинами.

В целом профиль солонцов формируется под влиянием сложной комбинации следующих *почвенных процессов*.

1. Ведущим является *солонцовый* процесс. Сущность его заключается во внедрении в поглощающий комплекс иона натрия, вследствие чего резко повышается дисперсность органической и минеральной части почв, снижается устойчивость коллоидов по отношению к воде и возникает щелочная реакция почвенного раствора.

2. Процесс *осолодения* – разрушение пептизированных минералов тонких фракций с выносом продуктов разрушения вниз по профилю, вынос растворенного органического вещества вниз по профилю. В осолодевающем горизонте разрушается в первую очередь монтмориллонит.

3. *Элювиально-глеевый* процесс в надсолонцовом осолодевшем горизонте. Этот процесс обусловлен периодическим переувлажнением надсолонцового горизонта тальми и дождевыми водами. Оглеение, сопровождающееся образованием агрессивных фракций органического вещества, способствует разрушению минералов в

надсолонцовом горизонте и выносу из него как продуктов разрушения, так и самого органического вещества.

4. *Дерновый* процесс в верхней части надсолонцового горизонта.

5. *Накопление легкорастворимых солей, гипса, карбонатов* в подсолонцовом горизонте. В автоморфных солонцах оно происходит за счет выноса солей из верхней части профиля, в гидроморфных и полугидроморфных – в результате накопления из испаряющейся капиллярной каймы почвенно-грунтовых вод.

6. *Оглеение* нижней части профиля гидроморфных солонцов.

32.2.2. Морфологическое строение профиля и свойства солонцов

Морфологическое строение профиля. Солонцовый профиль имеет сложное строение, которое может быть выражено следующей формулой: А–Е–В_{на}– В_{Ca,cs} – В_{Ca,cs,s}– С_{Ca,cs,s}.

А – гумусовый горизонт, комковато-пылеватый, рыхлый, облегченного гранулометрического состава; в солонцах пустынно-степной и сухостепной зон окраска светло-бурая или буровато-серая (каштановая), в солонцах степной и лесостепной зон – темно-серая, иногда черная. Мощность горизонта от 2–3 до 20–25 см;

Е – осолоделый горизонт, маломощный (1–3 см), белесый, пылеватый, пластинчатый или слоеватый, с мелкими орштейнами; вместе с горизонтом А образует «надсолонцовый» горизонт, часто АЕ;

В_{на} – темно-бурый или бурый с коричневым оттенком иллювиально-глинисто-гумусовый «солонцовый» горизонт, плотный в сухом состоянии, трещиноватый, во влажном состоянии вязкий, бесструктурный, мажущийся; структура столбчатая, призматическая, крупноореховатая или глыбистая; на гранях структурных отдельностей отмечается гляцевая лакировка. Мощность от 7–12 см до 25 см и более.

В_{Ca,cs,s} – более светлой окраски мощный «подсолонцовый» горизонт, менее плотный по сравнению с солонцовым, с

выделениями карбонатов, гипса и легкорастворимых солей, последовательно сменяющих друг друга по глубине; может подразделяться на подгоризонты по количеству и формам новообразований;

$S_{Ca,cs,s}$ – почвообразующая порода с выделениями легкорастворимых солей, гипса, карбонатов.

Свойства солонцов. Солонцы обладают следующими диагностическими признаками и свойствами:

1) профиль четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу;

2) щелочная реакция иллювиального и нижележащих горизонтов;

3) столбчатая, призматическая, глыбистая или крупноореховатая структура иллювиального горизонта при его высокой плотности;

4) наличие в иллювиальном горизонте обменного Na^+ в количестве более 15% от суммы обменных катионов (или обменного Mg^{2+} в количестве более 40% от суммы обменных катионов при меньшем, чем 15%, содержании обменного Na^+);

5) наличие солей в нижней части профиля под иллювиальным горизонтом.

Профиль солонцов четко дифференцирован по гранулометрическому, минералогическому и валовому химическому составу. Надсолонцовый горизонт, по сравнению с солонцовым, всегда более легкий, обеднен илистой фракцией (особенно коллоидами), полуторными оксидами, кальцием, магнием, серой и другими элементами, относительно обогащен кремнеземом; солонцовый горизонт обогащен илом и полуторными оксидами железа и алюминия. Перераспределение ила обусловлено пептизацией коллоидов. Особенно резкая дифференциация отмечается в осолодевающих солонцах. В составе илистой фракции в почвах, развитых на лессовидных породах, преобладают смешаннослойные минералы с высоким содержанием пакетов монтмориллонита и в небольшом количестве находятся каолинит и аморфные вещества.

Коллоиды солонцов пептизированы и обладают высокой подвижностью.

Содержание и состав гумуса в солонцах разных природных зон различны. Степные и полупустынные солонцы бедны гумусом (1,5–3% в дерновом горизонте), в его составе преобладают фульвокислоты. Лесостепные солонцы более гумусированы (6–10%), в надсолонцовом горизонте преобладают фульвокислоты, а в солонцовой части профиля гумус характеризуется гуматным составом.

В солонцах часто отмечается низкое содержание подвижных соединений фосфора.

Содержание обменного натрия в солонцовом горизонте колеблется от 15 до 60% от емкости поглощения. В солонцах содового типа засоления обменного натрия значительно больше, чем в хлоридно-сульфатных. В составе обменных оснований часто содержится много магния (35–45% от ЕКО).

Реакция почвенного раствора в надсолонцовом горизонте может быть нейтральной и слабокислой, в нижней части профиля – щелочной. Наиболее высокой щелочностью (рН 8–10) отличаются содовые солонцы. Почвы, засоленные нейтральными солями, характеризуются слабощелочной реакцией.

В подсолонцовом и нижележащих горизонтах содержатся легкорастворимые соли – сульфаты, хлориды, а также сода. В этих же горизонтах имеется гипс и карбонаты.

Водно-физические и физико-механические свойства солонцов неблагоприятны. Для них характерно следующее:

- высокая вязкость и липкость солонцового горизонта, сильно набухающего во влажном состоянии и уплотняющегося и твердеющего при иссушении;
- низкая пористость и водопроницаемость;
- слабая физиологическая доступность почвенной влаги.

32.2.3. Классификация и диагностика солонцов

Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), по характеру водного режима и комплексу связанных с ним свойств (особенностям солевого режима, гумусонакопления и др.) выделяют 3 типа солонцов:

- автоморфные,
- полугидроморфные,
- гидроморфные.

Подтипы солонцов выделяются в зависимости от расположения в той или иной биоклиматической зоне, т.е. от зональных условий, определяющих морфологические особенности солонцов и свойства их генетических горизонтов.

В *типе автоморфных солонцов* выделяют следующие 3 подтипа:

- 1) черноземные солонцы;
- 2) каштановые солонцы;
- 3) полупустынные солонцы.

В *типе полугидроморфных солонцов* также выделяют 3 подтипа:

- 1) лугово-черноземные солонцы,
- 2) лугово-каштановые солонцы,
- 3) полугидроморфные мерзлотные солонцы.

В *типе гидроморфных солонцов* выделяют 4 подтипа:

- 1) черноземно-луговые,
- 2) каштаново-луговые,
- 3) луговые мерзлотные,
- 4) лугово-болотные.

На *роды* солонцы делятся на основании следующих критериев:

1) по глубине залегания солей (по верхней границе солевых выделений):

– солончаковые – легкорастворимые соли на глубине 5–30 см;

– высокосолончаковатые – 30–50 см,

– солончаковатые – 50–100 см,

– несолончаковатые (глубокозасоленные) – 150–200 см.

2) по химизму (типу) засоления:

- содовые,
- смешанные (содово-сульфатные, содово-хлоридно-сульфатные),
- нейтральные (сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные).

3) по степени засоления:

- солонцы–солончаки,
- сильнозасоленные,
- средnezасоленные,
- слабозасоленные,
- незасоленные (встречаются очень редко).

4) по глубине залегания карбонатов и гипса:

- высококарбонатные – выше 40 см,
- глубококарбонатные – ниже 40 см,
- высокогипсовые – выше 40 см,
- глубокогипсовые – ниже 40 см.

Разделение на *виды* производится следующим образом:

а) по мощности надсолонцового горизонта:

- * корковые – менее 5 см;
- * мелкие – 5–10 см;
- * средние – 10–18 см;
- * глубокие – более 18 см.

б) по содержанию обменного натрия (в % от ЕКО) в горизонте $V_{\text{на}}$:

- * малонатриевые – менее 10,
- * средненатриевые – 10–25,
- * многонатриевые – более 25.

в) по структуре солонцового горизонта:

- * ореховатые,
- * столбчатые,
- * призматические,
- * глыбистые.

г) по степени осолодения:

- * слабоосолоделые,
- * осолоделые,
- * сильноосолоделые.

Ниже приводится диагностика солонцов на уровне типов и подтипов.

Солонцы автоморфные (степные) формируются в условиях глубокого залегания грунтовых вод (глубже 6 м). Образование их связано с выходом засоленных почвообразующих или подстилающих пород. Наиболее широко распространены в сухостепной (солонцы каштановые) и пустынно-степной (солонцы бурые полупустынные) зонах. В черноземной зоне (солонцы черноземные) встречаются реже и приурочены к увалистым водоразделам, склонам, где близко к поверхности выходят засоленные породы. Эти почвы формируются под степными злаково-полынными группировками, в состав которых входят полынь черная и белая, камфоросма, прутняк, кокпек, петросимония, типчак, ромашник тысячелистный и др. На поверхности часто имеются водоросли и лишайники.

Солевой профиль четко дифференцирован: карбонатный горизонт выражен отчетливо, карбонаты в виде белоглазки на глубине 35–50 см и выше; под ним залегает гипсовый горизонт, ниже – горизонт аккумуляции легкорастворимых солей. Преобладает хлоридно-сульфатный тип засоления. Солонцы степные с содовым типом засоления встречаются редко.

Солонцы полугидроморфные (лугово-степные) формируются на первой и второй надпойменной террасах, в межсопочных и приозерных понижениях в условиях дополнительного грунтового или смешанного (поверхностного и грунтового) увлажнения. Грунтовые воды находятся на глубине 3–6 м. Растительность представлена полынью черной, полынью Шренка, кермеком, реже типчаком. В профиле этих почв более отчетливо, чем в гидроморфных солонцах, обособляются карбонатный и гипсовый горизонты, часто они совмещаются. Оба горизонта залегают неглубоко от поверхности (30–35 см).

Среди полугидроморфных солонцов преобладают хлоридно-сульфатные, реже встречаются содово-хлоридно-сульфатные.

Солонцы гидроморфные (луговые и лугово-болотные) формируются в поймах рек, в приозерных и межсопочных понижениях и других депрессиях под луговой солонцовой

растительностью, представленной вострецом, подорожником солончаковым, кермеком, полынью солончаковой, бескильницей, волоснецом солончаковым с примесью лугового разнотравья. Эти почвы развиваются в условиях близкого залегания грунтовых вод (на глубине 1–3 м) и испытывают постоянное или периодическое воздействие водно-солевых растворов, содержат большое количество солей непосредственно под солонцовым горизонтом.

Лугово-болотные солонцы развиваются по периферии озер при близком уровне грунтовых вод и избыточном поверхностном увлажнении под мохово-травянистым покровом. Они имеют оторфованный или торфянистый надсолонцовый и глеевый (оглеенный) подсолонцовый горизонты. Встречаются преимущественно среди черноземных солонцов в лесостепной зоне Западной Сибири.

Солонцы луговые мерзлотные развиваются при близком залегании слоя многолетней мерзлоты.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), солонцы выделяются в створе постлитогенных, отделе щелочно-глинисто-дифференцированных почв на уровне следующих типов и подтипов:

1. Тип солонцы темные (подтипы: типичные, гидрометаморфизованные, турбированные);
2. Тип солонцы светлые (подтипы: типичные, гидрометаморфизованные, турбированные);
3. Тип солонцы гидрометаморфические темные (подтипы: типичные, турбированные);
4. Тип солонцы гидрометаморфические светлые (подтипы: типичные, турбированные).

Использование. Солонцы не используются в земледелии без мелиорации, поскольку обладают щелочной реакцией и неблагоприятными водно-физическими свойствами. Мелиоративные мероприятия направлены на изменение состава обменных катионов при одновременном улучшении физических свойств. Основным методом мелиорации является гипсование, на орошаемых карбонатных почвах хороший эффект

наблюдается при использовании слабых растворов серной кислоты (метод кислования), в результате чего в почве появляется новообразованный гипс, обладающий большей активностью, чем природный. На степных и лугово-степных солонцах проводится самомелиорация, сущность которой заключается в глубокой вспашке с перемешиванием солонцового горизонта с гипсовым и карбонатным. На солонцах проводится фитомелиорация, хорошими почвоулучшителями при этом являются травы с мощной корневой системой, дающие на мелиорированных солонцах высокие урожаи. Мелкие пятна солонцов мелиорируют с помощью землевания (увеличивают мощность гумусового горизонта за счет почвенного материала гумусовых горизонтов окружающих плодородных мощных почв, с поверхности которых срезается слой 2–3 см). Эффективным для повышения плодородия солонцов является внесение органических и кислых минеральных удобрений.

32.3. Солоди

Солоди – это гидроморфные или полугидроморфные почвы с резко дифференцированным профилем, ярко выраженным осветленным горизонтом E(A₂), с присутствием обменного натрия и щелочной реакцией в горизонте B, наличием карбонатов и легкорастворимых солей в нижней части профиля. Весь профиль носит более или менее ярко выраженные признаки оглеения, что обусловлено поверхностным переувлажнением и близким стоянием грунтовых вод.

Солоди и осолоделые почвы составляют 0,5% общей площади стран СНГ, в том числе на долю собственно солодей приходится менее 0,1%, или 0,8 млн. га. Солоди распространены в лесостепной и степной зонах, а также среди почв сухих и полупустынных степей. Эти почвы формируются на низменных равнинах Евразии, Южной Африки, Австралии, Северной и Южной Америки. В России наиболее широко солоди распространены в лесостепи Западно-Сибирской низменности.

32.3.1. Условия почвообразования и генезис солодей

Условия почвообразования. Солоди формируются в условиях субгумидного или субаридного климата суббореального и субтропического поясов. Современные почвенные процессы в солодах определяются их своеобразным водным режимом, который Н.И. Базилевич определила как промывной с периодическим переувлажнением поверхностными водами и слабым внутрипочвенным выпотом.

Рельеф. Солоди всегда развиваются в мезо- и микропонижениях рельефа, в условиях избыточного увлажнения. Важнейшая черта экологии солодей – периодическое поверхностное переувлажнение.

Растительность. Солоди формируются преимущественно под гидрофильными растительными сообществами: западными осинниками («осиновые кусты»), березняками («березовые колки»), осоковыми ивняками, разнотравно-злаковыми лугами, заболоченными лугами.

Генезис. К.К. Гедройц (1912) связывал генезис солодей с солонцами, считая их продуктом выщелачивания и деградации последних. В условиях повышенного поверхностного увлажнения при отрыве почвы от грунтовых вод обменный Na^+ в верхних горизонтах замещается на обменный H^+ . В условиях щелочной реакции, возникающей в процессе взаимодействия освобождающегося из обменной формы натрия с углекислотой, происходит разрушение ППК (гидролитическое расщепление минералов почвенного поглощающего комплекса). Полуторные оксиды выносятся, остаточный кремнезем накапливается в осолоделом горизонте Е. Сверху вниз по профилю передвигается и органическое вещество. Постепенно солонцовый горизонт и часть подсолонцового разрушаются и превращаются в осолоделый.

Характерным признаком солодей и осолоделых почв является наличие в них аморфной кремнекислоты, растворимой в 5%-ной КОН. Свободная кремнекислота образуется в результате некоторого распада алюмосиликатной части почвы

под воздействием щелочных растворов, а также, согласно представлениям И.В. Тюрина (1939), Н.И. Базилевич (1967), Н.Н. Большева (1972), значительное количество SiO_2 в солодах может накапливаться биогенным путем в результате развития диатомовых водорослей, концентрирующих кремнезем при построении своих панцирей, а также за счет фитолитарий (кремниевых телец), образующихся в тканях злаков и осок.

Теория происхождения солодей К.К. Гедройца не является единственной. М.М. Рыбаковым (1939), Н.И. Базилевич (1947) и другими исследователями была сформулирована иная концепция, согласно которой главная причина образования солодей заключается в воздействии на почвенный профиль слабоминерализованных грунтовых вод при пульсирующем водном режиме. В течение сухого периода года капиллярная кайма грунтовых вод, содержащих NaHCO_3 и Na_2CO_3 , подтягивается кверху, что приводит к внедрению Na^+ в почвенный поглощающий комплекс, т.е. к осолонцеванию. При последующем промывании почвы во влажный период растворами, содержащими органические кислоты и угольную кислоту, происходит замена поглощенного натрия водородом, т.е. осолодение. Наиболее активно эти процессы идут на нижней границе элювиального горизонта, что вызывает постепенное увеличение его мощности.

В более поздних работах (Кауричев, 1959; Ярков, 1961, и др.) в генезисе солодей большая роль отводится элювиально-глеевому процессу. Переувлажнение почв в условиях высокой температуры вызывает падение окислительно-восстановительного потенциала до 200–400 мВ, что приводит к образованию большого количества высокоподвижных агрессивных кислот, полифенолов и других веществ, вызывающих разрушение почвенных минералов. Нисходящий ток влаги обеспечивает вынос продуктов разрушения вниз по профилю. Вследствие анаэробнозиса происходит восстановление железа и увеличение его подвижности, что приводит частично к сегрегации, а частично к выносу

железосодержащих соединений, что вызывает отбеливание элювиального горизонта.

Таким образом, в формировании профиля солодей участвуют следующие *процессы почвообразования*: осолодение, дерновый (иногда оторфовывание), элювиально-глеевый (в связи с поверхностным переувлажнением), грунтово-глеевый (в связи с грунтовым увлажнением), аккумуляция карбонатов, а в некоторых случаях гипса и легкорастворимых солей.

32.3.2. Морфологическое строение профиля и свойства солодей

Морфологическое строение профиля. По морфологическому облику верхней части профиля солоди близки к подзолистым почвам (оглееным) или псевдоглейам, но отличаются от них существенно иной нижней частью, которая характеризуется карбонатностью, солонцеватостью и засоленностью. В профиле всегда есть признаки оглеения: сизые, ржавые пятна, железисто-марганцевые конкреции. Профиль солодей может быть выражен следующей формулой: $A(T)-E_g-V_{t,g}-V_{Ca,g}-V_{Cs,g}-V_{S,g}-C_g(G)$.

В верхней части профиля часто имеется лесная подстилка, но может быть и непосредственно дерновый горизонт, иногда торфянистый (при поверхностном заболачивании). В дерновом горизонте содержатся мелкие железисто-марганцевые конкреции, свидетельствующие о пульсационном окислительно-восстановительном режиме. Мощность гумусового горизонта небольшая – 10–15 см.

Под дерновым горизонтом залегает элювиальный осолоделый горизонт E (или E_g) белесой окраски, слоеватый, чешуйчатый или бесструктурный, конкреционный (с железисто-марганцевыми новообразованиями), с ржаво-охристыми пятнами.

Иллювиальный горизонт $V_{t,g}$ характеризуется грязно-бурой окраской, повышенной плотностью, глыбистой или ореховато-призмовидной структурой, наличием глинисто-гумусовых и

сизоватых пленок по граням структурных отдельностей и черных примазок, в верхней части имеется присыпка SiO_2 .

Нижележащие горизонты $V_{\text{Ca,g}}$, $V_{\text{cs,g}}$, $V_{\text{s,g}}$ образуют постепенный переход к материнской породе. Они характеризуются бесструктурностью, пятнистостью, оглеением, обильными новообразованиями карбонатов, гипса, легкорастворимых солей. Иногда присутствует лишь карбонатный горизонт.

Почвообразующая порода С желто-бурого цвета, с неясно выраженной структурой, плотного сложения, часто встречаются карбонаты в виде расплывчатых пятен и журавчиков, имеются признаки оглеения.

Свойства. Солоди имеют резко дифференцированный профиль, что отчетливо обнаруживается по гранулометрическому и валовому химическому составу: верхний осолоделый горизонт обеднен илистыми частицами, полуторными оксидами, соединениями магния, кальция, калия, натрия и характеризуется относительным обогащением кремнеземом.

Содержание гумуса в дерновом горизонте колеблется в широких пределах – от 1,5 до 10%, в некоторых случаях выше. С глубиной отмечается резкое его падение в осолоделом горизонте и некоторое увеличение (до 1%) в горизонте В. Такое распределение гумуса по профилю аналогично таковому в подзолистых почвах. Дерновые солоди степных лиманов более гумусированы, чем типичные лесные. В составе гумуса дернового горизонта незначительно преобладают гуминовые кислоты, $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$ несколько более 1, ниже по профилю отмечается резкое сужение этого соотношения. Таким образом, в иллювиальных горизонтах гумус фульватный. Содержание валового азота определяется количеством гумуса и изменяется от 0,1 до 0,8%.

Емкость поглощения в зависимости от гранулометрического состава варьирует довольно значительно, но всегда меньше в осолоделом горизонте по сравнению с иллювиальным. Часто в элювиальном горизонте ЕКО варьирует от 5 до 15 мг-экв/100 г

почвы, а в иллювиальном возрастает до 30–40 мг-экв/100 г. В составе ППК преобладают кальций и магний, в дерновом и осолоделом горизонтах присутствуют водород и алюминий, что обуславливает кислую и слабокислую реакцию почвенного раствора (рН 3,5–6,5), в иллювиальном горизонте часто имеется натрий (иногда 10% и более от ЕКО). Нижняя часть профиля характеризуется нейтральной и слабощелочной реакцией почвенного раствора.

Верхняя и нижняя части профиля солодей отличаются по водно-физическим свойствам. На границе с иллювиальным горизонтом отмечается резкое уменьшение порозности и водопроницаемости, в связи с чем здесь часто возникает верховодка, вызывающая переувлажнение верхней части профиля.

32.3.3. Классификация и диагностика солодей

Солоди принято делить по степени гидроморфности на три подтипа:

- 1) солоди лесные (типичные),
- 2) солоди луговые (дерновые),
- 3) солоди лугово-болотные (торфянистые).

Солоди лесные (типичные) развиваются под березовыми колками или в понижениях типа подов и лиманов с хорошо развитым травянистым покровом. В профиле их под лесной подстилкой отчетливо выделяется осолоделый горизонт E(A₂). Дерновый горизонт A₁ отсутствует или слабо выражен (мощность его не превышает 5 см). Профиль имеет очень близкие черты строения подзолистых почв.

Солоди луговые (дерновые) формируются под осветленными колками или в понижениях с хорошо развитым травянистым покровом. В профиле отчетливо выделяется дерновый горизонт A₁, ниже которого лежит осолоделый горизонт E(A₂).

Солоди лугово-болотные (торфянистые) приурочены к различным понижениям и развиваются под лугово-болотной растительностью с примесью кустарников (ивы) при близком

залегании грунтовых вод (около 1 м). В профиле отчетливо выделяются оторфованная дернина A_d , торфянистый горизонт A_t , гумусовый горизонт A_1 и осолоделый $E(A_2)$.

Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), выделяют следующие *подтипы* солодей:

- 1) солоди лугово-степные (грунтовые воды на глубине 6–7 м),
- 2) солоди луговые (грунтовые воды на глубине 1,5–3 м),
- 3) солоди лугово-болотные (грунтовые воды на глубине 1–1,5 м).

Роды выделяют с учетом остаточных признаков солонцеватости и засоления:

- обычные,
- бескарбонатные,
- солонцеватые,
- солончаковатые.

Разделение солодей на *виды* производится по следующим критериям:

- а) по глубине осолодения (по мощности горизонтов $A+E(A_2)$):
 - * мелкие – менее 10 см,
 - * средние – 10–20 см,
 - * глубокие – более 20 см.
- б) по мощности гумусового горизонта:
 - * дернинные – менее 5 см,
 - * мелкодерновые – 5–10 см,
 - * среднедерновые – 10–20 см,
 - * глубокодерновые – более 20 см.
- в) по содержанию гумуса в дерновом горизонте:
 - * малогумусные (светлые) – менее 3%,
 - * среднегумусные (серые) – 3–6%,
 - * высокогумусные (темные) – более 6%.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), в стволе постлитогенных, отделе текстурно-дифференцированных почв выделяют следующие типы солодей:

- 1) дерново-солоди (подтипы: типичные, глееватые, гидророморфизованные, турбированные),

2) дерново-солоди глеевые (подтипы: типичные, турбированные),

3) солоди темногумусовые (подтипы: типичные, глееватые, гидрометаморфизованные, турбированные),

4) солоди перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические (подтипы: типичные, турбированные).

Использование. Солоди в сельском хозяйстве используют мало, что связано с низким потенциальным плодородием, обусловленным неблагоприятным водным режимом и бедностью элементами питания. Травяные экосистемы на солодах используют в качестве сенокосов и пастбищ, а колочные леса – как источник древесины и водоохраные угодья. Но в ряде случаев эти почвы мелиорируют и используют в земледелии. Для повышения плодородия рекомендуется вносить органические и минеральные удобрения. Поскольку реакция почвенного раствора в верхних горизонтах солодей кислая, проводится известкование. Важнейшими агротехническими приемами, улучшающими водно-физические свойства солодей, являются глубокое рыхление и обогащение их органическим веществом. В случае залегания солодей мелкими пятнами среди распаханых массивов их улучшают путем землевания.

Контрольные вопросы

1. Перечислите источники солей в почвах. 2. Какие почвы относятся к солончакам, солончаковым и солончаковатым почвам? В каких природных зонах и условиях они формируются? 3. С какими процессами связан генезис солончаков? Охарактеризуйте их строение и свойства. 4. Как классифицируют солончаки? Назовите диагностические признаки их типов и подтипов. 5. Какие почвы называют солонцами? В каких условиях они формируются? 6. Как трактуется генезис солонцов разными исследователями? Изложите теорию солонцеобразования К.К. Гедройца. 7. Перечислите пути образования соды в почве. 8. Под влиянием каких почвенных процессов образуется профиль солонцов? 9. Охарактеризуйте морфологическое строение профиля солонцов и их свойства. 10. На каких критериях основана классификация солонцов? 11. Назовите диагностические признаки солодей. В каких природных зонах и условиях они формируются? 12. Раскройте сущность гипотез происхождения солодей. Назовите формирующие их процессы. 13. Какие генетические горизонты составляют профиль солодей? 14. Перечислите характерные свойства солодей. 15.

Назовите подтипы, роды и виды солодей. По каким критериям они выделяются? 16. Каковы особенности использования солончаков, солонцов и солодей?

Глава 33 Бурые почвы полупустынной зоны

Бурые полупустынные почвы являются зональным типом почв, основные массивы которых находятся на северном побережье Каспийского и Аральского морей и в южной части Казахского мелкосопочника. Распространены они на материках северного полушария – в Евразии и Северной Америке. Их аналогами в тропическом поясе служат бурые субаридные (бурые эутрофные) почвы, широко распространенные в полупустынях Африки и Австралии.

33.1. Условия формирования бурых полупустынных почв

Климат. Бурые полупустынные почвы формируются в условиях сухого континентального суббореального климата. Средняя годовая температура воздуха составляет $+6-7^{\circ}\text{C}$, температура июля $+21-27^{\circ}\text{C}$, января от -10 до -15°C . Длина безморозного периода 160–190 дней. Сумма активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ равна 3000–3700 $^{\circ}\text{C}$. Лето долгое, засушливое и жаркое, зима холодная и малоснежная. Мощность снегового покрова не превышает 20–30 см. Годовое количество осадков 100–250 мм, испаряемость в 4–5 раз больше (700–900 мм), что определяет резкий недостаток воды в почве и обуславливает непромывной тип водного режима.

Рельеф и почвообразующие породы. Рельеф зоны бурых полупустынных почв отличается большим разнообразием. В Прикаспийской низменности он равнинно-слабоволнистый с хорошо выраженными плоскими депрессиями (лиманами). На Подуральском плато и Тургайской возвышенности рельеф увалистый, поверхность нередко расчленена глубокими речными долинами. В районе Казахского мелкосопочника сопки

чередуются с невысокими горными системами и обширными межсопочными долинами.

Почвообразующие породы также разнообразны: лессовидные суглинки, морские, озерные, аллювиальные отложения различного гранулометрического состава (от тяжелых глин до песков). Породы часто засолены. В горных районах почвообразующие породы представлены щебнистым элюво-делювием массивно-кристаллических пород, известняков, сланцев.

Растительность. Растительный покров полупустынной зоны характеризуется бедностью видового состава, сильной изреженностью (проективное покрытие составляет 20–40%) и высокой комплексностью. На тяжелых почвах преобладают ассоциации с господством полыни и участием типчака, биюргуна, кок-пека и других ксерофильных солеустойчивых растений, с примесью эфемеров и эфемероидов. Встречаются заросли солеустойчивых кустарников (джузгун). Поверхность почвы покрыта корочками лишайников, синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей.

Биомасса растений составляет в среднем 100 ц/га (на долю зеленой части приходится только 4 ц/га). Около 20% зольных элементов представлены натрием, хлором, серой. Растительность способствует засолению почвы, поскольку перемещает соли из большой массы почвогрунта в поверхностные горизонты.

Бурые полупустынные почвы бедны микроорганизмами и отличаются низкой биологической активностью, что обусловлено непродолжительностью периода с оптимальным сочетанием тепла и влаги.

33.2. Генезис бурых полупустынных почв

Генезис бурых полупустынных почв связан с аридностью климата, небольшим количеством растительной массы и активным развитием процессов минерализации органических

веществ, что приводит к незначительному накоплению гумуса в почвах.

Низкий коэффициент увлажнения обуславливает непромывной тип водного режим, в связи с чем вынос карбонатов, гипса и легкорастворимых солей осуществляется на небольшую глубину. В результате образуется малогумусная почва с укороченным профилем, включающим карбонатный, гипсовый и солевой горизонты.

В.А. Ковда выдвинул гипотезу, согласно которой несколько тысяч лет тому назад бурые полупустынные почвы водно-аккумулятивных равнин прошли гидроморфную стадию развития (например, почвы Прикаспийской низменности), на протяжении которой происходила аккумуляция легкорастворимых солей, гипса и карбонатов в этих почвах. В дальнейшем при отрыве почв от грунтовых вод начался процесс медленного рассоления, сопровождавшийся осолонцеванием–осолодением (в соответствии со схемой К.К. Гедройца), что и вызвало элювиально-иллювиальную дифференциацию почвенного профиля, образование карбонатного, гипсового и солевого горизонтов на некоторой глубине.

В формировании бурых полупустынных почв принимают участие следующие процессы:

- дерновый,
- рассоление,
- осолонцевание–осолодение,
- коркообразование.

Дерновый процесс развит слабо. Разложение растительного опада, поступающего главным образом в виде грубых, медленно разлагающихся корней, идет по пути минерализации (этому способствует господство аэробных процессов) и формирования преимущественно фульвокислот и гуминовых кислот упрощенного строения. Состав растительного опада и климатические особенности не способствуют образованию гуминовых кислот, связанных с кальцием, хотя почвы обогащены карбонатами.

Натриевые соли, образующиеся при минерализации органических остатков и выветривании, не вымываются глубоко, поэтому создаются условия для внедрения натрия в ППК, что обуславливает развитие солонцового процесса. Несмотря на то, что солонцеватость является зональным признаком бурых полупустынных почв, она отмечается не во всех почвах. Солонцеватость характерна для почв европейской части России, Казахстана, Сибири и, как правило, отсутствует в бурых полупустынных почвах, формирующихся в межгорных впадинах Восточной Сибири, Центральной Азии и в Северной Америке.

Коркообразование – это процесс образования поверхностной сильно пористой обогащенной кремнеземом обессоленной корочки мощностью от 0,5 до нескольких см. Сущность этого явления недостаточна ясна. Некоторые исследователи связывают коркообразование с осолодением, другие – с жизнедеятельностью водорослей. Вероятно, этот процесс объясняется слабым развитием корней в поверхностном горизонте, бесструктурностью и распыленностью почвенной массы, карбонатностью почв, контрастностью сезонного гидротермического режима.

Слоеватая структура подкоркового горизонта, возможно, связана с процессами зимнего промерзания: чем глубже и на длительный срок промерзает почва, тем лучше выражен слоеватый горизонт.

33.3. Морфологическое строение профиля и свойства бурых полупустынных почв

Морфологическое строение профиля. Бурые полупустынные почвы имеют профиль типа А–АВ–В_{Ca}–В_{Ca,cs}–С_{Ca,s}.

Маломощный гумусовый горизонт А подразделяется на 2 своеобразные части: верхнюю крупнопористую корочку мощностью 2–4 см и лежащий под ней рыхлый, слоеватый светло-серый или серовато-бурый подгоризонт мощностью 12–

15 см, что является морфологической особенностью бурых полупустынных почв.

Ниже выделяется бурый горизонт АВ мощностью 12–15 см, уплотненный, крупнокомковатый, вскипающий от HCl. Затем идет горизонт В_{Ca} мощностью 25–40 см, более светлый, комковато-ореховатый, с выделениями углекислых солей в виде белоглазки.

Гипсовый горизонт В_{Ca,cs}, характеризующийся меньшей плотностью и наличием выделений гипса, выражен не всегда. Материнская порода (горизонт С_{Ca,s}) обычно карбонатная, часто засоленная и гипсоносная.

Бурые полупустынные почвы легкого гранулометрического состава слабо дифференцированы на горизонты, корочка на поверхности отсутствует, слоеватая структура в горизонте А почти не заметна, новообразования представлены в виде редких пятен карбонатов, выделения гипса незначительны.

Свойства. Бурые полупустынные почвы имеют профиль, более или менее сильно дифференцированный по элювиально-иллювиальному типу, что связано с его солонцеватостью. Горизонт А обеднен илом, железом, алюминием и относительно обогащен кремнием. Илистая фракция накапливается обычно в горизонте АВ.

Почвы характеризуются низким содержанием гумуса (1,0–2,5%) и постепенным снижением гумусированности с глубиной. Запасы гумуса в метровом слое составляют 30–100 т/га. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Гумусовые кислоты имеют упрощенное строение. Несмотря на карбонатность почв, преобладают ФК, связанные с полуторными оксидами. Характерно высокое содержание битумов, что обусловлено особенностями биохимического состава растений полупустынной зоны: полыни, солянки содержат большое количество жиров, восков, смол и других веществ, способствующих повышению их устойчивости против резких колебаний температуры и недостатка воды.

Валовое содержание азота в верхнем горизонте 0,11–0,18%, отношение С:N узкое, составляет 7–9, что свидетельствует об

обогащенности гумуса азотом. Общее содержание фосфора 0,06–0,2%, калия 1,5–2%.

Емкость поглощения определяется главным образом гранулометрическим составом почвы, поэтому она максимальна не в гумусовом горизонте А, а в обогащенном илом горизонте АВ. В целом ЕКО низкая: 3–10 мг-экв/100 г почвы в супесчаных разновидностях, 10–15 в легкосуглинистых и 15–25 мг-экв/100 г в суглинистых. В составе ППК преобладают кальций и магний, содержание натрия колеблется от 1 до 15% от ЕКО. Реакция по всему профилю слабощелочная (рН 7,3–8,0), в горизонтах максимального скопления карбонатов щелочность возрастает до величины рН 8,5.

Бурые полупустынные почвы имеют признаки солонцеватости, и лишь в почвах легкого гранулометрического состава (супесчаных) они почти отсутствуют.

Почвы всегда карбонатны, многие из них содержат в нижней части профиля гипс и легкорастворимые соли, наличие которых зависит от состава и свойств материнской породы.

Физические свойства неблагоприятны: характерна бесструктурность, высокая плотность иллювиальных горизонтов и низкая их водопроницаемость. Полевая влагоемкость очень низкая, часто в летний период она меньше максимальной гигроскопичности. Водно-физические свойства и водный режим бурых почв неблагоприятен для роста растений, что связано с близким залеганием к поверхности плотного слабопроницаемого иллювиального горизонта.

32.3. Классификация бурых полупустынных почв

Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), в типе бурых полупустынных почв в зависимости от особенностей термического режима, гумусности и выщелоченности профиля от легкорастворимых солей выделяют три фациальных *подтипа*:

1. Бурые полупустынные типичные теплые кратковременно промерзающие с содержанием гумуса 1,5–2% (прикаспийские).

2. Бурые полупустынные светлые теплые промерзающие с содержанием гумуса 1,0–1,5% (казахстанские).

3. Бурые полупустынные безгипсовые умеренно теплые длительно промерзающие (центральноазиатские, встречаются в Туве).

Роды выделяют на основе проявления солонцеватости, солончаковатости и карбонатности. Выделяют следующие роды:

- обычные,
- слабодифференцированные (песчаные и супесчаные),
- солончаковатые (формируются на сильно засоленных породах),
- солонцеватые (содержат в ППК натрия в количестве от 3 до 15% от ЕКО),
- гипсоносные (содержание гипса превышает 2%).

Разделение на *виды* осуществляется по глубине, типу и степени засоления и по степени солонцеватости.

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004), бурые полупустынные почвы выделяются в стволе постлитогенных, отделе аккумулятивно-карбонатных малогумусных почв на уровне типа бурых (бурых аридных) почв с подтипами: типичные, солонцеватые, засоленные, гидрометаморфизованные, турбированные.

Использование. Бурые полупустынные почвы обладают низким плодородием. Лимитирующим фактором является недостаток воды. Большое количество тепла позволяет при орошении возделывать зерновые, бахчевые, овощные и плодовые культуры. Орошение необходимо сочетать с комплексом мероприятий, направленных на предотвращение вторичного засоления и осолонцевания. На почвах легкого гранулометрического состава развиваются дефляционные процессы, в связи с чем рекомендуется проводить противодефляционные мероприятия и повышать устойчивость почв к воздействию ветрового потока. На бурых полупустынных почвах развито пастбищное животноводство, в первую очередь овцеводство. Почвы нуждаются в охране от пастбищной эрозии.

1. В каких условиях формируются бурые полупустынные почвы? Где они распространены? 2. Расскажите о генезисе бурых полупустынных почв. 3. Какие горизонты выделяются в профиле бурых полупустынных почв? Назовите их морфологические признаки. 4. Дайте характеристику основным свойствам бурых полупустынных почв. 5. По каким критериям классифицируют бурые полупустынные почвы? Назовите подтипы, роды и виды. 6. Перечислите особенности использования и охраны бурых полупустынных почв.

Глава 34 Почвы пустынной зоны

Пустынная зона расположена южнее полупустынной и в пределах СНГ охватывает обширную территорию Средней Азии и Казахстана. Зональными типами почв здесь являются серо-бурые пустынные, такыры, такыровидные и пустынные песчаные почвы. Почвенный покров неоднородный, представлен комплексами и сочетаниями серо-бурых почв разной степени солонцеватости и засоления с такырами, солончаками, песчаными пустынными почвами и массивами перевеянных песков. В пустынной зоне также развиты солонцы, луговые и лугово-болотные засоленные почвы пойм, дельт рек, озерных впадин и других депрессий.

34.1. Факторы почвообразования в пустынной зоне

Климат пустынной зоны крайне засушливый. Среднегодовое количество осадков в различных районах колеблется от 75 до 200 мм. Основная часть их выпадает в зимний и ранневесенний период, летом они практически отсутствуют. Испаряемость в несколько раз превышает осадки (достигает 1500 мм), что обуславливает сухость атмосферы и почв ($K_{увл} < 0,1$). Влажность воздуха иногда падает до 20–30%. Режим увлажнения характеризуется резкой контрастностью: на фоне чрезвычайно низкой влажности наступают кратковременные периоды сравнительно высокого увлажнения, к которым приурочена вспышка в развитии растений, активизация микробиологической деятельности, разнообразных биохимических процессов и выветривания.

Среднегодовая температура около $+18^{\circ}\text{C}$. Средняя температура июля $23\text{--}32^{\circ}\text{C}$, января $-5\text{--}15^{\circ}\text{C}$ в северной части зоны и $-1\text{--}5^{\circ}\text{C}$ в южной. Продолжительность периода с температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ составляет в разных районах 194–248 дней. Сумма температур выше 10°C высокая – 4000–5000 $^{\circ}\text{C}$. Снеговой покров мощностью 5–10 см держится недолго.

Рельеф и почвообразующие породы. Рельеф пустынной зоны очень сложный и неоднородный. Огромную территорию занимает Туранская низменность, прилегающая с юга к котловине Аральского моря с песчаными пустынями Каракум, Кызылкум и Муюнкум. С севера к Туранской низменности прилегает возвышенное плато Устюрт, с северо-запада – Бетпак-Дала. Большую площадь составляют древние и современные дельты Сырдарьи, Амударьи, Теджена, Тургая, Мургаба, Артека и других рек.

Наиболее распространенными почвообразующими породами в Туранской низменности являются древние и современные аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения различного гранулометрического состава, разной степени засоления и карбонатности. В пределах плато Устюрт, представляющего слабоувалистую равнину, распространены гипсоносные третичные известковые и глинистые отложения, покрытые маломощными щебнистыми покровными суглинками и супесями. Значительная часть плато Бетпак-Дала сложена морскими палеогеновыми и неогеновыми песчано-глинистыми породами, элювий и делювий которых является почвообразующими породами. Широко распространены в пустынной зоне древнеаллювиальные песчаные отложения и пески. Песчаные пустыни имеют различную форму рельефа – бугристую, холмистую, грядовую, грядово-бугристую и ячеистую.

Растительный покров пустынной зоны характеризуется ксерофитностью, изреженностью и комплексностью. Доминируют различного рода полукустарники и кустраники, развивающие глубокую корневую систему. Эфемерная растительность летом выгорает и вновь оживает осенью.

Широко распространены галофильные солянковые полукустарники. Поверхность почвы покрыта корочками водорослей и лишайников. Биомасса растений в среднем составляет 43 ц/га, из них на зеленую часть приходится только 1,3 ц/га. Ежегодный опад органического вещества составляет около 12 ц/га. Разложение опада, обогащенного натрием, сопровождается засолением почв содой, т.к. освобождающийся натрий вступает во взаимодействие с CO_2 воздуха.

По характеру растительности различают следующие типы пустынь: 1) песчаные с преобладанием эфемеров и эфемероидов; 2) глинистые пустыни и гипсоносные с преобладанием полынно-солянковой растительности; 3) солончаковые пустыни с преимущественно многолетними и однолетними солянками.

34.2. Серо-бурые пустынные почвы

Серо-бурые пустынные почвы – это почвы суббореальных и субтропических пустынь, обладающие пористой коркой на поверхности, слоеватым горизонтом под ней и серией карбонатных и гипсоносных горизонтов. В качестве самостоятельного типа они были выделены И.П. Герасимовым.

34.2.1. Генезис серо-бурых пустынных почв

Существует две точки зрения на генезис серо-бурых пустынных почв. Согласно одной из них, свойства их соответствуют комплексу современных факторов почвообразования, прежде всего характеру климата и растительности.

Согласно другой точке зрения (Ковды, Минашиной, Степанова), многие свойства почв не объяснимы современными факторами и процессами и связаны с предшествовавшими стадиями развития в условиях более влажного климата, когда происходила активная геохимическая миграция веществ, мощная эрозионная деятельность и интенсивная гидрогенная

аккумуляция. С влажным климатом было связано приближение к поверхности почвенно-грунтовых вод, развитие процессов гидроморфной аккумуляции карбонатов, гипса, легкорастворимых солей, а также появление таких процессов как оглинивание и ожелезнение. Согласно этой точке зрения, аккумуляции карбонатов и особенно гипса в серо-бурых почвах являются реликтовыми признаками, не связанными с современными почвенными процессами. К таким же реликтовым признакам относят и дифференциацию профиля серо-бурых почв по содержанию ила, наличие оглиненного горизонта V_{Ca} .

Аридизация климата, последовавшая за периодом увлажнения, сопровождалась замедлением процессов превращения и миграции минеральных веществ.

Почвообразовательный процесс охватывает небольшую толщу серо-бурых пустынных почв. Глубина проникновения влаги на лессовидных суглинках ограничена 20–30 см; на песках она достигает 100 см. Низкая увлажненность обуславливает маломощность почвенного профиля, заторможенность биохимических процессов. Наиболее активно идущими процессами является коркообразование и формирование подкоркового горизонта. Дерновый процесс протекает слабо и кратковременно.

Процессы современного засоления связаны с импульверизацией солей в приморских районах, развеванием солевой корки солончаков с переносом солей на окружающие почвы, а также с вовлечением солей глубоких почвенных и подпочвенных горизонтов в биологический круговорот.

В настоящее время почвообразовательный процесс, протекающий в условиях сильно засушливого климата, отличается прерывистостью и кратковременностью процессов гумусообразования. В короткий весенний период, характеризующийся благоприятным сочетанием тепла и влаги, интенсивно развивается растительность, усиливается микробиологическая активность и деятельность фауны.

Растительный остатки за один сезон почти полностью минерализуются, в связи с чем гумуса образуется крайне мало.

Незначительное накопление гумуса в пустынных почвах и засоленность во многом обусловлены особенностями биологического круговорота веществ. Опад очень мал (более 80% приходится на корневую систему), отличается высокой зольностью (15–20%, у солянок – до 50%), наряду с кальцием и магнием отмечается заметная аккумуляция натрия. Последнее способствует повышению щелочности почвенного раствора и развитию процессов осолонцевания. В золе солянок кроме натрия содержится много хлора и серы. В результате непромывного водного режима развивается карбонатность и солончаковатость почв.

Процесс коркообразования связан с высокой дисперсностью органической и минеральной части и контрастностью гидротермического режима почв. Причина высокой дисперсности почв заключается в щелочной реакции почвенного раствора, обусловленной бикарбонатами и карбонатами натрия, образующимися при разложении полынно-солянковой растительности. Прочность корки определяется переходом бикарбонатов натрия (NaHCO_3) и кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) в карбонаты, которые цементируют диспергированную массу почвы.

Слоеватость подкоркового слоя связана с выносом из него высокодисперсных коллоидных частиц. Обогащение ими средней части профиля снижает водопроницаемость, что усиливает выветривание алюмосиликатов и образование глинистых минералов. Ряд исследователей (Зольников, Лобова) объясняют формирование слоеватого горизонта зимним промораживанием: в холодный период растворы подтягиваются в поверхностный слой, вымораживание их способствует образованию слоеватой структуры.

По мнению некоторых исследователей, ожелезнение является не реликтовым, а современным признаком и проявляется в результате выветривания минералов, содержащих закисное железо, а возможно, возникновения кратковременных

анаэробных процессов. Последующее окисление и дегидратация приводят к образованию железистых пленок на поверхности минералов.

34.2.2. Морфологическое строение профиля и свойства серо-бурых пустынных почв

Морфологическое строение профиля. В профиле серо-бурых пустынных почв выделяют следующие горизонты:

К – палево-серая плотная крупно-пористая корка мощностью 2–3 см.

Е – палево-светло-серый рыхлый слоеватый подкорковый горизонт мощностью 3–5 см.

В_{Ca} – иллювиальный карбонатный горизонт бурой или коричневой окраски, плотный, призмовидно-комковатый, оглиненный, ожелезненный, часто с белоглазкой в нижней части, мощность 10–25 см.

С_{Ca,cs,s} – буровато-желтый горизонт материнской породы, более рыхлый, содержит карбонаты, гипс и легкорастворимые соли.

Свойства. Профиль серо-бурых пустынных почв, не обладающих признаками солонцеватости, текстурно слабо дифференцирован. Кремнезем и полуторные оксиды распределены по профилю равномерно. Одинаковое содержание полуторных оксидов по профилю и увеличение илистой фракции в средней его части свидетельствуют о наличии оглинения.

По гранулометрическому составу преобладают супесчаные и легкосуглинистые, хрящевато-щебнистые или галечниковые почвы. Характерны опесчаненность корки, наличие щебенки на поверхности и увеличение содержания ила в горизонте В_{Ca}.

Минералогический состав отличается богатством первичных минералов вследствие слабой выветрелости пород.

Содержание гумуса низкое, составляет 0,5–1%, валового азота – 0,04–0,07%, фосфора 0,07–0,15%. Характерная особенность – узкое отношение C:N (3–5), что обусловлено

большой долей микробной плазмы как источника гумусовых веществ. В составе гумуса преобладают ФК, имеющие упрощенное строение и связанные с полуторными оксидами. Характерно большое содержание битумов (6–8%).

Емкость катионного обмена низкая (5–10 мг-экв/100 г почвы), в ППК преобладают кальций и магний, в солонцеватых почвах присутствует натрий.

Реакция почвенного раствора щелочная по всему профилю.

Карбонаты отмечаются с поверхности. В корочке их содержание составляет 7–11%, с глубиной постепенно уменьшается. Это важный диагностический признак, который отличает серо-бурые почвы от бурых полупустынных и сероземов.

Серо-бурые почвы гипсоносны и засолены. Соли в количестве более 0,3% находятся на глубине 30–80 см (род обычных почв одновременно является и солончаковатым). Состав солей хлоридно-сульфатный. В гипсовом горизонте древних почв на контакте с породой содержится до 30–60% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В молодых почвах этот горизонт отсутствует.

Серо-бурые пустынные почвы характеризуются неблагоприятными водно-физическими свойствами. Плотная корка отличается низкой водопроницаемостью, поэтому почвы не впитывают воду и испытывают резкий дефицит влаги.

34.2.3. Классификация серо-бурых пустынных почв

В типе серо-бурых пустынных почв по особенностям термического режима выделяется 3 фациальных *подтипа*:

- 1) очень теплые промерзающие,
- 2) субтропические кратковременно промерзающие,
- 3) субтропические жаркие непромерзающие.

В пределах подтипов различают *роды*:

- обычные (солончаковые),
- гипсоносные – имеют горизонт губчато-шестоватого гипса на глубине 50–70 см,
- солончаковые гипсоносные,

- такырно-солонцеватые,
- высокогипсоносные – губчато-шестоватый гипс появляется с глубины 12–15 см,
- промытые – почвы промыты от гипса и легкорастворимых солей, горизонт белоглазки находится во втором метре.

Использование. Серо-бурые пустынные почвы без орошения использовать в земледелии нельзя. На фоне регулярных поливов возможно получение высоких урожаев ценных культур, однако орошение ограничено такими факторами, как отсутствие местных источников воды, высокая гипсоносность почв, близкое залегание плотных пород, щебнистость, сложный неровный рельеф. Зона пустынь является базой пастбищного животноводства.

34.3. Такыры

Такыры – это глинистые почвы пустынь с лишенной растительности паркетобразной поверхностью, в сухое время разбитой сетью трещин на многочисленные полигональные отдельности. Они приурочены к пониженным частям подгорных равнин, древним дельтам и аллювиальным равнинам, котловинам и понижениям плато. Ареалы такыров имеются в пустынях Азии (в дельтах Амударьи, Сырдарьи, Мургаба, Теджена, Артека). Эти почвы редко образуют крупные массивы и встречаются пятнами среди почв других типов.

34.3.1. Условия формирования и генезис такыров

Условия формирования. Для образования такыров необходимо периодическое заиливание территории поверхностными водами, несущими взвешенный материал и соли, и низкий уровень почвенно-грунтовых вод (при близких грунтовых водах образуются солончаки). Такыры формируются главным образом на тяжелых породах с повышенным содержанием ила. В пределах второго метра глина обычно

сменяется песком, иногда галечником. Почвообразующие породы отличаются карбонатностью и засоленностью.

Поверхность такыров покрыта водорослями и лишайниками, очень редко встречаются единичные экземпляры полыней и солянковые полукустарники.

Генезис. Существует несколько точек зрения на генезис такыров. Согласно И.П. Герасимову и Е.Н. Ивановой, такыры относятся к почвам гидроморфного ряда солончаково-солонцового типа почвообразования. Ведущая роль в формировании их профиля принадлежит процессам попеременного засоления и рассоления, а сами такыры могут быть определены как поверхностные, или карликовые, солонцы пустынной зоны.

Ряд исследователей придают большое значение в образовании такыров явлениям избыточного поверхностного увлажнения и последующего быстрого высыхания. По Е.В. Лобовой, такыры – это автогидроморфные почвы, развивающиеся при избыточном поверхностном увлажнении в контрастных сезонных условиях засоления-рассоления, карбонатности и солонцеватости.

Сторонники почвенно-геологической гипотезы (У.У. Успанов, А.Н. Розанов) считают, что в развитии профиля такыров и их физических свойств большую роль играет глинистый гранулометрический состав пород, на которых они формируются.

Н.Н. Большевым высказана биологическая гипотеза образования такыров, согласно которой большую роль в развитии такыров играют низшие растения, в частности водоросли и лишайники. По данным Л.Е. Родина и Н.И. Базилевич, водоросли накапливают до 6 ц/га, а лишайники до 10 ц/га органического вещества в год. В процессе жизнедеятельности низших организмов и при их разложении в условиях анаэробнозиса образующиеся органические кислоты оказывают разрушающее действие на минеральную часть почвы. В результате в такырной корке происходит образование

аморфной кремнекислоты и обеднение полуторными оксидами. Такыр приобретает признаки осолодения.

В целом профиль такыров формируется в результате следующих процессов: солончакового, солонцового и осолодения.

34.3.2. Морфологическое строение профиля и свойства такыров

Морфологическое строение профиля. С поверхности такыры имеют светло-серый корковый горизонт пористо-ячеистого строения, разбитый трещинами на многогранные плитки, мощность его 1–8 см. Под коркой залегает маломощный (несколько см.) чешуйчатый горизонт сероватой или бурый окраски, глубже выделяется бесструктурный или плитчато-глыбистый горизонт накопления солей.

В формировании такыров большую роль играют водоросли (главным образом синезеленые и диатомовые), образующие на поверхности почв пленку толщиной 2–5 мм. В процессе жизнедеятельности водоросли значительно подщелачивают среду и способствуют активному разрушению алюмосиликатной тонкодисперсной части почвы своими прижизненными выделениями. Водоросли влияют и на формирование поверхностной пористой корки такыров: потребляя в процессе фотосинтеза CO_2 , они способствуют переводу гидрокарбонатов кальция в карбонаты и цементации корки. Выделяя кислород, водоросли обуславливают возникновение пористого сложения корочки.

Профиль такыров маломощный, так как активный почвообразовательный процесс сосредоточен лишь в верхнем полуметре. Дифференциация профиля по химическим и водно-физическим свойствам проявляется слабо в почвах на слоистых материнских породах, тогда как на однородных наносах заметна дифференциация профиля на элювиальные и иллювиальные горизонты.

Гумусоаккумулятивный процесс развит слабо. Основная часть гумуса является не продуктом собственного почвообразования, а принесена с окружающих пространств водами поверхностного стока. Общее содержание гумуса не превышает 1% в корке и постепенно убывает с глубиной. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Отношение $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$ составляет 0,4–0,5. Содержание азота колеблется от 0,03 до 0,06%.

Такыры сильно карбонатны, содержание CaCO_3 колеблется от 7 до 20% с минимумом в поверхностном горизонте.

Емкость катионного обмена небольшая: около 10 мг-экв/100 г почвы в корковом горизонте и 15–20 мг-экв/100 г в нижележащих слоях. ППК на 50–95% насыщен обменным кальцием и магнием (доминирует кальций), на 5–50% – обменным натрием.

Реакция почвенного раствора в корковом и чешуйчатом горизонтах щелочная (рН 8–10), нижележащие горизонты нейтральны.

В большинстве случаев такыры засолены. Степень засоления в корковом и чешуйчатом горизонтах слабая (0,1–0,5% легкорастворимых солей, в том числе гидрокарбонат и карбонат натрия), в солевом горизонте засоленность возрастает (до 1,5–2,5%), а ниже изменяется в зависимости от состава материнской породы. Как правило, хлориды преобладают над сульфатами, среди катионов доминирует натрий.

Такыры гипсоносны, запасы гипса варьируют в широких пределах – от 20 до 200 т/га в полуметровом слое.

Для почв характерны плохие водно-физические свойства: высокая плотность (от 1,4–1,7 до 2,0 г/см³), низкая порозность (36–49%, иногда менее 30%), слабая фильтрационная способность (коэффициент фильтрации не превышает 0,04 м/сут, опускаясь иногда до 0,0001 м/сут). В сыром состоянии такыры очень вязкие и липкие, а в сухом – цементированные.

34.3.3. Классификация такыров

Тип такыров подразделяется на 2 подтипа:

- 1) такыры типичные,
- 2) такыры опустыненные.

В *такырах типичных (водорослевых)* выделяют следующие роды:

- обычные,
- солончаковые (соли залегают сразу под коркой, если соли в количестве более 1% содержатся на глубине 20–30 см, то почвы относятся к солончаковатым),
- солонцеватые (промыты от солей на некоторую глубину, имеют более уплотненную корку или подкорковый слой и более высокую щелочность),
- солонцеватые слитые, или хаковые (формируются в местоположениях с длительным застоем воды, имеют глубокотрещиноватую плотную корку куполовидной формы, отличаются крупноглыбистой структурой),
- опесчаненные (образуются после наноса песка на их поверхность и поселения высшей растительности),
- старозалежные (формируются на старых залежах после прекращения орошения).

Такыры опустыненные (лишайниковые) развиваются при периодическом (не ежегодном) затоплении поверхностными водами. Они имеют более мягкую слоеватую пористую корку. Деление на роды в этом подтипе не разработано.

Более распространенными являются такыры типичные.

Использование. Такыры – это почвы с низким плодородием. Их водно-физические, химические и биологические свойства неблагоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур. Развитие орошаемого земледелия на такырах требует проведения сложных мелиоративных приемов, направленных на разрушение корки, коренное улучшение водно-физических свойств, рассоление, ликвидацию избыточной щелочности, активизацию биологических процессов. Освоенные такыры используются под посевы хлопчатника.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте факторы почвообразования в пустынной зоне. 2.

Изложите существующие точки зрения на генезис серо-бурых пустынных почв. 3. Какие горизонты выделяют в серо-бурых пустынных почвах? Назовите характерные свойства этих почв. 4. Как классифицируют серо-бурые пустынные почвы? 5. Какие почвы называются такырами? В каких условиях они формируются и в результате каких процессов? 6. Охарактеризуйте морфологическое строение профиля такыров. Какие подтипы и роды выделяют в их классификации? 7. Каковы особенности использования пустынных почв?

Глава 35 Почвы предгорно-пустынных степей сухих субтропиков (сероземы)

Почвы предгорно-пустынных степей сухих субтропиков представлены сероземами, распространенными на территории СНГ в Средней Азии и Закавказье.

Сероземы – это светлые, рыхлые, карбонатные почвы с недифференцированным профилем. Впервые как почвенный тип сероземы были описаны С.С. Неуструевым при исследовании почв южного Казахстана и Узбекистана. Эти почвы распространены в Евразии, Африке, Северной и Южной Америке. Их площадь составляет 205,9 млн. га (в том числе 52,5 млн. га занимают горные сероземы).

35.1. Условия формирования сероземов

Климат континентальный, сухой и жаркий, с мягкой теплой зимой. Средние температуры января от +2 до –5°C, июля – от +26 до +30°C. Зимнее промерзание почв, как правило, отсутствует. Продолжительность периода с температурами выше +10°C 170–245 дней, сумма температур за этот период составляет 3400–5400°C.

С повышением высоты местности увеличивается количество осадков и уменьшается теплообеспеченность. Минимум осадков выпадает на предгорных равнинах (100–25 мм), а максимум – в горных районах (450–600 мм). Основное количество осадков выпадает в зимний и весенний периоды, летом дожди практически отсутствуют. Приуроченность осадков к периоду с наименьшей испаряемостью обуславливает промачивание почв

до глубины 1–2 м. Испаряемость достигает 1350 мм, коэффициент увлажнения 0,12–0,33. Особенностью климата является резко выраженная контрастность весеннего и летнего периодов: весна теплая, влажная, но короткая; лето жаркое, сухое и продолжительное. К короткому периоду теплой и влажной весны, когда почва обеспечена теплом и влагой, приурочена вспышка жизни, резкая активизация биологических и биохимических процессов и вместе с тем выветривания минералов.

Рельеф и почвообразующие породы. Рельеф зоны характеризуется обширными наклонными подгорными равнинами, расчлененными речными долинами и временными водотоками. По мере приближения к горам подгорные равнины переходят в холмистые предгорья. Нижняя граница распространения сероземов обычно проходит на высоте 200–400 м над уровнем моря, верхняя – на высоте 1200–1600 м.

Сероземы формируются в основном на лессах и лессовидных суглинках пролювиального, делювиального и аллювиального происхождения, реже – на глинах аллювиально-делювиального генезиса, на щебнистом элюво-делювии различных плотных пород.

Растительность. Для сероземов характерен эфемерный покров, состоящий из пустынной осочки, живородящего мятлика, луковичного ячменя и др. Весной растительность пышно развивается, образуя сплошной плотный покров, а к началу лета выгорает и отмирает. Фитомасса растений в период максимального развития составляет 120–150 ц/га, из них надземная часть – 15–25 ц/га. Ежегодно синтезируется около 100 ц/га органического вещества, в биологический круговорот вовлекается от 100 до 400 кг/га зольных элементов. Растительные остатки отмерших растений быстро разлагаются весной, когда в почве есть достаточный для микробиологических процессов запас доступной влаги.

Биологическая активность сероземов высокая. В почвах обильно представлены актиномицеты и спорообразующие бактерии, велика численность нитрификаторов и

денитрификаторов, характерны мощные разрастания эфемерных водорослей (доминируют синезеленые и одноклеточные зеленые). Разнообразна и фауна сероземов: много моллюсков, насекомых, пауков, термитов, червей. Среди землероев имеются млекопитающие (суслики) и рептилии. В результате жизнедеятельности животных сероземы до определенной глубины сильно перерыты (например, термитные холмики занимают 6–15% поверхности почв). Вся масса животных активно участвует в переработке растительного опада. Процессы разложения органических веществ идут по пути преимущественно минерализации, в связи с чем гумуса накапливается небольшое количество.

35.2. Генезис сероземов

Генезис сероземов трактуется разными исследователями неоднозначно. Существуют три точки зрения. Согласно одной из них (И.С. Кауричев), свойства сероземов обусловлены современными факторами и процессами. При этом особое значение придается специфике гидротермического режима этих почв.

Другая точка зрения и (А.Н. Розанов) основана на том, что сероземы, как древние почвы, не разрушенные деятельностью ледников, характеризуются возрастом порядка нескольких десятков тысяч лет и имеют сложную историю формирования и развития. Предполагается, что они пережили несколько фаз повышенного увлажнения, когда почвообразование шло по типу коричневых почв с интенсивным оглиниванием и ожелезнением почвенного профиля.

В соответствии с третьей точкой зрения (В.А. Ковда, И.Н. Степанов), сероземы прошли стадию гидроморфного и затем полугидроморфного почвообразования с интенсивным гумусонакоплением и гидроморфной аккумуляцией карбонатов кальция и магния, гипса и других веществ. Впоследствии они подверглись выщелачиванию и аридизации. Эта точка зрения подтверждается аллювиальным, пролювиальным,

делювиальным генезисом лёссов и лессовидных пород Средней Азии.

В целом сероземы имеют как признаки, отвечающие современным условиям почвообразования, так и признаки, сформированные на иных стадиях развития при другом характере факторов почвообразования.

Итак, для сероземов характерны следующие процессы:

1) сочетание протекающего в весенний период гумусообразования с интенсивно идущей минерализацией органических остатков, что объясняет бедность почв гумусом;

2) подтягивание к поверхности карбонатов и водорастворимых солей в сухое время года;

3) опреснение профиля почв в зимний и весенний периоды, благодаря выпадающим осадкам;

4) некоторое оглинение верхней и средней части профиля, связанное с процессами внутрипочвенного выветривания, протекающими преимущественно в весеннюю фазу почвообразования.

Степень гумусированности и опреснения профиля сероземов тесно связаны с абсолютной высотой местности: с увеличением абсолютных отметок возрастает количество осадков и увеличивается глубина промачивания почв, более разнообразной становится растительность, удлиняется период вегетации, и усиливаются процессы гумификации. В результате в сероземах предгорий гумусированность и опресненность профиля больше, чем в аналогичных почвах равнинных территорий.

35.3. Морфологическое строение профиля и свойства сероземов

Морфологическое строение профиля. Профиль сероземов состоит из следующих горизонтов:

A – гумусовый, серой или светло-серой окраски, сверху задернован, чешуйчато-мелкокомковатый; мощность 12–17 см;

АВ – переходный, более светлый, серо-палевой окраски, дырчатый от ходов и камер животных, непрочно-комковатый, новообразования карбонатов в виде плесени по стенкам пустот; мощность 15–26 см;

В_{Са} – буровато-палевый, уплотненный, с редкими ходами и камерами землероев, новообразования карбонатов в виде белоглазки, журавчиков, плесени; мощность 60–100 см;

ВС – палевый, карбонатный, с глубины 1,5–2 м появляются новообразования гипса в форме прожилок и друз.

Свойства. Профиль сероземов не дифференцирован по содержанию ила, кремнезема и полуторных оксидов.

Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 1,0–3,5%. В составе гумуса доля ФК несколько выше доли ГК ($C_{гк}:C_{фк}=0,7-0,9$). Гуминовые кислоты имеют упрощенное строение. Запасы гумуса невелики – 50–160 т/га. Характерно относительно высокое содержание азота (до 0,2%, C:N = 6–9).

Емкость катионного обмена невысокая – 16–20 мг-экв/100 г почвы в гумусовом горизонте. ППК насыщен в основном кальцием, с глубиной возрастает доля магния. В поглощенном состоянии всегда присутствуют калий и натрий (около 2–5% от ЕКО).

Карбонаты присутствуют по всему профилю с максимумом в горизонте В_{Са}. Содержание CaCO₃ варьирует от 10–12% до 20–22%.

Профиль сероземов в большинстве случаев хорошо опреснен, водорастворимые соли появляются с глубины 1,5–2 м.

По гранулометрическому составу сероземы чаще всего относятся к пылевато-суглинистым и пылевато-среднесуглинистым разновидностям, редко бывают тяжелосуглинистыми. В почвенной толще, особенно в средней части профиля, содержится больше тонкодисперсных частиц по сравнению с материнской породой.

Сероземы обладают благоприятными водно-физическими и физическими свойствами: высокой водопроницаемостью, удовлетворительной влагоемкостью, небольшой плотностью, высокой пористостью (50–60%) по всему профилю, что связано

с высокой микроагрегатностью и интенсивной деятельностью почвенной фауны. При орошении физические свойства ухудшаются: происходит уплотнение, снижается водопроницаемость.

35.4. Классификация сероземов

В типе сероземов выделяют 3 подтипа:

- 1) сероземы светлые,
- 2) сероземы типичные,
- 3) сероземы темные.

Светлые сероземы являются наиболее аридным подтипом. Профиль слабоокрашен вследствие низкой гумусированности почвенного мелкозема и высокой карбонатности. Содержание гумуса не превышает 1,5%, количество карбонатов составляет 7–14% в верхнем горизонте и 12–15% в нижних. Водорастворимые соли находятся на глубине 1,5–2 метра.

Типичные сероземы характеризуются несколько более высоким содержанием гумуса (1,5–2,5%), меньшей карбонатностью в верхней части профиля и большей – в средней и нижней, по сравнению со светлыми сероземами. Эти почвы содержат больше частиц илистой фракции, поэтому они лучше оструктурены, чем светлые. Профиль обычно промыт от легкорастворимых солей.

Темные сероземы формируются в условиях наиболее влажного климата и приурочены к более высоким частям предгорий и низкогорий. Содержание гумуса в них составляет 2,5–4%. Карбонатность профиля увеличивается сверху (2–4%) вниз (до 15%). Среди всех подтипов темные сероземы наиболее сильно выщелочены, засоление не обнаруживается, гипсовый горизонт залегает на глубине более 2–3 метров.

В пределах подтипов выделяют следующие роды:

- обычные – имеют типичные подтиповые признаки;
- солончаковатые – содержат легкорастворимые соли в глубоких горизонтах;
- галечниковые – в профиле присутствует галька.

В орошаемых сероземах выделяют виды по мощности гумусового (агроирригационного) горизонта:

- * маломощные (менее 40 см),
- * среднемощные (40–70 см),
- * мощные (более 70 см).

Использование. Сероземы используются в земледелии на фоне орошения. Возделывают зерновые и кормовые культуры, бахчевые, овощные и плодовые, виноград и хлопчатник. Почвы нуждаются в почвозащитных мероприятиях, направленных на защиту от дефляции и ирригационной эрозии.

Контрольные вопросы

1. В каких условиях формируются сероземы? 2. Изложите разные точки зрения на генезис сероземов. Какие процессы участвуют в их генезисе? 3. Охарактеризуйте морфологическое строение профиля и свойства сероземов.
4. Назовите подтипы сероземов и их диагностические признаки. Какие роды и виды выделяют в подтипах сероземов? 5. Как используют сероземы?

Глава 36 Почвы сухих субтропических степей, ксерофитных лесов и кустарников

В зоне сухих субтропических степей формируются серо-коричневые почвы, впервые описанные С.А. Захаровым в Закавказье и как самостоятельный тип выделены в Восточном Закавказье А.Н. Розановым. Эти почвы являются переходными от полупустынных сероземов к коричневым почвам ксерофитных лесов и кустарников, которые также впервые были описаны С.А. Захаровым на Кавказе.

Серо-коричневые и коричневые почвы распространены в Восточном Закавказье, на Черноморском побережье, в Крыму, в горах Средней Азии, они формируются в Евразии и Африке.

36.1. Условия формирования и генезис серо-коричневых почв

Условия формирования. Серо-коричневые почвы формируются в климате сухих субтропиков. Средняя температура самого холодного месяца изменяется от 0 до -20°C ,

самого теплого – составляет +20–25°C. Среднегодовая температура положительная (+11–14°C), сумма активных температур (больше 10°C) 3500–4500°C. Годовое количество осадков варьирует в пределах 250–520 мм, снежный покров неустойчив. Максимум осадков выпадает в весенний период, отчасти осенью. Коэффициент увлажнения 0,4–0,6. Тип водного режима непромывной.

Это почвы равнинных, предгорных и низкоргорных территорий. Почвообразующими породами служат отложения пролювиального, аллювиального, элювиально-делювиального генезиса, гранулометрический состав и минералогия их разнообразны.

Растительность сухостепная, представлена полынно-эфемерово-злаковыми ассоциациями и зарослями колючих кустарников. Среди злаков преобладает бородач.

Генезис. Согласно А.Н. Розанову, свойства серо-коричневых почв полностью соответствуют современной биоклиматической обстановке. Однако некоторые исследователи (Э.К. Накаидзе), опираясь на данные палеоботаников, утверждают, что во время климатического оптимума голоцена (5500–3500 лет тому назад) эти почвы прошли стадию лесного почвообразования, вероятно, по типу коричневых почв. Именно в этот период произошло оглинивание средней части профиля, которое в ослабленной форме продолжается и в настоящее время.

Почвообразовательный процесс протекает в течение большей части года в условиях резкого дефицита влаги, в связи с чем гумификация ослаблена, и растительные остатки и новообразованный гумус подвергаются процессам минерализации. В тоже время высокие температуры субтропиков в сочетании с кратковременными периодами достаточного увлажнения способствуют внутрпочвенному выветриванию с накоплением глинистых минералов, гидроксида железа, карбонатов. Для почв характерно нисходящее (во влажные периоды) и восходящее (в сухие) движение почвенных растворов, в составе которых преобладают гидрокарбонаты кальция и магния.

36.2. Морфологическое строение профиля, свойства и классификация серо-коричневых почв

Морфологическое строение профиля. В профиле серо-коричневых почв выделяются следующие горизонты:

A_{Ca} – гумусовый горизонт, коричнево-серой окраски, суглинистый, верхняя часть более легкого гранулометрического состава со слабо выраженной пластинчатостью, нижняя – комковатая; мощность 20–30 см;

$B_{m,Ca}$ – метаморфический глинистый горизонт, серовато-коричневого или серо-бурого цвета, плотный, более тяжелый, чем гумусовый, ореховато-глыбистый, новообразования карбонатов имеют форму прожилок и карбонатной плесени; мощность 50 см;

$B_{Ca,m}$ – горизонт, сочетающий оглиненность с максимальной карбонатностью, новообразования карбонатов имеют форму пятен и конкреций;

B_{Ca} – переходный горизонт к материнской карбонатной, часто засоленной породе.

Свойства. Серо-коричневые почвы – это оглиненные карбонатные почвы с малогумусным недифференцированным по валовому химическому составу профилем. Они характеризуются относительной растянутостью гумусового и карбонатного горизонтов, ясно выраженной оглиненностью средней части профиля и присутствием карбонатов с поверхности. Дифференциация профиля по содержанию SiO_2 и R_2O_3 отсутствует.

Содержание гумуса невелико: 2–5% в гумусовом горизонте и 1–1,5% в горизонте метаморфического оглинивания. В составе гумуса содержание гуминовых и фульвокислот практически одинаковое. Гумус обогащен веществами негидролизуемого остатка (65–72% от $C_{общ}$). Отношение $C:N=7-9$.

Емкость катионного обмена высокая, особенно в горизонте В (35–40 мг-экв/100 г почвы), в составе ППК доминирует кальций.

Реакция почвенного раствора слабощелочная, степень щелочности возрастает с глубиной. Почвы карбонатны с поверхности, в горизонтах максимального накопления содержание их достигает 20%. Ниже карбонатного горизонта иногда отмечается аккумуляция гипса и водорастворимых солей.

Серо-коричневые почвы дифференцированы по количеству ила: его содержание повышено в средней части профиля за счет внутрипочвенного, метаморфического оглинивания.

Водно-физические и физические свойства удовлетворительны.

Классификация и диагностика. В типе серо-коричневых почв выделяют 3 подтипа:

- 1) темные серо-коричневые,
- 2) обыкновенные серо-коричневые,
- 3) светлые серо-коричневые.

Темные серо-коричневые почвы содержат в верхнем горизонте 3,0–4,5% гумуса, в составе которого ГК преобладают над ФК. Мощность гумусовых горизонтов (A+B₁) около 50 см. На глубине 60–80 см хорошо выражен карбонатный горизонт. Водорастворимые соли не превышают 0,1%. Реакция слабощелочная (рН 7,7). Емкость поглощения около 30 мг-экв/100 г почвы.

Обыкновенные серо-коричневые почвы в отличие от темных характеризуются меньшей мощностью гумусовых горизонтов (35–45 см) и меньшим содержанием гумуса (2–3%). Емкость поглощения 25–30 мг-экв/100 г почвы.

Светлые серо-коричневые почвы характеризуются укороченным гумусовым горизонтом с содержанием гумуса 1,5–2,0%. Иллювиальный карбонатный горизонт выражен менее отчетливо. Отмечается более высокое содержание водорастворимых солей. Емкость поглощения 20–25 мг-экв/100 г почвы, в составе ППК на долю натрия приходится 5–10% от ЕКО, но солонцеватость не является характерным признаком серо-коричневых почв.

Использование. Потенциальное плодородие серо-коричневых почв довольно высокое, однако земледелие ограничено недостатком воды. При орошении с успехом можно возделывать хлопчатник, виноград и другие культуры. Почвы активно используются в качестве пастбищных угодий.

36.3. Коричневые почвы: условия формирования, генезис, свойства и классификация

Условия формирования. Коричневые почвы развиваются в температурных условиях, близких к таковым для образования серо-коричневых почв. Средняя температура июля +20–24°C. Лето жаркое, длительное, сухое. Зима прохладная, влажная и короткая. Температура января изменяется от +10°C до –3°C. Почвы не промерзают. Годовая норма осадков колеблется от 400 до 800 мм.

Почвообразующие породы преимущественно карбонатные, иногда засоленные. Почвы формируются на лессовидных суглинках, элювии и делювии магматических и осадочных пород.

Растительный покров представлен сухими лесами из ксерофитных форм дуба, граба, бука, клена, древовидного можжевельника (арчи), фисташки, грецкого ореха, миндаля, плодовых культур и кустарников. На поверхность почвы с опадом ежегодно поступает около 350 кг/га азота и зольных элементов (кальция, кремния, калия и др.). Полное разложение опада происходит в течение 5 лет.

Биологическая активность почв высокая, особенно в весенний и осенний периоды наибольшего увлажнения.

Генезис. Генетические особенности коричневых почв связаны с условиями биологического круговорота веществ, а именно: высокой продуктивностью лесов, большой зольностью опада дубовых и грабовых лесов, высоким содержанием в золе щелочноземельных оснований и полуторных оксидов, нейтрализующих кислые растворы гумусовых веществ, образующихся при разложении опада.

В отличие от серо-коричневых почв, в коричневых более отчетливо выражены признаки оглинения в средней части профиля.

В коричневых почвах определенное развитие получает процесс рубефикации, который обуславливает яркую коричневую окраску почвы. Рубефикация (ферритизация, ожелезнение) – это процесс необратимой коагуляции и последующей кристаллизации оксидов железа в почвенном профиле в результате периодического просыхания почвы в сухой и жаркий период года после приноса их и отложения в течение влажного периода. Освобождающийся при выветривании оксид железа в сухой период дегидратируется, образует пленки на поверхности почвенных частиц, что и придает специфическую окраску горизонтам оглинения.

Морфологическое строение профиля коричневых почв может быть выражено формулой $A(A_{Ca})-B_m-V_{Ca}-V_{Ca}-C_{Ca}$. Средняя часть профиля (B_m) сильно оглинена вследствие процессов внутрипочвенного выветривания и образования вторичных минералов.

Диагностические признаки и свойства. Коричневые почвы – это насыщенные нейтральные почвы с недифференцированным профилем коричневых тонов. Почвы имеют следующие характеристики:

1) большая мощность почвенного профиля (за исключением почв горных районов) – до 1,5–2 м;

2) значительная мощность хорошо выраженного темного серовато-коричневого гумусового горизонта, содержащего 4–6% гумуса;

3) фульвато-гуматный состав гумуса ($C_{гк} \cdot C_{фк} > 1$) с преобладанием гуматов кальция;

4) высокая оглиненность всего профиля;

5) высокая емкость поглощения (30–45 мг-экв/100 г почвы в верхних горизонтах, 20–25 мг-экв. – в нижних);

6) близкая к нейтральной реакция почвенного раствора в верхних горизонтах и щелочная – в карбонатных; рН составляет 7–8 единиц;

- 7) полная или почти полная насыщенность основаниями;
- 8) хорошая оструктуренность и как следствие благоприятные физические свойства;
- 9) наличие карбонатов, отсутствие легкорастворимых солей и гипса;
- 10) водно-физические свойства благоприятны, общая порозность 40–52%, плотность максимальна в метаморфическом горизонте.

Классификация. В типе коричневых почв выделяют 3 подтипа:

1. Коричневые выщелоченные – развиваются на более увлажненных территориях (с $K_{увл}$ 0,75–0,9) и вскипают ниже гумусового горизонта на глубине 80–100 см.

2. Коричневые типичные – вскипают в метаморфическом горизонте.

3. Коричневые карбонатные – содержат карбонаты по всему профилю, отличаются слабой оглиненностью метаморфического горизонта. Развиваются в более аридных условиях (с $K_{увл}$ 0,5–0,6).

В пределах подтипов выделяют следующие роды:

- обычные,
- красноцветные,
- солонцеватые,
- солончаковатые,
- остепненные.

Критерием выделения видов является содержание гумуса в верхнем горизонте:

- * слабогумусированные (менее 4%),
- * малогумусные (4–6%),
- * среднегумусные (более 6%).

Виды выделяют также по степени каменистости и солонцеватости (слабо-, средне-, сильносолонцеватые).

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), коричневые почвы выделяются в стволе постлитогенных, отделе структурно-метаморфических почв на уровне двух типов:

1. Коричневые (подтипы: типичные, глинисто-иллювирированные, слитизированные глееватые).

2. Агрокоричневые (подтипы: типичные, глинисто-иллювирированные, глееватые, агропереплотненные).

Использование. Коричневые почвы характеризуются достаточно высоким плодородием. На них возделывают виноград, плодовые культуры. С целью повышения эффективности их использования рекомендуются следующие мероприятия: внесение минеральных и органических удобрений, глубокое рыхление, способствующее разрушению уплотненного подпахотного горизонта, борьба с водной и ветровой эрозией.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте условия формирования и генезис серо-коричневых почв. 2. Какие горизонты выделяют в профиле серо-коричневых почв? 3. Назовите основные свойства серо-коричневых почв. 4. Какими диагностическими признаками характеризуются подтипы серо-коричневых почв? 5. В каких условиях развиваются коричневые почвы? 6. Какие почвообразовательные процессы участвуют в генезисе коричневых почв? Раскройте сущность процесса рубефикации. 7. Охарактеризуйте морфологическое строение профиля и свойства коричневых почв. 8. Как классифицируют коричневые почвы? 9. Как используют серо-коричневые и коричневые почвы?

Глава 37 Красноземы и желтоземы влажных субтропических лесов

Наиболее характерными почвами влажных субтропиков являются желтоземы, красноземы, а также субтропические подзолистые (подзолисто-желтоземные) и болотные почвы. Желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы относятся к группе ферсалилитных почв, которая объединяет почвы субтропических и тропических переменновлажных лесов и саванн и диагностическими признаками которых служат следующие:

1) сиаллитный характер минеральной части, включая илистую фракцию преимущественно каолинит-иллитового состава;

2) ясно выраженная ожелезненность вплоть до образования конкреционных горизонтов;

3) яркая, от желтой до коричневой и красной, окраска профиля в целом или какой-либо его части.

Ферриалитные почвы широко распространены на всех континентах и занимают 11,3% общей площади суши земного шара.

Красноземы относятся к ферриалитным почвам с недифференцированным по валовому химическому составу профилем. Традиционно красноземы и желтоземы рассматриваются вместе, поскольку они сопряжены географически.

На территории СНГ почвы влажных субтропиков занимают площадь 0,6 млн. га, распространены в Закавказье по побережью Черного моря (Грузия), желтоземы встречаются на склонах Талышских гор в районе г. Ленкорань (Азербайджан).

37.1. Условия почвообразования во влажных субтропических лесах

Климат. Почвы влажных субтропических лесов формируются в условиях влажного и теплого климата. Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 1000–2500 мм. Они носят ливневый характер и приурочены в основном к осенне-зимнему периоду. Тип водного режима промывной. Относительная влажность воздуха очень высокая и нередко достигает 75-80%.

Лето теплое и продолжительное, зима мягкая и короткая. Средняя годовая температура воздуха 13-15°C, июля 21-23°C, января 5-7°C. Сумма температур выше 10°C около 3000-4000°C, продолжительность вегетационного периода 240-250 дней.

Рельеф. Красноземы и желтоземы развиваются в условиях расчлененного рельефа, формируются преимущественно в районах холмистых предгорий и низких гор с абсолютной отметкой до 600 м. Красноземы на Черноморском побережье

занимают склоны Аджарского хребта (от 40 до 250-400 м над уровнем моря).

Сильно расчлененный рельеф оказывает большое влияние на распределение тепла и влаги, способствует развитию эрозионных процессов на крутых склонах и обуславливает переувлажнение (заболачивание) у подножий склонов и в депрессиях. В результате растительный и почвенный покров отличается большой пестротой.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными почвообразующими породами являются продукты выветривания изверженных горных пород (андезитов, базальтов, порфириновых туфов) и осадочных третичных отложений (глинистых и песчано-глинистых сланцев). На территориях с низкими высотными отметками почвообразующими породами служат аллювиальные и делювиально-пролювиальные глинисто-песчаные и галечно-валунные отложения.

В условиях теплого и влажного климата горные породы выветриваются очень интенсивно и на большую глубину. Кора выветривания претерпевает глубокие изменения в химическом составе. Происходит сильное обеднение породы кремнеземом и щелочными, щелочноземельными основаниями и относительное обогащение гидратами оксидов алюминия и железа. Красноземы развиваются на мощной красноцветной коре выветривания (до 10-12 м). Желтоземы формируются на менее мощных кислых продуктах выветривания осадочных отложений – глинистых сланцев и песчаников. Для них характерно более высокое содержание кремнезема, оснований и более низкое содержание железа и алюминия.

В районах распространения красноземов на пологих предгорьях часто встречается пестроцветная кора выветривания – «зебroidная» глина, отличающаяся неоднородным коричневато-красным цветом с белесыми пятнами и полосами. Ряд исследователей связывают ее образование с выветриванием галечно-валунных отложений.

Растительный покров. Красноземы и желтоземы развиваются под древесной растительностью, представленной

густыми лиственными лесами колхидского типа, состоящими из граба, бука, каштана и других широколиственных пород с мощным вечнозеленым подлеском из рододендрона и лавровишни. Часто древесные породы переплетены лианами и диким виноградом. Под пологом субтропического леса и на лесных полянах обильно произрастает папоротник.

Особенностями биологического круговорота во влажных субтропических лесах являются большая биомасса, накапливаемая растительными сообществами (около 410 т/га), большой ежегодный опад (21 т/га), а также значительное количество зольных элементов и азота, поступающих в почву при разложении органического вещества.

37.2. Красноземы

Красноземы относятся к группе ферраллитных недифференцированных почв. Распространены в Западной Грузии, в Южной (Амазония), Центральной и Северной (Флорида) Америке, на западе экваториальной Африки, в Юго-Восточной Азии, включая Южный Китай, на северной оконечности Австралии, на севере Новой Зеландии.

37.2.1. Генезис и морфологическое строение профиля красноземов

Генезис. Красноземы развиваются на красноцветной коре выветривания, которая, согласно Б.Б. Польшову, И.П. Герасимову и другим исследователям, первоначально формировалась в условиях щелочной среды. В это время и происходили процессы интенсивного выноса из нее кремнезема и накопление полуторных оксидов. Красноцветная аллитная кора выветривания по химическому и минералогическому составу носит сиаллитно-ферритный характер. Ведущий профилеобразующий процесс – ферраллитизация, сущность которого заключается во внутрпочвенном выветривании первичных алюмосиликатов с образованием и аккумуляцией in

situ вторичной глины ферралитного состава. Разрушение минералов породы сопровождается выносом оснований и кремнезема и накоплением железа и алюминия в виде минералов гидроксидов железа (лимонит, гематит) и алюминия (гидраргиллит, диаспор), а также каолинита и кварца.

На современном этапе развития почв происходит интенсивный вынос кальция, в меньшем количестве выносятся магний и кремнекислота. Полурные оксиды закрепляются в профиле и практически не вымываются из почвы. В современную фазу почвообразования продолжается аллитизация (латеритизация, от лат. Later – кирпич) минеральной части почвы. В условиях очень жаркого и влажного климата не только первичные, но и вторичные глинистые минералы оказываются неустойчивыми, поэтому они быстро разлагаются на составляющие их оксиды железа, алюминия и кремнезема. При высоких температурах и периодическом иссушении образуются преимущественно маловодные минералы типа гётита, гидраргиллита, бёмита и др. Маловодный гидрат оксида железа придает почве кирпично-красный цвет. При латеритизации гидраты оксидов железа и алюминия накапливаются в большом количестве.

Почвообразование во влажных субтропиках протекает в кислой среде, что характерно для подзолистого процесса, однако признаки оподзоливания обнаруживаются не всегда. Последнее обусловлено нейтрализацией кислых продуктов большим количеством оснований, освобождающихся при разложении растительного опада. Степень оподзоливания определяется характером материнских пород. Так, в красноземах на галечно-валунных отложениях признаки оподзоливания более заметны, чем в почвах на основных изверженных породах. Интенсивность оподзоливания усиливается на фоне временного переувлажнения, что наблюдается на пониженных элементах рельефа.

Кроме оподзоливания в формировании профиля важную роль играет дерновый процесс, сопровождающийся гумусонакоплением в верхних горизонтах.

Профилеобразующим процессом является и лессивирование – вынос илистой фракции вниз по профилю без разрушения.

Морфологическое строение профиля. Профиль красноземов неоподзоленных имеет следующее строение:

A₀ – лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся остатков папоротника и листьев древесных пород, мощностью 3-4 см;

A₁ – гумусово-аккумулятивный горизонт, серовато-темно-коричневой окраски, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый или глинистый, рыхлого сложения, с большим количеством корней, мощностью 20-25 см и более (до 60 см);

B – переходный горизонт, подразделяемый обычно на B₁ и B₂. B₁ – серовато-красный, комковатый, средне- или тяжелосуглинистый, уплотненный; B₂ – буровато-красный с черными и бледно-желтыми пятнами, более плотный, комковатый, тяжелосуглинистый или глинистый; мощность горизонта B до 70-80 см;

C – почвообразующая порода, неоднородно окрашенная, красная, с большим количеством крупных черных железисто-марганцевых конкреций и светло-желтых пятен кремнезема, ореховато-желтоватая, тяжелосуглинистая, плотная.

37.2.2. Классификация, состав и свойства красноземов

Классификация. Тип красноземных почв подразделяется на два подтипа: красноземы типичные (неоподзоленные) и красноземы оподзоленные. Кроме этого встречаются красноземы глеевые и глееватые, которые формируются в условиях избыточного увлажнения на пониженных элементах рельефа.

Красноземы оподзоленные формируются на пологих склонах и отличаются от типичных менее яркой окраской и наличием осветленного оподзоленного горизонта (E), обедненного полуторными оксидами и обогащенного кремнеземом, а также более отчетливо выраженным иллювиальным горизонтом B. По

степени оподзоленности почвы делятся на слабо- и среднеоподзоленные.

По мощности гумусового горизонта выделяют следующие виды:

- слаборазвитые (менее 10 см);
- маломощные (10–20 см);
- обычные (более 20 см).

Виды выделяют и по содержанию гумуса в горизонте А:

- малогумусные (менее 6%);
- среднегумусные (6–9%);
- высокогумусные (более 9%).

Состав и свойства. Красноземы типичные имеют преимущественно тяжелосуглинистый или глинистый гранулометрический состав. В крупных фракциях содержится незначительное количество полевых шпатов и других первичных минералов, что связано с интенсивным их выветриванием. В илистой фракции преобладают минералы каолинитовой группы (галлуазит, каолинит), много минералов группы полуторных оксидов.

Анализ валового химического состава показывает невысокое содержание по профилю красноземов SiO_2 (около 36%) и большое количество R_2O_3 (около 50%). Почвы сильно обеднены щелочными и щелочноземельными основаниями.

В естественном состоянии под лесом ферраллитные почвы содержат много гумуса – до 10% и более. Содержание гумуса сначала резко, а затем постепенно уменьшается с глубиной. Гумус резко фульватный ($C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}} < 1$), в его составе преобладают свободные и связанные с полуторными оксидами гуминовые и фульвокислоты, очень мало гуматов кальция, значительна доля негидролизуемого остатка (до 60% от $C_{\text{общ}}$). Характерно широкое отношение C:N в составе гумуса (14-19), свидетельствующее об его обедненности азотом. После сведения леса и распашки содержание гумуса в почве быстро и резко падает (в поверхностном горизонте пахотных почв гумуса содержится не более 3-4%).

Ферраллитные почвы характеризуются высокой актуальной и потенциальной кислотностью, причем типичен широкий диапазон между водным и солевым рН, свидетельствующий об обменной природе почвенной кислотности. Типично высокое содержание обменного алюминия, вдвое-втрое превышающее количество обменных оснований и водорода.

Почвы характеризуются низкой емкостью катионного обмена (5-10 мг-экв/100 г почвы) при высокой глинистости почвенной массы. В составе обменных катионов ничтожную роль играют Ca^{2+} и Mg^{2+} , почти нет K^+ и совсем нет Na^+ , поэтому почвы характеризуются высокой ненасыщенностью основаниями. Малое количество оснований в ППК и наличие в поглощенном состоянии наряду с водородом алюминия обуславливают сильнокислую реакцию (рН 4,2-4,5).

Красноземы типичные обладают благоприятными водно-физическими свойствами благодаря хорошей микро- и макроагрегированности. Их плотность в верхнем горизонте 1,1-1,2 г/см³ и лишь несколько повышается с глубиной. Микроагрегированность связана с прочными мостиками из полугорных оксидов между минеральными частицами. Следствием высокой агрегированности является высокая порозность аэрации и водопроницаемость при удовлетворительной влагоемкости. Однако выпаханные ферраллитные почвы после нескольких лет интенсивного использования в земледелии приобретают ряд неблагоприятных физических особенностей, становятся склонными к сплыванию во влажном состоянии.

Красноземы оподзоленные отличаются от типичных наличием осветленного горизонта Е и глинисто-аккумулятивного горизонта $V_{t,ox}$ в средней части профиля. Горизонт $V_{t,ox}$ выделяется по большей глинистости по сравнению с выше и ниже лежащими горизонтами, укрупнению структуры, становящейся призмовидной или глыбистой, большей уплотненности (плотность 1,4-1,6 г/см³) и твердости, наличию глинистых натечных пленок на гранях структурных отдельностей. Иногда элювиальный горизонт морфологически

не выражен (вследствие прокрашивания гумусом и тонкодисперсными оксидами железа), но это лишь кажущееся его отсутствие, он выделяется по гранулометрическому и валовому химическому анализу. Главный профилеобразующий процесс – лессивирование, вынос тонкодисперсных глинистых частиц в неразрушенном состоянии из верхней части профиля в среднюю, где они и аккумулируются, образуя горизонт $B_{t,ox}$. Состав глины по профилю не меняется, меняется лишь ее количество.

По своим свойствам эти почвы близки к типичным красноземам, но отличаются от последних менее благоприятными физическими свойствами вследствие наличия глинисто-иллювиального горизонта в средней части профиля.

37.3. Желтоземы

Желтоземы формируются на достаточно расчлененных склонах холмистых низкогорий (в Западной Грузии это древние морские террасы третичного времени) в геохимически элювиально-транзитных ландшафтах.

Эти почвы развиваются в условиях постоянно влажного субтропического или тропического климата с коэффициентом увлажнения более единицы во все сезоны года. Естественная растительность на желтоземах представлена вечнозелеными, полулистопадными лесами, характеризующимися высокой продуктивностью и интенсивным биологическим круговоротом веществ. На месте первичных лесов широко распространены бамбуковые заросли.

В отличие от красноземов желтоземы содержат больше кремнезема (55–65%) и значительно меньше полуторных оксидов (25–30%), что отражается на окраске (она менее яркая, чем в красноземах). Почвы имеют более выраженные признаки оподзоливания, вследствие чего профиль их отличается четкой дифференциацией.

37.3.1. Генезис и морфологическое строение профиля

желтоземов

Генезис. Желтоземам свойственен сиаллитный характер выветривания с образованием вторичных глинистых минералов (оглинение). Дифференциация желтоземов определяется не только процессом оподзоливания, она связана и с лессивированием и псевдооглеением (глеевые псевдоподзолы по И.П. Герасимову и С.В. Зонну), с одной стороны, и с геохимическим накоплением железа в конкрециях, с другой. При этом те желтоземы, которые не имеют морфологически выраженного элювиального горизонта Е, всегда существенно дифференцированы по валовому химическому и гранулометрическому составу.

Чем ниже расположена почва по склону, тем более она оглеена, ожелезнена и оподзолена.

Морфологическое строение профиля. В профиле желтоземов, имеющих мощность от 30–40 до 60–70 см, выделяют следующие горизонты:

A_0 –лесная подстилка мощностью 3–4 см;

A_1 – гумусово-аккумулятивный горизонт серовато-палевой окраски, комковатый или комковато-ореховатый, уплотненный, тяжелосуглинистый;

Е – неясно оподзоленный горизонт, буровато-палевый с желтым оттенком, структура выражена неотчетливо, суглинистый, уплотненный;

В ($B_{t,f}$) – иллювиальный горизонт светло-желтой окраски, присутствуют железисто-марганцевые пятна, структура комковато-призмовидная, уплотненный, суглинистый;

С – неоднородно окрасшенная материнская порода желтовато-оранжевого цвета, присутствуют железисто-марганцевые конкреции.

37.3.2. Классификация, состав и свойства желтоземов

Классификация. Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), выделяется 4 типа желтоземов с несколькими подтипами в каждом:

1. Тип желтоземы. Подтипы: ненасыщенные, ненасыщенные оподзоленные, слабоненасыщенные, слабоненасыщенные оподзоленные.

2. Тип желтоземно-глеевые. Подтипы: поверхностно-глеевые, глееватые, глеевые.

3. Тип подзолисто-желтоземные почвы. Подтипы: ненасыщенные, слабоненасыщенные.

4. Тип подзолисто-желтоземно-глеевые. Подтипы: поверхностно-глееватые, глееватые, глеевые.

Желтоземы развиваются в предгорных районах и на склонах низких гор. По свойствам они занимают промежуточное положение между красноземами и бурыми лесными почвами.

Желтоземно-глеевые почвы формируются при неглубоком залегании грунтовых вод или в условиях избыточного поверхностного увлажнения. Их профиль отличается отсутствием четкой дифференциации.

Подзолисто-желтоземные почвы формируются в условиях временного переувлажнения в подгорных равнинах и низких предгорьях. Эти почвы характеризуются наличием отчетливых признаков оподзоливания и поверхностного оглеения. Элювиальный горизонт с признаками оглеения часто содержит крупные ортштейновые зерна. Иллювиальный горизонт обогащен полуторными оксидами, илестыми частицами, в связи с чем отличается большей плотностью.

Подзолисто-желтоземно-глеевые почвы образуются в условиях повышенного увлажнения, характеризуются довольно отчетливым выражением признаков оподзоливания и оглеения.

Состав и свойства. Среди диагностических признаков желтоземов выделяют следующие:

1) резко дифференцированный профиль, имеющий строение либо А-АВ_t-В_{t,f}-ВС-С, либо А-Е-В_{t,f}-ВС-С, с соответствующими вариациями в зависимости от оглеенности;

2) тусклая желтая окраска средней и нижней части профиля, начиная с горизонта В;

3) высокая оглиненность и вязкость средней и нижней частей профиля, начиная с горизонта В;

4) низкая емкость катионного обмена (на разных породах и в зависимости от степени ферралитизованности коры выветривания варьирует от 5-10 до 20-30 мг-экв/100 г);

5) высокая актуальная и потенциальная кислотность по всему профилю при низкой насыщенности основаниями;

6) относительно высокая гумусированность горизонта А (5-6%) при резком падении содержания гумуса с глубиной, состав гумуса фульватный ($C_{гк}:C_{фк}$ около 0,5);

7) резкая дифференциация содержания физической глины и ила в профиле с их максимумом в горизонте В_т, в котором всегда присутствуют макро- и микроморфологически выраженные глинистые натеки;

8) сиаллитный состав минеральной массы ($SiO_2:Al_2O_3 > 3$ в иле) (однако встречаются и слабо ферралитизованные желтоземы с отношением $SiO_2:Al_2O_3 < 2,5$);

9) накопление железистых конкреций в нижней части профиля вплоть до образования сплошных конкреционных горизонтов В_{т,г}.

Наряду с дифференциацией профиля по глине отмечается и существенное различие в соотношении кремнезема и полуторных оксидов в валовом составе почвы верхних и нижних горизонтов: верхние относительно обогащены кремнеземом, а нижние – полуторными оксидами.

Химический и минералогический анализ илистой фракции показывает ее неизменный состав по профилю, что является аргументом в пользу процесса лессивирования, а не оподзоливания. Илистая фракция имеет преимущественно каолинитовый состав, что свидетельствует о некоторой ферралитизации материала, но недостаточной для отнесения этих почв к ферралитным. В них отмечается еще достаточно большой резерв невыветрелых минералов, в частности полевых шпатов.

Несмотря на высокую глинистость и гумусированность, емкость катионного обмена небольшая, что связано с преимущественно каолиновым составом глины. Среди обменных катионов преобладает кальций, велика доля водорода и алюминия. Соответственно почвы отличаются высокой обменной и гидролитической кислотностью. Величина рН солевой вытяжки по всему профилю колеблется в пределах 3-4 (реже 5-6).

Почвы бедны доступными резервами элементов минерального питания растений и быстро утрачивают свое плодородие при освоении и распашке. Они, кроме того, имеют неблагоприятные физические свойства: низкую водопроницаемость, высокую абсорбцию, слабую оструктуренность, высокую подверженность эрозионным процессам из-за слабой противоэрозионной устойчивости. Все это делает желтоземы трудными почвами для полевого земледелия, к чему добавляется и неудобство рельефа склонов.

Использование. При сельскохозяйственном использовании красноземы и желтоземы нуждаются в применении минеральных удобрений. Дефицит в почвах кальция, магния, калия, фосфора, азота требует их постоянного внесения для получения приемлемых урожаев. Однако использование удобрений составляет определенную проблему, поскольку вносимые азотные и калийные удобрения быстро исчезают из почвы вследствие интенсивных микробиологических процессов и выноса просачивающимися атмосферными водами, а фосфорные – быстро инактивируются вследствие образования нерастворимых фосфатов.

На красноземах и желтоземах выращивают чайный куст, цитрусовые, эфиромасличные культуры, табак и другие растения.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте условия почвообразования в зоне влажных субтропических лесов.
2. Какие процессы формируют профиль красноземов? Раскройте сущность процессов ферралитизации и аллитизации (латеритизации).
3. Какое строение профиля характерно для красноземов?
4. Как классифицируют красноземы? Назовите их свойства.
5. Охарактеризуйте генезис и морфологическое строение профиля желтоземов.
6. Как

классифицируют желтоземы? Назовите их основные диагностические признаки. 7. Как используют красноземы и желтоземы?

Глава 38 Почвы горных областей

Горные территории занимают более пятой части общей площади суши Земли (30,65 млн. км², или 21%). На разных континентах их доля в общей площади неодинакова.

38.1. Особенности условий почвообразования в горных областях

Основным фактором формирования горных ландшафтов является высотная поясность, под которой понимается закономерная смена климата, растительности и почв с высотой местности.

С увеличением высоты местности происходят следующие изменения климата:

1) уменьшается средняя температура воздуха на 0,5°C на каждые 100 метров,

2) уменьшается влажность воздуха,

3) до некоторой высоты увеличивается количество осадков, распределение которых сложно и разнообразно в разных горных системах,

4) на фоне увеличения суммарной солнечной радиации доля прямой радиации возрастает, а рассеянной уменьшается,

5) снижается поглощенная радиация и величина радиационного баланса.

Почвообразование в горных районах протекает главным образом на плотных породах, что обуславливает относительно малую мощность профиля, высокую щебнистость и очень плохую сортированность материала, слагающего почвенную толщу. По сравнению с равнинными территориями в процессах выветривания здесь возрастает роль физического выветривания. В целом выветривание и почвообразование протекают синхронно.

В горном почвообразовании чрезвычайно велика роль рельефа. По образному выражению В.В. Докучаева, рельеф является «вершителем почвенных судеб» в горах. Характер рельефа в горных странах очень разнообразный, тем не менее, можно выделить общие его черты:

- сильная расчлененность,
- большие перепады высот,
- разнообразные формы.

Господствующими видами поверхности в горах являются склоны различной крутизны, экспозиции и формы (прямолинейные, выпуклые, вогнутые, выпукло-вогнутые, вогнуто-выпуклые, ступенчатые и т.д.). Такой характер рельефа обуславливает активное развитие процессов склоновой денудации и формирование интенсивного бокового внутрпочвенного и подпочвенного геохимического стока.

С процессами денудации связано постоянное удаление верхних слоев продуктов выветривания и почвообразования и, как следствие, малая мощность почвенного профиля. Такое постоянное «омоложение» вовлекает в процессы почвообразования и выветривания все новые слои почвообразующей породы. В результате горные почвы характеризуются малым относительным возрастом.

Таким образом, горные почвы, с одной стороны, постоянно обогащаются продуктами выветривания и почвообразования, в том числе элементами питания растений, а с другой, – постоянно обедняются ими вследствие интенсивного геохимического оттока.

Направленность и интенсивность процессов почвообразования в горных районах тесно связаны с экспозицией склонов. В северном полушарии склоны южной и близких к ней экспозиций получают больше тепла, они более сухие, снежный покров на них держится меньше, а снеготаяние более бурное. Здесь сильнее проявляются процессы денудации.

Растительность в горных странах распределяется в соответствии с высотной поясностью. Для большинства горных систем общая закономерность заключается в смене с высотой

лесных поясов поясами травянистых (чаще луговых) растительных сообществ. Пояс лиственных лесов с высотой сменяется поясом темнохвойных лесов, выше которого располагается пояс среднетравных субальпийских лугов. Еще выше находится пояс низкотравных альпийских лугов и, наконец, субнивальный пояс, отличительной чертой которого является отсутствие сплошного растительного покрова; выше расположен нивальный пояс, характеризующийся господством скал, осыпей, ледников и снежников.

Согласно растительным поясам, залегают и почвенные пояса. Отмечаются случаи, когда с высотой местности последовательная смена почв нарушается. Явление обратного, или «неправильного», залегания почв называется *инверсией почвенных зон*. Нередко одна почвенная зона внедряется в другую, что обусловлено, например, экспозицией склона или проникновением почвенных зон по долинам горных рек. Такое смещение одной зоны в другую называют *миграцией почвенных зон*. Иногда в системе нормальных рядов почв совсем выпадают отдельные почвенные зоны. Это явление известно под названием *интерференции зон*.

38.2. Специфика горного почвообразования

Характерной чертой горного почвообразования является неравнозначность факторов почвообразования, в отличие от равнинных областей. В горах резко возрастает роль рельефа, который оказывает непосредственное влияние на почвообразование:

- 1) определяет интенсивность процессов денудации и бокового стока,
- 2) определяет гидротермический режим почв в соответствии с экспозицией склона, крутизной и т.д.,
- 3) формирует климатические особенности горной страны в целом и отдельных ее частей,
- 4) обусловливает распределение растительности,

5) определяет высотную поясность, обусловленную большими перепадами высот.

Другой отличительной чертой горного почвообразования является более сильное, чем на равнинах, влияние материнских пород. Относительная молодость почв, постоянное вовлечение в почвообразование новых слоев породы, высокая щебнистость профиля приводят к тому, что почва наследует многие свойства почвообразующей породы.

Согласно балансовой концепции почвообразования В.А. Ковды (1973), баланс почвообразования в горах формируют три составляющие:

1. Биогенная аккумуляция (Ab),
2. Механическая аккумуляция или вынос (Am),
3. Геохимическая аккумуляция или вынос (Ag).

Биогенная аккумуляция в горах всегда положительна. Am в целом отрицательна, так как господствуют процессы выноса, но в некоторых случаях могут иметь место процессы накопления за счет транзита и перемещения веществ с вышележащих элементов рельефа. Однако количественно процессы накопления уступают процессам денудации. Подобным образом формируется и геохимическая составляющая баланса Ag.

Специфической чертой горного почвообразования является отсутствие участия грунтовых вод в процессах формирования почв, в связи с чем интенсивный геохимический вынос веществ происходит за счет поверхностного стока, а также внутрипочвенного и подпочвенного бокового стока. Так же, как и в процессах механического переноса, здесь может наблюдаться и накопление веществ, однако значительно меньшее по сравнению с геохимическим выносом.

В целом баланс веществ в горном почвообразовании может быть выражен следующей формулой:

$$S = f (P+Ab-(+)Am-(+)Ag)t,$$

где S – почва, P – почвообразующая порода, t – время почвообразования.

Общий баланс веществ в горном почвообразовании является отрицательным.

Горные почвы, как правило, маломощны, отличаются высокой щебнистостью и плохой сортированностью почвенного материала, обогащенностью первичными минералами.

Своеобразным является и гумусное состояние почв. Содержание органического вещества часто значительное и может достигать 15–20% и более в верхней части гумусового горизонта, однако в его составе преобладают слабогумифицированные вещества с большим количеством слаборазложившихся растительных остатков. Другой особенностью горных почв является слабая дифференциация их профиля.

Основной закономерностью географии горных почв является высотная зональность или поясность. Характер чередования почв в системе высотной поясности имеет свои особенности в различных горных странах и даже в разных частях одной горной страны. Наиболее разнообразен почвенный покров самых нижних частей горных систем.

Характер вертикальной поясности определяется положением горной страны, т.е. в каком широтном биоклиматическом поясе (широтной зоне) она расположена. Согласно В.М. Фридланду, различают следующие классы поясности: полярный, бореальный, суббореальный и субтропический.

В полярном классе поясности господствуют горные тундровые почвы. В таежной зоне бореального класса выделяются два пояса – горно-подзолистый и горно-тундровый. В степной и лесостепной зонах бореального пояса формируются горно-каштановые, горные черноземы и серые горно-лесные почвы. В этом поясе появляются горные бурые лесные и горно-луговые почвы. В суббореальном классе в отличие от бореального в верхнем безлесном поясе преобладают горно-луговые почвы, а горно-тундровые встречаются редко. В лесном поясе этого же класса поясности ведущее место принадлежит бурым лесным почвам вместо горно-подзолистых. В зоне сухих субтропиков субтропического класса поясности распространены горные сероземы и коричневые почвы. В зоне влажных

субтропиков субтропического класса поясности нижний пояс представлен красноземами и желтоземами.

В лесном поясе горных систем наиболее широко распространены буроокрашенные слабодифференцированные почвы – горные буроземы; выше распространения лесной растительности под горными лугами и степями преобладают гумусовые слабодифференцированные почвы – горно-луговые, горные лугово-степные, горно-степные.

В горных условиях буроземы являются господствующими почвами во всем лесном поясе – и под лиственными, и под хвойными лесами. В горах процессы выноса компенсируются за счет поступления в почву элементов при выветривании плотной почвообразующей породы, что способствует буроземообразованию.

В почвенном покрове горных стран формируются не только почвы, имеющие аналоги на равнинных территориях (например, серые лесные, черноземы, каштановые и др.), но и почвы, характерные только для гор и не встречающиеся на равнинных пространствах (например, горно-луговые, горные лугово-степные почвы), характеристика которых приводится ниже.

38.3. Характеристика типов горных почв

Горно-тундровые почвы формируются в субнивальном поясе и являются обычно самым верхним звеном в системе высотной поясности почвенного покрова. Условия почвообразования характеризуются господством низких температур, малой продолжительностью безморозного и вегетационного периодов, мощным, долго сохраняющимся снежным покровом. Высшая растительность в таких условиях развивается плохо, как правило, преобладают мхи и лишайники, встречаются мелкие кустарники. Почвы характеризуются низкой биологической активностью и накоплением больших количеств слабогумифицированного органического вещества, иногда образующего сухоторфяный горизонт.

Почвенный профиль имеет небольшую мощность, не превышающую 50–60 см. Почвы характеризуются кислой реакцией среды в результате накопления кислых продуктов разложения растительного опада, слабой насыщенностью основаниями. В составе гумуса преобладают фульвокислоты.

В высокогорьях, за пределами распространения лесной растительности, в альпийском и субальпийском поясах формируются горно-луговые и горные лугово-степные почвы.

Горно-луговые почвы, формируясь на выщелоченных продуктах выветривания плотных пород, занимают вершины и верхние участки склонов хребтов и гор всех экспозиций. Климатические условия характеризуются большим количеством годовых осадков (до 1000–1500 мм и более), превышающем испаряемость в 2–3 раза, что обуславливает промывной тип водного режима почв. Растительный покров представлен сообществами среднетравных субальпийских и низкотравных альпийских лугов.

Горно-луговые почвы имеют слабо дифференцированный профиль небольшой мощности (менее 60–70 см), строение которого может быть выражено формулой $A_d-A-AC-C$. Иногда в нем обособляется горизонт В. Характерно наличие мощной (до 10 см и более), плотной дернины A_d , прочно скрепленной корнями травянистой растительности. Под дерниной расположен гумусовый горизонт А мощностью 10–20 см, имеющий темно-бурую или коричневато-бурую окраску, мелкокомковатую или зернисто-мелкокомковатую структуру с элементами порошистости. В нем содержатся каменистые включения. Переходный горизонт АС (мощность 15–25 см) светлее гумусового горизонта, в нем присутствуют бурые тона, количество каменистых включений возрастает. Горизонт почвообразующей породы С мощностью 20–30 см представляет собой элювий или делювий (а иногда их сочетание) коренных пород. Бесструктурный мелкозем этого горизонта часто окрашен в различные оттенки желто-бурого цвета. Ниже подстилается коренной породой.

Для горно-луговых почв характерна малая плотность верхних горизонтов, большая влагоемкость, высокая водопроницаемость, повышенное содержание гумуса с преобладанием фульвокислот и большой долей слабогумифицированных органических остатков. В минеральной части почвы высоко содержание свободных окислов железа, вплоть до образования конкреций. Реакция почвенного раствора кислая (кислотность обусловлена в основном алюминием), емкость катионного обмена невысокая, ППК слабо насыщен основаниями.

Эти почвы подразделяют на горно-луговые альпийские и горно-луговые субальпийские. Альпийские почвы имеют своеобразный сухоторфяной горизонт мощностью 1–2 см. По сравнению с субальпийскими почвами они более кислые, имеют меньшую емкость катионного обмена и более низкую степень насыщенности основаниями.

Субальпийские горно-луговые почвы формируются ниже альпийского пояса в более мягких климатических условиях. Сообщества субальпийских лугов состоят из растений, достигающих высоты 60 см и более, корневые системы их мощнее.

От горно-луговых альпийских почв субальпийские почвы отличаются отсутствием сухоторфяного горизонта, более «мягким» характером гумуса, большей мощностью гумусового горизонта. Они менее кислые, с большей емкостью поглощения и большей насыщенностью основаниями.

Горные лугово-степные почвы развиваются в более засушливом лугово-степном поясе горных систем, на менее выщелоченных почвообразующих породах в условиях периодически промывного водного режима. Эти почвы характеризуются отчетливой выраженностью серых тонов в окраске и комковато-зернистых отдельностей структуры. В профиле встречаются копролиты, отсутствующие в горно-луговых почвах.

Профиль характеризуется следующим строением: $A_d-A-AC-C$. Дернина имеет мощность 5–10 см. Горизонт А (мощностью

около 15 см) серовато-бурый или серовато-коричневый, комковато-зернистый, содержит каменистые включения. Горизонт АС мощностью 15–20 см светлее гумусового горизонта, отличается менее прочной структурой и преобладанием комковатых отдельностей. Доля каменистых включений увеличивается. Горизонт С мощностью 20–30 см представляет собой элювий, делювий или элюво-делювий коренных пород с большим количеством литоморфов. Бесструктурный мелкозем окрашен в бурые, коричневые тона различных оттенков. Ниже идет коренная порода.

Горные лугово-степные почвы отличаются от горно-луговых менее кислой реакцией (величина рН 5,5–7,2). Кислотность обусловлена как водородом, так и алюминием. Обладают более высокой емкостью катионного обмена (30–35 мг-экв/100 г почвы) и высокой (70%), а иногда и полной насыщенностью основаниями. Почвы содержат много гумуса в горизонте А (до 10%), хотя его содержание несколько меньше по сравнению с горно-луговыми почвами. При этом в его составе выше доля гуминовых кислот, что определяет усиление серых тонов в окраске и более высокую емкость обмена.

Использование. Горные почвы при вовлечении их в сельскохозяйственное использование интенсивно подвергаются разрушительным процессам водной эрозии, в связи с чем нуждаются в проведении противоэрозионных мероприятий. Важнейшую роль в предотвращении эрозии играют лес, регулирующие и задерживающие сток поверхностных вод. Поэтому необходимо осуществлять охрану лесов и систематический уход за лесными насаждениями, правильно организовывать и нормировать рубки.

На склонах крутизной не более 10–12° возможно возделывание многолетних кормовых культур, зерновых и меньшей степени пропашных культур. При этом необходимо применение агротехнических противоэрозионных мероприятий (буферные полосы, контурно-полосное устройство посевов, введение многолетних трав в севообороты и др.) и соответствующих севооборотов. На крутых склонах применяют

террасирование (под плантации цитрусовых, виноградники, плодовые культуры).

Горное земледелие очень сложно механизировать, необходимо применять специальную технику – трактора, почвообрабатывающие орудия, комбайны, которые могут работать в условиях склоновых поверхностей с каменистыми почвами. В связи с этим земледелие в горных районах очень дорогостоящее и рентабельно возделывать можно только ценные культуры: цитрусовые, эфиромасличные, благородный лавр, чай, виноград.

Горные почвы с высокогорной луговой растительностью широко используются в качестве пастбищных и сенокосных угодий. С целью исключения перегрузки пастбищ необходимым условием их использования является нормирование выпаса. Неумеренный выпас скота приводит к нарушению дернины и почвенного покрова в целом, что сопровождается изменением в неблагоприятную сторону видового состава растительных сообществ, снижением кормовой ценности угодий и активизацией эрозионных процессов. Улучшение пастбищ проводят путем внесения минеральных и органических удобрений, подсева трав. При коренном улучшении пастбищ полностью меняют видовой состав растительного покрова и радикально улучшают почвенные свойства, для чего применяют специальные системы обработки почвы.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте особенности условий почвообразования в горах. 2. В чем заключается специфика горного почвообразования? 3. Назовите горные почвы, не имеющие аналогов на равнинных территориях. Охарактеризуйте их. 4. Каковы особенности использования горных почв?

Глава 39 Вулканические почвы

Вулканические почвы – это почвы, формирующиеся из свежих продуктов извержения вулканов. Ареал их распространения приурочен к горным территориям кайнозойского (альпийского) орогенического пояса. Это острова

и западное и восточное обрамление Тихого океана (Тихоокеанское вулканическое кольцо), Средиземноморье, Восточно-Африканский грабен (Великая Африканская рифтовая долина). Вулканические почвы распространены на Кавказе, Камчатке, Сахалине, Курильских островах. В международной номенклатуре они получили название андосолей (от японского андо – темная почва).

Вулканические почвы формируются на вулканических лавах, туфах, пеплах и других пирокластических породах. В результате вулканической деятельности на поверхность Земли выбрасываются вулканические продукты трех типов: жидкие, твердые и газообразные. К жидким относятся лавы разнообразного состава, который определяет их свойства как почвообразующих пород. Лавы основного состава маловязки и легкоподвижны. Лавовые поверхностные потоки достигают нескольких километров в длину и нескольких сотен метров в ширину. Одновременно с лавой выбрасывается огромное количество твердых продуктов, которые при выпадении на земную поверхность образуют разнообразные обломочные пирокластические породы (пеплы, туфы, туффиты). Количество твердых продуктов извержения в сотни и тысячи раз превышает количество лавы. Пирокластические отложения гораздо более широко распространены, чем остывшие лавовые потоки, в связи с чем формирующиеся на пирокластических породах почвы являются господствующими среди вулканических почв.

39.1. Формирование и особенности пирокластических пород

Пирокластические отложения представляют собой фрагменты магмы, которые в результате извержения вулканов были подняты в воздух, охлаждены, перенесены воздушным потоком на то или иное расстояние от источника выброса и отложены на земную поверхность. По крупности эти фрагменты подразделяют следующим образом:

- 1) вулканический пепел (размер частиц менее 1 мм);
- 2) вулканический песок (от 1 мм до размеров горошины);
- 3) вулканические камешки (лапшилы);

4) вулканические бомбы;

5) вулканические глыбы.

По мере удаления от источника извержения мощность пепловой толщи уменьшается. При воздушном переносе твердых продуктов извержения вулканов происходит их сортировка по крупности частиц, плотности и химическому составу. Тяжелые минералы выпадают ближе к центру извержения, поэтому по мере удаления от него содержание тяжелых минералов уменьшается, соответственно уменьшается и содержание полуторных оксидов, а доля кремния, наоборот, возрастает.

Согласно И.А. Соколову (1973), выделяется три зоны современных пирокластических отложений:

1. *Зона интенсивных пеплопадов.* Интенсивность пеплопадов определяет генетические особенности почв и состав почвенного покрова. В зоне интенсивных пеплопадов, где поступление пирокластического материала преобладает над процессами его переработки выветриванием и почвообразованием, присутствуют исключительно специфические вулканические почвы; влияние вулканизма на почвообразование здесь выражено в максимальной степени.

2. *Зона умеренных пеплопадов.* В этой зоне накопление пирокластических отложений и процессы выветривания и почвообразования близки по своей интенсивности, характерно присутствие наряду со специфическими вулканическими почвами и невулканических почв; закономерности зонального почвообразования здесь тесно переплетены с влиянием вулканической деятельности и осложнены ею.

3. *Зона слабых пеплопадов.* Здесь зональные особенности почвообразования преобладают, почвенный покров состоит из невулканических зональных почв, которые имеют лишь некоторые черты, обусловленные влиянием вулканизма.

Преобладающим минералом в составе пирокластических отложений является вулканическое стекло, неустойчивое к процессам выветривания.

При отложении пепел характеризуется кислой и сильнокислой реакцией за счет кислотных компонентов (в частности окисляющихся соединений серы), которые в гумидных условиях быстро выщелачиваются. На начальных стадиях выветривания освобождается большое количество оснований, что приводит к развитию нейтральной или щелочной реакции выветривающегося материала. На последующих стадиях выветривания основания выносятся, что снова приводит к установлению кислой реакции. Процесс выветривания сопровождается потерей кремния и остаточным накоплением железа и алюминия. В результате отношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ в вулканических почвах намного ниже, чем в невулканических. Освобожденные при выветривании первичных минералов гидроксиды алюминия и кремния взаимодействуют в растворе, образуя аллофан – аморфный минерал, преобладающий в составе вторичных минералов вулканических почв. При кристаллизации аллофана образуются галлуазит и гиббсит, присутствующие в относительно древних пирокластических отложениях. Молодые вулканические пеплы и сформированные на них почвы содержат почти исключительно аллофан.

Таким образом, пирокластические отложения гумидных областей характеризуются аллитным типом выветривания, в результате которого формируется кислая ненасыщенная аллитная кора выветривания.

В условиях аридного климата наблюдается иная картина: процессы выветривания идут здесь по пути образования нейтральной или щелочной насыщенной (или карбонатной) коры выветривания с другим минералогическим составом.

Вулканические почвы являются полигенетичными, т.е. проходят несколько стадий почвообразования на протяжении периода своего развития, что обусловлено периодическим выпадением пирокластического материала. Полигенетичность – это специфическая черта вулканических почв. В их профиле присутствуют реликтовые признаки в виде погребенных горизонтов и даже целых профилей. Это определяет полициклический характер вулканических почв, профиль

которых, согласно В.О. Таргульяну и И.А. Соколову (1964), состоит из нескольких вложенных элементарных профилей.

Еще одна характерная особенность вулканических почв заключается в том, что самые древние и наиболее измененные процессами почвообразования и выветривания горизонты расположены внизу, а самые молодые, наименее выветрелые и постоянно «омолаживающиеся» при пеплопадах – сверху.

39.2. Характеристика вулканических почв и их классификация

Профиль вулканических почв имеет разное строение, которое в зависимости от их возраста может быть выражено формулами: А–С; А–АС–С либо А–В_м–С. Мощность профиля часто превышает 1 м и находится в зависимости от возраста отложения и его мощности, которая определяется расстоянием от источника извержения.

Гумусовый горизонт А, вследствие высокого содержания гумуса, отличается темно-серой, иногда почти черной окраской. Горизонт В_м имеет яркую окраску красноватого, желтого, оранжевого цветов. Строение профиля может осложняться оподзоливанием, оглеением и другими процессами.

Вулканические почвы имеют малую плотность (0,6–0,8 г/см³), обычно слабо оструктурены (структурные отдельности непрочные, но хорошо выражена микроструктура), в связи с чем почвенная масса рыхлая, рассыпчатая, высоко водопроницаемая.

Вулканические почвы, развитые на туфах и застывших лавовых потоках, имеют некоторые специфические черты. Туфы представляют собой легкую пористую твердую породу. Почвы на них отличаются несколько меньшей мощностью почвенного профиля по сравнению с почвами на пирокластических отложениях. На застывших лавовых потоках процессы почвообразования и выветривания протекают еще медленнее, поэтому мощность почв на них еще меньше, профиль высоко скелетный. Слоистость, характерная для некоторых почв на

пирокластических отложениях, в почвах, формирующихся на лавах и туфах, не выражена.

В гумидных районах вулканические почвы имеют слабокислую реакцию (рН 5,5–6,5), т.е. она несколько менее кислая, чем в невулканических почвах, формирующихся в этих же условиях. Емкость катионного обмена в вулканических почвах несколько выше: от 15 до 50 мг-экв/100 г почвы в гумусовом горизонте. Степень насыщенности почв основаниями 30–60%, в их составе преобладает кальций, меньше магния. Присутствие в вулканических почвах аллофана и гидроксидов алюминия определяет их высокую сорбционную способность по отношению к фосфатам. Сорбция фосфатов может достигать 2000–2500 мг/100 г почвы.

Вулканические почвы отличаются от зональных невулканических более высокой биологической активностью. Аллофан способствует закреплению гумуса, что приводит к высокой гумусности почв (15–20% и более, редко опускается ниже 10%). В составе гумуса преобладают свободные и связанные с подвижными полуторными оксидами гуминовые и фульвокислоты.

Классификация. В основе классификации вулканических почв лежат их особенности, которые определяются соотношением интенсивности процессов почвообразования и накопления пирокластического материала, т.е. степенью освоенности процессами почвообразования вулканогенной почвообразующей породы. В качестве диагностических признаков выбраны содержание невыветрелого вулканического стекла, содержание гумуса и мощность гумусового горизонта, емкость катионного обмена, плотность, гранулометрический состав, сложение почвы. Принято выделять следующие подтипы вулканических почв (андосолей):

1. Стекловатые андосоли – содержат наибольшее количество невыветрелого вулканического стекла, имеют относительно грубый гранулометрический состав.

2. Светлые андосоли – характеризуются низким накоплением гумуса при малой мощности гумусового горизонта, наличием

горизонта метаморфического оглинивания B_m ; степень насыщенности основаниями низкая (не выше 50%).

3. Гумусовые андосоли – характеризуются высоким накоплением гумуса, низкой степенью насыщенности основаниями, не превышающей 50%.

4. Моллевы андосоли – имеют достаточно мощный темно-серый или черный гумусовый горизонт с высоким содержанием гумуса, степень насыщенности основаниями более 50%.

Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), вулканические почвы выделяются в стволе синлитогенных, отделе вулканических почв на уровне следующих типов:

1. Охристые (подтипы: типичные, светло-охристые, оподзоленные, слоисто-охристые, турбированные).

2. Перегноино-охристые (подтип типичные).

3. Охристо-подзолистые (подтипы: типичные, турбированные).

4. Агроохристые (подтипы: типичные, светло-охристые, агрогетерогенные).

Использование. При земледельческом освоении вулканические почвы гумидных областей быстро теряют естественное плодородие, для повышения которого рекомендуются известкование, внесение минеральных и органических удобрений. Водно-физические свойства этих почв обычно благоприятны для развития культурных растений.

Вулканические почвы подвержены водной эрозии, а в аридных районах – и дефляции, что обусловлено большой их рыхлостью и низкой связностью. В связи с этим необходимо применять противоэрозионные почвоохраняющие мероприятия.

В большинстве районов мира вулканические почвы используются для создания многолетних плантационных насаждений, не требующих частых обработок почвы. В гумидных тропических районах на них выращивают каучуконосную гевею, кофе, бананы, агаву, плодовые деревья. В сухих саваннах тропического пояса они используются преимущественно как пастбищные земли. В гумидных и

семиаридных субтропиках на этих почвах создают плантации цитрусовых деревьев и виноградники.

Контрольные вопросы

1. Как формируются пирокластические породы и какими особенностями они обладают? 2. Какими свойствами и строением профиля характеризуются вулканические почвы? 3. Как классифицируют вулканические почвы? 4. Как используют вулканические почвы?

Раздел 4 Основы агроэкологического землепользования

Земельные ресурсы являются основным средством сельскохозяйственного производства и главным предметом земледельческого труда. Кроме этого, земельные ресурсы – это интегральный компонент геосистем суши Земли, выполняющий важнейшие функции в биосфере. В связи с этим нормальное их состояние является основным условием развития природной среды. В силу этого рациональное использование и охрана земель представляют одну из наиболее важных народнохозяйственных задач, особенно учитывая необходимость скорейшего решения такой социально-политической проблемы, как выход России из агроэкономического кризиса и сохранение продовольственной независимости.

В последние десятилетия отмечается негативная тенденция в области использования земель сельскохозяйственного фонда, а именно: для несельскохозяйственных нужд изымаются большие площади плодородных почв, значительно активизируются (под воздействием антропогенного пресса) процессы эрозионного разрушения земель сельскохозяйственных угодий, радиоактивного и техногенного загрязнения, особенно в районах влияния крупных промышленных предприятий, а также нефтедобычи.

В настоящее время в земледельческой науке развивается концепция адаптивно-ландшафтных систем земледелия, разработка и освоение которых должна проводиться с учетом всего комплекса природных и хозяйственных условий. Рациональное использование земель должно сопровождаться

выявлением тех противоречий, которые служат причинами деградации почв и уменьшения урожайности культурных растений. При агроэкологическом землепользовании использование земель для получения продукции земледелия и животноводства должно сочетаться с одновременным сохранением всех сельскохозяйственных ресурсов (почв, естественных кормовых угодий, гидрологических характеристик агроландшафтов и т.д.). В связи с этим одной из задач агроэкологического землепользования является совершенствование агроприемов, повышающих продуктивность агроэкосистем без нарушения экологического равновесия в ландшафтах.

Таким образом, актуальной задачей на современном этапе является разработка соответствующих мер по повышению продуктивности сельскохозяйственных земель при сохранении природных ресурсов, осуществляемая на основе оценки их качественного состояния, и внедрение этих мер в агропроизводство.

Глава 40 Эрозия почв и меры борьбы с ней

Наряду с процессами почвообразования на поверхности Земли протекают различные процессы денудации (разрушения), связанные с отделением, переносом и отложением поверхностного слоя почвы и горных пород талыми и дождевыми водами, ледниками, ветром и другими агентами денудации. Термин «эрозия» происходит от латинского слова «erosio» – разъедание. Различают водную эрозию почв и ветровую (дефляция). *Водная эрозия почв* – это смыв и размыв почвы поверхностным стоком временных водных потоков, *дефляция почв* – разрушение почв под действием ветра.

40.1. Классификация эрозионных процессов

Необходимым условием возникновения водной эрозии почв является сток поверхностных вод (поверхностный сток).

Различают три основных вида стока: 1) дождевой; 2) талый; 3) сток поливной воды. Этим видам стока соответствуют три вида эрозии почв:

- 1) дождевая эрозия (или ливневая – при сильных дождях);
- 2) эрозия при снеготаянии;
- 3) ирригационная эрозия.

Виды эрозии отличаются не только по источнику стока, но и по механизму процесса и величине причиняемого ими ущерба.

Эрозия при снеготаянии отличается меньшей выраженностью, но большей продолжительностью (до 1 месяца), чем дождевая, а потери почвы составляют чаще всего несколько тонн с гектара. Смыв почвы при стоке талых вод совершается следующим образом. Весной таяние снега в степной и лесостепной зонах происходит довольно интенсивно, а почва к моменту снеготаяния обычно бывает еще замерзшей (до 50–70 см). Оттаивание идет медленно, снеговая вода быстро насыщает оттаявший маломощный слой почвы, частицы из которого легко увлекаются возникающим на поверхности стоком. При большой крутизне склона насыщенная водой почва может сама сползать по твердому мерзлому слою почвы, еще больше увеличивая процесс смыва.

Продолжительность процесса эрозии почвы при дождях гораздо меньше (минуты, часы), чем при снеготаянии, а количество смываемой почвы больше (может достигать десятков тонн с гектара). В этом случае количество смываемой почвы зависит не только от параметров водного потока, как при снеготаянии, но и от параметров дождевых капель: чем больше масса и скорость дождевой капли, тем больше ее энергия и тем большие разрушения она причиняет почве. При ударе о почву происходит разрушение самой капли и некоторого очень небольшого объема почвы, с которым взаимодействует капля. Продукты разрушения разлетаются в стороны в виде брызг, часть которых попадает не на поверхность почвы, а во временные водотоки (струйки, ручейки) и уносится ими. Таким образом, дождь способствует «нагрузению» потоков твердой фазой. Кроме этого, дождевые капли, попадая в поток,

турбулизируют (перемешивают) его, что приводит к усиленному взмучиванию частиц в воде и повышению размывающей и транспортирующей способности потока.

Ирригационная эрозия делится на подвиды в зависимости от способа полива:

- эрозия при поливе по бороздам;
- эрозия при поливе напуском по полосам;
- эрозия при поливе затоплением по чекам;
- эрозия при поливе дождеванием.

Бороздковый полив применяют при орошении преимущественно пропашных культур (хлопчатника, кукурузы, томатов, сахарной свеклы). Ширина междурядий на посевах этих культур составляет 0,6–0,9 м, ширина водного потока в поливной борозде – в среднем 0,2 м. Потери почвы за один полив могут достигать 100 т/га, в пересчете на единицу времени это гораздо больше, чем при дождевой эрозии и эрозии при снеготаянии. Это объясняется тем, что при поливе по бороздам количество воды, взаимодействующей с почвой в единицу времени, гораздо больше, чем при дождях или при снеготаянии.

Полив по полосам применяют при орошении культур сплошного и узкорядного сева (трав, зерновых культур). Ширина водного потока при этом равна ширине самих полос (несколько метров), скорость потока невелика и ирригационная эрозия выражена слабее, чем при поливе по бороздам, но, тем не менее, перенос почвенного мелкозема происходит.

При поливе затоплением по чекам ирригационная эрозия выражена еще слабее. Связано это с тем, что уклон чеков очень мал, поэтому скорость водного потока и связанная с ней величина смыва почвы незначительны (вода в чеке стоит и постепенно впитывается). Однако полив затоплением в большей степени сопровождается разрушением почвенной структуры, развитием восстановительных процессов, слитизацией, коркообразованием и другими негативными процессами.

Дождевание является одним из самых распространенных видов орошения, особенно в лесостепной зоне, где его используют для полива практически всех сельскохозяйственных

культур. Поверхностный сток и эрозия при этом способе полива возникают в том случае, когда интенсивность дождевания превышает интенсивность впитывания воды почвой.

Эрозионные процессы классифицируют не только по видам поверхностного стока, но и по морфологическим признакам результатов эрозии. Различают поверхностную эрозию (или смыв почвы) и линейную эрозию (размыв почвы).

Поверхностная эрозия (или смыв) выражается в постепенном, более или менее равномерном удалении с поверхности склона почвенных частиц при стоке талых или дождевых вод. В опасных размерах этот вид эрозии наблюдается при отсутствии растительного покрова. Хотя смыв почвы происходит медленно, вред от него значительный, так как удаляются верхние, наиболее гумусированные и плодородные, слои почвы.

Поверхностная эрозия делится на плоскостную и струйчатую. *Плоскостная эрозия* может иметь место в том случае, когда очень медленно стекающая по идеально выровненному склону вода транспортирует взмученные частицы, отделенные от поверхности ударами дождевых капель. Однако, вода со склонов, особенно на пашне, почти всегда стекает не сплошным слоем, а струями (*струйчатая эрозия*). Эти струйки, вырабатывая русло, смывают поверхностный слой почвы. В результате появляются струйчатые размывы разных размеров: глубиной от нескольких миллиметров до 30 см (на всю глубину вспашки) и шириной от нескольких миллиметров до десятков сантиметров.

При обработке поля плугами или культиваторами струйчатые размывы частично или полностью засыпаются. В результате многократного образования струйчатых (ручейковых) размывов и их систематического заравнивания постепенно уменьшается мощность почвы. Так образуются смытые почвы с укороченным почвенным профилем. В зависимости от величины смытого слоя выделяют слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильно смытые почвы.

Таким образом, плоскостная эрозия при значительном стоке

и под влиянием неровностей поверхности обычно переходит в струйчатую эрозию, которая выражается в ручейковых размывах вдоль склона. Струйчатые размывы могут быть начальной стадией зарождения линейной эрозии.

Линейная эрозия (или *размыв*) – это разрушение почвы в вертикальном направлении на узком участке при концентрации стока в суженном русле. Часто условия для концентрации стока создаются человеком в виде различных неровностей (дорожных насыпей, кюветов, разъемных борозд при вспашке и свальных гребней и т.д.). В результате размыва поверхности возникают водоройны, промоины и овраги.

К *водоройнам* относят размывы в почве глубиной 0,2–0,6 м, которые заглаживаются при пахоте. Обычно они формируются по бороздам при пахоте вдоль склона, а также на слабо задернованных лугах при сбросе большого количества воды.

К *промоинам* относят размывы глубиной 0,6–3 м, шириной 0,5–8 м, непроходимые для обычной сельскохозяйственной техники. Промоины захватывают не только почвенную толщу, но и материнскую породу. Для засыпания промоины необходимо привозить почву со стороны.

Овраг – в отличие от водоройны и промоины – это размыв, выработавший свой собственный (вогнутый или ступенчатый) продольный профиль, не совпадающий с профилем склона. Глубина наиболее крупных оврагов достигает 30 м, а ширина 50 м. В зависимости от длины оврагов их делят на короткие (до 0,5 км), средние (0,5–2 км) и длинные (2–5 км). Подавляющее большинство оврагов относятся к коротким.

По морфологическим (внешним) признакам дефляции, необходимым условием возникновения которой является ветер со скоростью, достаточной для перемещения частиц почвы, различают повседневную дефляцию и пыльные бури. Различие это условно: отличительными признаками *повседневной ветровой эрозии* считают относительно низкую скорость ветра (менее 12–15 м/с), лишь незначительно превышающую критическую для почв (*критическая скорость ветра* – это та, при которой почвенные частицы приходят в движение), и

ограниченный масштаб территории, на которой развиваются все стадии этого процесса – от выдувания до отложения наносов.

Пыльные бури – перенос сильным ветром большого количества пыли, сопровождающийся ухудшением видимости – происходят при больших скоростях ветра, значительно превышающих критическую для почв (более 12–15 м/с). При этом существенно увеличиваются высота подъема почвенных частиц в воздух, которая достигает сотен метров, и дальность их переноса (сотни–тысячи км). Пыльные бури – грозное явление, принимающее размах стихийного бедствия. Именно пыльные бури 30-х годов XX столетия послужили побудительным мотивом для создания в США службы охраны почв.

Процессы эрозии почвы принято классифицировать и по темпу проявления. С количественной стороны эрозия и дефляция почв характеризуются интенсивностью потерь почвы. Её измеряют величиной потерь почвы с единицы площади в единицу времени и выражают в т/га в год или в мм/год. В этих же единицах измеряют и скорость почвообразования. Если интенсивность эрозии меньше скорости почвообразования, то эрозия не представляет опасности для данной почвы. Основываясь на этом представлении, все виды эрозии относятся к одной из двух групп: 1) нормальной эрозии или 2) ускоренной эрозии, которые выделяются по темпу проявления эрозии. *Нормальная эрозия* – это эрозия, при которой интенсивность потерь почвы не превышает скорость почвообразования. *Ускоренная эрозия* – это эрозия, при которой интенсивность потерь почвы превышает скорость почвообразовательного процесса.

Согласно исследованиям американских ученых, скорость почвообразовательного процесса для почв разного генезиса изменяется в пределах от 0,2 до 1,2 мм/год, по данным отечественных исследователей – от 0,2 мм/год (для сероземов) до 0,6 мм/год (для черноземов). Если предположить, что скорость почвообразования равна 0,2–0,3 мм/год, а плотность сложения почвы в гумусовом горизонте равна 1 г/см³, то интенсивность нормальной эрозии будет равна 2–3 т/га в год.

Нормальную эрозию часто называют геологической, которая протекает медленно и происходит в естественных условиях без вмешательства человека, скорость ее измеряется в геологических масштабах времени. Ускоренная эрозия часто вызывается нерациональной деятельностью человека, протекает значительно быстрее, чем геологическая, последствия ее становятся заметными через небольшой промежуток времени (несколько лет–месяцев).

Коллективом авторов во главе с Н.К. Шиколой (1973) разработана шкала для оценки интенсивности эрозии почв (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка интенсивности эрозии почв (по Н.К. Шиколу и др., 1978)

Интенсивность потерь почвы от эрозии за год, т/га в год	Оценка эрозии
Меньше скорости почвообразования, которая равна примерно 2–3 т/га в год	Эрозии нет
Больше скорости почвообразования, но меньше 6	Слабая
6–12	Средняя
12–24	Сильная
24–60	Очень сильная
Больше 60	Катастрофическая

Таким образом, эрозионные процессы классифицируют по трем критериям: 1) источнику стока; 2) морфологическим признакам результатов эрозии; 3) интенсивности потерь почвы.

40.2. Вред, причиняемый эрозией

Эрозия почв наносит огромный вред народному хозяйству. Виды ущерба, причиняемого эрозией, принято делить на две группы: 1) ущерб от смыва и размыва почвы и подстилающих пород; 2) ущерб от аккумуляции продуктов эрозии.

Ущерб от смыва и размыва почвы.

1. Смыв почвы определяет потерю элементов питания растений. Так, согласно материалам П.Т. Адерихина (1962), в Центрально-Черноземной зоне при смыве 1 см слоя типичного чернозема теряется с гектара более 600 кг азота, 400 кг фосфора,

3000 кг калия, а также большое количество микроэлементов. Согласно подсчетам американских исследователей, при эрозии почва теряет в 20 раз больше элементов питания, чем их выносятся с урожаем.

2. Поверхностный сток осадков усиливает почвенную засуху. Особенно большой сток формируется на склонах с эродированными почвами, которые отличаются плохими физическими свойствами (малым содержанием водопрочных агрегатов, повышенной плотностью). Здесь отмечается слабое промачивание почвы, что усиливает почвенную засуху. Кроме этого, неблагоприятные физические свойства способствуют увеличению потерь влаги на испарение с обесструктуренной поверхности и усиленную транспирацию растениями. Последнее связано с меньшей концентрацией элементов питания в эродированных почвах. Засуху в районах проявления эрозии нередко называют «эрозионной засухой», т.к. она во многом определяется не общим количеством осадков, а тем, что они в большом количестве стекают со склонов с эродированными почвами, а вода, которая поступает в почву, нерационально расходуется на физическое испарение и высокую транспирацию.

3. На смытых почвах снижается урожай сельскохозяйственных культур, что обусловлено низким содержанием элементов питания, ухудшением физических свойств почвы, усилением почвенной засухи и др. В зависимости от генетического типа почв, погодных условий, состава возделываемых культур, применявшейся агротехники и других условий снижение урожая на почвах с разной степенью смытости неодинаково. Так, на слабосмытых почвах урожай снижается на 10–30%, на среднесмытых – на 30–50%, на сильносмытых – на 50–70%.

4. Эрозионные процессы на пахотных почвах сопровождаются смывом вносимых пестицидов и удобрений, который составляет 10–30%. Особенно большие потери отмечаются при поверхностном внесении удобрений в виде подкормки растений.

5. При эрозии происходит повреждение и уничтожение

посевов и посадок. Струи стекающей воды, смывая почву, обнажают корневую систему растений, вызывают их полегание и нередко гибель. Обнаженная корневая система многолетних насаждений в садах подвергается сильному иссушению летом и страдает от морозов зимой, что приводит к преждевременному выпадению деревьев. При большом стоке осадков образуются промоины, затрудняющие механизированную обработку полей, концентрирующие сток и усиливающие почвенную засуху.

6. Огромный вред народному хозяйству наносят овраги, расчленяющие большие пахотные угодья на множество мелких участков, что затрудняет их обработку и транспортное сообщение. Овраги разрушают дороги, линии связи, подземные коммуникации и др.

7. Эрозия почв наблюдается и на орошаемых землях. Особенно сильный смыв отмечается при поливе по бороздам (до 200 т и более с гектара за один поливной сезон). Эрозия может приводить к разрушению откосов каналов и других инженерных сооружений на оросительных системах.

8. Эрозия причиняет вред и осушительным системам. Здесь происходит размыв дренажных канав, а заиливание дренажных систем приводит к повторному заболачиванию мелиорированных земель.

9. Эрозия почв наблюдается и на несельскохозяйственных землях. Так, при лесозаготовках на склонах в связи с нарушением дернины и уничтожением части гумусового горизонта проявляется большой смыв почвы, что приводит к ухудшению лесорастительных условий. Удаление подлеска, травянистого покрова и подстилки увеличивает поверхностный сток в 10–12 раз, а смыв почвы в 100–160 раз. Эрозия наблюдается и при разработке месторождений полезных ископаемых: на отвалах возникают промоины и овраги, приводящие к разрушению сформированных откосов. Большие неприятности эрозия причиняет железным и автомобильным дорогам (размываются нагорные канавы, кюветы, откосы насыпей и выемок, полотно дорог).

Ущерб от эрозии связан не только со смывом почвы, но и с

аккумуляцией продуктов эрозии. Он выражается в следующем.

1. В результате эрозии появляются наносы на балочных и долинных землях. Как правило, тонкие фракции почвы, обогащенные гумусовыми веществами, транспортируются водными потоками в речную сеть, а наиболее грубые фракции, а также комки почвы и почвообразующих пород откладываются в виде мощных наносов у подножия склонов, на дне балок и долин, что вызывает повреждение или даже гибель возделываемых здесь культур. Особый вред причиняет аккумуляция продуктов эрозии, поступающих при размыве отвалов месторождений полезных ископаемых, содержащих токсические вещества. Так, при размыве отвалов на комбинатах цветной металлургии наносы, покрывающие почву, содержат свинец, медь, цинк, мышьяк, которые накапливаются и в сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на этих землях. Большое количество свинца и тяжелых углеводов поступает на поля с наносами при смыве и размыве почв вдоль автомобильных дорог.

2. Часто продукты эрозии откладываются в оросительной и дренажной открытой сети, в результате увеличиваются затраты на очистку каналов.

3. Отложение смытой со склонов и вынесенной из оврагов почвы в прудах и водохранилищах приводит к их заилению, что снижает их паводкозащитное и ирригационное значение, а также рыбопродуктивность.

4. Смываемые с почвой удобрения и пестициды, поступая в пруды, озера, речную сеть, вызывают их загрязнение. Особенно опасны фосфорные удобрения, содержащие в примеси 8–16% фтора, который, оказавшись в организмах животных и человека в повышенных дозах, вызывает нарушение функций щитовидной железы и сердечно-сосудистой деятельности. Тяжелые последствия вызывает и смыв пестицидов, большинство из которых содержат соли тяжелых металлов.

5. Огромное количество смытой со склонов и вынесенной из оврагов почвы, попадая в реки, повышают их мутность, что отрицательно влияет на водообеспечение населения и многих

отраслей промышленности, создает трудности в строительстве и эксплуатации электростанций, гидроузлов, удорожает стоимость работ.

6. Рост русловых наносов и заиливание портов ухудшает условия судоходства, приводит к необходимости проведения дноуглубительных работ.

7. Большой склоновый сток и рост русловых наносов во многих странах мира является главной причиной наводнений. В частности, катастрофический характер они имеют в США и Китае.

Огромный вред народному хозяйству наносит и *дефляция*. Ущерб, связанный с выдуванием, переносом и аккумуляцией почвенных частиц ветром, заключается в следующем:

1) в результате уменьшения мощности гумусового горизонта, вследствие его сдувания, снижается плодородие почв;

2) при засыпании ползащитных полос почвой наблюдается их гибель, по этой же причине гибнут и посевы сельскохозяйственных культур;

3) при пыльных бурях затрудняется работа транспорта и промышленных предприятий;

4) засыпание оросительных каналов эоловыми наносами приводит к необходимости их очистки и увеличению эксплуатационных затрат;

5) выдувание почвогрунтов легкого гранулометрического состава из-под опор нарушает работу линий электропередач, нефте- и газопроводов;

6) высокое содержание пыли в атмосфере в окрестностях аэродромов приводит к преждевременному износу двигателей самолетов и вертолетов.

7) увеличение запыленности воздуха негативно сказывается на здоровье людей.

Эрозионные процессы широко распространены на территории нашей страны. Водная эрозия наибольшее распространение получила в подзоне дерново-подзолистых почв (южная тайга), в зоне серых лесных почв (северная лесостепь), в

Черноземной зоне и в зоне каштановых почв, а также в горных областях. Дефляция чаще развивается в засушливых областях (сухой степи, полупустыне и пустыне).

40.3. Факторы водной эрозии и дефляции почв

Интенсивность развития эрозионных и дефляционных процессов определяется двумя группами факторов: природными (климат, рельеф, геологические условия, растительность, свойства почв) и социально-экономическими (хозяйственная деятельность человека).

Климатические условия оказывают как прямое влияние на водную эрозию (через осадки, вызывающие сток), так и косвенное (температура, ветры и др.). Например, в районах, где эрозия вызывается стоком талых вод, большое значение для ее развития имеет температурный режим, обуславливающий промерзание и оттаивание почв, а также интенсивность снеготаяния. Температура, влажность воздуха, ветры определяют разный расход почвенной влаги на испарение и, как следствие, изменение ее запаса в почве, последнее создает различные условия для формирования поверхностного стока и проявления эрозии (чем больше запас воды в почве, тем меньше ее впитывающая способность, в результате формируется большой сток со значительной разрушительной и транспортирующей способностью).

Особенно важную роль в формировании стока играет режим выпадения осадков: если они имеют небольшую интенсивность и выпадают относительно равномерно за теплый период года, когда почва покрыта растительностью, то опасность эрозии может быть незначительной, при ливнях, затяжных дождях и интенсивном снеготаянии активность эрозионных процессов увеличивается.

На усиление дефляции из климатических факторов наибольшее влияние оказывают высокие скорости ветра, низкая относительная влажность движущихся воздушных масс, малое годовое количество осадков, высокие температуры воздуха,

вызывающие иссушение почв.

Рельеф. Необходимым условием формирования поверхностного стока является уклон поверхности, поэтому крутизна склона – важнейшая характеристика, определяющая потенциальную опасность эрозии. Как правило, несмытые почвы встречаются на склонах крутизной менее 1° , слабосмытые появляются на склонах крутизной $1-3^\circ$, среднесмытые – $3-5^\circ$, сильносмытые – более 5° . Установлено, что при уменьшении крутизны склона в 2 раза смыв почвы снижается в 3 раза.

Важную роль в проявлении эрозионных процессов играет экспозиция склона. В большинстве случаев водная эрозия активнее протекает на южных и западных склонах, что объясняется высокой интенсивностью снеготаяния, обусловленной большим количеством солнечного тепла. Последнее способствует и сильному иссушению почв, что приводит к более медленному впитыванию дождевых осадков, по сравнению с почвами других экспозиций, и формированию повышенного стока, вызывающего эрозию.

Другим геоморфологическим условием проявления водной эрозии является форма склона. Смыв почвы интенсивнее происходит на выпуклых склонах и в меньшей степени на вогнутых.

Длина склона также определяет величину смывой почвы: чаще всего при увеличении длины склона смыв почвы возрастает, что связано с увеличением скорости стока и массы стекающей воды. Однако при выпадении осадков малой интенсивности в период, когда почвы обладают высокой водопроницаемостью и защищены растительным покровом, при увеличении длины склона сток уменьшается (редукция стока).

Дефляция интенсивнее проявляется на равнинных слегка волнистых территориях, лишенных растительного покрова. В соответствии с законами аэромеханики, любые неровности на поверхности земли оказывают тормозящее действие на воздушный поток, в связи с чем на уровне поверхности почвы на любых элементах рельефа скорость ветра всегда ниже, чем в открытой атмосфере. В то же время она сильно различается на

разных элементах рельефа: при одном и том же ветре в атмосфере скорость его увеличивается при движении вверх по склону в направлении ветра и уменьшается при движении вниз по склону. Это объясняется тем, что движение вверх по склону сопровождается уменьшением живого сечения воздушного потока, а движение вниз – увеличением живого сечения, а из положений аэромеханики известно, что уменьшение живого сечения потока при постоянном напоре сопровождается увеличением его скорости. По этой причине почвы выступающих элементов рельефа при прочих равных условиях оказываются сильнее дефлированными, чем почвы равнины. Порядок распределения дефлированных почв на склоне принципиально отличается от порядка распределения по склону почв разной степени смытости: степень смытости почв увеличивается при движении вниз по склону, а степень дефлированности – при движении вверх по наветренному склону.

Геологические условия. При оценке опасности развития водной эрозии наибольшее значение имеют такие факторы как мощность покровных отложений, размываемость пород, характер проявления современных экзогенных и эндогенных процессов. Довольно легко с образованием промоин и оврагов размываются лессовидные, делювиально-аллювиальные суглинки и лёссы, особенно при наличии глубоких местных базисов эрозии (под *базисом эрозии* понимают горизонтальную поверхность, на уровне которой эрозия прекращается, например, для оврага это может быть уровень дна балки, поймы или меженный уровень воды в реке). Часто эрозии подвергаются двучленные породы, сложенные сверху маломощными легкими отложениями, подстилаемыми плотными глинами, сланцами и др. Более устойчивы к размыву моренные суглинки. Практически не подвергаются водной эрозии песчаные почвы и породы с высокой водопроницаемостью, однако они склонны к развитию дефляционных процессов.

При оценке эрозионной опасности земель важно знать, какие экзогенные процессы кроме эрозии развиваются на той или иной

территории, поскольку они часто активизируют эрозионные процессы. Так, солифлюкция облегчает проявление эрозии при стоке талых вод, а развитие оползней и просадки в лёссах усиливают рост оврагов. Кроме этого, смытые почвы сильнее подвергаются дефляции, чем несмытые, и в то же время дефлированные почвы на склонах легче подвергаются дальнейшему смыву.

Особое внимание необходимо уделять взаимосвязи эрозии почв с другими процессами при проектировании противоэрозионных мер. Например, в определенных гидрогеологических условиях террасирование склонов может активизировать оползневые явления; меры, направленные на уменьшение склонового стока в гумидных районах, могут привести к переувлажнению и даже заболачиванию почв; осушение легких почв в районах, подверженных сильным ветрам, может сопровождаться интенсивной дефляцией и т.д. В некоторых районах приходится оценивать потенциальную опасность эрозии в связи с эндогенными процессами (землетрясениями, извержениями вулканов), которые могут существенно изменить эрозионную опасность земель.

Растительный покров. Растительность играет исключительно важную почвозащитную роль, которая заключается в следующем:

1) растительный покров задерживает большую долю выпадающих осадков на своей поверхности, уменьшая тем самым объем поверхностного стока;

2) предохраняет почву от первой стадии разрушения – раздробления агрегатов и закупоривания пор брызгами разжиженной почвы, способствуя уменьшению склонового стока и эрозии;

3) замедляет скорость склонового стока и тем самым создает условия для более полного впитывания почвой выпадающих осадков. Растительность распыляет сток на множество мельчайших ручейков, увеличивая площадь соприкосновения стекающей воды с почвой, что ведет к торможению или полному предотвращению эрозии;

4) густая растительность задерживает (кольматирует) почву, смывая с вышележащих участков склона.

5) препятствует сдуванию выпавшего снега, способствуя созданию равномерного мощного снегового покрова, предохраняющего почву от глубокого промерзания, что уменьшает интенсивность эрозионных процессов в период весеннего снеготаяния;

6) корневые системы растений скрепляют почву и тем самым повышают её сопротивление смыву и размыву. При отмирании и разложении корней увеличивается пористость почвы, что способствует повышению её водопроницаемости и, следовательно, уменьшению объема и интенсивности склонового стока. Корневая система растений оструктурирует почву, служит источником обогащения ее органическим веществом, что повышает плодородие и противоэрозионную стойкость почв;

7) лесная подстилка, обладая высокой водопроницаемостью и большой влагоемкостью, обеспечивает быстрое и полное поглощение ливневых осадков, исключая формирование поверхностного стока на склонах.

С растительностью связаны основные надежды в деле охраны почв и от дефляции. При огибании растений воздушным потоком его скорость в заветренной зоне уменьшается. Чем выше растения и чем больше суммарная поверхность их надземных частей, тем больше расстояние, на котором наблюдается их воздействие на воздушный поток. Помимо снижения скорости ветра в приземном слое воздуха растительность способствует снижению потерь почвенной влаги на испарение, что также положительно сказывается на противодефляционной стойкости почв.

Свойства почв. Опасность водной эрозии связана со следующими почвенными свойствами: водопроницаемостью, противоэрозионной устойчивостью (способностью противостоять смыву и размыву водным потоком) и общим уровнем плодородия, обуславливающим способность сельскохозяйственных культур защищать почву.

Водопроницаемость почв определяется гранулометрическим составом, оструктуренностью, плотностью (пористостью) и влажностью почвы. Она выше в легких песчаных, а также рыхлых хорошо оструктуренных суглинистых почвах. Противоэрозионная стойкость почв непосредственно зависит от размера водопрочных агрегатов и сцепления их друг с другом, которые в свою очередь определяются химическим и гранулометрическим составом, физико-химическими свойствами, физическим состоянием и биогенностью почв. В наибольшей степени противоэрозионная устойчивость связана с количеством и качеством гумуса, содержанием карбонатов, гранулометрическим и агрегатным составом, катионами ППК. Так, чем больше в поверхностном слое почвы гумуса, глинистой фракции, поглощенного кальция и меньше карбонатов, пылевой и мелкопесчаной фракций, тем выше её противоэрозионная устойчивость. Наивысшей противоэрозионной стойкостью обладают черноземы, наименьшей – подзолистые, солонцы и сероземы.

Непосредственно влияющими на противодефляционную стойкость почв свойствами являются агрегатный состав, плотность агрегатов и межагрегатное сцепление, опосредованно влияют другие физические (гранулометрический состав, водно-физические свойства), химические (минералогический состав, содержание гумуса, карбонатов, водорастворимых солей) и физико-химические (емкость и состав поглощающего комплекса) свойства. Легче подвергаются дефляции почвы легкого гранулометрического состава, сильно распыленные почвы среднего и тяжелосуглинистого состава, почвы с малым содержанием гумуса и большим количеством карбонатов и солей, а также переосушенные почвы.

Хозяйственная деятельность человека. Часто эрозия возникает из-за нерациональной деятельности человека в районах, которые по природным условиям предрасположены к проявлению эрозионных и дефляционных процессов. Активизации эрозионных процессов способствуют вспашка и посев сельскохозяйственных культур вдоль склонов;

возделывание пропашных культур на эрозионно опасных территориях (например, на переосушенных торфяниках); распашка приовражных и прибалочных площадей; рубка леса, играющего почвозащитную роль; нерегулируемый выпас скота, выбивающего тропы, по которым растут промоины, являющиеся начальной стадией зарождения оврагов; разбивка севооборотных полей без учета рельефа местности вдоль склонов, приводящая к образованию промоин по межевым бороздам.

Человек в процессе производственной деятельности влияет на природные факторы и изменяет их. Он может уничтожить растительность и этим резко увеличить опасность проявления эрозии и дефляции, и, наоборот, насаждая леса, высеивая многолетние травы, правильно возделывая однолетние культуры, человек может максимально усилить почвозащитную роль растительности и этим полностью предотвратить или ослабить опасность развития эрозионных процессов. При неправильном использовании склонов человек может способствовать развитию эрозии, однако, создавая антропогенный противоэрозионный микрорельеф на склонах, он может резко уменьшить влияние неблагоприятных условий рельефа.

Таким образом, хозяйственная деятельность человека может способствовать усиленному проявлению эрозии, но она также может препятствовать её развитию и восстанавливать разрушенные эрозией земли. Прекращение эрозионных процессов возможно, однако для этого необходимо повышать культуру земледелия и организационно-хозяйственный уровень производства.

40.4. Диагностика и классификация эродированных почв

Эродированными называют почвы, потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием эрозионных и дефляционных процессов. Диагностика эродированных почв, используемых в земледелии, проводится по изменению морфологических

признаков пахотного горизонта и почвенного профиля в целом.

Согласно классификации, разработанной в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, почвы, подверженные смыву, подразделяются на слабо-, средне- и сильносмытые. В таблице 3 приводится классификация и диагностика смытых пахотных дерново-подзолистых, серых лесных и дерново-карбонатных почв.

Таблица 3 – Классификация и диагностика смытых пахотных дерново-подзолистых, серых лесных и дерново-карбонатных почв (по В.П. Ковриго. И.С. Кауричеву, Л.М. Бурлаковой, 2000)

Степень смытости почв*	Дерново-средне- и сильноподзолистые почвы	Дерново-слабоподзолистые, серые лесные и дерново-карбонатные почвы
Слабая	Смыт частично или полностью гумусовый горизонт, припахивается подзолистый. Цвет пашни серовато-белесый; в пахотном горизонте хорошо заметны пористые глыбки подзолистого горизонта с характерной слоистостью	Смыто не более половины гумусового горизонта. Окраска пашни более светлая по сравнению с несмытыми почвами
Средняя	Смыт гумусовый слой, частично или полностью подзолистый и местами припахивается иллювиальный. Поверхность пашни по цвету пятнистая, на белесом фоне распаханного подзолистого горизонта буровато-коричневые пятна иллювиального	Смыт почти полностью гумусовый слой и местами припахивается иллювиальный или А ₂ В горизонты, буровато-коричневые пятна которых хорошо заметны на поверхности пашни. В подпахотном слое гумуса содержатся десятые доли процента
Сильная	Смыты полностью гумусовый и подзолистый горизонты, частично иллювиальный, он же распахивается. Поверхность пашни буровато-коричневая	Смыт полностью гумусовый слой и частично иллювиальный, он же распахивается. Поверхность пашни буровато-коричневая

* При развитии эрозии к гумусовому горизонту постепенно

припахиваются нижние слои, в связи с чем при любой степени смытости пахотный слой представляет собой смесь горизонтов с преобладанием массы основного распахиваемого генетического горизонта.

Черноземы мощные и среднемощные всех подтипов с глубиной вспашки не менее 22 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов (А+В₁) более 50 см по степени эродированности классифицируют следующим образом:

– слабосмытые – горизонт А смыт на 30%; пахотный слой не отличается по цвету от несмытых почв; на поверхности почвы мелкие промоины.

– среднесмытые – горизонт А смыт более чем наполовину; пахотный слой имеет буроватый оттенок.

– сильносмытые – смыт полностью горизонт А и частично В₁; пахотный слой характеризуется бурым цветом, глыбистостью и склонностью образовывать корку.

Эродированные типичные, обыкновенные и южные черноземы с глубиной вспашки не менее 20 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов менее 50 см имеют следующие диагностические признаки:

– слабосмытые – смыто до 30% гумусового горизонта; припахивается верхняя часть горизонта В₁.

– среднесмытые – гумусовый горизонт смыт на 30–50%, в пахотный слой вовлекается большая часть или весь горизонт В₁.

– сильносмытые – смыта большая часть гумусовых горизонтов, распахиывается горизонт В₁ и часть горизонта В₂; окраска пашни близка к цвету почвообразующей породы.

Эродированные *каштановые почвы* имеют следующие диагностические признаки:

– слабосмытые – смыто до 30% мощности горизонтов А+В₁; в пашню вовлекается верхняя часть горизонта В₁.

– среднесмытые – смыто 30–50% мощности горизонтов А+В₁; в пахотный слой вовлекается значительная часть или весь горизонт В₁.

– сильносмытые – смыта большая часть гумусового слоя А+В₁; распахиывается горизонт В₂; цвет пашни близок к цвету почвообразующей породы.

Принято классифицировать не только смытые почвы, но и намытые. В зависимости от мощности отложений выделяют слабонамытые (мощность намытого слоя до 20 см), средненамытые (20–40 см) и сильнонамытые (более 40 см) почвы.

Категории эродированности можно устанавливать не только по уменьшению мощности почвенного профиля, но и по изменению запасов гумуса, как предлагал М.Н. Заславский.

Для характеристики почв по степени дефлированности часто используется классификация А.Ф. Родомакина, основанная на уменьшении мощности горизонтов А+В в целом. Согласно этой классификации почвы по степени дефлированности делятся на 4 категории:

- 1) слабдефлированные – выдуто до 20% горизонтов А+В;
- 2) среднедефлированные – 20–40%;
- 3) сильнодефлированные – 40–60 %;
- 4) весьма дефлированные – более 60%.

Существуют и другие классификации, в которых степень повреждения почвы ветровой эрозией устанавливаются по следующим показателям:

- проценту гибели посевов;
- выдуванию и отложению мелкозема;
- изменению микрорельефа.

Проблема классификации почв, подверженных водной и ветровой эрозии, до сих пор еще не решена, работы над этим продолжаются.

40.5. Свойства эродированных почв и приемы их улучшения

Свойства эродированных почв, по сравнению с неэродированными, значительно ухудшаются и изменяются под влиянием многих факторов. Общие признаки и свойства, характерные для большинства эродированных почв, следующие:

1. Уменьшается мощность профиля и глубина залегания карбонатов по сравнению с неэродированными почвами того же генетического профиля. Смытые и выдутые почвы имеют более

светлую окраску поверхности.

2. Гранулометрический состав верхнего горизонта обедняется глинистыми и илистыми фракциями в результате их выноса водой или ветром. В верхнем горизонте накапливаются более крупные частицы (размером более 0,05 мм).

3. Количество органического вещества уменьшается, питательный режим становится неудовлетворительным вследствие пониженного содержания подвижных соединений азота, фосфора, калия и микроэлементов. Почвенный раствор характеризуется повышенными значениями рН.

4. Уменьшается прочность и количество водопрочных агрегатов, что обусловлено снижением содержания глинистых фракций и органического вещества. Почвы имеют повышенную плотность сложения, низкую пористость и уменьшенную некапиллярную скважность.

5. Ухудшается водный, воздушный и тепловой режимы, снижается полевая влагоемкость и водопроницаемость, повышается испарение почвенной влаги, ухудшается аэрация.

6. Уменьшается численность почвенных микроорганизмов, почвы отличаются слабой биологической активностью.

7. Ухудшаются физико-механические свойства: повышается липкость и пластичность. На поверхности образуется корка, повышающая сопротивляемость почв при их обработке.

8. Снижается урожай сельскохозяйственных культур, ухудшается его качество.

Таким образом, в результате эрозионных и дефляционных процессов снижается плодородие почв, что требует проведения мероприятий с целью восстановления утраченного плодородия. К таковым относятся следующие:

1) внесение органических удобрений (чтобы компенсировать потери гумуса в результате эрозии, необходимо вносить в 3–4 раза больше органического вещества, чем было его смыто, т.к. гумифицируется не более 25–30% внесенного в почву навоза);

2) посев сидеральных культур (в качестве зеленого удобрения применяют однолетний и многолетний люпины, донник, люцерну, клевер, чину, горох, кормовые бобы, вику,

сераделлу; высевают их ранней весной или летом после снятия урожая основной культуры);

3) внесение минеральных удобрений (поскольку чаще всего в смытых почвах отмечается недостаток азота, а в черноземах – фосфора, то именно азот- и фосфорсодержащие удобрения в первую очередь следует вносить в эродированные почвы);

4) внесение микроэлементов (цинка, молибдена, кобальта, меди, марганца);

5) известкование кислых подзолистых почв;

6) внесение полимеров-структурообразователей, особенно на подзолистых почвах;

7) гумусовая мелиорация – землевание (для восстановления мощности гумусового горизонта используется материал из гумусовых горизонтов почв с участков, отведенных под строительство, намывных почв подножий склонов, пойм малых рек, илистых отложений прудов и др.).

40.6. Мероприятия по защите почв от водной эрозии и дефляции

Для защиты почв от эрозии применяются разнообразные противоэрозионные мероприятия, которые принято объединять в 4 группы:

1) организационно-хозяйственные;

2) агротехнические (или агромелиоративные);

3) лесомелиоративные (или агролесомелиоративные);

4) гидротехнические (гидромелиоративные, или инженерно-технические).

40.6.1. Организационно-хозяйственные противоэрозионные мероприятия

Организационно-хозяйственные мероприятия заключаются в правильном размещении различных угодий, населенных пунктов, что исключало бы развитие эрозии. Эти мероприятия должны включаться в организационный план хозяйства и

охватывать как территорию, на которой развита эрозия, так и водосборные площади, где формируется поверхностный сток. К организационно-хозяйственным мероприятиям относятся следующие:

А) правильное размещение дорожной сети и населенных пунктов;

Б) рациональное соотношение пашни, луга, выгона и леса и наилучшее их размещение по элементам рельефа;

В) применение противоэрозионных и почвозащитных севооборотов.

С.С. Соболев предложил выделять 9 категорий земель, объединяя их в три группы в зависимости от рекомендуемой интенсивности их использования.

Группа А: включает земли, интенсивно используемые в земледелии (пахотные земли). В этой группе выделяют 4 категории земель:

1-я категория – земли, не подверженные водной и ветровой эрозии, не нуждающиеся в проведении противоэрозионных мероприятий (сюда входят ровные площади с уклоном до 1°); пригодны для выращивания любых культур.

2-я категория – земли, подверженные слабой эрозии, на которых необходимы простейшие агротехнические мероприятия (например, вспашка поперек склона); сюда включаются приводораздельные части склонов с уклоном $1-3^\circ$; используются под полевые севообороты.

3-я категория – земли, расположенные на склонах крутизной $3-4^\circ$ и подверженные средней эрозии; поверхность слабо расчленена ложбинами и промоинами; необходимы некоторые специальные противоэрозионные мероприятия (например, прерывистое бороздование, безотвальная обработка и др.); используются в полевом и почвозащитном севообороте; необходимо применять агротехнические и лесомелиоративные мероприятия.

4-я категория – земли, подверженные сильной эрозии, занимают склоны крутизной $4-6^\circ$; поверхность склонов расчленена промоинами и ложбинами; требуется специальная

организация территории в сочетании со сложными противозерозионными мероприятиями; организуются специальные почвозащитные севообороты, применяется полосное земледелие, устанавливаются инженерно-технические сооружения; земли могут использоваться под виноградники и сады.

Группа Б: включает земли, пригодные для ограниченной обработки. В этой группе выделяется одна категория – пятая.

5-я категория – земли на склонах крутизной от 3–5 до 10°, сильно расчлененные ложбинами, промоинами и оврагами, т.е. подверженные очень сильной водной или ветровой эрозии; не пригодны для постоянного возделывания полевых культур; на них можно устраивать пастбища и сенокосы в специальном лугопастбищном севообороте.

Группа В: включает земли, не пригодные для обработки, занятые овражно-балочной сетью. В этой группе выделяют 4 категории земель:

6-я категория – земли, занимающие берега и дно балок, не пригодные для включения в лугопастбищный севооборот; используются как сенокосы и пастбища с нормированным выпасом.

7-я категория – то же, что и 6-я категория, но с очень строго нормированным выпасом. Это крутые склоны балок. Возможно проведение облесения.

8-я категория – земли, не пригодные для земледелия, сенокосения и выпаса, но пригодные для лесоразведения. Это овраги, оползневые, сильноэродированные, щебеночные участки балок.

9-я категория – земли, не пригодные для использования в сельском хозяйстве и лесоводстве. Это так называемые «бросовые» земли (обрывы, каменистые осыпи). В некоторых случаях могут использоваться для куртинного облесения на участках, где могут расти деревья и кустарники.

В дополнение к выделенным С.С. Соболевым девяти категориям земель в условиях Нечерноземной зоны выделяется 10-я категория – лесные насаждения и естественные леса в

оврагах, балках, речных долинах и на крутых склонах. На этих землях применяют лесохозяйственные меры для повышения их продуктивности и противоэрозионной роли.

К организационно-хозяйственным противоэрозионным мероприятиям относят мероприятия, направленные на ограничение степени хозяйственного освоения территории, а именно:

- запрещение или ограничение рубки леса;
- ограничение распашки земель и пастьбы скота;
- сохранение при освоении новых земель участков леса и луга противоэрозионного назначения.

Организационные мероприятия должны сочетаться с агротехническими, лесомелиоративными, а в случае необходимости и инженерно-техническими мероприятиями.

40.6.2. Агротехнические противоэрозионные мероприятия

Агротехнические противоэрозионные мероприятия затрагивают два основных элемента системы земледелия: 1) порядок использования земли в севообороте; 2) систему механической обработки почв. Эта группа мероприятий включает следующие:

1. Исключение из севооборотов чистых паров, являющихся наиболее опасным в отношении эрозии видом угодий, и замена их в зоне избыточного и достаточного увлажнения занятыми парами. В районах недостаточного увлажнения чистые пары сохраняют, но защищают их специальными противоэрозионными приемами.

2. Использование промежуточных и совместных посевов. Промежуточными называют культуры, которые возделывают на пашне в промежуток времени, свободный от возделывания основных культур севооборота. В эрозионноопасных районах пропашные культуры (например, кукурузу, подсолнечник), плохо защищающие почву от эрозии на ранних стадиях развития, совмещают с другими культурами (зернобобовыми, сорго, суданской травой, горохом) для усиления защитной роли

посевов.

3. Применение узкорядного и перекрестного посевов, приводящих к уменьшению поверхностного стока и смыва почвы.

4. Полосное размещение культур на склонах. Используются буферные полосы по горизонталям местности в виде узких лент (4–6 метров шириной и более) из многолетних и однолетних культур (озимой пшеницы, вики, бобово-злаковых смесей) на парах, на полях с пропашными культурами, в садах. При увеличении крутизны склонов ширину буферных полос увеличивают. В том случае, когда она становится равна ширине межполосного пространства, говорят о полосном размещении культур и контурно-полосном земледелии. При этом ширина полос составляет 30–40 метров.

5. Введение почвозащитных севооборотов. Почвозащитными называют севообороты, которые, во-первых, размещены на эродированных частях склонов; во-вторых, значительно насыщены почвозащитными культурами (как правило, многолетними травами); в-третьих, связаны с усиленным применением на их территории всех необходимых средств и приемов противоэрозионной защиты.

6. Мульчирование почвы. Самым дешевым способом мульчирования является сохранение на поверхности почвы послеуборочных остатков. Мульчирующими материалами могут быть солома, стержни кукурузных початков, навоз, специально созданные эмульсии латексов и смол в воде, полимерные материалы, которыми покрывают поверхность почвы для защиты ее от водной и ветровой эрозии.

7. Противоэрозионная обработка почвы: а) вспашка, культивация, боронование и посев культур в направлении, близком к горизонталям; б) глубокая вспашка и вспашка с почвоуглублением, позволяющая увеличить водопроницаемость почв; в) глубокое полосное рыхление почвы; г) ступенчатая вспашка, приводящая к созданию ступенчатой формы плужной подошвы и чередующихся борозд разной глубины на поверхности почвы, затрудняющих поверхностный сток.

8. Водозадерживающая обработка почвы: а) создание противозрозионного нанорельефа (лункование, прерывистое бороздование, поделка микролиманов); б) обвалование; в) поделка водоотводных борозд; г) кротование.

9. Снегозадержание и регулирование снеготаяния. С этой целью используются кулисы из высокостебельных растений; стерневые кулисы; снегопахота (формирование снежных валов с наклонными стенками поперек господствующих ветров или перекрестно); полосное уплотнение снега с помощью тяжелых водоналивных катков, заполненных песком или 40%-ным раствором калийной соли; полосное обнажение почвы или зачернение снега золой, торфом, почвой полосами.

При борьбе с дефляцией в рамках агротехнических противозрозионных мероприятий также используется полосное размещение культур (поперек направлению господствующих ветров), мульчирование поверхности послеуборочными остатками, а также жидким навозом, посев промежуточных культур, устройство кулис, травосеяние. Последнее является единственным способом предотвращения эрозии на ветроударных склонах с почвами, характеризующимися низкой противодефляционной стойкостью, в так называемых «ветровых коридорах» (представляющих собой геоморфологический район в виде широкой депрессии или сочетания депрессий, в котором при определенном направлении ветра, близком к направлению продольной оси депрессии, постоянно отмечается усиление его скорости), а также на песчаных террасах рек.

40.6.3. Лесомелиоративные противозрозионные мероприятия

Мелиоративная роль лесных насаждений заключается в улучшении водного и температурного режимов сельскохозяйственных угодий, в повышении противозрозионной и противодефляционной стойкости почв, в снижении интенсивности воздействия на почвы водных и воздушных потоков. Лесные полосы выполняют разные функции, что отражается в их названии. Существуют следующие виды лесных

полос:

1. *Полезащитные* – создаются преимущественно на равнинных территориях, где имеется опасность ветровой эрозии. Они имеют различную ширину и плотность и защищают поля от засух, суховеев и пыльных бурь. Снижают скорость ветра с наветренной стороны на расстоянии, равном 5–10-кратной их высоты, а с подветренной стороны на расстоянии, равном 25–30-кратной высоты полосы, способствуют накоплению и равномерному распределению снега в межполосном пространстве.

2. *Привражные и прибалочные* – располагаются вдоль бровки оврагов и балок, приспособлены для перехвата концентрированного стока с прилегающих к оврагам и балкам земель, перевода его полностью или частично во внутрипочвенный сток.

3. *Стокорегулирующие* лесные полосы – применяются на приводораздельных склонах, где возникает опасность смыва и размыва почв. Ориентируются они в направлении, перпендикулярном линиям стока без учета направления ветра. Основное назначение – перехват поверхностного стока и перевод его во внутрипочвенный.

4. *Кольматирующие* лесные насаждения – располагаются по дну и склонам оврагов, балок, ложбин и предназначены для задержания наносов. Состоят не только из древесных пород, но и из кустарников, что увеличивает плотность их конструкции.

5. *Садозащитные* насаждения – создаются по внешним границам садовых насаждений (окружные лесные полосы) и по границам кварталов (ветроломные линии) внутри сада (виноградника) для усиления действия окружных полос.

6. *Лесные насаждения для защиты прудов* и водохранилищ от заиления, предохранения берегов от разрушения волнобоем, ослабления испарения с водной поверхности и улучшения санитарного состояния водоемов.

40.6.4. Гидротехнические противоэрозионные мероприятия

К гидротехническим противоэрозионным мероприятиям относятся различные инженерные сооружения, в задачу которых входит задерживать или регулировать склоновый сток, а также работы, связанные с мелиорацией уже разрушенных эрозией земель и освоением крутых склонов (засыпка промоин и оврагов, выполаживание их откосов, планировка склонов, террасирование и др.). Они являются высоко эффективными и дорогостоящими, поэтому выступают в качестве завершающего звена в комплексе противоэрозионных мероприятий.

Гидротехнические сооружения создаются на водосборной площади, в вершинах оврагов и по дну оврагов. На водосборной площади устраиваются валы-террасы, задерживающие сток, водозадерживающие валы, распылители стока, водоотводные (водонаправляющие) валы (или нагорные каналы). В вершинах оврага для обеспечения безопасного сброса концентрированного поверхностного стока на нижние уровни создают быстротоки, перепады и консоли, способствующие приостановке роста оврагов. На дне оврагов устраивают донные сооружения и запруды, которые необходимы для остановки дальнейшего углубления дна.

Не обязательно, чтобы в состав противоэрозионной системы, применяемой на той или иной территории, входили и агротехнические, и лесомелиоративные, и гидротехнические мероприятия. Необходимо на эрозионноопасных участках вводить оптимальный противоэрозионный комплекс для конкретных экономических и природно-климатических условий.

Контрольные вопросы

1. Какие критерии положены в основу классификации эрозионных процессов?
2. В чем заключается сущность поверхностной и линейной эрозии?
3. Какие размывы относят к водороинам, промоинам и оврагам?
4. Охарактеризуйте повседневную дефляцию и пыльные бури.
5. Перечислите виды ущерба, причиняемого эрозией и дефляцией.
6. Назовите факторы водной и ветровой эрозии почв.
7. Какие почвы называют эродированными?
8. По каким критериям устанавливаются категории эродированности и дефлированности почв?
9. Охарактеризуйте свойства эродированных почв. Назовите приемы их улучшения.
10. Изложите сущность организационно-

хозяйственных противоэрозионных мероприятий. 11. Перечислите агротехнические противоэрозионные мероприятия. 12. Назовите виды лесных полос. Какие функции они выполняют? 13. Какие противоэрозионные мероприятия относятся к гидротехническим?

Глава 41 Земельные ресурсы России

41.1. Земельный кадастр, классификация земель и состояние земельных ресурсов

С целью обеспечения рационального использования и охраны земельных ресурсов вводится Государственный земельный кадастр, содержащий совокупность достоверных и необходимых сведений о хозяйственном, правовом и природном положении земель. В Земельный кадастр включены следующие составные части:

1) государственная регистрация землепользований – оформление прав пользования землей сельскохозяйственными и несельскохозяйственными землепользователями, а также гражданами;

2) количественный учет земель по землепользователям и по угодьям;

3) характеристика качества земель по их классам, гранулометрическому составу почв и признакам, определяющим их плодородие, а также по культурно-техническому состоянию кормовых угодий;

4) бонитировка (качественная оценка) почв;

5) экономическая оценка сельскохозяйственных угодий;

6) земельно-кадастровые документы и материалы.

Земельный кадастр основан на изучении земельных ресурсов страны. Основными источниками сведений о земле являются различные съемки (особенно важное значение имеет аэрофотосъемка), специальные почвенные, геоботанические, геоморфологические, мелиоративные и агрохозяйственные обследования, обмеры, материалы лесо- и землеустройства. Учет всех материалов осуществляется землеустроительной

службой.

Материалы земельного кадастра играют большую роль в решении многих вопросов, связанных с организацией использования и охраны земель, управлением земельным фондом страны, проведением землеустройства, мониторинга земель и др.

Общая площадь земельного фонда России составляет 1 709 503,7 тыс. га. Все земли по их назначению классифицируют на следующие категории:

Категория 1 – земли сельскохозяйственного назначения

Категория 2 – земли лесохозяйственного назначения

Категория 3 – земли городов и населенных пунктов

Категория 4 – земли промышленности, транспорта, связи и др.

Категория 5 – земли природоохранного, оздоровительно-рекреационного и историко-культурного назначения

Категория 6 – земли водохозяйственного назначения

Категория 7 – земли запаса (земли, не предоставляемые юридическим и физическим лицам в собственное владение, пользование или аренду).

В каждой категории земельного фонда выделяют земельные угодья, представляющие собой конкретные участки земель, обладающие специфическими естественно-историческими свойствами с целевой природной и хозяйственной значимостью. Все земельные угодья подразделяются на сельскохозяйственные (пашня, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища, залежь) и несельскохозяйственные (леса, кустарники, постройки, дороги, овраги, болота, пески и др.).

К сельскохозяйственным угодьям относятся земли, которые систематически используются для производства сельскохозяйственной продукции. Они занимают площадь 221 млн. га (12,9%) общей территории Российской Федерации. Основные площади сельскохозяйственных угодий сосредоточены в первой категории земель (191 млн. га, или 86,2%), значительные площади расположены на землях населенных пунктов (11 млн. га), в земельном запасе их доля

составляет 14 млн. га. В структуре сельскохозяйственных угодий на пашню приходится 57,3%, на сенокосы и пастбища – 40,7%, на многолетние насаждения – 0,8%.

Леса и кустарники (без оленьих пастбищ) занимают 45,5% площади России (более 778 млн. га), болота – 6,4%, земли под водой – 4,1%.

Итак, *земельный кадастр* – это система государственных мероприятий по всестороннему изучению природного, хозяйственного и правового положения земель путем проведения регистрации объектов и субъектов прав на земельные участки; достоверного учета количества и качества земель, качественной и экономической оценки земель для организации использования земель и установления реальной платности землепользования.

Состояние земельных ресурсов. Земельные ресурсы России ограничены по плодородию, влаго- и теплообеспеченности. В связи с чем их использование требует дополнительных затрат. Примерно 50% площади пахотных угодий характеризуются недостатком тепловых ресурсов для возделывания таких теплолюбивых культур, как кукуруза (на зерно), подсолнечник, сахарная свекла и др. Примерно 10% пашни испытывает недостаток влаги. Лишь 10% пахотных угодий характеризуются оптимальным сочетанием тепла и влаги. Около 75% пашни расположено на потенциально плодородных почвах: черноземах, лугово-черноземных, серых лесных, темно-каштановых, пойменных. Однако фактическое плодородие их часто невысокое, что связано с неблагоприятными природными условиями (недостаточным или избыточным увлажнением, неудовлетворительной теплообеспеченностью) и проявлением негативных явлений, вызванных антропогенным фактором.

На большей части пахотных угодий за счет развития процессов эрозии, дефляции, дегумификации отмечается снижение содержания гумуса. Водной эрозии подвержено до 30 млн. га пашни (23%), ежегодно эти площади увеличиваются. Около 10% пахотных угодий дефлированы.

В результате применения тяжелой сельскохозяйственной

техники, низкой культуры земледелия пахотные почвы переуплотняются, ухудшаются их структура и водно-воздушный режим. В силу этих причин снижение урожая достигает 50%.

На значительной площади орошаемых земель, доля которых составляет 4,5% от всей площади пахотных угодий, наблюдается вторичное засоление и осолонцевание, что делает эти почвы непригодными для дальнейшего использования. Такие земли списывают и переводят в другие земельные угодья.

На долю солонцовых комплексов, обладающих неблагоприятными физическими свойствами и вследствие этого низким плодородием, приходится 8–9% пахотных угодий.

На значительных площадях пахотных земель (4 млн. га) отмечается техногенное загрязнение, а в некоторых областях (Брянской, Челябинской и др.) наблюдается радиоактивное загрязнение.

В почвах, подверженных загрязнению и переуплотнению, снижается биологическая активность, уменьшается численность полезных микроорганизмов, дождевых червей, и увеличивается количество стойких микроскопических грибов, оказывающих токсическое действие на культурные растения.

Невысоким плодородием характеризуются и естественные кормовые угодья России, занимающие площадь около 88 млн. га (из них на сенокосы приходится 26%, на пастбища – 74%). Примерно половина сенокосов расположена в таежно-лесной и лесостепной зонах Сибири и Дальнего Востока, а половина пастбищных угодий – в засушливых регионах юго-восточной части России и Юго-Западной и Восточной Сибири. Около 15% кормовых угодий находятся в неудобных по рельефу условиях, 10% сенокосов и 20% пастбищ размещаются на солонцовых комплексах, более 11% и 8% кормовых угодий – на засоленных и заболоченных землях соответственно, 36% сенокосов и 30% пастбищ – на кислых почвах. Каждый пятый гектар кормовых угодий подвержен эрозионным и дефляционным процессам. В связи с этим продуктивность естественных кормовых угодий крайне низкая – в 3–4 раза ниже продуктивности кормовых культур на пашне.

Особой охраны требуют олени пастбища, на долю которых приходится около 20% тундровой зоны России. Почвенный покров, представленный мерзлотными, малопродуктивными почвами, чрезвычайно раним и легко разрушается при перегрузке пастбищ, проездов вездеходов, а также в результате проводимых геологоразведочных, строительных работ, добычи полезных ископаемых.

Серьезные опасения вызывает и состояние лесных угодий, занимающих 54% площади России. В северных районах, где расположены основные массивы лесов, почвенное плодородие лимитируется недостатком тепла, заболоченностью, вечной мерзлотой, малой мощностью профиля, повышенной кислотностью, бедностью элементами питания. Почвы под лесами в южных регионах страны более плодородны, однако, площади лесных угодий здесь небольшие. Интенсивная вырубка лесных массивов с применением тяжелой техники сопровождается значительными нарушениями почвенного покрова, а в горных районах способствует активизации эрозии почв. Большой ущерб почвам наносят и лесные пожары.

Таким образом, характеристика земельных ресурсов России свидетельствует о необходимости проведения охранных мероприятий, направленных на защиту почв от физического разрушения под влиянием эрозии и дефляции, техногенного, химического и радиоактивного загрязнения и других антропогенных воздействий.

41.2. Принципы рационального агроэкологического землепользования

Землепользование – это форма распоряжения землей с целью извлечения из земли полезных свойств или дохода путем свободного хозяйствования, рациональной организации территории, защиты земель от процессов разрушения и загрязнения, использования имеющихся на участке полезных ископаемых. Порядок землепользования определяется соответствующим законодательством. Почвенный покров при

этом может быть использован и как предмет, и как средство труда. Прежде всего, почва и почвенный покров представляют собой место для поселения человека, в то же время почва является одним из основных средств производства и объектом труда в сельском хозяйстве. Сельскохозяйственные отрасли (земледелие, животноводство и др.), а также лесохозяйственное производство основываются на использовании почвенного плодородия. Деятельность человека в других областях хозяйства (строительство, добыча полезных ископаемых и др.) сопровождается отчуждением больших площадей часто плодородных земель.

Рациональное землепользование обязательно должно учитывать природные факторы, поскольку они формируют необходимые предпосылки развития того или иного типа землепользования. Так, климат, рельеф, почвы, растительность являются важными характеристиками ландшафтов, влияющими на организацию землепользования.

Принято различать следующие типы землепользования в зависимости от характера и структуры почвенного покрова (Ковда, Розанов, 1988):

А. Земледельческое землепользование (неорошаемые и орошаемые пахотные земли);

Б. Пастбищное землепользование (улучшенные сенокосы и пастбища, естественные (отгонные) пастбища);

В. Смешанное землепользование (сочетание пашни, лугов и пастбищ);

Г. Земли, не используемые в сельском хозяйстве.

Эколого-географические границы распространения культурных растений и животных, предъявляющих к среде обитания разные экологические требования, определяются *климатом*. Недостаток тепла ограничивает развитие растениеводства в открытом грунте, недостаток влаги (при снижении гидротермического коэффициента по Селянинову до 0,5) делает нерентабельным богарное земледелие, поэтому, при невозможности проведения оросительных мелиораций, в этих

условиях основным типом землепользования становится пастбищное хозяйство.

Кроме климата при выборе типа землепользования необходимо учитывать и *рельеф местности*. В большей степени от рельефа зависит земледелие, поскольку распашка склонов возможна лишь при крутизне склона не более 8°, в то время как пастбищное землепользование находится в меньшей зависимости от этого фактора. Однако нерегулируемый выпас скота, чрезмерная нагрузка на пастбища, особенно горные, приводят к нарушению почвенного покрова под влиянием усиливающихся эрозионных и дефляционных процессов в условиях уничтожения растительного покрова и разрушения дернины.

Как правило, чисто сельскохозяйственные или пастбищные типы землепользования встречаются редко, чаще распространены смешанные агроландшафты, где имеются экологические условия для развития и земледелия, и пастбищного хозяйства.

Выбор рационального типа землепользования определяется географо-экологическими условиями территории. Например, в условиях *холодного пояса*, в зоне арктических пустынь и среднетаежных лесов, где агропроизводство ограничено природными ресурсами (недостаток тепла), складывается пригородный или подсобный тип земледелия с возделыванием огородных и кормовых культур на базе теплиц и дорогостоящих агротехнических мелиораций. Особую роль в землепользовании в этом регионе играет оленеводство. В *умеренном поясе* ландшафты характеризуются высокими значениями годовых, месячных и суточных амплитуд температур. Зимы довольно суровые, что ограничивает произрастание многих многолетних культур. К лимитирующим факторам нередко относятся рельеф местности и дефицит атмосферного увлажнения в вегетационный период. Здесь землепользование представлено в основном сочетанием земледелия и животноводства.

Активное использование земельных ресурсов (распашка земель, вырубка лесов), как правило, вызывает негативные последствия, а именно:

- 1) происходит снижение кормообеспеченности животноводства;
- 2) уменьшается продуцирование кислорода и увеличение концентрации диоксида углерода;
- 3) изменяется климат;
- 4) усиливается разрушение почв в результате активизации эрозионных и дефляционных процессов и др.

Предотвращение этих явлений возможно только в условиях рационального использования земельных ресурсов, которое одновременно с решением задач продовольственной проблемы должно строго учитывать региональные и локальные особенности почвенного покрова, сохранности земель и повышения их плодородия.

Контрольные вопросы

1. Что такое земельный кадастр?
2. Перечислите основные источники сведений о земельных ресурсах.
3. Назовите категории земель.
4. Охарактеризуйте состояние земельных ресурсов РФ.
5. Какие типы землепользования принято различать?
6. Назовите принципы рационального агроэкологического землепользования.
7. Какими негативными последствиями сопровождается вырубка лесов и распашка земель?

Глава 42 Основы экологического картографирования. Почвенные карты: принципы их составления и использования

Экологическое картографирование – это один из видов тематического картографирования, отражающий состояние экосистем и воздействие на них. Под воздействием на экосистемы имеется в виду антропогенная нагрузка, степень загрязнения различных компонентов, размещение заповедников и других охраняемых территорий, распространение редких и исчезающих животных и растений, специфических биотопов и т.д.

Экологическое картографирование позволяет раскрыть характер, направленность и уровень антропогенных воздействий, степень устойчивости природных систем на определенной территории и играет важную роль в выработке

научно-обоснованных решений по различным проблемам в области рационального использования земель, в том числе агроэкологического землепользования, а также природоохранной деятельности. Экологические карты – это уменьшенные обобщенные изображения земной поверхности, содержащие определенные данные о воздействии на окружающую среду, ее состоянии и последствиях его изменения.

42.1. Характеристика картографических материалов. Почвенные карты и картограммы

Картографические материалы. В соответствии с современной классификацией картографических материалов по содержанию различают три большие группы карт:

1) *общегеографические* – отображают совокупность разнообразных природных особенностей территории, например, рельеф, водные объекты, растительность и др. Они имеют универсальное, многоцелевое значение при изучении территории.

2) *тематические* – карты природы, общественных явлений, природно-общественной сферы. Они представлены крупными блоками, включающими карты геологические, геофизические, метеорологические, гидрологические, океанологические, почвенные, ботанические, зоогеографические, медико-географические, населения, хозяйства, науки и культуры, загрязнения почв, загрязнения вод и др.

3) *специальные* – предназначены для решения определенного круга задач, чаще всего технической направленности. Например, карты навигационные, кадастровые, технические, проектные и др.

Кроме этого картографические материалы подразделяют на аналитические и синтетические (типологические). Объекты на *аналитических картах* представляют по тем или иным характерным показателям и свойствам (площадь эродированных земель, продуктивность пастбищ и т.д.). Такие карты содержат

количественные оценки. *Синтетические (типологические) карты* составляют по совокупности различных параметров, служащих основой для районирования территории, они содержат качественные оценки.

Наряду с картами широко используются различные атласы, картосхемы и картограммы.

Карты являются своего рода моделью состояния отдельных экосистем и позволяют отображать состояние объектов картирования на конкретную дату, а, следовательно, получать сравнительную характеристику их изменений для различных временных интервалов.

Почвенные карты и картограммы. Без применения почвенных карт (карта – это изображение какой-либо территории в некотором уменьшении) и агрономических картограмм рациональное ведение хозяйства, использование природного и эффективного плодородия почв невозможны. Почвенная карта – это изображение почвенного покрова территории, она дает наглядное представление о качестве и расположении почв. Почвенные карты могут иметь различный масштаб (т.е. уменьшение, в котором показаны на карте площади распространения различных почв), на основании которого они делятся на мелко-, средне-, крупномасштабные и детальные.

Мелкомасштабные карты имеют масштаб мельче 1:300 000, они отображают почвенный покров крупных территорий: республик, краев, областей, всей страны. Такие карты предназначены для государственного учета земельных фондов, природного районирования, планирования размещения сети сортоиспытательных и зональных опытных станций и других мероприятий в пределах страны, республики, края.

Среднемасштабные карты имеют масштаб 1:300 000 – 1:100 000 и представляют собой почвенные карты административных районов. Такие карты используются местными планирующими организациями для разработки государственных плановых заданий, проведения мелиоративных работ, распределения минеральных удобрений и т.д.

Крупномасштабные карты имеют масштаб 1:50 000 – 1:10 000 и представляют собой почвенные карты территорий отдельных хозяйств, например фермерских. Такие карты используют для внутривозвращенного землеустройства, разработки дифференцированной системы агротехнических мероприятий, правильного применения удобрений, проведения противозерозийных и мелиоративных работ и т.д.

Детальные карты имеют масштаб 1:5 000 – 1:2 000. Они составляются для территорий опытных станций, плантаций многолетних насаждений и др. Такие карты необходимы при закладке многолетних опытов, для выбора участка под плодовые культуры и др.

Почвенные карты часто сопровождаются агрономическими *картограммами*, представляющими схематические сельскохозяйственные карты. Их делят на расшифровывающие и рекомендуемые. *Расшифровывающие картограммы* отображают отдельные важнейшие свойства почвенного покрова, например, картограммы гранулометрического состава, гумусированности почв, мощности гумусового горизонта, эродированности земель и т.д. *Рекомендуемые картограммы* содержат рекомендации по использованию почв. К ним относятся картограммы агропроизводственной группировки, типов земель, картограмма кислотности почв и нуждаемости их в известковании, картограмма поливных режимов и др.

Картограммы существенно дополняют и детализируют почвенные карты. Кроме этого, и почвенные карты, и агрономические картограммы дополняют пояснительными почвенными очерками, которые содержат подробную агрономическую характеристику почв и рекомендации по их рациональному использованию.

42.2. Агропроизводственные группировки почв и земель и критерии их составления

При практическом использовании материалов почвенных исследований проводят объединение выделенных на карте почв

в группы по сходности их свойств, определяющих агропроизводственные качества и общность приемов использования. С этой целью проводят агропроизводственную группировку почв или объединяют почвы в группы (т.е. проводят типизацию земель). Таким образом, *агропроизводственная группировка почв* – это объединение их видов и разновидностей в более крупные агропроизводственные группы по общности свойств, близости экологических условий, сходству качественных особенностей и уровней плодородия, однотипности необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Различают три типа агропроизводственных групп:

1. Объединение почв в соответствии с требованиями отдельных культур (например, для чая важно учитывать рН и отвергать все карбонатные почвы; для конопли в первую очередь имеет значение богатство элементами питания и структурность почвы, для винограда – сухость, малогумусность, щелочность).

2. Объединение почвы в агропроизводственные группы в соответствии с требованиями отдельных экологических групп сельскохозяйственных культур или типов использования угодий.

3. Общие группировки почв, построенные без расчета на какие-либо определенные культуры и учитывающие оценку земель в целом, показывающие возможное рациональное использование почв.

В целом при составлении агропроизводственной группировки учитывают следующие показатели:

1) близкие водно-воздушные и тепловые свойства (эти свойства выявляются на основе оценки гранулометрического состава, сложения, мощности гумусового горизонта, а также учета гидрологических условий и положения почв в рельефе).

2) сходство питательного режима и условий применения удобрений (питательный режим и условия применения удобрений определяются валовыми запасами элементов питания растений и содержанием подвижных их форм, степенью

гумусированности, физико-химическими свойствами, реакцией почвенного раствора, окислительно-восстановительными условиями и др.).

3) близость свойств, определяющих отношение почв к механизированной обработке (к таким свойствам в первую очередь относятся гранулометрический состав, строение почвенного профиля, физические и физико-механические свойства).

4) потребность почв в проведении мелиоративных мероприятий (необходимость тех или иных приемов мелиорации выявляется на основе оценки почв по степени заболоченности, солонцеватости, солончаковатости, кислотности, эродированности, каменистости; при этом учитываются геоморфологические условия, глубина залегания грунтовых вод, их химический состав и степень минерализации).

5) содержание вредных для растений веществ (к вредным веществам относятся такие как токсичные водорастворимые соли (например, сода, сульфаты и хлориды натрия и др.), тяжелые металлы, соединения 2-х-валентных железа и марганца, сульфиды, подвижный алюминий и др.).

6) наличие процессов засоления и их интенсивность.

Почвы, объединенные в одну агропроизводственную группу, в дальнейшем имеют одинаковую направленность их сельскохозяйственного использования и единый комплекс агротехнических, мелиоративных и противоэрозионных приемов.

Кроме агропроизводственной группировки почв проводят *группировку земель*, под которой понимают объединение земель по оценке их пригодности для сельскохозяйственного использования. Группировка земель основывается на изучении и оценке многих компонентов: рельефа, почв, условий увлажнения, структуры почвенного покрова и проводится с учетом экономических факторов (к таковым относятся удаленность от промышленных и городских центров, состояние

подъездных путей и т.д.). При этом различают категории и классы земель.

Критерием выделения *категорий земель* является их качественное состояние с точки зрения оценки их возможного использования в агропроизводстве. Выделяют 7 категорий земель:

- 1 – пригодные под пахотные угодья,
- 2 – пригодные по сенокосные угодья (так называемые луговые),
- 3 – пригодные под пастбищные угодья,
- 4 – пригодные под сельскохозяйственные угодья после коренной мелиорации (низинные болотные почвы, засоленные почвы и др.),
- 5 – малопригодные под сельскохозяйственные угодья земли,
- 6 – непригодные для сельскохозяйственных угодий земли (скалы, осыпи и др.),
- 7 – нарушенные земли (карьеры, горные выработки и др.).

Категории земель разделяют на *классы*, под которыми понимают участки с близкими природными и хозяйственными качествами, общностью использования и приемов окультуривания и охраны. Выделяют 37 классов, 14 из которых входит в категорию пахотных земель. В этой категории классы выделяют по генетическим особенностям почв (такими особенностями являются гранулометрический состав, карбонатность, переувлажненность, эродированность, окультуренность и др.) с учетом геоморфологических условий и дренированности территории. При группировке почв в группы земель обязательно оцениваются агрономическая однородность и совместимость структуры почвенного покрова. Группировка почв и земель завершается составлением картограмм агропроизводственной группировки почв и картограмм групп земель.

42.3. Использование почвенных карт, картограмм и материалов почвенных исследований

Почвенные карты и картограммы широко используются в сельском хозяйстве. Они необходимы для:

- учета почвенных ресурсов землепользователей,
- внутрихозяйственного землеустройства территории с обеспечением ее экологической устойчивости,
- разработки дифференцированной агротехники, соответствующей почвам с различными свойствами,
- подбора культур и сортов с учетом особенностей почв и положения их в рельефе,
- выявления почв, нуждающихся в проведении мелиоративных мероприятий.

Без анализа и обобщения почвенных карт и картограмм агропроизводственных групп почв и земель невозможно осуществлять *землеустроительные работы*, в ходе выполнения которых часто приходится объединять в более крупные группы все многообразие почв, выделенных на почвенной карте с учетом их близости по генетическим и агрономическим свойствам, возможной однотипности их использования и единой направленности приемов улучшения.

Почвенные материалы позволяют правильно выделить территории под различные севообороты, нарезать поля в пределах каждого севооборота и т.д.

Важную роль материалы почвенных исследований играют в *области химизации* сельскохозяйственного производства. Так, с целью рационального применения удобрений необходимо учитывать показатели, характеризующие пищевой режим почв (он оценивается по валовым запасам элементов питания: азота, фосфора, калия, и содержанию доступных их форм), а также оценивать весь комплекс почвенных условий. Наиболее важными почвенными условиями, определяющими плодородие, являются водно-воздушный, температурный, микробиологический, солевой режимы, физико-химические свойства, поскольку они определяют среду, в которой происходит рост и развитие растений.

Как правило, максимальная эффективность удобрений наблюдается лишь на фоне других приемов окультуривания

почв, например углубление пахотного слоя, мелиорация солонцовых почв, оросительные мелиорации в засушливой зоне и осушительные – на избыточно влажных почвах и т.д. Выбор тех или иных приемов возможен лишь на основе почвенных карт и соответствующих картограмм. На агрономических картограммах наглядно показаны участки с различной обеспеченностью важнейшими элементами питания, степенью гумусированности, структурности, разным гранулометрическим составом и т.д. Особенно важны эти показатели для определения доз азотных удобрений. Так, в песчаных и супесчаных почвах, обедненных гумусовыми веществами, слабо развиты процессы нитрификации, велики потери азота за счет вымывания нитратов, в связи с чем на таких почвах применяются повышенные дозы азотных удобрений. При внесении фосфорных удобрений необходимо использовать картограммы, отражающие содержание подвижных форм этого элемента, а также такие показатели как кислотность, признаки оглеения, карбонатность. При использовании калийных удобрений используют картограммы содержания подвижного калия и данные гранулометрического состава почв (на легких почвах этого элемента меньше, и он легко вымывается нисходящими токами воды).

Почвенные карты используют при выборе *рациональных приемов обработки почв*. Для этого оценивают степень окультуренности почв, их гранулометрический состав, мощность и свойства гумусового горизонта, подпахотного слоя, подверженность эрозии. Обязательно учитывается и рельеф местности. На картограммах мощности гумусового горизонта отдельными контурами выделены участки с разной мощностью (градации через 5–10 см), что позволяет легко определить площади, где возможно проводить глубокую вспашку (25–27 см), а где она нежелательна.

Большое значение почвенные карты и картограммы имеют при разработке мероприятий *по регулированию водного режима переувлажненных почв*. По характеру увлажнения почвы принято делить на пять групп:

1. *Почвы нормального увлажнения* – почвы с обеспеченным поверхностным и внутрипочвенным стоком. Грунтовые воды залегают на глубине более 2 метров, признаки оглеения отсутствуют по всему профилю. Осушительные работы не требуются.

2. *Почвы кратковременного избыточного увлажнения* – характеризуются ослабленным поверхностным и внутренним стоком. Глубина грунтовых вод 1,0–1,5 м, признаки оглеения отмечаются в нижних горизонтах. Для рационального использования этих почв достаточно проведение агротехнических приемов (способы и сроки обработки, подбор сортов и т.д.).

3. *Почвы временного избыточного увлажнения* – в профиле этих почв признаки оглеения появляются в поверхностных горизонтах. Грунтовые воды находятся на глубине около 1 м. На пахотных почвах рекомендуется проводить осушительные мероприятия малыми нормами.

4. *Почвы длительного избыточного увлажнения* – оглеение в таких почвах отмечается по всему профилю, в верхних горизонтах оно сплошное. Грунтовые воды находятся на глубине 0,5–1,0 м. На пахотных почвах необходимо осушение средними нормами.

5. *Почвы постоянного избыточного увлажнения* – это болотные почвы, формирующиеся на бессточных территориях. Глубина грунтовых вод менее 0,5 м. Такие почвы нуждаются в осушении большими нормами.

С целью выбора оптимального комплекса приемов по улучшению водного режима почв особенно важны картограммы глубины залегания грунтовых вод и ботанико-культуртехнические картограммы.

При создании оросительных систем также используются карты, в частности почвенно-мелиоративные, и специальные картограммы, необходимые для правильной организации орошения и предотвращения заболачивания и вторичного засоления. Первостепенное значение в этом случае имеют следующие показатели на картах и картограммах:

– гранулометрический состав и сложение почвогрунтов, определяющие в совокупности с условиями рельефа степень естественной дренированности территории;

– наличие солевых горизонтов, глубина их залегания, химизм и степень засоления;

– глубина залегания и химический состав грунтовых вод.

Эти показатели позволяют определить необходимость промывочных поливов и дополнительного дренажа, поливные нормы и режимы.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологическое картографирование и экологические карты? 2. Охарактеризуйте картографические материалы, почвенные карты и картограммы. 3. Назовите типы агропроизводственных групп. 4. Какие показатели учитывают при составлении агропроизводственной группировки? 5. По каким критериям выделяют категории и классы земель при проведении группировки земель? Назовите категории земель. 6. Как используются почвенные карты и картограммы?

Глава 43 Основы бонитировки почв

Бонитировка почв (от латинского слова *bonitos* – доброкачественность) означает сравнительную оценку качества почв, их производительной способности по отношению к природным или культурным фитоценозам. Бонитировка почвы выражается в баллах, которые представляют относительные величины и показывают, насколько одна почва лучше или хуже другой по продуктивности какой-либо культуры. Качественная оценка почв имеет большое значение, она:

– дает объективную основу для установления ценности и доходности земель разных угодий;

– позволяет определить цену на землю, ставки налогообложения и аренды;

– используется при разработке рациональных систем земледелия, севооборотов;

– позволяет осуществлять контроль за состоянием сельскохозяйственных угодий.

43.1. Методика и показатели бонитировки почв

Современные методы бонитировки почв строятся на свойствах почв и агроклиматических условиях, находящихся в тесной корреляционной связи с урожайностью сельскохозяйственных культур. Как правило, с многолетней средней урожайностью коррелируют такие свойства, как содержание гумуса, кислотность, гранулометрический состав, емкость поглощения, плотность, мощность гумусового слоя. Агроклиматическими показателями, тесно связанными с урожайностью, являются сумма температур $>10^{\circ}\text{C}$, коэффициент увлажнения, степень континентальности климата; эти данные собирают за период не менее 5–10 лет, предшествующий оценке.

Для проведения бонитировки почв определяют свойства почв и урожайность возделываемых культур, подвергают их математической обработке и проводят построение бонитировочной шкалы почв.

В основе качественной оценки почв лежит докучаевский метод по свойствам почв, однако имеется несколько подходов к расчету оценочных баллов почв.

Первый подход заключается в следующем: сначала определяется балл каждого оценочного признака ($B_{\text{пр}}$), который вычисляется по следующей формуле:

$$B_{\text{пр}} = P_{\text{ф}} \cdot 100 : P_{\text{э}},$$

где $P_{\text{ф}}$ – фактическое значение оценочного признака почвы; $P_{\text{э}}$ – значение того же признака почвы, которая принята за эталон (за эталон принимают почвы с оптимальным значением бонитируемого признака).

Затем определяют балл бонитета почвы (B) путем деления суммы баллов каждого оценочного признака (сумма $B_{\text{пр}}$) на число оценочных признаков:

$$B = (B_{\text{пр}1} + B_{\text{пр}2} + \dots + B_{\text{пр}n}) : N,$$

где $B_{\text{пр}1}$ – балл оценки первого признака; $B_{\text{пр}2}$ – балл оценки второго признака; $B_{\text{пр}n}$ – балл оценки n -го признака; N – число бонитировочных признаков.

Наивысший балл (100) имеет лучшая почва, оценочные баллы других почв выражают в долях от ста. Таким образом, получается бонитировочная шкала почв. Оценочную шкалу по свойствам почв проверяют по шкале, построенной по урожайности.

Этим методом построена бонитировка почв Ростовской, Томской (табл. 4), Нижегородской областей. Принципы оценочных шкал в этом случае едины, однако количество оценочных признаков и сами признаки различны. Дополнительно к основной шкале вводятся поправочные коэффициенты на гранулометрический состав, мощность, заболоченность, окультуренность, каменистость, эродированность, солонцеватость и др.

Таблица 4 – Сравнительная оценка почв Томской области по сумме признаков (по Н.Ф. Тюменцеву)

Почвы	По свойствам почв	По урожаю зерна			Средний балл
		яровой пшеницы в опытах	по зонам		
			всех зерновых	озимой ржи	
Черноземы выщелоченные	100	100	100	100	100
Темно-серые	109	95	98	92	99
Серые	81	83	74	75	78
Светло-серые	79	61	67	60	67
Дерново-подзолистые	49	48	62	49	52
Подзолистые	33	–	43	–	38

Второй подход расчета оценочного бала заключается в оценке почв по разработанным статистическим или другим моделям нормальной (статистической) урожайности какой-либо культуры. Для построения моделей часто используют корреляционный и регрессионный методы.

Л.М. Бурлакова разработала *иной метод бонитировки* (на примере черноземов Алтайского края), основанный на применении информационно-логического анализа (Гаврилюк).

Сущность этого метода: на основе изучения в системе почва – растение – климат была разработана модель урожайности, зависящая от почвенных и метеорологических факторов (функции нелинейного произведения). Ранг урожайности определяется по формуле:

$$У = ГТК_1 \cdot ГТК_2 (М \cdot рН_{\text{вод}} (Г \cdot К_2О (N_{\text{в}} \cdot NO_3 (P_{\text{в}} \cdot P_2O_5))))),$$

где ГТК₁, ГТК₂, М, рН_{вод}, Г, К₂О, N_в, NO₃, P_в, P₂O₅ – ранги урожайности (они определяются по специально разработанной Л.М. Бурлаковой таблице) соответственно по гидротермическому коэффициенту мая–июня, вегетационного периода, по мощности гумусового горизонта, рН водной суспензии, валовому гумусу, подвижному калию, валовому азоту и азоту нитратов, валовому фосфору и подвижному фосфору.

Решение уравнения по почвенным свойствам определяет почвенный балл, а при включении в уравнение свойств почв и показателей климата можно рассчитать почвенно-климатический бонитировочный балл.

В последнее время широко используется *почвенно-экологическая оценка* (Шишов, Дурманов, Карманов и др., 1991), позволяющая определить почвенно-экологические показатели и баллы бонитетов почв разных угодий, на любых уровнях (конкретного участка, области, зоны, страны в целом). Для этого рассчитывают:

- почвенные индексы с учетом смывости, дефлированности, щебнистости и др.,

- среднее содержание гумуса,

- агрохимические показатели (коэффициенты на содержание элементов питания, кислотность почв и др.),

- климатические показатели (сумма температур, коэффициенты увлажнения и др.),

Кроме этого рассчитывают итоговые почвенные, агрохимические, климатические показатели и в целом итоговый почвенно-экологический индекс.

Для качественной оценки земель баллов бонитировки почв часто бывает недостаточно, в связи с чем для учета специфики

местных условий (это может быть конфигурация земельного участка, его контурность, особенности рельефа, каменистость и др.) вводятся соответствующие поправочные коэффициенты, которые имеют важное значение при определении расхода топлива, времени обработки почв и т.д., т.е. влияют на экономические показатели.

Для проектно-производственной системы институтов «Росземпроекта» базовой является *методика сельскохозяйственных угодий* для территории РФ, разработанная под руководством А.К. Крылатова, которая базируется на учете совместного влияния параметров почв, важных для оценки плодородия, и некоторых экономических показателей на урожайность сельскохозяйственных культур, в первую очередь зерновых.

За первичные оценочные единицы принимают группы почвенных разновидностей, близких по генезису и плодородию. Приняты следующие критерии, по которым объединяются разновидности почв в оценочные группы:

1) принадлежность к одной почвенно-климатической провинции или горному округу;

2) генетическая близость почв (сходство морфологического строения, почвообразующих пород, гранулометрического состава, физических свойств, водного, воздушного, теплового режимов, химических и физико-химических свойств, содержания элементов питания);

3) условия рельефа, в которых находятся почвы;

4) специфические физические и химические особенности и свойства, понижающие плодородие почв и затрудняющие их использование (засоленность, эродированность, каменистость и др.);

5) специфические условия, связанные с орошением или осушением.

Каждая почвенная разновидность характеризуется определенными показателями (мощностью гумусового горизонта, кислотностью, суммой поглощенных оснований, содержанием гумуса и др.). Устанавливают уровни

корреляционно-регрессионных связей между показателями почвенных свойств, а также с урожайностью культур и выбирают наиболее значимые. Для каждой оценочной группы почв (почвенной разновидности) определяют общие бонитировочные баллы относительно ведущих культур. Критерием оценки является «нормальная» урожайность, рассчитываемая по уравнениям регрессии для ведущей культуры или группы культур на фоне среднеобластных уровней интенсивности земледелия. Кроме этого, рассчитывают производственно-экономические показатели (на 1 га посева или пашни): урожайность культур, дозу внесения органических и минеральных удобрений, затраты труда, нагрузку пашни на одного работника, занятого в растениеводстве (или количество работников на 100 га культивируемой площади), стоимость силовых и рабочих машин, производительность труда и техники в соответствии с нормой выработки (в баллах, процентах). С помощью множественного корреляционно-регрессионного анализа почвенно-экономической информации хозяйств устанавливают наиболее существенные факторы формирования урожая. На основе регрессионных уравнений рассчитывают «нормальную» урожайность и баллы бонитета почв и в целом пашни хозяйств. «Нормальную» урожайность рассчитывают на средний (за 5–10 лет) уровень экономических факторов по крупной административной единице (республика, область). *Балл бонитета почв* и в целом пашни хозяйств административных районов пропорционален величине «нормальной» урожайности:

$$B_{ij} = (Y_{ij} \cdot 100) : Y_{j,\max},$$

где B_{ij} – балл бонитета i -того объекта оценки земли по j -й культуре; Y_{ij} – «нормальная» урожайность i -го объекта оценки земли по j -й культуре, ц/га; $Y_{j,\max}$ – максимальная урожайность j -й культуры среди оцениваемых разновидностей почв, ц/га.

Бонитировочные баллы представляют в форме таблиц, ранжированных по почвам, и используют затем не только для сравнения почвенного плодородия, но и для вычисления нормативной (ожидаемой) урожайности. Последнюю рассчитывают по уравнению множественной регрессии вида:

$$Y = a + b_1x_1 + \dots + b_nx_n,$$

где a – свободный член уравнения; $b_{1,\dots,n}$ – коэффициенты регрессии, показывающие среднюю величину изменения урожайности по факториальному признаку; $x_{1,\dots,n}$ – факториальный признак.

Балл бонитета и величину нормативной урожайности используют для экономической оценки сельскохозяйственных угодий.

43.2. Экономическая оценка земель

Экономическая оценка земель – это оценка качества земли как главного средства сельскохозяйственного производства по экономическим показателям, важнейшими из которых являются общая стоимость полученной продукции (валовой доход), общая величина затрат на получение урожая и чистый доход. Эти показатели для одних и тех же почв в хозяйствах одного и того же природно-климатического района неодинаковы в зависимости от местоположения и организационной структуры хозяйства.

Экономическая оценка земель призвана на основе данных по бонитировке почв показать сравнительную производительность различных земельных участков, т.е. показать, в каких производственных условиях находится земля, какие производственные затраты необходимы и какой чистый доход можно получить в зависимости от класса земли.

Как правило, осуществляют частную и общую экономические оценки. *Частная экономическая оценка* проводится по эффективности возделывания ведущих культур, пород многолетних насаждений. *Общая экономическая оценка* проводится по совокупной эффективности возделываемых культур и пород многолетних насаждений при заданной структуре посевов и посадок.

Важнейшими показателями, необходимыми для экономической оценки земель, являются следующие:

- 1) урожайность (амбарная урожайность за вычетом нормы высева);
- 2) стоимость валовой продукции (произведение кадастровой цены соответствующей культуры на урожайность);
- 3) окупаемость затрат (отношение стоимости валовой продукции к понесенным затратам без учета затрат на семена);
- 4) чистый доход (стоимость валовой продукции за вычетом затрат);
- 5) дифференциальный доход (дополнительный доход на землях лучшего качества).

Дифференциальный доход (ДД) рассчитывается по формуле:

$$ДД = ВП \cdot Д,$$

где ВП – стоимость валовой продукции, Д – доля дифференциального дохода в валовой продукции.

Величину Д определяют через величину окупаемости затрат (ОЗ) и норматив 1,35, обеспечивающий расширенное воспроизводство в земледелии:

$$Д = (ОЗ - 1,35) / ОЗ$$

Приведенные показатели рассчитывают для всего оценочного региона и для почвенных групп.

Совместное использование показателей бонитировки почвенно-экологической, качественной и экономической оценки земель необходимо для объективного определения цены на землю, оценки хозяйственной деятельности человека, успешного решения задачи по эффективному использованию почвенных ресурсов, а также в деле охраны почвенного покрова.

43.3. Метод рейтинговой оценки ФАО для определения пригодности земель

В международной практике широко применяется метод рейтинговой оценки ФАО, служащий для определения пригодности земель при рациональном эколого-экономическом сельскохозяйственном использовании при оценке показателей природной среды, почвенно-мелиоративных условий,

пригодности земель под ту или иную сельскохозяйственную культуру.

Технология вычисления количественных критериев оценки пригодности земель состоит в следующем. Сначала определяют список показателей, характеризующих пригодность, затем устанавливают качественное и количественное соотношение между пригодностью и непригодностью земель к их антропогенному использованию. Очевидно, что пригодность земель тем выше, чем меньше на них имеется каких-либо ограничений. В связи с этим качественным показателем пригодности (непригодности) присваивается рейтинг (балл), полученный на основе либо прямого эксперимента (полевого опыта), либо экспертной оценки данных отечественного или зарубежного опыта (табл. 5).

Таблица 5 – Оценка уровня ограничений пригодности земель (по Б.Ф. Апарину, А.В. Русакову, Д.С. Булгакову, 2002)

Уровень ограничений	Балл
Отсутствует	100–98
Слабый	97–85
Средний	84–60
Жесткий (сильный)	59–45
Очень жесткий (сильный)	44–0

Приняв соответствующий уровень ограничений, проводят анализ показателей, которые наиболее значимы при оценке земель по их пригодности к тому или иному виду сельскохозяйственного использования (пашня, сенокос, пастбище). Такими показателями являются следующие:

- 1 – элементы рельефа,
- 2 – крутизна склона,
- 3 – дренированность,
- 4 – характер увлажнения территории,
- 5 – глубина грунтовых вод,
- 6 – контурность или пестрота полей,
- 7 – окультуренность земель,

- 8 – эрозионная опасность,
- 9 – степень эродированности,
- 10 – мощность профиля,
- 11 – гранулометрический состав,
- 12 – каменистость,
- 13 – карбонатность,
- 14 – степень засоления,
- 15 – оглеение,
- 16 – слитость почв.

Могут быть и другие показатели, их дополняющие. Каждый признак имеет расшифровку, т.е. детальное качественное описание и количественную характеристику в виде оценочных баллов (рейтингов) на основе учета экспериментальных данных.

Пример расшифровки показателей:

Показатели	Баллы
1. Элементы рельефа	
1.1. Водораздел	85–98
1.2. Склон 2°	98–100
1.3. Склон 2–5°	85–98
1.4. Пойма центральная	35–60
1.5. Пойма прирусловая	45–60
1.6. Равнина	85–98
4. Характер увлажнения территории	
4.1. Слабое (сухо)	60–85
4.2. Нормальное	98–100
4.3. Эпизодическое переувлажнение	85–98
4.4. Периодическое переувлажнение	14–60
4.5. Постоянное переувлажнение	Менее 15

После расшифровки необходимых показателей выбирают те или иные баллы, соответствующие конкретным условиям, и вычисляют общий индекс (по эмпирической формуле), по которому определяют пригодность земли и категорию (класс) оценки.

Итоговая характеристика конкретной территории имеет следующий вид:

1. Элементы рельефа (85 баллов);
2. Окультуренность почв (88);
3. Дренированность территории (99);
4. Характер увлажнения (98);
5. Глубина грунтовых вод (100);
6. Эрозионная опасность (85);
7. Степень эродированности (85);
8. Крутизна склона (65);
9. Мощность профиля (85);
10. Гранулометрический состав (85).

Обобщенная оценка, представленная индексом оценки земли (территории, контура и т.п.), рассчитывается как среднегеометрическое из общего числа баллов (индексов) и обозначается LUI (Land Unit Index).

После расчета LUI проводят оценку пригодности территории по 4 категориям (классам):

I категория (класс) – весьма пригодные ($LUI \geq 75$), имеются лишь легкие ограничения не более чем на $\frac{1}{4}$ территории; земли пригодны под пашню.

II категория (класс) – умеренно пригодные ($LUI 74-50$) имеются средние ограничения не более чем на $\frac{2}{3}$ территории; земли пригодны под сенокосы.

III категория (класс) – слабо пригодные ($LUI 26-50$), имеются средние ограничения на $\frac{2}{3}$ территории и не более одного показателя с тяжелыми ограничениями; земли пригодны под пастбища.

IV категория (класс) – непригодные ($LUI \leq 25$), возможность использования требует дополнительных экономических обоснований. Эта категория включает 2 подкласса:

IVa подкатегория (подкласс) – практически непригодные, имеются тяжелые ограничения на $\frac{2}{3}$ территории, для устранения которых требуются значительные материальные затраты;

IVб подкатегория (подкласс) – непригодные, тяжелые ограничения не могут быть устранены.

Так проводится оценка земли (территории, ареала почв) для установления ее пригодности под конкретное сельхозугодье. Данная методика изложена машинным языком для персонального компьютера и носит название «LAND». Оценка пригодности территории, включающей множество контуров, проводится с помощью геоинформационной системы (ГИС) на основе ГИС-технологий. Программа «LESSA» (с использованием имеющейся базы данных) позволяет установить характер использования территории, например целого поля, по серии (пакету) специальных карт (топографическая, почвенная, климатическая и т.п.). Оценка пригодности земель в границах целых хозяйств, районов и т.д. осуществляется с помощью программы «ADAPTER».

Контрольные вопросы

1. Что понимают под бонитировкой почв? Какое значение она имеет? 2. Изложите сущность основных подходов к бонитировке почв. 3. Что понимают под экономической оценкой земель? 4. Назовите важнейшие показатели, необходимые для экономической оценки земель? 5. Изложите метод рейтинговой оценки ФАО для определения пригодности земель.

Глава 44 Агрэкологическая характеристика земель и охрана почв

44.1. Экологические функции почв

Все многообразие экологических функций, выполняемых почвой, принято объединять в 3 группы.

Первая группа включает экологические функции почвы как среды обитания высших растений, микроорганизмов и почвенной фауны, обусловленные ее физическими и физико-химическими свойствами, химическим составом (табл. 6). Интегральным показателем оценки этой группы функций является уровень ее плодородия.

Таблица 6 – Функции почвы как среды существования и эволюции организмов (по Г.В. Добровольскому, Е.Д. Никитину, 1990)

Обусловленные физическими свойствами	Обусловленные химическими свойствами	Обусловленные физико-химическими свойствами	Биогеоценотические функции	
			информационные	целостные
Жизненное пространство Жилище и убежище Механическая опора Депо семян и других зачатков Депо влаги	Источник элементов питания Депо элементов питания и энергии Стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов	Сорбция веществ, поступающих из атмосферы и грунтовых вод Сорбция микроорганизмов Формирование щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий	Сигнал для ряда сезонных и других процессов Регуляция численности, состава и структуры биоценозов Пусковой механизм некоторых сукцессий «Память» биогеоценозов	Аккумуляция и трансформация веществ и энергии, находящихся в биогеоценозе и поступающих в него Санитарная функция Буферный и защитный биогеоценотический экран

Вторая группа связана с процессами миграции и аккумуляции веществ в сопряженных ландшафтах в соответствии с рельефом местности. Эти функции определяются составом и свойствами конкретных почв и литолого-геоморфологическими условиями, характеризующими их как компонент ландшафта. Для положительных форм рельефа (водоразделов, холмов, увалов и др.) характерны элювиальные процессы (вынос), для склоновых форм – наряду с выносом веществ под влиянием нисходящих токов воды происходит

транспортировка их в виде жидкого и твердого стока, для понижений (речных долин, приозерных котловин, водоемов и т.д.) – аккумуляция веществ, приносимых с водораздельных и склоновых территорий. Эта общая закономерность миграции и аккумуляции веществ определяет понятие геохимического ландшафта.

Геохимический ландшафт представляет собой территорию, включающую в себя водораздельные участки, склоны и местные депрессии, в пределах которой выделяют следующие элементарные геохимические ландшафты (ЭГЛ): а) элювиальные; б) транзитные (могут подразделяться на трансэлювиальные (верхние части склонов) и трансаккумулятивные (нижние части склонов)); в) аккумулятивные. На пути миграции те или иные вещества могут прекращать свое передвижение и накапливаться в так называемых *геохимических барьерах* (это зоны почвенно-грунтовой толщи, где происходит резкое изменение интенсивности миграции веществ и их аккумуляция). Различают следующие виды барьеров:

- биологические – обусловлены поглощением элементов организмами и гумусовыми веществами,

- физико-химические – подразделяются на окислительный, восстановительный, сульфидный и карбонатный, щелочной, кислотный, испарительный, адсорбционный и термодинамический,

- механические – обусловлены плотностью, пористостью почв.

Примером проявления окислительного барьера может быть формирование железистых горизонтов при поступлении вод, содержащих двухвалентное железо, в горизонты, обогащенные кислородом.

Третья группа экологических функций представляет собой глобальные (общепланетарные) функции (табл. 7). Почва оказывает огромное влияние на состав, свойства и функционирование всех геосферных оболочек Земли (литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы).

Таблица 7 – Глобальные функции почв (по Г.В. Добровольскому, Е.Д. Никитину, 1990)

Сфера влияния			
Литосфера	Гидросфера	Атмосфера	Биосфера в целом
Биохимическое преобразование верхних слоев литосферы	Трансформация поверхностных вод в грунтовые	Поглощение и отражение солнечной энергии	Среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши
Источник вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых	–	Регулирование влагооборота атмосферы	Связующее звено биологического и геологического круговоротов веществ
Передача аккумулированной солнечной энергии в глубокие слои литосферы	Участие в формировании речного стока	Источник твердого вещества и микроорганизмов, поступающих в атмосферу	–
–	Фактор биопродуктивности водоемов за счет приносимых почвенных соединений	Поглощение и удержание некоторых газов, поступающих в атмосферу	Защитный барьер и условие нормального функционирования биосферы
Защита литосферы от чрезмерной эрозии и условие ее нормального развития	Сорбционный, защищающий от загрязнения барьер акваторий	Регулирование газового режима атмосферы	Фактор биологической эволюции

В результате антропогенного воздействия на почвы, их свойства и состав изменяются, что влияет на их экологические функции. При положительных изменениях устраняются неблагоприятные свойства почв как среды обитания организмов, при отрицательных, связанных с химизацией сельского

хозяйства, загрязнением тяжелыми металлами и т.д., – ухудшаются свойства почвы, происходят процессы дегумификации, эрозии, засоления и др., что приводит к разрушению тех или иных экологических функций почвы.

44.2. Агроэкологическая оценка земель

Сельскохозяйственное использование почв должно основываться на организации адаптивно-ландшафтного земледелия, при этом необходимо максимально полно и целесообразно использовать каждый участок земли с обеспечением экологического благополучия территории.

С целью организации адаптивно-ландшафтного земледелия территорию оценивают дифференцированно, принимая за исходную единицу *элементарный ареал агроландшафта* (ЭАА) – это участок территории на мезорельефе, представленный одной почвой (элементарным почвенным ареалом (ЭПА)) или микрокомбинацией почв.

Агроэкологическая оценка территории проводится в 2 этапа:
1) разделение территории по геоморфологическому положению;
2) оценка и группировка ЭАА в пределах каждой геоморфологической группы.

Территорию делят на 4 группы, отличающиеся по типу увлажнения, особенностям водного режима, степени возможного гидроморфизма, геохимическим условиям:

- земли водоразделов,
- земли приводораздельных участков,
- земли присетьевых территорий,
- пойменные и притеррасные земли.

Такое деление территории в определенной мере дает возможность дифференцировать земли на пахотные, пастбищно-сенокосные и лесные угодья.

В пределах каждой из выделенных на первом этапе групп проводят дифференциацию земель на основе комплексной оценки каждого ЭАА и анализа структуры почвенного покрова (СПП) конкретных земельных массивов. При этом ЭАА

оценивают не как отдельную почву или почвенную комбинацию, а как участок земли, включающий все компоненты, характеризующие рельеф, почвы, гидрологию, литологию и т.д.

В основе детальной агрономической оценки ЭАА лежат следующие параметры:

- 1) строение профиля,
- 2) гранулометрический и химический состав,
- 3) физико-химические свойства,
- 4) степень заболоченности почв,
- 5) степень окультуренности почв.

Такой подход позволяет дать правильную агрономическую оценку ЭАА с точки зрения условий возделывания тех или иных культурных растений.

Если почвы ЭАА представлены микрокомбинацией, дополнительно оценивают контрастность и сложность почвенного покрова данного участка.

При комплексной оценке ЭАА особое внимание уделяют выявлению лимитирующих факторов, ограничивающих возможность выращивания конкретных культур (например, легкий гранулометрический состав (песчаный и супесчаный) является лимитирующим фактором для озимой пшеницы и ячменя, кукурузы, а тяжелый (тяжелосуглинистый и глинистый) – для картофеля).

Агрономическая оценка СПП должна включать детальный анализ почвенных комбинаций с точки зрения агрономической однородности и совместимости входящих в комбинации ЭАА, что очень важно при сельскохозяйственном использовании производственных участков (например, полей севооборотов, плантаций плодовых насаждений и др.), которые должны быть однородны по свойствам и режимам почв, его составляющих. В случае если производственный участок состоит из 2-х и более почв, заметно отличающихся по свойствам, разница в урожае на них может достигать 2–5 и более раз, что связано не только с разным уровнем плодородия почв, но и с невозможностью проведения полевых работ в одни и те же оптимальные сроки.

Например, сроки достижения физической спелости почв на микроповышениях и в микрозападинах на дерново-подзолистых почвах в южно-таежной зоне могут отличаться на 7–10 дней. Чем резче выражены в одной из почв лимитирующие свойства и выше процент ее площади, тем неблагоприятнее агрономическая оценка почвенного покрова агромаассива и ниже урожайность возделываемых растений. Так, по данным Н.П. Сорокиной (1992), для хозяйств Московской области установлено, что при наличии на массивах дерново-подзолистых оглеенных почв площадью более 20%, урожай озимой пшеницы снижается на 20–50%; на 20–40% урожай этой культуры снижается и при участии эродированных почв, занимающих 25% территории. На полях, где одновременно присутствуют оглеенные и эродированные почвы (при доле их участия по 10–15%), урожай снижается на 30–50%.

В настоящее время существуют различные методики для оценки контрастности, сложности, неоднородности почвенного покрова на количественном уровне, что позволяет решать вопрос о пригодности к использованию в хозяйственных целях того или иного конкретного земельного участка.

44.3. Деградация почв и их охрана

В современном почвоведении понятие «деградация почв» расценивается с антропоцентрических позиций, т.е. с позиций удобства и благополучия человека и окружающей его природной среды. Существует множество определений этого понятия, смысловое содержание которых близко. Ниже приводится несколько из них. *Деградация почв* – это совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель («Методика определения размеров ущерба и деградации почв и земель», 1994). Деградирующими считаются те почвы, в которых устойчивые негативные процессы антропогенного или

природного характера сопровождаются снижением продуктивности или качества продукции и, соответственно, повышением затрат на восстановление уровня производства (Система оценки степени деградации почв, 1992). Согласно М.И. Герасимовой с соавторами (2000), «деградация почв – изменение в функционировании почвенной системы, и/или в составе и строении твердой фазы, и/или регуляторной функции почв, имеющее результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека».

44.3.1. Классификация деградационных процессов

В результате нерациональной, экологически необоснованной деятельности человека почва часто теряет свое плодородие, деградирует или даже полностью разрушается, прекращая выполнять экологические функции. Для предотвращения негативных последствий воздействия человека на почву необходимо особое внимание уделять вопросам рационального использования и охраны почв. *Охрана и рациональное использование почв* – это система мероприятий, направленная на защиту, улучшение и рациональное использование земель, увеличение плодородия почв и поддержание устойчивости биосферы в целом.

Деградация почв может происходить и в результате природных явлений (ураганы, извержение вулканов и др.), и в результате деятельности человека. Явления деградации почв подразделяют на следующие группы:

1. *Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем.* В эту группу входят:

- девергетация почв – потеря почвами растительного покрова, ведущая к омертвлению почв;
- дегумификация почв – потеря почвами гумуса;
- почвоутомление и истощение почв – процессы, происходящие в почвах в результате длительного возделывания одного вида сельскохозяйственных культур.

2. *Патологическое состояние почвенных горизонтов и профиля почв.* Эту группу составляют такие явления: как:

- отчуждение и выключение почв из действующих экосистем (промышленная эрозия почв) – отчуждение почв городами, поселками, дорогами, линиями электропередач, трубопроводами, карьерами, свалками и т.д.;

- водная эрозия и дефляция почв;

- образование бесструктурных кор и переуплотнение горизонтов (например, при обработке полей тяжелой техникой при влажности, превышающей оптимальную для физической спелости; при вторичном осолонцевании черноземных почв; при образовании подпахотного уплотненного горизонта на старых пахотных угодьях).

Переуплотнение пахотного горизонта, утрата ими агрономически ценной структуры, а, следовательно, ухудшение водопроницаемости ведут к активизации водно-эрозионных процессов на пашне.

3. *Нарушение водного и химического режима почв.* В эту группу деградационных явлений включены следующие:

- сухость и опустынивание почв в результате, как общеземного послеледникового процесса опустынивания, так и нерациональной деятельности человека;

- селевые разливы и оползни в результате сведения растительности в горных районах;

- вторичное засоление почв в результате неправильного орошения;

- вторичная кислотность почв в результате выбросов в атмосферу соединений кислот промышленного, транспортного и другого происхождения;

- переосушение почв в результате неправильно проводимых приемов осушительной мелиорации.

4. *Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ.* Создание водохранилищ сопровождается такими приводящими к деградациии почв процессами, как затопление пойменных и надпойменных террас, подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв, абразия берегов и засоление дельт,

размыв и уничтожение почв приморских дельт, загрязнение и засоление вод и почв и др.

5. *Загрязнение и химическое отравление почв.* В эту группу явлений входят следующие:

– промышленное загрязнение почв в результате осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных соединений поллютантов на поверхность почвы с атмосферными осадками;

– сельскохозяйственное загрязнение почв в результате нарушения технологии использования пестицидов, внесения повышенных доз удобрений отходов и стоков животноводческих ферм;

– радиоактивное загрязнение почв – природное или антропогенное накопление в почве радионуклидов в результате ядерных взрывов аварийных выбросов на атомных предприятиях, утечки радиоактивных материалов, захоронении отходов атомной промышленности.

6. *Деградация ландшафтов в районах с распространением многолетней мерзлоты* связана с протаиванием под воздействием антропогенного фактора мерзлых грунтов, развитием эрозионных процессов, разрушением почвенного покрова, отличающегося крайней неустойчивостью к разного рода воздействиям.

7. *Разрушение почвенного покрова военными действиями.*

Ниже рассматриваются наиболее распространенные деградационные процессы и мероприятия, направленные на их предотвращение или ликвидацию их последствий.

44.3.2. Промышленная эрозия почв и рекультивация

Промышленная эрозия почв заключается в разрушении почвенного покрова промышленной деятельностью человека.

При добыче полезных ископаемых открытым способом образуются карьеры, отвалы, терриконы. Для сохранения почвенного покрова рекомендуется селективная выемка и складирование гумусированных горизонтов почв для последующего восстановления нарушенных территорий.

Подземная добыча полезных ископаемых сопровождается в последующем развитием просадочных явлений, изменением рельефа и гидрологического режима территории, а также загрязнением почвы нефтью, нефтяными и пластовыми водами. При *промышленном и гражданском строительстве* полностью разрушается почвенный покров, и бессрочно изымаются земли из сельскохозяйственного пользования.

Нарушенные в результате промышленной эрозии почвы необходимо рекультивировать. *Рекультивация земель* – это комплекс мероприятий (горно-технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и инженерно-строительных), направленных на восстановление и оптимизацию нарушенных ландшафтов. Рекультивация проводится в 3 этапа:

1 этап – подготовительный – включает обследование нарушенных территорий, определение направления рекультивации, составление технико-экономического обоснования и проекта рекультивации.

2 этап – горно-техническая рекультивация – включает при необходимости химическую мелиорацию. Эта работа выполняется предприятием, которое ведет разработку полезных ископаемых.

3 этап – биологическая рекультивация – направлен на восстановление плодородия подготовленных в ходе горно-технической рекультивации земель и превращение их в полноценные лесные или сельскохозяйственные угодья.

Наиболее дешевым видом освоения рекультивируемых земель является их облесение. С целью увеличения в верхнем горизонте отвалов содержания органических веществ и азота перед посадкой деревьев высаживают люпин, донник или люцерну с последующей их запашкой. Для перевода рекультивируемых земель в сельхозугодья их известкуют (при необходимости), рыхлят до глубины 60 см, вносят удобрения, высаживают злаково-бобовые смеси. После этого вводят специальные севообороты, на 40–50% насыщенные многолетними травами, а далее организуют зональные полевые или кормовые угодья.

44.3.3. Дегумификация, вторичное засоление, осолонцевание и слитизация орошаемых почв

Дегумификация

Развитие процессов дегумификации (уменьшения содержания и запасов органического вещества в почве) определяется соотношением в севооборотах пропашных культур и культур сплошного сева, удельным весом многолетних трав, применением органических и минеральных удобрений.

В последнее время потери гумуса в пахотных почвах составляют 20–40%, что ведет к резкому снижению их плодородия. *Охрана почв от потерь гумуса* включает следующие мероприятия: применение органических удобрений, известкование кислых почв, введение в севообороты многолетних трав, регулирование в севооборотах соотношения пропашных и культур сплошного сева, использование щадящей обработки почв (облегчение машин, минимизация обработки, совмещение операций).

Вторичное засоление, осолонцевание и слитизация почв

Вторичное засоление почв является одним из наиболее опасных последствий орошения и происходит при поливе почвы минерализованными водами, а также пресными водами в случае подъема уровня минерализованных грунтовых вод. Вследствие фильтрации поливных вод происходит повышение уровня почвенно-грунтовых вод, испарение которых сопровождается накоплением солей в почвенном профиле. Ежегодно в результате засоления на планете выпадает из оборота более 300 тыс. га орошаемых земель.

Присутствие в почвах легкорастворимых солей неблагоприятно влияет на рост и развитие растений. Это связано с повышением осмотического давления почвенного раствора, что ухудшает поглощение влаги растениями, а также специфическим воздействием ионов Cl^- , Ca^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ и др. Когда в листьях накапливается более 0,5% Cl^- , происходит обгорание листьев, они приобретают бронзовую

окраску, возникают некрозы. При высокой концентрации ионов хлора и натрия в растениях нарушается процесс транспирации. Высокая концентрация ионов кальция в почвенном растворе приводит к нарушению питания растений катионами магния и калия, а высокое содержание натрия – катионами кальция и магния. Присутствие соды обуславливает щелочную реакцию среды, что препятствует нормальному развитию большинства сельскохозяйственных культур.

Кроме этого, наличие солей в почве приводит к ухудшению ее физических свойств в присутствии катионов натрия: происходит обесструктурирование почвы, ухудшаются ее водный и воздушный режимы.

Основной мелиоративный прием, направленный на повышение продуктивности засоленных почв – многократная промывка пресной водой на фоне дренажа. Стабильное ведение земледелия на орошаемом массиве возможно при засолении корнеобитаемого слоя не выше 0,2% и опреснении грунтовых вод до концентрации 2–3 г/л (или снижении их уровня до 3–4 м и более).

Для предупреждения вторичного засоления почв при орошении требуется устройство дренажной системы на орошаемом массиве, проведение полива в строгом соответствии с оросительными (объем воды, который необходимо подать на орошаемое поле за весь вегетационный период) и поливными (объем воды, который необходимо подать за один полив) нормами, применение по возможности поливов способом дождевания, капельный и внутрипочвенный поливы.

В процессе орошения почва несколько обогащается илом, приносимым поливной водой, однако частично он вымывается в более глубокие горизонты. На орошаемых землях часто наблюдаются процессы ирригационной эрозии, в результате чего верхние слои почвы обедняются гумусом, элементами питания, ухудшаются их физические свойства.

В настоящее время для оценки экологической допустимости возможных воздействий на орошаемые почвы разработаны

критерии и параметры нормального и неблагоприятного состояния почв.

Вторичное осолонцевание – это совокупность процессов, вызванных содовым засолением: повышение щелочности почвенного раствора (рН 9–11), увеличение содержания поглощенного натрия, пептизация коллоидов, повышение подвижности органического вещества, ухудшение структуры и, как следствие, водно-физических свойств почвы.

Вторичная слитизация – это ухудшение структуры почв вследствие содового засоления, появление глыбистости, слитости, склонности к образованию поверхностной корки после поливов и дождей. Слитизация сопровождается понижением содержания доступной растениям влаги, ухудшением воздухообмена, затруднением обработки почвы.

Причинами деградации орошаемых почв являются:

- отсутствие дренажа,
- большие потери воды на фильтрацию,
- недостаточная гидроизоляция каналов,
- высокие поливные и оросительные нормы,
- полив минерализованной водой.

Для предотвращения вторичного засоления орошение должно осуществляться на фоне дренажа водой с концентрацией солей не более 2–3 г/л для тяжелых почв и 10–12 г/л для легких при отсутствии в них гидрокарбоната натрия, желательна закрытая сеть каналов.

Охрана почв от вторичного осолонцевания и слитизации включает следующие мероприятия: внесение гипса, применение физиологически кислых и кальцийсодержащих удобрений, включение в севооборот многолетних трав.

44.3.4. Экологические проблемы химизации, загрязнение почв удобрениями и пестицидами

Средства химизации, к которым относятся минеральные удобрения, химические средства защиты растений, регуляторы роста растений, искусственные структурообразователи почвы и

т.д., оказывают большое влияние на агроценозы и их продуктивность. Основным условием повышения урожайности возделываемых культур является применение органических и минеральных удобрений, что позволяет возвращать и вовлекать в круговорот питательные вещества взамен изъятых из агроценозов с урожаем, обеспечивая, таким образом, определенную устойчивость продукционных процессов.

В настоящее время для России проблема компенсации элементов питания чрезвычайно актуальна. Объемы внесения минеральных удобрений составляют примерно 14 кг/га пашни, что более чем в 10 раз меньше научно обоснованной потребности. В результате снижается устойчивость агроценозов к неблагоприятным условиям, и повышается недобор урожая.

Признавая важность агрономической химии в повышении эффективности сельскохозяйственного производства, нельзя забывать о том, что при неправильном использовании химических средств они могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду, загрязняя ее. Неблагоприятное влияние на окружающую среду может быть самым разнообразным:

- загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод,
- усиление эвтрофирования водоемов,
- нарушение круговорота и баланса питательных веществ,
- ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений,
- снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции.

Причины загрязнения окружающей среды удобрениями следующие:

- несовершенство организационных форм и технологий транспортировки, хранения, тукосмешения и применения удобрений;
- нарушение агрономической технологии их внесения в севообороте и под отдельные культуры;
- несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств.

Внесение физиологически кислых удобрений в почву сопровождается ее подкислением, что приводит к снижению суммы поглощенных оснований, усилению минерализационных процессов, нарушению соотношения подвижных форм макро- и микроэлементов в почве и элементного состава растений. Например, внесение высоких доз азотных удобрений под капусту приводит к нарушению обмена и поступления серы в растения, что отрицательно сказывается на качестве урожая.

В результате подкисления почвенного раствора удобрениями фосфаты фиксируются почвой, что ухудшает питание растений фосфором. Кроме этого, происходит высвобождение ионов алюминия, которые являются токсичными для почвенной биоты и растений.

При избытке минеральных удобрений (азотных, фосфорных, калийных) происходит нарушение микробиологической компоненты почвы, в структуре микробного ценоза увеличивается доля микроскопических грибов (среди которых много патогенных), что повышает опасность образования микотоксинов в почве.

Азотные удобрения являются базисным компонентом химизации, однако при несбалансированности элементов питания, нарушении водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях высокие их дозы могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами. Накопление нитратов в растениях происходит в результате того, что поглощенный азот не полностью расходуется на синтез аминокислот и белков (т.е. не все поглощенные нитраты восстанавливаются до аммиака). Причиной нарушения процессов ассимиляции нитратов в растениях могут служить до 20 факторов (сроки, формы и дозы внесения удобрений, метеорологические условия, сортовые различия, сроки посадки и густота стояния растений, наличие и соотношение элементов питания и т.д.). Кроме этого, большие дозы азотных удобрений приводят к снижению витамина С, сахаров и других веществ в произведенной продукции.

Азотные удобрения загрязняют и водные объекты (путем инфильтрации в грунтовые воды и поверхностного стока в наземные водоемы).

Для сведения к минимуму потерь азота, предотвращения и снижения загрязнения нитратами производимой продукции, водоемов и т.д. необходимо следующее:

- 1) соблюдать существующие регламенты по транспортировке, хранению и применению удобрений;
- 2) внесению удобрений должно предшествовать известкование кислых почв с целью снижения кислотности и активизации процессов восстановления нитратов;
- 3) не применять подкормки в период массового созревания корнеплодов и кочанов;
- 4) внесение достаточного количества полноценного органического удобрения (навоз, компосты, сидераты);
- 5) использование биологического азота как альтернативы минеральному.

С помощью генной инженерии ведутся поиски наиболее продуктивных штаммов азотфиксирующих бактерий. Посредством инокуляции эффективными азотфиксирующими микробиологическими препаратами можно повысить урожайность сельскохозяйственных культур без дополнительного внесения азотных удобрений.

Для каждой почвенно-климатической зоны опытным путем установлены нормы внесения органических и минеральных удобрений. Кроме этого, нельзя не учитывать, что эффективность удобрений (особенно азотных) варьирует от погодных условий, а дозы фосфорных и калийных необходимо корректировать в соответствии с дозами азотных удобрений. Например, если по прогнозу лето ожидается засушливым, соотношение между азотом, фосфором и калием изменяют в сторону увеличения доли фосфорно-калийных удобрений.

Фосфорные удобрения. Внесение фосфорных удобрений (суперфосфатов, аммофоса, диаммофоса, нитроаммофоски, карбоаммофоски) – единственный путь устранения дефицита фосфора в почве. Однако вместе с ними в почву попадают

токсичные элементы (например, фтор, стронций), малоподвижные в почвенной среде. В растениях фтор ингибирует активность ряда ферментов, что отрицательно сказывается на процессах фотосинтеза и биосинтеза белков.

Кроме этого, в природных фосфатах присутствуют радиоактивные элементы (уран, радий). Большая часть фосфора, используемого как удобрение, остается в почве, т.к. связывается с содержащимися в ней кальцием, алюминием, железом.

Фосфор, поступающий в водоемы в результате эрозионных процессов (вместе со смывом почвы, содержащей фосфорные удобрения) приводит к их эвтрофикации (массовое образование фитопланктона, развитие водорослей, цветение воды) и снижению качества воды. Поступление такой воды в организм человека и животных вызывает нарушение сердечно-сосудистой деятельности, функций щитовидной железы и даже может привести к гибели.

Во избежание отрицательных последствий использования фосфорных удобрений необходимо строго соблюдать рекомендации по их внесению и принимать во внимание следующие факторы:

- сырьевые материалы, используемые в качестве удобрений;
- предельно допустимые уровни загрязнения почв тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсичными элементами, присутствующими в удобрениях;
- необходимые операции по внесению фосфорных удобрений в почву и соблюдение экологических ограничений при фосфоритовании почв (имеются в виду сроки проведения работ, местоположение удобряемых площадей, наличие условий для проведения соответствующих работ).

Калийные удобрения (хлорид калия, сульфат калия, сильвинит и др.) также могут отрицательно воздействовать на окружающую среду. Например, при переработке сильвинита образуются галитовые отвалы, глинисто-солевые шламы, пылегазовые выбросы. Солеотвалы являются источником засоления почв и подземных вод.

Калийные удобрения содержат и так называемые балластные

элементы (хлор, натрий), которые могут накапливаться в почве при систематическом применении повышенных доз удобрений, снижая ее плодородие.

Калий может вымываться из почв, что определяется типом их водного режима, гранулометрическим составом, содержанием гумуса и запасами калия. Для предотвращения больших потерь калия и загрязнения поверхностных и грунтовых вод калийные удобрения следует вносить под основную обработку почвы. Снизить потери питательных элементов минеральных удобрений вследствие вымывания можно химическим способом, а именно применением медленнодействующих удобрений, питательные элементы которых усваиваются растением постепенно, в течение всего вегетационного периода. Это можно достичь с помощью капсулирования, покрытия синтетической оболочкой (смолы, парафины и др.) или элементарной серой.

В заключении необходимо отметить, что наибольший эффект при внесении минеральных удобрений достигается на фоне применения органических удобрений. Если минеральные в основном улучшают питательный режим почвы, то органические наряду с этим обогащают ее гумусом, улучшают физико-химические свойства, увеличивают активность почвенной микрофлоры.

Химические средства защиты (часто называемые пестицидами – от лат. *Pestis* – зараза и *caedo* – убиваю) насчитывают более 1000 химических соединений, на основе которых выпускают десятки тысяч препаратов пестицидов в мире. Наиболее часто применяемыми препаратами являются следующие:

- гербициды – для борьбы с сорными растениями,
- инсектициды – с вредными насекомыми;
- фунгициды – с грибными болезнями растений и различными грибами;
- зооциды – с вредными позвоночными;
- родентициды – с грызунами;
- бактерициды – с бактериями и бактериальными болезнями

растений;

– альгициды – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоемах;

– дефолианты – для удаления листьев и ботвы;

– десиканты – для подсушивания листьев перед уборкой урожая;

– ретарданты – для торможения роста растений и повышения устойчивости стеблей к полеганию.

При возрастающих объемах применения пестицидов их остатки или продукты метаболизма могут накапливаться в объектах окружающей среды, мигрировать по пищевым цепям и вызывать нежелательные последствия, негативно влияя на качество питьевой воды и т.д. Накапливаясь в почвах, растениях, животных, пестициды могут вызывать глубокие и необратимые нарушения нормальных циклов биологического круговорота веществ и снижение продуктивности экосистем. При интенсивном использовании пестицидов угнетаются процессы нитрификации в почве, может происходить их стерилизация, а на фоне отсутствия или слабого развития травянистого покрова многократно увеличивается вероятность развития процессов эрозии почв. Основным транспортным средством для пестицидов является вода, в связи с чем регулярное применение пестицидов на обширных территориях, являющихся, как правило, водосборной площадью, непременно становится причиной загрязнения водоемов. Любой пестицид, будучи введенным в экосистему, неизбежно вызывает в ней глубокие изменения. Нетоксичных для человека пестицидов нет. Пестициды нового поколения должны соответствовать следующим требованиям:

1) возможно низкая токсичность для человека, животных и других полезных организмов;

2) относительно быстрое разложение в почве, воде, атмосфере и организмах теплокровных животных с образованием безопасных для человека продуктов;

3) отсутствие кумуляции этих препаратов в организме человека, животных, птиц, гидробионтов;

4) отсутствие отдаленных отрицательных последствий для человека, животных и других живых организмов при систематическом длительном использовании препаратов;

5) возможность чередования препаратов из различных классов во избежание привыкания к ним вредных организмов.

В настоящее время разработаны математические методы, позволяющие прогнозировать опасность накопления того или иного пестицида в агроэкосистеме.

44.3.5. Химическое загрязнение почв тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами

Загрязнение почв тяжелыми металлами

К *тяжелым металлам* (ТМ) относятся более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева, масса атомов которых превышает 50 атомных единиц массы (Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co.). Понятие тяжелые металлы не является строгим, к ним часто относят такие элементы-неметаллы, как As, Se, а иногда и F, Be и другие элементы, атомная масса которых меньше 50 а.е.м.

Среди ТМ много микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития растений, однако избыточное их содержание оказывает токсическое действие на организмы.

В почвы ТМ поступают естественным путем, т.е. при выветривании горных пород и минералов, вулканической деятельности (природные источники ТМ), а также в результате добычи и переработки полезных ископаемых, сжигания топлива, влияния автотранспорта, сельского хозяйства (техногенные источники ТМ).

Выделяют территории с аномальным содержанием в почвах ТМ, т.е. недостаточным или избыточным. Аномальное содержание в почвах ТМ может быть связано с биогеохимическими особенностями экосистем и влиянием техногенных потоков вещества. В первом случае районы с низкими или высокими концентрациями ТМ (по сравнению с оптимальным уровнем) называются *природными*

геохимическими аномалиями или *биогеохимическими провинциями*, во втором – *техногенными геохимическими аномалиями*. В зависимости от масштаба они могут быть глобальными, региональными и локальными.

Большая часть поступающих на поверхность почвы ТМ закрепляется в гумусовых горизонтах. ТМ сорбируются на поверхности почвенных частиц, связываются с органическим веществом, аккумулируются в гидроксидах железа, входят в состав кристаллических решеток глинистых минералов, дают собственные минералы в результате изоморфного замещения, а также могут находиться в растворимом состоянии в почвенной влаге и газообразном состоянии в почвенном воздухе.

Подвижность ТМ во многом зависит от свойств почв. Так, тяжелый гранулометрический состав и высокое содержание гумуса приводят к связыванию ТМ почвой; увеличение значений рН усиливает сорбированность катионообразующих металлов (медь, цинк, никель, ртуть, свинец и др.) и увеличивает подвижность анионообразующих (молибден, хром, ванадий и др.); усиление окислительных условий увеличивает миграционную способность металлов. Загрязнение почв тяжелыми металлами приводит к потере их плодородия. Загрязнение почв ТМ имеет две стороны:

1. ТМ из почвы по пищевым цепям поступают в растения, отсюда в организм животных и человека, вызывая снижение количества и качества урожая, животноводческой продукции, рост заболеваемости населения и сокращение продолжительности жизни. Механизм токсического действия ТМ на живые организмы состоит в том, что они легко связываются с сульфгидрильными группами белков, в результате нарушается проницаемость мембран, происходит ингибирование ферментов, что ведет к нарушению обмена веществ.

2. Накапливаясь в почве, ТМ изменяют ее свойства (снижается биологическая активность, изменяется гумусное состояние, структура, рН среды и др.).

Наиболее опасны для здоровья человека ртуть, кадмий, свинец.

Охрана почв от загрязнения ТМ включает следующее: а) не допускать загрязнения; б) очищать уже загрязненные почвы путем промывок, извлечения с помощью растений, удаления верхнего загрязненного слоя почвы и т.п.; в) закреплять ТМ в почве, переводя их в нерастворимые в воде и недоступные живым организмам формы (для этого предлагается вносить в почву органические вещества, фосфорные удобрения, ионообменные смолы, природные цеолиты, бурый уголь, проводить известкование кислых почв).

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами

Нефть – это смесь углеводородов и их производных (свыше 1000 индивидуальных органических веществ), каждое из которых может рассматриваться как самостоятельный токсикант. *Нефтепродукты* представлены бензином, лигроином, керосином, мазутом, гудроном и др. Основным *источником загрязнения нефтью* – человеческая деятельность, т.к. в естественных условиях нефть залегают глубоко и не оказывает влияния на почву. Районы и источники загрязнения почв нефтью делят на временные и постоянные («хронические»). К временным районам относятся утечки при сухопутной или водной транспортировке, к постоянным – районы нефтедобычи, где почвы буквально пропитаны нефтью в результате многократных утечек.

Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами зависят от трех групп факторов:

1) параметров загрязнения (концентрации их в почве, химической природы веществ, срока от момента загрязнения и др.);

2) свойств почвы (структуры, гранулометрического состава, влажности почвы, биологической активности и др.);

3) характеристик внешней среды (температуры воздуха, ветренности, уровня солнечной радиации, растительного покрова и др.).

При попадании нефти в почву происходят значительные изменения ее параметров. На самой поверхности почвы высокомолекулярные продукты деградации нефти образуют устойчивые к разложению корочки, нарушающие дыхание почв, при многократных разливах могут формироваться прочные твердые смолисто-асфальтовые покровы. В почвах возрастает величина рН, повышается содержание углерода (в 2–10 раз) и углеводов (в 10–100 раз), нарушаются азотный режим, окислительно-восстановительные процессы, снижается водопроницаемость, меняются морфологические признаки (изменяется цвет в сторону преобладания серых и темно-коричневых оттенков, ухудшается структура).

Для растений нефть является токсичной. Поступая в клетки и сосуды растений, она повреждает и разрушает ткани, что приводит к гибели организма. В целом нефтепродукты подавляют рост и развитие растений, задерживают прорастание семян.

Загрязнителем являются и пластовые воды, поступающие в почву при добыче нефти. Они приводят к хлоридно-натриевому засолению и возникновению техногенного осолонцевания.

Охрана почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами осуществляется двумя путями:

- 1) предотвращение попадания поллютантов в почву;
- 2) очищение от загрязнения, которое уже произошло.

Для этого проводятся следующие мероприятия:

- а) мониторинг содержания нефти в почве;
- б) капитальный ремонт или закрытие загрязняющих объектов;
- в) рекультивация и санация загрязненных земель (высевают устойчивые к нефтезагрязнению культуры, или сначала удаляют верхний загрязненный слой и завозят незагрязненную почву, проводят мелиоративные работы).

44.3.6. Радиоактивное загрязнение почв

Радиоактивность – это способность нестабильных ядер элементов (радиоактивных изотопов, радионуклидов) к самопроизвольному распаду. Следствием этого является ионизирующая радиация в виде потока альфа- и бета-частиц, гамма-квантов и нейтронов. Сила излучения – число частиц, вылетающих в единицу времени, измеряется в беккерелях (1 БК = 1 распад в секунду) или кюри (1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк). Радиоактивные излучения обладают канцерогенными (вызывают раковые заболевания) и мутагенными (увеличивают частоту мутаций) свойствами.

Экологические последствия радиоактивного загрязнения заключаются в том, что, включаясь в биологический круговорот, радионуклиды (уран (^{238}U , ^{235}U), торий (^{232}Th), радий (^{226}Ra), радон (^{222}Rn , ^{220}Rn), изотопы калия (^{40}K), рубидия (^{87}Rb), кальция (^{48}Ca), циркония (^{96}Zr), стронций (^{90}Sr), цезий (^{137}Cs) и др.) через растительную и животную пищу попадают в организм человека и, накапливаясь, вызывают радиоактивное облучение. Наиболее опасны ^{90}Sr и ^{137}Cs , что обусловлено длительным периодом полураспада (28 и 32 года соответственно), высокой энергией излучения и способностью легко включаться в биологический круговорот. Стронций по химическим свойствам близок к кальцию и входит в состав костных тканей, а цезий близок к калию и включается во многие реакции, протекающие в живых организмах.

Поступающие в почву радионуклиды закрепляются в ней в верхнем 10-см слое. Наибольшей сорбцией обладают почвы с высоким содержанием гумуса, тяжелым гранулометрическим составом, богатые монтмориллонитом и гидрослюдами, с непромывным типом водного режима.

Самоочищение почв от радиоизотопов определяется скоростью их распада (период полураспада радиоактивного изотопа – время, необходимое для распада половины количества его атомов), вертикальной и горизонтальной миграцией.

Радиоактивное загрязнение не вызывает изменения основных свойств почвы (рН, соотношения элементов питания,

уровня плодородия), но радионуклиды поступают в продукцию растениеводства.

Так как радионуклиды в основном являются тяжелыми металлами, то санация и охрана почв от радионуклидов сходна с таковой от тяжелых металлов.

44.3.7. Биологическое загрязнение почв

Многие обитающие в почве микроорганизмы являются патогенными, т.е. опасны и даже губительны для человека и животных. Болезнетворные микроорганизмы могут распространяться через растения, воду, вызывая холеру, дизентерию, тиф, а также посредством насекомых, грызунов, скота, провоцируя туляремию, чуму, сибирскую язву и т.д. Почвенные очаги сибирской язвы существуют в течение многих десятков лет, активизация их зависит от многих факторов, в том числе от почвенно-климатических. Это острое инфекционное заболевание вызывается аэробными сибирезвенными бациллами и поражает преимущественно травоядных животных, от которых может заразиться и человек, у которого сибирская язва встречается в трех формах: кожной, легочной и кишечной. Кроме этого, патогенные микроорганизмы вместе с пылеватыми частицами могут попадать в дыхательные пути человека и вызывать пневмонию, скарлатину, туберкулез, микозы и др. Большую группу почвенных микроорганизмов составляют кокки (стафилококки, стрептококки, диплококки), способные вызывать гнойно-воспалительные процессы и сепсис. Загрязнение почвы органическими веществами сопровождается развитием кишечных бактерий (возбудителей брюшного тифа, паратифозных заболеваний, дизентерии).

С целью установления степени загрязнения почвы, воды, пищевых продуктов в них определяют наличие кишечной палочки, выражая результаты анализа в коли-титре (это наименьшее количество субстрата (почвы, воды, пищевых продуктов), в котором содержится хотя бы одна кишечная палочка) или коли-индексе (количество кишечных палочек,

содержащихся в 1 г твердых веществ и в 1 л жидкости). При массовом загрязнении почвы, воды и продуктов создаются возможности для возникновения эпидемиологических вспышек.

В целом почва не является естественной средой обитания большинства патогенных микроорганизмов, но, тем не менее, болезнетворные микроорганизмы широко распространены в почвенных субстратах и способны длительное время (несколько лет и десятков лет) в них сохраняться.

В почвах часто распространены патогенные споровые анаэробные бактерии (возбудители газовой гангрены, споры палочек столбняка, бациллы ботулизма). Споры вызывающих ботулизм микробов, попав в загрязненные землей пищевые продукты, прорастают в них в условиях анаэробно-гнилостного разложения в вегетативные формы, образующие экзотоксин, который вызывает отравление и поражение центральной нервной системы.

Различные поражения (кожных покровов, волос, ногтей, внутренних органов) могут вызывать и микроскопические грибы, обитающие в почвах. Заболевания, вызванные грибами, называются микозами.

Таким образом, почвенный покров имеет особое эпидемиологическое значение и требует анализа санитарно-бактериологического состояния в мониторинговых системах.

Контрольные вопросы

1. Какие экологические функции выполняет почва?
2. Как проводится агроэкологическая оценка земель?
3. Что понимают под деградацией почв? Назовите группы деградационных явлений, выделяемых в классификации деградационных процессов.
4. Охарактеризуйте промышленную эрозию почв и укажите направления рекультивации нарушенных земель.
5. Расскажите о таких деградационных процессах, как дегумификация, вторичное засоление, осолонцевание и слитизация орошаемых почв. Какие мероприятия проводятся для охраны почв от этих явлений?
6. Раскройте сущность экологических проблем химизации сельскохозяйственного производства.
7. Какими последствиями сопровождается внесение высоких доз азотных, фосфорных и калийных удобрений в почву?
8. Перечислите мероприятия, направленные на предотвращение загрязнения почв при использовании удобрений.
9. Каковы последствия применения пестицидов и других химических средств защиты растений для окружающей среды?
10. Осветите

проблему загрязнения почв тяжелыми металлами. Какие мероприятия включает охрана почв от этого вида загрязнения? 11. Какие изменения в почве происходят при загрязнении их нефтью? Каковы приемы охраны почв от нефтяного загрязнения? 12. Каковы особенности радиоактивного загрязнения почв? 13. Какие последствия для организмов связаны с биологическим загрязнением почв?

Глоссарий

Агроландшафт – антропогенный ландшафт с преобладанием в его биотической части сообществ живых организмов, искусственно сформированных человеком (антропобиоценозов) и заменивших естественные фито- и зооценозы на большей части территории. В более узкой трактовке под агроландшафтом понимают ландшафт, на большей части которого естественная растительность заменена посевами и посадками сельскохозяйственных растений.

Агропроизводственная группировка почв – объединение их видов и разновидностей в более крупные агропроизводственные группы по общности свойств, близости экологических условий, сходству качественных особенностей и уровней плодородия, однотипности необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Агроэкосистемы (или агробиогеоценозы) – вторичные, измененные человеком биогеоценозы, ставшие элементарными единицами биосферы. Основу их составляют искусственно созданные, как правило, обедненные, по сравнению с естественными биогеоценозами, видами живых организмов биотические сообщества. Агроэкосистемы создаются и регулируются человеком для получения сельскохозяйственной продукции.

Аллювиальный процесс – это накопление речного аллювия в результате оседания на поверхности пойменных почв твердых частиц из паводковых вод.

Базис эрозии – горизонтальная поверхность, на уровне которой эрозия прекращается, например, для оврага это может быть уровень дна балки, поймы или меженный уровень воды в реке.

Бонитировка почв (от латинского слова *bonitos* – доброкачественность) – сравнительная оценка качества почв, их производительной способности по отношению к природным или культурным фитоценозам.

Ветровой коридор – геоморфологический район в виде

широкой депрессии или сочетания депрессий, в котором при определенном направлении ветра, близком к направлению продольной оси депрессии, постоянно отмечается усиление его скорости.

Вид почвы – группы почв в пределах рода, различающиеся по степени развития основного почвообразовательного процесса.

Водная эрозия – процесс механического разрушения почвы под действием поверхностного стока атмосферных осадков (временных водных потоков).

Вторичная слитизация – ухудшение структуры почв вследствие содового засоления, появление глыбистости, слитости, склонности к образованию поверхностной корки после поливов и дождей.

Вторичное засоление – засоление почв при орошении ее минерализованными водами или пресными водами в результате подъема уровня минерализованных грунтовых вод.

Вторичное осолонцевание – совокупность процессов, вызванных содовым засолением: повышение щелочности почвенного раствора (рН 9–11), увеличение содержания поглощенного натрия, пептизация коллоидов, повышение подвижности органического вещества, ухудшение структуры и, как следствие, водно-физических свойств почвы.

Выщелачивание – процесс обеднения того или иного горизонта или почвы в целом основаниями (щелочами и щелочными землями) в результате выхода их из кристаллической решетки минералов или из органических соединений, растворения и выноса просачивающейся водой. Частными видами выщелачивания являются: а) декарбонизация – разрушение и вынос извести из почвы или почвообразующей породы; б) рассоление – освобождение почвы или почвообразующей породы от водорастворимых солей.

Гальмиролиз – выветривание (разрушение) минералов под действием солевых растворов.

Геохимический барьер – зона почвенно-грунтовой толщи, где происходит резкое изменение интенсивности миграции тех или иных веществ и их аккумуляция.

Геохимический ландшафт – территория, включающая в себя водораздельные участки, склоны и местные депрессии, в пределах которой выделяют следующие элементарные геохимические ландшафты: а) элювиальные; б) транзитные (могут подразделяться на трансэлювиальные (верхние части склонов) и трансаккумулятивные (нижние части склонов)); в) аккумулятивные.

Глеевый процесс – см. оглеение.

Группировка земель – объединение земель по оценке их пригодности для сельскохозяйственного использования. Основывается на изучении и оценке многих компонентов (рельефа, почв, условий увлажнения, структуры почвенного покрова) и проводится с учетом экономических факторов.

Гумусообразование – процесс преобразования органических остатков в почвенный гумус и его перемешивания с минеральной частью почвы с формированием гумусовых сгустков (гумонов), обволакивающих пленок, органоминеральных соединений и глинисто-гумусовых комплексов.

Деградация почв – совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

Дегумификация – процесс уменьшения содержания и запасов органического вещества в пахотных почвах, интенсивность которого определяется соотношением в севооборотах пропашных культур и культур сплошного сева, удельным весом многолетних трав, применением органических и минеральных удобрений и другими факторами.

Дерновый процесс – процесс, протекающий под воздействием травянистой растительности с образованием поверхностного темного гумусового горизонта (состоящего

наполовину из корневых систем растений) и сопровождающийся интенсивным гумусообразованием, гумусонакоплением, аккумуляцией биофильных элементов и созданием водопрочной комковатой или зернистой структуры.

Дефляция – процесс механического разрушения почвы под действием ветра (ветровая эрозия почвы), который особенно сильно проявляется на легких почвах (развеивание песков), но иногда (во время пыльных бурь) и на суглинках и глинах при их пылеватом составе.

Диагностика почв – процесс описания почвы в соответствии с определенными правилами в целях ее систематического определения, т.е. в целях отнесения к тому или иному известному либо новому типу, роду, виду и другим более низким таксономическим уровням.

Засоление – процесс накопления в почвенном профиле водорастворимых солей из минерализованных грунтовых вод при выпотном водном режиме.

Земельный кадастр – это система государственных мероприятий по всестороннему изучению природного, хозяйственного и правового положения земель путем проведения регистрации объектов и субъектов прав на земельные участки; достоверного учета количества и качества земель, качественной и экономической оценки земель для организации использования земель и установления реальной платности землепользования.

Землепользование – форма распоряжения землей с целью извлечения из земли полезных свойств или дохода путем свободного хозяйствования, рациональной организации территории, защиты земель от процессов разрушения и загрязнения, использования имеющихся на участке полезных ископаемых.

Карта – изображение какой-либо территории в некотором уменьшении.

Классификация почв – объединение почв в группы по их признакам, свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Коли-индекс – количество кишечных палочек, содержащихся в 1 г твердых веществ и в 1 л жидкости.

Коли-титр – наименьшее количество субстрата (почвы, воды, пищевых продуктов), в котором содержится хотя бы одна кишечная палочка.

Комплекс почв – 1) чередование почв по микрорельефу; 2) почвенные комбинации с регулярным чередованием мелких пятен (от 1 метра до десятков метров) контрастно различающихся почв, взаимно генетически обусловленных. Компоненты комплекса чаще всего приурочены к элементам микрорельефа или микроассоциациям растительности и сопряжены с перераспределением влаги осадков.

Коркообразование – процесс образования поверхностной сильно пористой обогащенной кремнеземом обессоленной корочки (мощностью от 0,5 до нескольких см.) в сухостепных, полупустынных и пустынных почвах. Корка ясно отделяется и иногда отслаивается от нижележащей толщи, сильно пористая, слоеватой структуры, обычно растрескивается на полигональные отдельности.

Коэффициент стока – отношение объема воды, стекающей с поверхности почвы, к объему воды, выпадающей на эту же поверхность за то же время.

Коэффициент увлажнения – отношение количества выпавших осадков (в мм) к испаряемости за этот же период.

Криогенез – генезис (образование, развитие и эволюция) почв в условиях влияния многолетней мерзлоты.

Криолитогенез – преобразование различных горных пород под влиянием мерзлотных процессов, главную роль в котором играют процессы физического выветривания, химическое выветривание имеет подчиненное значение.

Криотурбация – процесс морозного механического перемещения одних почвенных масс относительно других в пределах какого-либо горизонта или профиля в целом с образованием специфического криотурбационного строения.

Лессиваж (лессивирование, обезливание, иллиммеризация) – вынос илистой фракции вниз по профилю без ее разрушения.

Оподзоливание – появление в почве признаков подзолистого процесса, в основе которого лежит кислотный гидролиз глинистых силикатов в условиях гумидного климата и промывного типа водного режима с остаточной аккумуляцией в подзолистом (оподзоленном) горизонте кремнезема и обеднение его илом, алюминием, железом и основаниями.

Оросительная норма – объем воды, который необходимо подать на орошаемое поле за весь вегетационный период.

Осолодение – процесс разрушения минеральной части почвы под воздействием щелочных растворов (щелочной гидролиз глинистых силикатов) с накоплением остаточного аморфного кремнезема и выносом из элювиального (осолоделого) горизонта аморфных продуктов разрушения.

Осолонцевание – внедрение натрия в почвенный поглощающий комплекс и как следствие резкое повышение дисперсности органической и минеральной части, снижение устойчивости коллоидов по отношению к воде и возникновение щелочной реакции почвы.

Отдел – таксономическая единица в Классификации почв России (2004) – группа почв, характеризующихся единством основных процессов почвообразования, формирующих главные черты почвенного профиля.

Охрана и рациональное использование почв – система мероприятий, направленная на защиту, улучшение и рациональное использование земель, увеличение плодородия почв и поддержание устойчивости биосферы в целом.

Подзолообразовательный процесс – процесс кислотного гидролиза (разрушения под действием низкомолекулярных органических кислот неспецифической природы и высокомолекулярных органических кислот специфической природы (главным образом фульвокислот)) первичных и вторичных минералов с последующим выносом продуктов разрушения вниз по профилю с нисходящими токами воды в условиях промывного водного режима.

Подтип почвы – группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся

процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. Как правило, в пределах каждого типа выделяется центральный, наиболее типичный подтип и ряд переходных к другим типам подтипов.

Поемный процесс – это периодическое затопление почв пойменной террасы паводковыми водами.

Поливная норма – объем воды, который необходимо подать за один полив.

Почвенная зона – ареал одного или двух зональных почвенных типов и сопутствующих им интразональных и внутризональных почв.

Почвенная карта – изображение почвенного покрова территории; дает наглядное представление о качестве и расположении почв.

Почвенная комбинация – комплекс почв, представленный регулярным чередованием мелких пятен (от 1 метра до десятков метров) контрастно различающихся почв, взаимно генетически обусловленных.

Почвенно-географическое районирование – метод анализа и выявления главных черт почвенного покрова и выделение на этой основе территорий, однородных по зонально-провинциальным особенностям, структуре и возможностям сельскохозяйственного использования.

Почвенный покров – вся совокупность почв конкретной территории.

Почвенный округ – часть почвенной провинции, характеризующаяся определенным типом почвенных комбинаций, обусловленных спецификой рельефа и почвообразующих пород.

Почвенный район – относительно однородная часть территории почвенного округа, характеризующаяся одним типом мезоструктуры почвенного покрова.

Природно-сельскохозяйственное районирование – разделение территории на отдельные части на основе оценки всего комплекса физико-географических условий (климата,

рельефа, почв и др.) и их соответствия требованиям сельскохозяйственного производства.

Противоэрозионная устойчивость – способность почвы противостоять смыву и размыву водным потоком.

Псевдооглеение – процесс внутрипочвенного поверхностного или подповерхностного оглеения под воздействием периодического переувлажнения верховодкой при ее сезонном образовании на водоупорном иллювиальном горизонте или более тяжелом нижнем слое двухчленной почвообразующей породы.

Пучение – процесс неравномерного увеличения объема почвы (или грунта) при промерзании, происходящего как за счет увеличения (на 9%) объема имеющейся в грунте воды при ее кристаллизации, так и вследствие замерзающих новых объемов воды, мигрирующих извне в рассматриваемый объем грунта и к фронту промерзания.

Радиоактивное загрязнение почв – природное или антропогенное накопление в почве радионуклидов в результате ядерных взрывов, аварийных выбросов на атомных предприятиях, утечки радиоактивных материалов, захоронении отходов атомной промышленности.

Радиоактивность – способность нестабильных ядер элементов (радиоактивных изотопов, радионуклидов) к самопроизвольному распаду, следствием чего является ионизирующая радиация в виде потока альфа- и бета-частиц, гамма-квантов и нейтронов.

Разновидность почвы – группы почв в пределах вида или подвида, различающиеся по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов (легкосуглинистые, супесчаные, глинистые и т.д.)

Разряд почвы – группы почв, образующиеся на однородных в литологическом или генетическом отношении породах (на лессах, аллювии, граните, известняке и т.д.).

Рассоление – процесс освобождения почвенного профиля или почвообразующей породы от водорастворимых солей путем

растворения и выноса их в грунтовые воды при смене гидрологического режима почвы.

Растрескивание – процесс интенсивного сжатия почвенной массы при ее обсыхании с образованием вертикальных трещин на ту или иную глубину, ведущий к перемешиванию почвы и ее гомогенизации на глубину растрескивания в одних почвах (например, вертисолях) либо, наоборот, к образованию гетерогенных профилей с разным составом и строением в заполненных трещинах в других почвах (например, в криогенных почвах).

Рекультивация земель – комплекс мероприятий (горно-технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и инженерно-строительных), направленных на восстановление и оптимизацию нарушенных ландшафтов.

Род почвы – группы почв в пределах подтипов, качественные генетические особенности которых обусловлены влиянием комплекса местных условий: составом почвообразующих пород, составом и положением грунтовых вод, реликтивными признаками почвообразующего субстрата, приобретенными в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования.

Рубефикация (*ферритизация, ожелезнение*) – метаморфический процесс необратимой коагуляции и последующей кристаллизации оксидов железа в почвенном профиле в результате периодического просыхания почвы в сухой и жаркий период года после приноса их и отложения в течение влажного периода. Морфологически этот процесс выражается в виде оранжевой или кирпичной окраски профиля или горизонта его локализации.

Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и размещение на полях. Различают полевой, кормовой, специальные типы севооборотов.

Сегрегация – процесс образования осветленного внутрипочвенного горизонта путем стягивания соединений

железа и марганца из общей почвенной массы в центры концентрации без существенного выноса за пределы горизонта.

Сиаллитизация – см. *оглинивание*.

Сидеральные культуры – культуры, используемые в качестве зеленого удобрения, их урожай полностью запахивается в почву. В качестве зеленого удобрения используют однолетний и многолетний люпин, донник, люцерну, клевер, чину, горох, кормовые бобы, вику, сераделлу; высевают их ранней весной или летом после снятия урожая основной культуры.

Систематика почв – учение о разнообразии всех существующих на Земле почв, о взаимоотношениях и связях между их различными группами (таксонами), основывающееся на их диагностическом описании, определении путем сравнения специфических особенностей каждого вида почвы и каждого таксона более высокого ранга и выявлении общих особенностей у тех или иных таксонов.

Скелетность почвы – наличие в почве слабыветрившихся обломков плотных пород, смешанных с мелкоземом.

Слитизация – процесс обратимой цементации (при высыхании) монтмориллонитово-глинистых почв в условиях периодического чередования интенсивного увлажнения и просыхания, сопровождающийся сменой набухания и усадки с интенсивной вертикальной трещиноватостью.

Солифлюкция – криогенный процесс, выражающийся в текучести грунта по склону. Переувлажнение почвенной толщи в период весенне-летнего протаивания приводит к тому, что деятельный слой почв приобретает консистенцию пльвуна и сползает по поверхности горизонта многолетней мерзлоты под воздействием силы тяжести.

Солончаковатость – наличие водорастворимых солей в почвенном профиле.

Сочетания почв – закономерная смена (чередование) почв по мезорельефу. В последнее время сочетаниями предлагается называть почвенные комбинации, в которых регулярно чередуются довольно крупные (порядка гектаров и десятков гектаров) ареалы контрастно различающихся почв, генетическая

связь между которыми (перемещение влаги, органо-минеральных и минеральных веществ) имеет однонаправленный (односторонний) характер.

Ствол – высшая таксономическая единица в Классификации почв России (2004), отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и литогенеза.

Степень засоления – определяется количеством водорастворимых солей с учетом их токсичности.

Структура почвенного покрова – определенный тип строения почвенного покрова, складывается из совокупности элементарных почвенных ареалов. Характеризуется следующими параметрами: компонентностью (составом), сложностью (частотой пространственной смены ареалов) и контрастностью (степенью генетического и агрономического различия между ареалами).

Таксономия почв – система таксономических единиц – последовательно соподчиненных систематических категорий, отражающих объективно существующие в природе группы почв.

Таксоны (таксономические единицы) – это классификационные, или систематические, единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень детальности, или точность их определения.

Тиксотропность – способность почв и грунтов в переувлажненном состоянии разжижаться под влиянием механических воздействий и снова переходить в твердое состояние при пребывании в покое. При явлении тиксотропии вся почвенная влага включается в состав гидратных оболочек почвенных частиц и теряет способность к свободному передвижению, в результате этого передвигаются не растворы, а вся почвенная масса.

Тип почвы – большая группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким

проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

Токсичность солей – свойство различных легкорастворимых солей вызывать угнетение развития и отравление растительных организмов вследствие повышения осмотического давления в почвенных растворах и нарушения поступления воды и питательных элементов, а также нарушения физиологических функций растения.

Торф – органогенная порода, состоящая из продуктов специфической трансформации растительных остатков, измененных в процессе болотного почвообразования и погребения этих остатков под их нарастающей толщей в условиях анаэробногизиса.

Торфообразование – процесс специфической трансформации органических остатков в условиях недостатка кислорода и избытка влаги, при котором гумификация и минерализация ослабляются, и растительные остатки консервируются на стадии полуразложения.

Тяжелые металлы – более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева, масса атомов которых превышает 50 атомных единиц массы (Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co и др.).

Устойчивость экосистем – способность экосистем к самосохранению и саморегулированию в пределах, не превышающих определенных критических величин (допустимых пределов изменений).

ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН.

Ферраллитизация – процесс внутрипочвенного выветривания первичных алюмосиликатов с образованием и аккумуляцией *in situ* вторичной глины ферраллитного состава. Разрушение минералов породы сопровождается выносом оснований и кремнезема и накоплением железа и алюминия в виде минералов гидроксидов железа (лимонит, гематит) и алюминия (гидраргиллит, диаспор), а также каолинита и кварца.

Физическая спелость – состояние почвы, при котором она хорошо крошится на комки, не прилипая к орудиям обработки. Определяется влажностью почвы и зависит от гранулометрического, минералогического и химического составов.

Химизация сельского хозяйства – применение различных химических средств для улучшения свойств почв. К химизации относится применение удобрений, пестицидов, известковых материалов для устранения кислой реакции почвенного раствора и т.д.

Химизм засоления (тип засоления) – качественный состав солей, устанавливается по соотношению анионов или катионов в составе водной вытяжки засоленных почв.

Эволюция почвы – совокупность всех изменений в почве от начала ее образования до сегодняшнего дня. Причина эволюции – несоответствие свойств почвы и протекающих в ней процессов факторам почвообразования.

Экологическая безопасность – состояние, при котором отсутствует угроза нанесения ущерба окружающей среде и здоровью человека.

Экологическая карта – уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности, содержащее определенные данные о воздействии на окружающую среду, ее состоянии и последствиях его изменения.

Экономическая оценка земель – оценка качества земли как главного средства сельскохозяйственного производства по экономическим показателям, важнейшими из которых являются общая стоимость полученной продукции (валовой доход), общая величина затрат на получение урожая и чистый доход.

Элементарные почвенные процессы – частные почвообразовательные процессы, являющиеся горизонтообразующими или профилеобразующими (например, гумусообразование, засоление, оподзоливание, оглеение и др.).

Элементарный ареал агроландшафта (ЭАА) – участок территории на мезорельефе, представленный одной почвой

(элементарным почвенным ареалом) или микрокомбинацией почв.

Элементарный почвенный ареал (ЭПА) – участок территории, занятый одной конкретной почвой самого низкого таксономического уровня (разряда), ограниченный со всех сторон другими ЭПА или непочвенными образованиями (озером, карьером и др.).

Элювиально-глеевый процесс – процесс разрушения глинистых силикатов при оглеении с последующим выносом или сегрегацией продуктов разрушения и остаточным накоплением кремнезема; отличается от псевдооглеения отсутствием мраморизации и сегрегации.

Элювиирование – процесс выноса продуктов разрушения почвенного материала нисходящими или латеральными (боковыми) токами воды, в результате чего элювиальный горизонт обедняется теми или иными соединениями и относительно обогащается оставшимися на месте соединениями или минералами.

Эродированные почвы – почвы, потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием эрозионных и дефляционных процессов.

Эрозия – смыв и размыв почв поверхностным стоком временных водных потоков (водная эрозия) или разрушение почв под действием ветра (дефляция).

Рекомендуемая литература

Основная

Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение: учебник для вузов. – Ростов н/Д.; М.: Изд-во «МарТ», 2006. – 496 с.

Каллас Е.В., Мерзляков О.Э., Спирина В.П., Середина В.П., Герасько Л.И., Соловьева Т.П. Почвы России и сопредельных территорий / Интернет-ресурс. Учебно-методический комплекс/ http://ido.tsu.ru/cd-dvd/0/1620/?sphrase_id=53989

Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.

Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. 2-ое изд-ние переработанное и дополненное. – М.: КолосС, 2008. – 439 с.

Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.

Основы почвоведения / Под ред. С.П. Кулижского, А.Н. Рудого. – Томск: Изд-во Томского госуд. педагогич. ун-та, 2005. – 408 с.

Основы почвоведения и географии почв / Под ред. С.П. Кулижского, А.Н. Рудого. – Томск: Изд-во Томского госуд. педагогич. ун-та, 2004. – 384 с.

Почвоведение / Кауричев И.С., Александрова Л.Н., Панов Н.П. и др. – М.: Колос, 1982. – 496 с.

Почвоведение / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова: В 2-х ч. – М.: Высш. Школа, 1988.

Почвоведение с основами геологии (учебное пособие для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов) / А.И. Горбылева, Д.М. Андреева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский. Под ред. А.И. Горбылевой. – Минск: Новое знание, 2002. – 480 с.

Почвы бореального и суббореального поясов России / Авторы-составители Л.И. Герасько, Е.В. Каллас. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 184 с.

Хабаров А.В., Яскин А.А., Хабаров В.А. Почвоведение. – М.: КолосС, 2007. – 311 с.

Дополнительная

Агроэкологическая группировка и картографирование пахотных земель для обоснования адаптивно-ландшафтного земледелия. Методич. рекомендации / Сост. Н.П. Сорокина. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1995. – 76 с.

Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В.А. Черникова. А.В. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, И.Г. Грингоф, В.Т. Емцев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: КолосС, 2004. – 400 с.

Апарин Б.Ф., Русаков А.В., Булгаков Д.С. Бонитировка почв и основы государственного земельного кадастра: Учеб. пособие. – Спб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2002. – 88 с.

География и картография почв – М.: Наука, 1993. – 303 с.

Глазовская М.А. Почвы зарубежных стран: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 312 с.

Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глееобразование. – М.: Наука, 1974. – 207 с.

Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Охрана почв от эрозии и дефляции. – М.: Изд-во МГУ, 1988 – 98 с.

Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.

Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., Григорьев В.Я. Прогнозирование и предупреждение эрозии и дефляции почв. М.: Изд-во МГУ, 1989 – 104 с.

Ливеровский Ю.А. Почвы СССР. Географическая характеристика. – М.: Мысль, 1974. – 462 с.

Лобова Е.В., Хабаров А.В. Почвы. – М.: Мысль, 1983.– 303 с.

Стурман В.И. Экологическое картографирование. – Ижевск, 2000. – 152 с.

Содержание

Раздел 3 Систематика и основные типы почв

Глава 21 Основные закономерности распространения почв

- 21.1. Законы географии почв
- 21.2. Понятие о структуре почвенного покрова
- 21.3. Почвенно-географическое районирование

Глава 22 Классификация и диагностика почв

- 22.1. Систематика, классификация и номенклатура почв
- 22.2. Таксономия почв
- 22.3. Диагностика почв и ее основные показатели

Глава 23 Слаборазвитые почвы.

- 23.1. Общая характеристика слаборазвитых почв
- 23.2. Литосоли
- 23.3. Ареносоли
- 23.4. Регосоли и пелосоли

Глава 24 Дерновые почвы

- 24.1. Общие диагностические признаки и строение профиля
- 24.2. Рендзины и парарендзины
- 24.3. Ранкеры
- 24.4. Умбрисоли

Глава 25 Гидроморфные почвы

- 25.1. Гидроморфизм почв
- 25.2. Маршевые и мангровые почвы
- 25.3. Болотные почвы
 - 25.3.1. Условия формирования, генезис и строение профиля болотных почв
 - 25.3.2. Свойства торфа
 - 25.3.3. Классификация и диагностика болотных почв
- 25.4. Аллювиальные почвы
 - 25.4.1. Условия формирования и генезис аллювиальных

почв

25.4.2. Классификация и диагностика аллювиальных почв

Глава 26 Криогенные почвы

26.1. Криогенез почв

26.2. Арктические почвы

26.3. Тундровые глеевые почвы

26.4. Мерзлотно-таежные почвы

26.4.1. Условия почвообразования и генезис

26.4.2. Общие свойства мерзлотно-таежных почв

26.4.3. Классификация и диагностика мерзлотно-таежных

почв

Глава 27 Почвы таежно-лесной зоны (подзолистые и болотно-подзолистые)

27.1. Условия почвообразования в таежно-лесной зоне

27.2. Генезис подзолистых почв

27.3. Морфологическое строение профиля и свойства подзолистых почв

27.4. Классификация и диагностика подзолистых почв

27.5. Болотно-подзолистые почвы

Глава 28 Серые лесные почвы северной лесостепи

28.1. Условия почвообразования в лесостепной зоне

28.2. Генезис серых лесных почв

28.3. Морфологическое строение профиля и свойства серых лесных почв

28.4. Классификация и диагностика серых лесных почв

Глава 29 Бурые лесные почвы

29.1. Экология буроземообразования

29.2. Генезис и строение профиля бурых лесных почв

29.3. Свойства и классификация бурых лесных почв

Глава 30 Черноземы и лугово-черноземные почвы лесостепной и степной зон

- 30.1. Экология черноземообразования
- 30.2. Генезис черноземов
- 30.3. Морфологическое строение профиля и свойства черноземов
- 30.4. Классификация и диагностика черноземов
- 30.5. Лугово-черноземные почвы
 - 30.5.1. Условия формирования и генезис лугово-черноземных почв
 - 30.5.2. Морфологическое строение профиля и свойства лугово-черноземных почв
 - 30.5.3. Классификация и диагностика лугово-черноземных почв

Глава 31 Каштановые почвы зоны сухих степей

- 31.1. Условия почвообразования в зоне сухих степей
- 31.2. Генезис каштановых почв
- 31.3. Морфологическое строение профиля и свойства каштановых почв
- 31.4. Классификация и диагностика каштановых почв

Глава 32 Солончаки, солонцы, солоды

- 32.1. Солончаки
 - 32.1.1. Источники солей в почвах и условиях их аккумуляции
 - 32.1.2. Генезис, строение профиля и свойства солончаков
 - 32.1.3. Классификация и диагностика солончаков
- 32.2. Солонцы
 - 32.2.1. Условия формирования и генезис солонцов
 - 32.2.2. Морфологическое строение профиля и свойства солонцов
 - 32.2.3. Классификация и диагностика солонцов
- 32.3. Солоды
 - 32.3.1. Условия почвообразования и генезис солодей
 - 32.3.2. Морфологическое строение профиля и свойства солодей
 - 32.3.3. Классификация и диагностика солодей

Глава 33 Бурые почвы полупустынной зоны

33.1. Условия формирования бурых полупустынных почв

33.2. Генезис бурых полупустынных почв

33.3. Морфологическое строение профиля и свойства бурых полупустынных почв

33.4. Классификация бурых полупустынных почв

Глава 34 Почвы пустынной зоны

34.1. Факторы почвообразования в пустынной зоне

34.2. Серо-бурые пустынные почвы

34.2.1. Генезис серо-бурых пустынных почв

34.2.2. Морфологическое строение профиля и свойства серо-бурых пустынных почв

34.2.3. Классификация серо-бурых пустынных почв

34.3. Такыры

34.3.1. Условия формирования и генезис такыров

34.3.2. Морфологическое строение профиля и свойства такыров

такыров

34.3.3. Классификация такыров

Глава 35 Почвы предгорно-пустынных степей сухих субтропиков (сероземы)

35.1. Условия формирования сероземов

35.2. Генезис сероземов

35.3. Морфологическое строение профиля и свойства сероземов

35.4. Классификация сероземов

Глава 36 Серо-коричневые почвы сухих субтропических степей, ксерофитных лесов и кустарников

36.1. Условия формирования и генезис серо-коричневых почв

36.2. Морфологическое строение профиля, свойства и классификация серо-коричневых почв

36.3. Коричневые почвы: условия формирования, генезис, строение профиля, свойства и классификация

Глава 37 Красноземы и желтоземы влажных субтропических

лесов

37.1. Условия почвообразования во влажных субтропических лесах

37.2. Красноземы

37.2.1. Генезис и морфологическое строение профиля красноземов

37.2.2. Классификация, состав и свойства красноземов

37.3. Желтоземы

37.3.1. Генезис и морфологическое строение профиля желтоземов

37.3.2. Классификация, состав и свойства желтоземов

Глава 38 Почвы горных областей

38.1. Особенности условий почвообразования в горных областях

38.2. Специфика горного почвообразования

38.3. Характеристика типов горных почв

Глава 39 Вулканические почвы

39.1. Формирование и особенности пирокластических пород

39.2. Характеристика вулканических почв и их классификация

Раздел 4 Основы агроэкологического землепользования

Глава 40 Эрозия почв и меры борьбы с ней

40.1. Классификация эрозионных процессов

40.2. Вред, причиняемый эрозией

40.3. Факторы водной эрозии и дефляции почв

40.4. Диагностика и классификация эродированных почв

40.5. Свойства эродированных почв и приемы их улучшения

40.6. Мероприятия по защите почв от водной эрозии и дефляции

40.6.1. Организационно-хозяйственные
противоэрозионные мероприятия

40.6.2. Агротехнические противоэрозионные
мероприятия

40.6.3. Лесомелиоративные противоэрозионные
мероприятия

40.6.4. Гидротехнические противоэрозионные мероприятия

Глава 41 Земельные ресурсы России

41.1. Земельный кадастр, классификация земель и состояние земельных ресурсов

41.2. Принципы рационального агроэкологического землепользования

Глава 42 Основы экологического картографирования. Почвенные карты: принципы их составления и использования

42.1. Характеристика картографических материалов. Почвенные карты и картограммы

42.2. Агропроизводственные группировки почв и земель и критерии их составления

42.3. Использование почвенных карт, картограмм и материалов почвенных исследований

Глава 43 Основы бонитировки почв

43.1. Методика и показатели бонитировки почв

43.2. Экономическая оценка земель

43.3. Метод рейтинговой оценки ФАО для определения пригодности земель

Глава 44 Агроэкологическая характеристика земель и охрана почв

44.1. Экологические функции почв

44.2. Агроэкологическая оценка земель

44.3. Деградация почв и их охрана

44.3.1. Классификация деградиционных процессов

44.3.2. Промышленная эрозия почв и рекультивация

44.3.3. Дегумификация, вторичное засоление, осолонцевание и слитизация орошаемых почв

44.3.4. Экологические проблемы химизации, загрязнение почв удобрениями и пестицидами

44.3.5. Химическое загрязнение почв тяжелыми

металлами, нефтью и нефтепродуктами

44.3.6. Радиоактивное загрязнение почв

44.3.7. Биологическое загрязнение почв

Глоссарий

Литература