

## 1. Минералогический и химический состав почв

Почва – многофазная полидисперсная система, состоящая из 4 фаз:

- твердой (минеральные и органические частицы);
- жидкой (почвенный раствор);
- газообразной (почвенный воздух);
- живой, или биологической (почвенные организмы).

Минеральная часть составляет 80–90 % и более от массы почвы и представлена совокупностью всех минералов, входящих в ее состав.

В состав почв входят первичные и вторичные минералы.

**Первичные минералы** образуются при застывании магмы в земной коре и остаются на месте своего образования. Они слагают магматические горные породы, а в почвах являются остаточным продуктом выветривания и представлены частицами размером более 0,001 мм. В большинстве случаев первичные минералы преобладают над вторичными.

Наиболее распространенными первичными минералами в породах и почвах являются кварц, полевой шпат, амфиболы и пироксены (роговая обманка и авгит). Они составляют основную массу магматических пород

### Минералогический состав магматических пород (по Ф.У. Кларку)

Минералы	Содержание, %
Полевые шпаты	59,5
Кварц	12,0
Амфиболы (роговая обманка) и пироксены (авгит)	16,8
Слюды (мусковит, биотит)	3,8
Прочие	7,9

В рыхлых породах больше всего кварца – 40–60 %, затем полевого шпата – около 20 % (особенно ортоклаза). Кварц и полевые шпаты сосредоточены в основном в песчаных и пылеватых частицах. В целом, первичные минералы составляют 90–100 % массы мелкозёма песков, 50–80 % суглинков, 10–12 % глин. Несмотря на то, что первичные минералы не обладают, в отличие от вторичных (в частности глинистых), поглотительной способностью, их влияние на формирование других свойств почвы велико:

- от их количества зависят агрофизические свойства почвы;
- они являются резервными источниками питания растений;
- из них образуются вторичные минералы.

**Вторичные минералы** образуются из первичных в результате выветривания и переотложения продуктов выветривания, химических и биохимических реакций и жизнедеятельности организмов. Они представлены частицами менее 0,001 мм. К ним относятся глинистые минералы, минералы простых солей, минералы оксидов и гидроксидов, смешанослойные минералы.

Глинистые минералы составляют основную массу вторичных минералов и представлены мелкими частицами размером менее 0,001 мм. К

распространенным глинистым минералам относятся минералы группы монтмориллонита, каолинита, гидрослюды, хлоритов. Глинистые минералы обладают следующими общими свойствами:

- слоистое кристаллическое строение;
- высокая дисперсность;
- поглотительная способность;
- наличие химически связанной воды.

Однако каждая группа вышеперечисленных минералов имеет свои специфические свойства и значение в плодородии.

**Минералы монтмориллонитовой группы** обладают следующими свойствами:

- подвижная трехслойная кристаллическая решетка;
- наиболее высокая дисперсность;
- высокая поглотительная способность (ЕКО равна 80–120 мэкв/100 г почвы);
- водно-физические свойства данной группы малоблагоприятны;
- содержат большое количество химически связанной и гигроскопической воды не доступной для растений;
- максимальная гигроскопичность до 30 %;
- во влажном состоянии сильно набухают и увеличиваются в объеме в 20 раз, а при высыхании проседают, уплотняются и растрескиваются;
- обладают значительной липкостью, слабой водопроницаемостью и образуют почвенную корку.

В сочетании с гуминовыми кислотами образуют водопрочные агрегаты. Поэтому на фоне высокого содержания гумуса в почве, богатой минералами монтмориллонитовой группы, значительно улучшаются и водно-химические свойства.

**Минералы каолинитовой группы** обладают следующими свойствами:

- жесткая неподвижная двухслойная кристаллическая решетка;
- не набухают;
- содержат мало щелочноземельных оснований;
- невысокая поглотительная способность (ЕКО до 20 мэкв/100 г почвы).

Среди глинистых минералов в почвах часто встречаются хлориты. Они представляют собой алюмосиликаты, содержащие Fe, Mg, Ni, Cr.

**Минералы простых солей** образуются при выветривании первичных минералов, а также в результате почвообразовательного процесса. К таким солям относятся: кальцит  $\text{CaCO}_3$ , магнезит  $\text{MgCO}_3$ , доломит  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , галит  $\text{NaCl}$ , фосфаты, нитраты и др.

Эти минералы способны накапливаться в почвах в больших количествах в условиях сухого климата и определяют засоленность почв.

**Минералы оксидов и гидроксидов** – это гидроксиды кремния, алюминия, железа, марганца, образующиеся в аморфной форме при выветривании первичных минералов в виде гидратированных высокомолекулярных гелей и постепенно подвергающиеся дегидратации и

кристаллизации с образованием оксидов и гидроксидов кристаллической структуры. К ним относятся: опал  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , пиролюзит  $\text{MnO}_2$ , бемит  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , гиббсит  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , гетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и др.

Эти минералы встречаются в небольших количествах во всех почвах. Гетита и гиббсита много в ферралитных почвах.

Гидроксиды Al и Fe способствуют оструктуриванию почвы, поглощают фосфат-ионы из почвенного раствора и делают фосфор малодоступным растениям.

**Минералы группы гидрослюд** (гидромусковит, гидробиотит и др.) образуются в основном из слюд и полевых шпатов. Широко распространены в почвах. Структура их подобна монтмориллониту. Они обладают следующими свойствами:

- жесткая неподвижная трехслойная кристаллическая решетка;
- не набухают;
- являются важным источником калия для растений (содержат  $\text{K}_2\text{O}$  – 6–8 %);
- средняя поглотительная способность (ЕКО до 40–60 мэкв/100 г почвы, у вермикулита ЕКО = 100 мэкв/100 г почвы).

Почва наследует минеральный состав почвообразующей породы. В дальнейшем почвообразование вызывает передвижение, разрушение, синтез минералов, но существенно не меняет минералогический состав почвы.

Почва по своему химическому составу отличается от исходных почвообразующих пород. Содержание отдельных химических элементов в породе и почве колеблется в широких пределах.

### Химический состав почв и пород

Химический элемент	Почвообразующие породы (литосфера)	Почва
O	47,2	49
Si	26,7	33
Al	8,8	7,13
Fe	5,1	3,8
Ca	3,6	1,37
Na	2,64	0,63
K	2,6	1,36
Mg	2,1	0,6
H	0,15	–
C	0,1	2
P	0,08	0,09
N	0,01	0,1

Литосфера состоит, почти наполовину из  $\text{O}_2$ , более чем на четверть из кремния, а также из Al, Fe, Ca, Na, K, Mg. Все эти 8 элементов составляют более 99 % от массы литосферы, а такие важные элементы питания растений, как N, C, S, P, занимают десятые и сотые доли процентов. Еще меньшее содержание в породах и почвах микроэлементов.

Почва имеет сходство с литосферой по содержанию O<sub>2</sub>, Si, Al и Fe. Однако в почве в 20 раз больше С и в 10 раз N, так как накопление этих элементов связано с жизнедеятельностью организмов.

Химический состав почв постоянно изменяется в соответствии с направленностью процессов почвообразования.

Химические элементы находятся в почвах в различных соединениях. При недостатке в почве хотя бы одного из нужных растениям элементов урожай сельскохозяйственных культур снижается, а иногда и приводит к гибели растений, причем нельзя какой-либо элемент заменить другим.

Элементы, которые растения потребляют в большом количестве, называются макроэлементами. К ним относятся: азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg), натрий (Na).

Элементы, которые растения потребляют в незначительном количестве, называются микроэлементами. К ним относятся: бор (Bo), медь (Cu), йод (I), марганец (Mn), молибден (Mo), кобальт (Co), цинк (Zn), фтор (F).

Азот входит в состав всех белковых веществ, содержится в хлорофилле, нуклеиновых кислотах, фосфатидах и многих других органических веществах. Основная масса азота в почве сосредоточена в органическом веществе и находится в полной зависимости от содержания в почве органического вещества, прежде всего гумуса.

Азот доступен растениям главным образом в форме нитратов, нитритов и аммония. Аммонийный и нитратный азот – основные формы азотных соединений, которыми питаются растения.

Фосфор входит в состав многих органических соединений, которые представлены хитином, нуклеиновыми кислотами, фосфатидами, сахарофосфатидами и др. Кроме органических соединений, фосфор в почве находится в составе минералов: апатита, фосфорита, вивианита.

Апатит является первоисточником всех почвенных соединений фосфора и составляет 90 % фосфора в земной коре.

Калий входит в состав кристаллической решетки первичных и вторичных минералов в малодоступных для растений форм. Кроме этого калий содержится в поглощенном состоянии (обменный и необменный калий) и в форме простых солей. Основным источником калия для растений является обменный калий. Необменный калий труднодоступен для растений.

Микроэлементы играют важную физиологическую и биологическую роль в жизни растений, животных и человека. Они входят в состав ферментов, витаминов и гормонов.

Территорию с недостаточным или избыточным содержанием тех или иных микроэлементов Вавилов предложил называть биогеохимическими провинциями.

Полесская низменность образует биогеохимическую провинцию недостаточного содержания йода в почвах и природных водах. Количество микроэлементов в почве определяется содержанием их в почвообразующей породе и от влияния почвообразующего процесса на их дальнейшее перераспределение. При активном гумусо-аккумулятивном процессе они

накапливаются в верхней части профиля, а при интенсивном развитии подзолистого процесса верхние горизонты могут обедняться микроэлементами.