

# Тема: Минералогический и химический состав почвы



## **Минералогический состав почвы**

**К первичным минералам** относятся те минералы, которые входили в состав магматических пород и перешли в рыхлые, при механическом разрушении, без химического изменения. **Размеры более 0,001 мм.**

**Вторичные минералы** возникли из первичных под воздействием климатических и биологических факторов. **Размеры меньше 0,001 мм.**

# Первичные минералы

- **Кварц**  $\text{SiO}_2$  – наиболее устойчивый к выветриванию минерал, 40-60 % и >, крупнозернистый.
- **Полевые шпаты** до 20% большая механическая прочность, но менее устойчивые к химическому выветриванию: калийные – **ортаклаз** и **плагиоклазы**
- **Амфиболы, пироксены** и многие **слюды** легко поддаются выветриванию, поэтому в рыхлых породах и почвах содержатся в небольших количествах в виде мелких кристаллов.
- **Значение:** от их количества (особенно крупнозернистых фракций) зависят агрофизические свойства почв, резервный источник зольных элементов питания растений, а также образования вторичных минералов.



# Вторичные минералы

**Минералы простых солей** образуются при выветривании первичных минералов и в результате почвообразовательного процесса.

Кальцит, магнезит, доломит, гипс, мирабилит, галит, фосфаты, нитраты и др. Способны накапливаться в почвах в больших количествах в условиях сухого климата.

Качественный и количественный состав их определяют степень и характер засоления почв

**Минералы гидроокисей и окисей** - гидроокиси Si, Al, Fe, Mn, образующиеся в аморфной форме при выветривании первичных минералов в виде гидратированных высокомолекулярных гелей и постепенно подвергающиеся дегидратации и

кристаллизации с образованием окисей и гидроокисей кристаллической структуры.

Кристаллизации способствуют высокая  $t$ , замерзание, высушивание, окислительные условия почвы.

# Вторичные минералы

**Глинистые минералы** - вторичные алюмосиликаты  
 $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot t\text{H}_2\text{O}$  .

Образуются в результате синтеза из простых продуктов выветривания первичных минералов путем постепенного изменения первичных минералов в процессе выветривания и почвообразования.

Группы монтмориллонита, каолинита, гидрослюд, хлоритов, смешаннослоистых минералов.

Общие свойства: слоистое кристаллическое строение, высокая дисперсность, поглощательная способность, наличие химически связанной воды.

# Минералы монтмориллонитовой группы

Разновидности нонтронит, бейделлит, сапонит и др. Хим. формула  $4SiO \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$ .

Обладают наиболее высокой дисперсностью. Содержат до 60 % коллоидных частиц и до 80 % частиц меньше 0,001 мм. Особая структура и дисперсность обуславливают высокую емкость поглощения катионов до 80 -120 миллиграмм-эквивалентов (м-экв.) на 100 г.

Водно-физические свойства малоблагоприятны. Содержат большое количество воды, недоступной растениям. Во влажном состоянии сильно набухают, в сухом уплотняются и растрескиваются, обладают значительной липкостью, слабоводопроницаемы, образуют корку. В сочетании с гуминовыми кислотами образуют водопрочные агрегаты.



**Минералы каолиновой группы**  
(каолинит, галлуазит, диккит, накрит)

Каолинит содержит мало щелочноземельных оснований. Дисперсность невысокая. Емкость поглощения до 20 мг-экв. на 100 г. Преобладание каолинита в почвах признак бедности их основаниями.



**Гидрослюды** важный источник калия для растений до 6-7 %. Образуются из слюд и полевых шпатов.



## Содержание (в весовых процентах) химических элементов в почвах

(А.П. Виноградов)

O – 49

K – 1,36

P – 0,08

Si – 33

Mg – 0,63

Zn – 0,005

Al – 7,13

Ti – 0,46

Cu – 0,002

Fe – 3,80

C – 2,00

B – 0,001

Ca – 1,37

N – 0,10

Mo – 0,0003

Na – 0,83

S – 0,085

Co – 0,0008



# Формы соединений химических элементов в почвах и их доступность растениям

- **Кислород.** Входит в большинство первичных и вторичных минералов почв, является одним из основных элементов органических веществ и воды.
- **Кремний.** Наиболее распространенное соединение - кварц ( $\text{SiO}_2$ ), в составе силикатов. При их разрушении в результате выветривания и почвообразования кремнезем переходит в раствор в форме анионов орто- и метакремневых кислот, силикатов натрия и калия, частично в форме золя. Одна часть растворенного Si вымывается из почвы, другая осаждается (при кислой реакции) в виде гелей аморфных осадков, которые, теряя воду, могут переходить в кварц вторичного происхождения. Взаимодействуя с основаниями полутораокисями, истинно растворенный и коллоидный Si образует вторичные силикаты.

**Алюминий** находится в почвах в составе первичных и вторичных минералов в форме органо-минеральных комплексов и в поглощенном состоянии (в кислых почвах). При разрушении первичных и вторичных минералов, содержащих Al, освобождается его гидроокись, значительная часть которой при выветривании остается на месте (как малоподвижная) и лишь частично переходит в раствор в виде золя. При слабощелочной реакции гидроокись алюминия полностью выпадает в виде коллоидных осадков -гелей, переходящих при кристаллизации во вторичные минералы гиббсит, бемит .

В кислой среде (pH(5) гидроокись Al становится более подвижной и Al появляется в почвенном растворе в виде ионов  $Al(OH)_2^+$ ,  $Al(OH)^{2+}$  , что отрицательно сказывается на росте растений. Водорастворимая и коллоидная гидроокись Al, взаимодействуя с органическими кислотами, образует подвижные комплексные соединения, в форме которых может перемещаться по профилю почвы.

**Железо** - элемент, необходимый для жизни растений, без него не образуется хлорофилла. В почвах в составе первичных и вторичных минералов-силикатов, в виде гидроокисей и окисей, простых солей, в поглощенном состоянии, в составе органо-минеральных комплексов.

В результате выветривания минералов, содержащих Fe, освобождается его гидроокись – малоподвижное соединение в форме аморфного геля  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и переходящее при кристаллизации в гетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и гидрогетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . При  $\text{pH}=3$  подвижность гидроокиси Fe увеличивается и в почвенном растворе появляются ионы железа  $\text{Fe}^{3+}$ .

В восстановительных условиях окисное Fe переходит в закисное с образованием растворимых соединений  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ , доступных растениям.

Повышенная растворимость соединений Fe угнетает растения.

На почвах нейтральных и щелочных с ярко выраженными окислительными процессами растения могут испытывать недостаток Fe - хлороз.

Гидроокись Fe может образовывать с органическими кислотами подвижные формы комплексных соединений, способных перемещаться по профилю почвы.

**Азот** - основная масса сосредоточена в органическом веществе 1/40 -1/20 гумуса. Накопление в N обусловлено биологической аккумуляцией его из атмосферы. В почвообразующих породах очень мало. N доступен растениям в форме аммония, нитратов, нитритов, которые образуются при разложении азотистых органических веществ. Нитриты практически не содержатся в почве. Аммонийный и нитратный азот - основная форма азотистых соединений, которыми питаются растения. Ион  $\text{NH}_4^+$  легко поглощается почвой с частичным переходом в необменное (фиксированное) состояние. Ион  $\text{NO}_3^-$  в почвенном растворе и легко используется растениями. Обеспеченность растений N зависит от скорости разложения органических веществ. По содержанию в растениях занимает 1 место из элементов питания, получаемых из почвы.

**Фосфор** содержится в органических и минеральных соединениях. Органические представлены фитином, нуклеиновыми кислотами, нуклеопротендами и др., минеральные солями Ca, Mg, Fe и Al ортофосфорной кислоты. Входит в состав апатита, фосфорита и вивианита, находится в поглощенном состоянии в виде фосфат-аниона. рН 5 – 7,5 преобладают фосфаты Ca.

Поглощаясь в больших количествах растениями, аккумулируется в верхних горизонтах почвы. Валовое содержание в черноземах 0,35%  
Применение фосфорных удобрений целесообразно почти во всех почвах.

**Сера** входит в белковые вещества, эфирные масла. Биологическая аккумуляция S в верхних горизонтах почвы зависит от условий почвообразования.

Валовое содержание  $SO_3$  в верхних горизонтах 0,01 - 2% и более.

В форме сульфатов, сульфидов и в составе органического вещества. При разложении органического вещества, окислении сульфидов образуются сульфаты - наиболее устойчивая форма соединения S в почвах, кроме  $FeSO_4$ .

Сульфаты K, Na, Mg, хорошо растворимы в воде, слабо поглощаются почвами в форме  $SO_4$  и могут накапливаться только в условиях сухого климата.

Валовое содержание ( $K_2O$ ) в почвах относительно высокое. В почвах тяжелого мех. состава 2 % и более. Меньше в легких почвах.

Основная часть  $K$  входит в состав кристаллической решетки первичных и вторичных минералов в малодоступной для растений форме.

Содержится в поглощенном состоянии (обменный и необменный) и в форме простых солей.

В этой форме он легкодоступен растениям, но доля его незначительна. Основной источник для растений - обменный калий. Его доступность тем больше, чем выше степень насыщенности им почв. Необменный, или фиксированный, калий труднодоступен. Однако между обменным и необменным калием в почве существует определенное равновесие. При потреблении обменного калия его запасы пополняются за счет необменного. При наличии значительной доли калия в малодоступной форме растения испытывают в нем недостаток.

# Кальций и магний

Находятся в кристаллической решетке минералов, в обменно-поглощенном состоянии и в форме простых солей.

Ca - 1 место среди поглощенных катионов, Mg -2.

Растения обычно не испытывают недостатка в Ca и Mg , однако многие почвы нуждаются в известковании или гипсовании в целях улучшения их свойств.

Недостаток Ca для питания растений - в солонцеватых почвах, Mg в дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах.



# Тесты для самопроверки

- **1. Вторичные глинистые минералы:** А) 1 гидрослюда В) Опал С) гипс Д) Халцедон Е) Магнезит F) Глинистые минералы
- **2. Группы естественных радиоактивных элементов почвы:** А) Изотопы фосфора В) Собственно радиоактивные элементы С) Радиоактивные изотопы, которые образуются в атмосфере D) Изотопы стронция Е) Изотопы цезия
- **3. Соединения кремния в почве**  
А) Кварц В) Нуклеиновые кислоты С) Первичные и вторичные силикаты D) Органическое вещество почвы Е) Доломит, мергель F) Первичные и вторичные алюмосиликаты G) Диабаз, гнейс, гипс Н) Гипс, доломит, фосфорит

- **4. Минеральная часть почвы:** А) Влияет на биологические свойства почвы В) Влияет на обеспечение почвы водой, теплом С) Обеспечивает условия закрепления корней растений О) Влияет на механические, биологические и физические свойства почвы Е) Является источником газообразования Е) Обеспечивает растения водой, теплом и газами
- **5. Группы естественных радиоактивных элементов почвы:** А) Изотопы «обычных» химических элементов В) Изотопы цезия С) Изотопы фосфора Э) Изотопы стронция Е) Собственно радиоактивные элементы
- **6. Микроэлементы почвы:** А) Цинк, кобальт В) Железо С) Молибден, медь Э) Цинк, железо Е) Железо, калий Е) Бор, железо С) Бор, марганец

- **Соединения железа в почве**

- A) Первичные и вторичные минералы-силикаты
- B) Органическое вещество почвы
- C) Гидроокиси и окислы
- D) Полевые шпаты
- E) первичные алюмосиликаты
- F) Органо-минеральные комплексы
- G) В составе коллоидов почвы
- H) Простые соли железа

- **Соединения азота в почве**

- A) Аммоний
- B) Первичные минералы
- C) Глинистые минералы
- D) Органическое вещество почвы
- E) Нитраты
- F) Вторичные минералы
- G) Минералы-силикаты
- H) Полевые шпаты

- **Соединения калия в почве**

- A) Первичные минералы
- B) В коллоидах почвы
- C) В органическом веществе почвы
- D) В нуклеиновых кислотах
- E) Вторичные минералы
- F) Органо-минеральные комплексы
- G) Гидроокислы и окислы
- H) Простые соли калия

- **Первичные минералы почвы:**

- A) Сосредоточены в гранулометрических фракциях более 0,001 мм
- В) Распространены в зоне ледниковых отложений
- С) Характеризуется резким снижением содержания полевых шпатов
- D) Образуются в результате деятельности ветра
- Е) Не обладают поглотительной способностью
- Ф) К ним относятся сортированные песчаные наносы
- Г) Продукты выветривания пород, перемещенные ледниками
- Н) Образуют особые формы рельефа – бугры, дюны

- **К первичным минералам относятся:**

- A) Полевые шпаты и кварц
- В) Кальцит и магнезит
- С) Опал
- D) Алюмосиликаты
- Е) Роговые обманки и пироксены
- Ф) Сапонит
- Г) Каолинит
- Н) Слюды

- **К вторичным минералам группы простых солей относятся:**

- A) Кальцит
- В) Магнезит
- С) Опал
- D) Минералы гидроокисей и окисей
- Е) Гипс
- Ф) Глинистые минералы
- Г) Каолинит
- Н) Слюды