

# МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

1. Гранулометрический состав почв.  
Классификация гранулометрических элементов.
2. Классификация почв по гранулометрическому составу.  
Значение гранулометрического состава.
3. Химический состав почв.
4. Понятие о радиоактивности почв (естественная и искусственная).  
Методы борьбы с радиоактивным загрязнением почв.

## 1. Гранулометрический состав почв. Классификация гранулометрических элементов.

Твердая фаза почвы (скелет, основа почвы) состоит из агрегатов и частиц различной формы и размеров, которые различаются по минералогическому и химическому составу и называются *механическими (гранулометрическими) элементами*. По Н.А. Качинскому, это обособленные кусочки, куски (осколки) пород и минералов, аморфных соединений, все элементы которых находятся в химической связи. По происхождению они делятся на минеральные, органические и органоминеральные. Основная масса (95...98%) – минеральные элементы.

### Классификация механических элементов (По Н.А. Качинскому)

Фракции механических элементов	Размер фракций, мм
Камни	>3
Гравий	1...3
Песок крупный	1,0...0,5
Песок средний	0,50...0,25
Песок мелкий	0,25...0,05
Пыль крупная	0,05...0,01
Пыль средняя	0,01...0,005
Пыль мелкая	0,005...0,001
Ил грубый	0,001...0,0005
Ил тонкий	0,0005...0,0001
Коллоиды	<0,0001

Частицы размером более 1 мм называют *почвенным скелетом* или *крупнозёмом*, менее

1 мм – *мелкозёмом*.

Сумму всех частиц размером менее 0,01 мм называют *физической глиной*, а более 0,01 мм – *физическим песком*. Сумму частиц менее < 0,001 мм называют *илистой* или *тонкодисперсной фракцией*. Фракцию крупной пыли иногда называют *лессовидной*, так как она составляет основную массу в лёссах.

**Камни** (>3 мм) – это обломки горных пород. Наличие их в почве затрудняет ее обработку и ускоряет износ сельскохозяйственной техники, что делает необходимыми мелиоративные работы по удалению камней на средне- и сильнокаменистых почвах

**Гравий** (3...1 мм) состоит из обломков первичных минералов. Его содержание в почве обуславливает неблагоприятные водно-физические свойства, такие как провальная водопроницаемость при низкой влагоемкости.

**Песок** (0,05...1,0 мм) состоит из более мелких обломков первичных минералов, в основном кварца и полевого шпата, но отличается от гравия более высокой влагоемко-

стью. Если она достигает 10%, то такие пески пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур; для лесных культур влагоемкость должна быть не менее 3...5%.

**Крупная пыль** (0,05...0,01 мм) по составу и свойствам почти не отличается от мелко-го песка, но уже в **средней пыли** (0,01...0,005 мм) встречаются вторичные минералы, содержание которых еще более увеличивается в **мелкой пыли** (0,005...0,001 мм). С повышением дисперсности пыли повышаются влагоемкость, высота капиллярного поднятия воды, пластичность, но уменьшается водопроницаемость. Поглотительная способность пыли выражена слабо, так как содержание в ней органических веществ и вторичных минералов невелико.

**Ил** (0,0001...0,001 мм) состоит преимущественно из вторичных минералов с незначительным количеством первичных в виде кварца и полевого шпата. У частиц мельче этого размера, в особенности **коллоидов** (< 0,0001 мм), при преобладании глинистых минералов и наличии гумуса хорошо выражены поглотительная способность и способность к коагуляции с образованием водопрочных агрегатов, включающих и более крупные частицы. Структурные почвы обладают хорошими физическими свойствами.

Таким образом, свойства пород и почв зависят от соотношений между теми или другими фракциями механических (гранулометрических) элементов.

## 2. Классификация почв по гранулометрическому составу. Значение гранулометрического состава.

**Гранулометрическим (механическим) составом** называется относительное содержание в почве или породе фракций механических элементов.

В настоящее время для почвенно-географических и почвенно-агронимических исследований используется классификация почв по Н.А. Качинскому, в основу которой положено соотношение между физической глиной и физическим песком

### Классификация почв по гранулометрическому составу (по Н.А. Качинскому)

Название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины, %
Песок рыхлый	0-5
Песок связный	5-10
Супесь рыхлая	10-15
Супесь связная	15-20
Суглинок легкий	20-30
Суглинок средний	30-40
Суглинок тяжелый	40-50
Глина легкая	50-65
Глина средняя	65-80
Глина тяжелая	Более 80

Кроме классификации почв по содержанию физической глины и физического песка, Н.А. Качинский предложил более детальную классификацию в зависимости от преобладания той или иной фракции: почва *гравелистая*, если преобладает фракция 3...1 мм, *песчаная* – 1,0...0,05 мм, *крупнопылеватая* – 0,05...0,01 мм, *пылеватая* – 0,01...0,001 мм и *илватая* – меньше 0,001 мм. Название преобладающей фракции добавляется к основному названию почвы.

В зависимости от удельного сопротивления при обработке сельскохозяйственным орудиям почвы делят на *легкие* (пески, супеси), *средние* (суглинки) и *тяжелые* (глины).

Гранулометрический состав имеет большое агрономическое значение. От него зависят свойства (физические и физико-механические) и режимы (водный, тепловой, воздушный, питательный) почв. Песчаные и супесчаные почвы хорошо водопроницаемы,

обладают благоприятным тепловым и воздушным режимом, легко обрабатываются, но бесструктурны, бедны гумусом и зольными элементами, имеют низкую поглотительную способность и буферность, плохо удерживают воду. Глинистые почвы, наоборот, медленно прогреваются, имеют высокую влагоемкость (поэтому аэрации недостаточно), высокую поглотительную способность и буферность, они тяжелы при обработке, но богаты элементами питания.

В условиях Беларуси лучшими являются легкосуглинистые почвы, в чернозёмной зоне – тяжелосуглинистые, которые способны создавать хороший запас влаги. Из бесструктурных почв лучшими являются среднесуглинистые, так как песчаные испытывают недостаток влаги, а тяжелые заплывают.

### 3. Химический состав почв.

По своему химическому составу почва существенно отличается от исходных почвообразующих пород, прежде всего, присутствием в ней органического вещества. Источником минеральных соединений почвы являются горные породы, органических веществ – растительные и животные организмы, населяющие почву. Кроме того, химический состав почв непрерывно изменяется, так как изменяется процесс почвообразования. Основную массу горных пород составляют O, Si и Al, на долю которых приходится 84,5%. Если прибавить к ним Fe, Ca, Na, K и Mg. То в сумме эти восемь элементов составят 98,87% массы пород. Почвы наследуют характерные для пород соотношения, но среднее содержание отдельных элементов изменяется.

Среднее содержание химических элементов в литосфере и почве, %  
по массе (А.П. Виноградов)

Элемент	Литосфера	Почва	Элемент	Литосфера	Почва
O	47,20	49,00	C	0,10	2,00
Si	27,60	33,00	S	0,09	0,085
Al	8,80	7,13	Mn	0,09	0,085
Fe	5,10	3,80	P	0,08	0,08
Ca	3,60	1,37	N	0,01	0,10
Na	2,64	0,63	Cu	0,01	0,002
K	2,60	1,36	Zn	0,005	0,005
Mg	2,10	0,60	Co	0,003	0,0008
Ti	0,60	0,46	B	0,0003	0,001
H	0,15	–	Mo	0,0003	0,0003

Как в литосфере, так и в почве на первом месте стоит кислород, на втором кремний, затем алюминий, железо и т.д. Однако в почве, по сравнению с литосферой в 20 раз больше углерода и в 10 раз больше азота. Накопление этих элементов в почве связано с жизнедеятельностью организмов. В почве больше, чем в литосфере, кислорода, водорода (как элементов воды), кремния и меньше алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия и других элементов, что является следствием процессов выветривания и почвообразования. Еще меньше в породах и почвах микроэлементов. Это химические элементы, которые содержатся в почвах и породах в микроколичествах (обычно тысячные доли процента и ниже). К ним относятся бор, марганец, молибден, медь, цинк, кобальт, йод, фтор и др.

Для оценки почвенного плодородия, кроме валовых запасов (потенциальный резерв), необходимы сведения о тех соединениях, которые могут быть использованы растениями (ближайший резерв) и которые весьма динамичны.

Содержание *кремнезема* определяется наличием кварца и в меньшей мере – первичных и вторичных силикатов и алюмосиликатов. В почве может присутствовать в ряде

случаев в больших количествах аморфный кремнезем (опал + халцедон). При выветривании он переходит в раствор в виде анионов орто- и метакремниевых кислот, силикатов щелочных металлов. Валовое содержание SiO колеблется от 40-70% в глинистых до 90-98% в песчаных почвах. Очень важен для растений азот. Общее количество **азота** колеблется от 0,1 до 0,5% (до 10 т/га в пахотном слое 0...20 см). Азот преимущественно содержится в органическом веществе, частично – в минеральном. **Углерод** (до 10%) содержится в гумусе, органических остатках и карбонатах. Валовое содержание **фосфора** составляет 0,1-0,2%. Это очень важный в земледелии элемент, так как многие почвы в естественном состоянии содержат мало доступных для растений фосфатов. Фосфор может быть в минеральном веществе, органическом веществе (40-60%), адсорбированный неорганический, в почвенном растворе. Доступные формы образуются при  $pH_{ксл} = 6-6,5$ . **Алюминий и железо** входят в состав первичных и вторичных минералов, накапливаются в форме оксидов и гидроксидов, образуют с органическими веществами комплексные соединения. При их выветривании образуются аморфные гели. В кислой среде ( $pH_{ксл}$  меньше 3) становятся подвижными и связывают растворимые фосфаты в нерастворимые (ретроградация фосфатов), что приводит к снижению доступности фосфора растениям. В восстановительных условиях образуются растворимые формы железа, в окислительных при нейтральной среде происходит хлороз. Валовое содержание оксида алюминия – 1-20%, оксида железа 1-10%, в почвах тропиков 40-50% соответственно. Необходимый элемент для растений **калий**. Содержание  $K_2O$  в почвах колеблется от 1 до 2-35 (больше в тяжелых, меньше – в легких почвах). Он взодит в состав глинистых минералов, гидрослюд, калиевых полевых шпатов, биотита, мусковита, солей и др. В почве находится в форме раствора, обменного калия, труднодоступного (необменного), калия почвенных минералов. Основной источник питания для растений – калий почвенного раствора и обменный калий. Калий минералов растениям недоступен. Содержание **кальция и магния** в бескарбонатных суглинистых почвах колеблется от 1 до 3%. В почвах находятся – в минералах, в растворах, обменный. Доступные соединения – водорастворимые и обменные. Валовое содержание **натрия** в почве около 1-3%. Он входит в состав главным образом полевых шпатов, в степной зоне присутствует в виде хлоридов. Натрий имеет значение для оптимизации катионной активности в почве. В почвах находятся – в минералах, в растворах, обменный. Содержание **серы** ( $SO_3$ ) в почве колеблется от 0,01 до 2% и более. Она присутствует в виде растворимых сульфатов, адсорбированных на почвенных минералах, сульфидов и в составе органического вещества. Для растений доступны сульфаты почвенного раствора.

**Микроэлементы**, хотя и содержатся в почвах и породах в микроколичествах, играют важную роль в углеводном и белковом обменах, окислительно-восстановительных процессах, входят в состав ферментов, гормонов, витаминов, повышают устойчивость живых организмов к болезням и неблагоприятным внешним условиям. Недостаток микроэлементов в почвах приводит к снижению урожайности растений и их качества, вызывает заболевания. Избыток вызывает токсикоз. Обусловлены минеральной частью почвы. Доступность их для растений определяется содержанием микроэлементов в почвенном растворе в ионно-обменном состоянии. Она зависит от реакции среды, наличия органического вещества, окислительно-восстановительных условий, биологической активности почвы. Так, при кислой реакции почвы увеличивается подвижность Zn, Cu, Mn, Co и уменьшается подвижность Mo. B, I, F подвижны в кислой и щелочной среде. Гумусовые, а также муравьиная, лимонная и другие кислоты могут образовывать с микроэлементами как растворимые, так и нерастворимые соединения.

#### **4. Понятие о радиоактивности почв (естественная и искусственная). Методы борьбы с радиоактивным загрязнением почв.**

Радиоактивность почв обусловлена естественными и искусственными изотопами. Она выражается количеством распадов в единицу времени: по системе СИ Беккерель (1 БК = 1 распад/с) или Кюри (1 Ки =  $3,7 \times 10^{10}$  Бк). Все естественные радиоактивные элементы являются долгоживущими, испускают  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  – лучи. Их делят на 3 группы:

1. Радиоактивные изотопы семейства урана (уран-238, торий-232, радий-226);
2. Радиоактивные изотопы «обычных» элементов (калий-40, рубидий-87, кальций-48 и др.);
3. Радиоактивные изотопы, образующиеся в атмосфере под действием космических лучей (третий-3, бериллий-7, бериллий-10, углерод-14).

Количество естественно живущих изотопов в почве незначительно и зависит, в основном, от почвообразующих пород. Их больше в тяжелых почвах, чем в легких. Образуют прочносвязанные формы, аккумулируются в иллювиальных и глеевых горизонтах почвенного профиля. Искусственная радиоактивность обусловлена поступлением в почву радиоактивных изотопов, образующихся в результате ядерных взрывов, выбросов атомных и тепловых электростанций. Наиболее опасными являются изотопы стронция-90 и цезия-137, так как они имеют длительный период полураспада – 28 и 33 года соответственно; обладают высокой энергией излучения; способны активно включаться в биологический круговорот. Основное количество этих изотопов закрепляется в верхнем слое почвы – 5-9 см. Причем почвы с высоким содержанием гумуса поглощают радиоактивные изотопы лучше. На поступление радиоактивных изотопов в растения влияют ионы элементов, являющихся аналогами радионуклидов. Так, по своим свойствам стронций-90 близок к кальцию, а цезий-137 – к калию. Поэтому высокие дозы калия и кальция препятствуют накоплению в растениях повышенного количества радионуклидов. Разработаны коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в урожай в зависимости от гранулометрического состава почв, результатов агрохимического и радиологического обследования почв. На базе этих коэффициентов можно определить предельно-допустимые уровни загрязнения продукции и разработать мероприятия, снижающие его. Это особенно важно для Республики Беларусь, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Основные массивы загрязненных пахотных угодий сосредоточены в Гомельской (58%) и Могилевской (28%) областях. Многочисленными исследованиями установлено, что повышение в почве содержания гумуса, подвижных соединений фосфора и калия, снижение кислотности почвы способствуют уменьшению накопления радионуклидов растениями в 1,5-3,0 раза. Установлено также, что оно выше на гидроморфных почвах по сравнению с автоморфными и что большое значение имеют биологические особенности растений.