

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 *лёссовидной*, 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 влагоемкостью. 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 мелкого 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.

Методы определения гранулометрического состава

Существуют полевые и лабораторные методы определения гранулометрического состава почв.

Полевые методы. В полевых условиях определяют гранулометрический состав почв приближенно, по внешним признакам и на ощупь. Зная эти признаки и имея соответствующий навык, можно быстро и с достаточной точностью определить гранулометрический состав в полевых условиях.

Полевые методы делятся на сухой и мокрый.

Сухой метод.

Ход работы. Сухой комочек или щепотку мелкозема почвы испытывают на ощупь, кладут на ладонь и тщательно растирают пальцами. Гранулометрический состав почвы определяют по ощущению при растирании, состоянию сухой почвы, по количеству песка.

Мокрый метод

Ход работы. Образец почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2-3 см. В зависимости от гранулометрического состава почвы показатели будут различны.

Признаки поведения образца сырой почвы или породы следующие:

песок: шарик не скатывается;

супесь: шарик скатывается, но раскатать его в шнур не удастся;

суглинок легкий: шарик скатывается, шарик раскатывается в шнур, но он дробится на части;

суглинок средний: шарик скатывается, шарик раскатывается в шнур цельный, сплошной, при сворачивании его в кольцо образуются разрывы;

суглинок тяжелый: шарик скатывается, шарик раскатывается в шнур цельный, сплошной, при сворачивании его в кольцо образуются трещины по внешней стороне кольца;

глина: шарик скатывается, шарик раскатывается в шнур цельный, сплошной, из шнура можно сделать кольцо и восьмерку без трещин. При насыщении водой превращается в мягкую, сильномажущуюся, жирную на ощупь массу.

Результаты определения гранулометрического состава почвы полевыми методами записывают в табл.

Результаты определения гранулометрического состава мокрым методом

Глубина взятия образца, см	Диагностические признаки			Название почвы по гранулометрическому составу
	скатывание шарика	образование шнура	деформация шнура	

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-агрономических 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, *крупнопылевая* – 0,05...0,01 мм, *пылевая* – 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 веще-

ствами комплексные соединения. При их выветривании образуются аморфные гели. В кислой среде ($pH_{\text{кел}}$ 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 входит 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. В, 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 си-

стеме СИ Беккерель (1 БК = 1 распад/с) или Кюри (1 Ки = $3,7 \times 10^{10}$ Бк). Все естественные радиоактивные элементы являются долгоживущими, испускают α , β и γ – 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 (тритий-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.