

Раздел 1. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ, СОСТАВ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

1. Общая схема и стадии почвообразования.
2. Формирование почвенного профиля. Морфологические признаки почв.

1. Общая схема и стадии почвообразования

Почвообразование – совокупность явлений, протекающих под влиянием солнечной энергии в поверхностном слое земной коры при взаимодействии живых организмов и продуктов их распада с минеральными соединениями воды и воздуха.

Почвообразование начинается с момента поселения живых организмов на горных породах, движущей силой которого является взаимодействие малого биологического и большого геологического круговоротов веществ (геологический круговорот веществ называется большим потому, что он наиболее масштабный во времени и пространстве). Началом этого процесса является выветривание разных горных пород, в результате чего образуется кора выветривания, которая уже может служить материнской или подстилающей породой. Порода постепенно обедняется зольными элементами вследствие их вымывания и вследствие того, что они уже начинают усваиваться живыми организмами.

По представлению А.А. Роде, почвообразовательный процесс имеет биофизико-химический характер и представляет собой совокупность протекающих в почвенной толще явлений превращения и передвижения веществ и энергии. Основными составляющими этого процесса являются:

- 1) превращение минералов горной породы;
- 2) накопление в почве органических остатков и их трансформация;
- 3) взаимодействие органических и минеральных веществ и образование органоминеральных соединений;
- 4) накопление в верхней части элементов питания;
- 5) передвижение продуктов почвообразования с водой и формирование почвенного профиля.

Особенно большое значение в почвообразовании имеет малый биологический круговорот веществ. Итогом биологического круговорота является:

- 1) извлечение организмами из горной породы питательных элементов;
- 2) синтез биомассы и включение поглощенных элементов в сложные органические соединения;
- 3) возврат в почву этих соединений с отмирающей биомассой в виде наземного опада и корней.

В результате происходит аккумуляция питательных элементов в почве, что и формирует ее плодородие.

Стадии развития почв

Каждая почва в своем развитии проходит ряд последовательных стадий:

1. Стадия начального, или первичного, почвообразовательного процесса. Ведет отсчет с момента заселения горной породы организмами. Весьма длительна, поскольку из-за низкой продуктивности низших организмов (грибы, бактерии, мхи, водоросли, лишайники) объем биологического круговорота низкий. Накопление элементов почвенного плодородия происходит медленно.

Одновременно протекает множество процессов небиологической природы: растворение – осаждение, испарение – конденсация, сорбция – диффузия, гидратация – дегидратация и другие, которые могут происходить как в почвах, так и в любых природных телах. Эти элементарные акты превращения и переноса веществ, по А.А. Роде, называются *микрпроцессами*. На начальной стадии почвообразования они протекают в основном независимо друг от друга, поэтому почвенный профиль лишь в слабой степени дифференцируется на горизонте.

2. Стадия развития почвы. Она сменяет стадию начального почвообразования с момента, когда резко возрастает объем биологического круговорота вследствие расширения деятельности высших растений. В результате в почве накапливается много таких соединений, каких не было в породе и которые являются доступными для последующих поколений живых организмов. На этом этапе микропроцессы объединяются в *мезопроецессы* (по А.А. Роде) или элементарные почвенные процессы (ЭПП) второго порядка (по И.П. Герасимову). Это гумусовая аккумуляция, оподзоливание, лессиваж, оглеение, торфообразование и др. Они формируют некоторые свойства почв. Объединение мезопроецессов в *макропроецессы* (по А.А. Роде) приводит к формированию определенных типов почв с системой генетических горизонтов, причем каждый генетический тип почвы (ГТП) характеризуется только одним свойственным ему сочетанием ЭПП, хотя отдельные ЭПП встречаются в разных сочетаниях в различных ГТП. Например, дерново-подзолистые почвы образовались при сочетании дернового, подзолистого процессов и лессиважа, а при переувлажнении – еще и процесса оглеения. Следовательно, каждому генетическому типу почвы соответствует свой тип почвообразования.

На определенном этапе процесс почвообразования замедляется, почва достигает равновесия по главным признакам (содержание гумуса, мощность горизонтов и др.) и наступает третья стадия ее развития.

3. Стадия равновесия. На данной стадии основные свойства почв относительно стабильны во времени, а биогеохимический круговорот способствует развитию этих свойств. Однако при этом интенсивность отдельных процессов может быть значительно больше, чем на начальных стадиях формирования почвы.

4. Стадия эволюции почвы. Она сменяет стадию равновесия в результате саморазвития почвы в целом или изменения одного или нескольких факторов почвообразования. При этом образуется новая почва с новым комплексом свойств. Так, например, формируются луговые почвы из болотных при обсыхании территории или, наоборот, болотные почвы при

заболачивании автоморфных почв (т.е. новая почва образовалась не из породы, а из существовавшей до этого времени другой почвы).

2. Формирование почвенного профиля. Морфологические признаки почв

Любая почва имеет определенное строение и представляет собой систему генетических горизонтов, последовательно сменяющих друг друга по вертикали.

По строению почвенный профиль может быть простым и сложным, дифференцированным и недифференцированным на генетические горизонты.

По составу горизонты бывают органогенные, гумусированные, карбонатные, железистые и другие, по свойствам – кислые, нейтральные, щелочные, насыщенные, выщелоченные, ненасыщенные и др.

К внешним морфологическим признакам почвы относятся: строение профиля, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, цвет почвенных горизонтов, влажность почвы, структура, включения, новообразования, глубина залегания карбонатов, грунтовые воды, гранулометрический состав, характер перехода в следующий горизонт.

Строение профиля – это внешний облик почвы, обусловленный наличием и чередованием в почве тех или иных генетических горизонтов. Для каждого типа почв характерны определенные почвенные горизонты, которые отличаются друг от друга по составу, свойствам и морфологическим признакам. Каждый горизонт имеет свое название и обозначается буквой латинского алфавита (индекс). Основные почвенные горизонты обозначаются следующими индексами:

A_0 – лесная подстилка;

A_o – дернина;

A_1 – гумусово-аккумулятивный;

A_n – пахотный;

A_r – оторфованный гумусовый;

A_d – деллювиальный;

$[A_1]$ – гумусово-аккумулятивный погребенный;

A_2 – элювиальный (подзолистый);

B ($B_1, B_2, B_3...$) – иллювиальный;

G – глеевый;

C – почвообразующая (материнская) порода;

D – подстилающая порода;

O_c – очес;

T ($T_1, T_2, T_3...$) – торфяной;

T_n – торфяной пахотный;

TA_n – торфяно-перегнойный пахотный;

TC_n – торфяно-минерализованный пахотный;

TD_n – торфяной пахотный, перемешанный с подстилающей породой;

Al ($Al_1, Al_2, Al_3...$) – аллювиальный.

Оглеение, выраженное в виде пятен, обозначается буквой «g», которая добавляется к индексу горизонта. Например, B_{1g} – иллювиальный оглеенный. Генетические горизонты с ясно выраженными признаками двух почвенных горизонтов получают двойной индекс. Например, A_2B_1 – подзолисто-иллювиальный, A_1A_2 – гумусово-элювиальный.

Мощность почвы и отдельных ее горизонтов. Под мощностью почвы понимают толщину от поверхности почвы до материнской породы. Мощность отдельных горизонтов – это протяженность от верхней до нижней границы. Измеряется она с точностью до 1 см и записывается следующим образом:

$$A_{п} \frac{0-20}{20}, A_2 \frac{20-30}{10}.$$

По мощности горизонтов можно судить об интенсивности процессов почвообразования.

Цвет почвенных горизонтов. Цвет является одним из важнейших морфологических признаков, по которому расчленяют почвенную толщину на отдельные генетические горизонты. Он самым тесным образом связан с химическим и минералогическим составом почвы, ее происхождением и свойствами. Так, черный цвет обусловлен содержанием гумуса, соединениями марганца, красный и желтый – оксидами железа; зеленоватый и сизый зависят от присутствия закисного железа. Кремнезем, углекислый кальций и каолинит обуславливают белую и белесую окраски. Окраска почвенных горизонтов бывает однородной и неоднородной. При ее определении устанавливают преобладающий цвет или сочетание двух-трех цветов (название преобладающего цвета ставится на последнее место): светло-серый, желтовато-светло-бурый и т. д. Кроме того, цвет почвенных горизонтов зависит от влажности. Влажные горизонты кажутся более темными, чем те же в сухом состоянии.

Влажность почвы. В полевых условиях влажность горизонтов определяется по следующим показателям:

– *сухой* – сильно пылит, присутствие влаги при сжатии не ощущается, на воздухе не светлеет, песок и супесь сыпучи, суглинки и глины засыхают в плотную массу;

– *свежий (слабовлажный)* – не пылит, слегка холодит руку, фильтровальную бумагу не увлажняет;

– *влажный* – в руке сжимается в комок, оставляет следы влаги на ладони, увлажняет фильтровальную бумагу;

– *сырой* – увлажняет руку и прилипает к ней, на поверхности блестит вода, суглинки и глины приобретают пластичность;

– *мокрый* – из стенок разреза сочится вода, образец берется из-под воды, суглинки и глины приобретают текучесть.

Структура. Под структурой понимают совокупность агрегатов, на которые способна распадаться почва. В зависимости от формы структурных отдельностей различают три типа структуры: кубовидную, призмовидную и плитовидную.

К типу кубовидной структуры относят агрегаты, имеющие примерно одинаковые размеры по всем трем осям. По форме и величине агрегатов выделяют следующие виды кубовидной структуры:

– *глыбистая* – агрегаты с неясно выраженными углами и ребрами, грани их крупнее 5 см;

– *комковатая* – агрегаты такие же, величина их от 5 до 0,5 мм. По крупности данная структура, в свою очередь, подразделяется на крупнокомковатую, комковатую и мелкокомковатую;

– *ореховатая* – агрегаты с ясно выраженными углами и ребрами, грани их размером от 20 до 5 мм. Данная структура подразделяется на крупноореховатую, ореховатую, мелкоореховатую;

– *зернистая* – такие же агрегаты, как у ореховатой, но их величина от 5 до 0,5 мм. Данная структура подразделяется на крупнозернистую, среднезернистую, мелкозернистую или пороховидную.

К типу призмовидной структуры относят агрегаты, удлиненные по вертикальной оси, их общий вид – призма или столбик. В связи с этим различают следующие виды призмовидной структуры: столбчатая (агрегаты имеют круглое верхнее основание) и призматическая (агрегаты имеют плоское верхнее основание).

В зависимости от поперечника столбчатая структура делится на круглостолбчатую, столбчатую и мелкостолбчатую.

Для плитовидной структуры характерны агрегаты, сильно развитые по горизонтальным осям, имеющие плоскую форму. В зависимости от толщины пластин различают следующие виды плитовидной структуры:

– *сланцеватая* – толщина пластин более 5 мм;

– *плитчатая* – толщина пластин от 3 до 5 мм;

– *пластинчатая* – толщина пластин от 1 до 3 мм;

– *листоватая* – толщина пластин менее 1 мм;

– *чешуйчатая* – мелкие пластинчатые и листоватые агрегаты.

При наличии разных структурных отдельностей в одном горизонте структуре дают двойное название. Например, при наличии комковатых и зернистых агрегатов с преобладанием первых структуру называют зернисто-комковатой. Определить вид структуры можно при копке разреза, когда почва рассыпается при выбросе ее лопатой на поверхность, или же из горизонта можно взять ножом немного почвы, встряхнуть ее на ладони и по форме агрегатов устанавливают наличие того или иного вида структуры.

Диагностическое значение структуры состоит в том, что три ее типа связаны с тремя различными процессами почвообразования: округло-кубовидная структура – с гумусообразованием и гумусонакоплением, призмовидная – с иллювиальным процессом, плитовидная – с элювиальным.

Сложение почвы. Сложение – это внешнее выражение плотности и пористости почвы.

По плотности выделяют следующие виды сложения горизонтов:

– *рыхлый* – от прикосновения начинает осыпаться, почвенный нож входит без усилий, почва копается легко, при выбрасывании из ямы рассыпается на структурные отдельности;

– *слабоуплотненный* – почвенный нож входит на всю длину лезвия с небольшим усилием, почва копается легко;

– *сильноуплотненный* – в почву входит только заостренный кончик почвенного ножа, почва копается лопатой с большим усилием, выброшенный на поверхность комок почвы не распадается на отдельные части;

– *плотный* – почвенный нож только царапает поверхность, почва с большим трудом поддается копке лопатой.

Включения – это различные предметы, встречающиеся в почве, но не связанные с процессом почвообразования, например, археологические находки, обломки кирпича, осколки посуды, валуны и т. п. По характеру включений можно судить о прошлом данной почвы, определить ее возраст.

Особое внимание следует уделять распространению камней (более 3 мм) и корней растений. По размеру корни бывают мелкие (диаметр среза менее 1 мм) и крупные (диаметр среза более 1 мм). По обилию корни могут встречаться единично, редко и густо.

Новообразования – это возникшие в результате почвообразования и морфологически оформленные выделения и скопления различных веществ, отличающиеся от основной массы почвенных горизонтов по химическому составу и сложению. При описании новообразований указывают их форму, цвет, плотность и количество.

1. Налеты:

– известковые налеты (сединки, выцветы, плесень, карбонатный псевдомицелий) – новообразования из углекислой извести в форме белых пленок, пятен, частой сети переплетающихся жилок, корневых каналцев, пропитанных известью. Основным диагностическим признаком их является вскипание от HCl;

– железистые налеты (выцветы, потеки-кутаны) – охристые, ржаво-охристые, бурые, новообразования в виде пятен, прожилок и прожилочек, пленок по граням структурных отдельностей, порам и трещинам в полугидроморфных почвах;

– кремнеземистая седая присыпка (скелетаны) – белесые зерна в горизонте A₁, прожилки в других горизонтах дерново-подзолистых почв;

– органо-минеральные налеты – глинисто-гумусовые пленки, потеки, корочки по граням структурных отдельностей вокруг скелетных зерен, являющиеся результатом иллювиального процесса;

– глинистые натечные образования (глинистые кутаны) – приурочены к участкам иллювиальных горизонтов почвенного профиля, в которых происходит наиболее напряженное почвообразование в современных условиях, и представляют собой скопления глинистого вещества на поверхности структурных отдельностей, в порах и трещинах. Автоморфным почвам свойственна светло-бурая, коричнево-красная окраска кутан;

слабоглееватым – сероватая или сизовато-бурая; глееватым – сизовато-серая, а глеевым – интенсивная сизая или сизо-голубая. Эти новообразования характерны для подзолистых и дерново-подзолистых почв нормального и избыточного увлажнения, а также для болотно-подзолистых почв.

По обилию налеты могут быть *единичны*; *мало* (покрывают <50 % структурных агрегатов); *много* (покрывают >50 % структурных агрегатов).

2. Конкреции:

– карбонатные конкреции (белоглазки, журавчики) – особенно характерны для почв, сформировавшихся на лессах и лессовидных породах. Белоглазки – слабосцементированные отложения, выделяющиеся на стенках разрезов в виде четко ограниченных белых пятен (глазков) диаметром 1–2 см. Журавчики (желваки, лессовые куколки, дутики) – плотные твердые конкреции, иногда полые внутри;

– ортштейны – марганцево-железистые конкреционные почвенные новообразования округлой или овальной формы величиной до 2 см. Образуются главным образом в поверхностных гумусово-аккумулятивных и элювиальных горизонтах подзолистых и дерново-подзолистых автоморфных и полугидроморфных почв, а также в болотно-подзолистых почвах. Формируются на почвообразующих породах связного гранулометрического состава или двучленах. В почвах начальных стадий оглеения (с признаками временного избыточного увлажнения) ортштейны имеют темно-серый или бурый цвет, округлую дробовидную форму. В полугидроморфных подзолистых и дерново-подзолистых почвах, а также в болотно-подзолистых почвах ортштейны имеют ржаво-бурую окраску, неправильную овальную форму и значительно больший размер;

– железистые конкреции (рудяковые зерна, бобовины) – обычно имеют неправильную, реже округлую форму, плотную упаковку, содержат много сцементированных железом зерен вмещающей породы, размер их больше лесного ореха. Характерны для дерновых заболоченных почв;

– марганцевистые конкреции (пунктуации) – темно-серого, почти черного цвета, точечной или мелкодендровидной формы; часто образованы рыхлым материалом, размазываются по стенке разреза. Характерны для почв переменного увлажнения;

– нодули – железисто-марганцевые стяжения, образованные рыхлым материалом и не имеющие четких границ в почвенной массе.

По плотности конкреции подразделяются на рыхлые (разрушаются нажатием пальцев) и твердые (не разрушаются при сдавливании).

По обилию они могут быть *единичными* (<5 % объема); их может быть *мало* (5–30 % объема); *много* (>30 % объема).

3. Прослойки:

– луговая известь (мергель) – белого или серовато-белого цвета. Встречается в дерновых заболоченных (в том числе аллювиальных) почвах;

– полуторооксиды железа – встречаются в подгумусовых горизонтах дерновых заболоченных (в том числе аллювиальных) почв, бывают в виде охры – рыхлые землистые скопления, жерствы – рассыпчатые скопления

мелких (размером с горошину) рудяковых зерен темно-бурого цвета, обычно покрытых пленкой ржавчины, рудяка (болотная руда) – твердые ячеистые пласты лимонита мощностью 5–10 см;

– ортзанды – железистые гидрогенные новообразования в виде уплотненных цементированных прослоек мощностью от 2 до 10 см, возникающие в зонах аэрации почв легкого гранулометрического состава при близком залегании ожелезненных грунтовых вод. В автоморфных оглеенных внизу почвах ортзандовые прослойки образуются на глубине более 1,0 м, в слабogleеватых – около 1,0 м, в глееватых – глубже 0,5 м и в глеевых – около 0,5 м. Отличаются всегда более тяжелым гранулометрическим составом в сравнении с вышележащими или нижележащими слоями почвы. Обычно ржаво-бурого, красно-бурого или коричневого цвета;

– псевдофибры – цементированные гидроксидами железа тонкие горизонтальные прослойки красно-бурого цвета в профиле почв легкого гранулометрического состава, формирующиеся без участия грунтовых вод в иллювиальных горизонтах на глубине 0,4–0,8 м. Эти новообразования характерны в основном для почв автоморфного увлажнения;

– вивианит (фосфорнокислая закись железа) – минерал, широко распространенный в торфяно-болотных и иловато-перегнойно-глеевых почвах. На стенке свежего разреза имеет белый или грязно-белый (сероватый) цвет, при высыхании приобретает ярко-синюю окраску (минерал керченит), а при длительном нахождении на поверхности (длительном окислении) образует минерал бераунит ржаво-охристой окраски;

– сапропель – оливково-бурая, жирная на ощупь масса, состоящая из остатков растительных и животных организмов с примесью минеральных частиц. Различают органический, известковый, минеральный сапропель.

Почвенные новообразования весьма специфичны. Каждый тип почвы характеризуется своим особым набором и соотношением новообразований, их специфическим положением в профиле, т. е. приуроченностью к определенным генетическим горизонтам:

– новообразования элювиальных горизонтов – кремнеземистая присыпка, скелетаны, белесые пятна кремнезема;

– новообразования иллювиальных горизонтов – однородные или сложные известковые, марганцевые, железистые, кремнеземистые, глинистые, гумусовые налеты, выцветы, примазки, натёки, корочки, прожилки, конкреции, стяжения, прослойки самых разнообразных форм.

4. Биогенные новообразования.

Обязательно при описании почвенного разреза указываются образования биологического происхождения. Эти новообразования встречаются в следующих формах:

– кротовины – ходы и камеры роющих грызунов (кротов и др.), заполненные почвенным материалом, обычно принесенным из других горизонтов; на стенках почвенного разреза выделяются в виде пятен неопределенной формы (чаще всего округлой или овальной) значительного размера (5–10 см и более);

– червоточины, червороины – ходы и камеры червей, насекомых и других мелких роющих животных с диаметром от нескольких миллиметров до 1–2 см, заполненные почвенной массой;

– капролиты – экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков;

– корневины – ходы крупных корней растений, заполненные почвенным материалом, обогащенным органическим веществом;

– дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Глубина залегания карбонатов определяется с помощью 10%-ной HCl. Проверку вскипания надо начинать с нижнего горизонта. Обнаружив вскипание, красным карандашом проводят в журнале черту по правой границе почвенной колонки, соответствующую глубине вскипания. Могут вскипать отдельные зерна и валунчики, вскипать пятнами и вскипать сплошь.

Грунтовые воды отмечают при вскрытии водоносного горизонта. В журнале при зарисовке профиля на уровне грунтовых вод проводят прерывистую горизонтальную синюю линию.

Гранулометрический состав. Гранулометрическим составом называют относительное содержание в почве частиц различного размера. В полевых условиях определение гранулометрического состава производится путем скатывания шарика и шнура (мокрый метод), а также методом «зеркала» (сухое растирание).

1. *Сухое растирание (метод «зеркала»)*. Небольшой комочек воздушно-сухой почвы (размером с горошину) растирают пальцами и высыпают на нижнюю часть сухой ладони. Почву втирают указательным пальцем в кожу, затем ладонь переворачивают и слегка встряхивают. На ладони остается так называемое зеркало за счет оставшихся в бороздках и порах тела наиболее мелких частиц (фракций физической глины). По «зеркалу» определяют гранулометрический состав почвы.

Пески рыхлые «зеркала» почти не дают; у песков связных оно слабое, редкое, но все же ясно заметное; у супесей – ясно заметное, но прерывистое; у легких суглинков – хорошее, почти сплошное; у средних суглинках – сплошное «зеркало». Более тяжелые по составу почвы трудно растирать пальцами в сухом состоянии. Обычно они имеют хорошо выраженную микроструктуру и поэтому могут показаться опесчаненными и даже дать прерывистое «зеркало», что ошибочно укажет на более легкий гранулометрический состав.

2. *Мокрый метод.* Образец почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур диаметром 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2–3 см. В зависимости от гранулометрического состава почвы результаты будут различны. Песок не образует ни шарика, ни шнура. Супесь образует шарик с шероховатой поверхностью, который раскатать в шнур не удастся. Получаются только зачатки шнура. Легкий суглинок можно

скатать в шарик, но при раскатывании его в шнур он дробится на отдельные. Средний суглинок образует шарик и сплошной шнур, который при сворачивании в кольцо ломается. Тяжелый суглинок легко раскатывается в сплошной шнур. Кольцо получается с трещинами. Глинистые почвы образуют сплошной длинный тонкий шнур, который без трещин сгибается в кольцо и в восьмерку.

Гранулометрический состав определяется по каждому генетическому горизонту почвенного профиля во всех разрезах.

Переход одного горизонта в другой отражается по завершении описания каждого горизонта. Характер перехода описывают словами и делают его зарисовку. В зависимости от очертания, ясности и неравномерности перехода различают следующие его виды:

- *резкий* – один горизонт сменяется другим на протяжении не более 1 см;
- *ясный* – переход одного горизонта в другой занимает 1–3 см;
- *заметный* – граница прослеживается в пределах 3–5 см;
- *постепенный* – переход одного горизонта в другой проходит на протяжении более 5 см.

Форма границ перехода может быть ровная, волнистая, карманная, мелкоязычковатая, глубокоязычковатая и «изъеденная».

После описания морфологических признаков всех генетических горизонтов профиля почвы устанавливают ее название и определяют место в классификационной схеме почвенного покрова Беларуси.

Минералогический, химический и гранулометрический состав почв

1. Минералогический и химический состав почв.
2. Классификация и свойства гранулометрических элементов.
3. Классификация почв по гранулометрическому составу.
4. Значение гранулометрического состава.
5. Радиоактивность почв.

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, гидрослюд, 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 мэkv/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 поглощательная 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 CaCO_3 , магнезит 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 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 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 Fe_2O_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 K_2O – 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 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_2 , Si, Al и Fe. Однако в почве в 20 раз больше C 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 (В_о), медь (С_и), 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.

2. Классификация и свойства гранулометрических элементов

Твердая фаза почвы состоит из частиц различной величины, которые называются **гранулометрическими элементами**.

Близкие по размеру и свойствам частицы группируются во фракции.

Группировка частиц по размерам во фракции называется классификацией гранулометрических элементов.

В настоящее время принята детальная классификация В. Р. Вильямса и А. Н. Сабина, дополненная Н. А. Качинским (1965).

Фракции:	Диаметр частиц, мм:
1. Камни	>3
2. Гравий	3–1
3. Песок: крупный	1–0,5
средний	0,5–0,25
мелкий	0,25–0,05
4. Пыль: крупная	0,05–0,01
средняя	0,01–0,005
мелкая	0,005–0,001
5. Ил: грубый	0,001–0,0005
тонкий	0,0005–0,0001
6. Коллоиды	<0,0001

Камни – это обломки горных пород. Наличие камней в почве затрудняет их обработку и ускоряет износ сельскохозяйственной техники, что вызывает необходимость их удаления на средне- и сильнокаменистых почвах, где содержание камней превышает 5 % (табл. 3).

На территории Беларуси преобладает валунный тип каменистости.

Гравий (3–1 мм) – это обломки первичных минералов. Его содержание обуславливает неблагоприятные водно-физические свойства: провальную водопроницаемость при низкой влагоемкости.

Т а б л и ц а 3. **Классификация почв по каменистости**

Частицы размером >3 мм, %	Степень каменистости	Тип каменистости
< 0,5	Некаменистые	Устанавливается по характеру скелетной части
0,5–5	Слабокаменистые	«-»
5–10	Среднекаменистые	Могут быть валунные, галечниковые, щебеночные
>10	Сильнокаменистые	«-»

Песок (1–0,05 мм) состоит из более мелких обломков первичных минералов (в основном кварца и полевого шпата), но отличается от гравия некоторой влагоемкостью. Если она достигает 10 %, то такие пески пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур, а для лесных культур она должна быть не менее 3–5 %.

Пыль крупная (0,05–0,01 мм) по составу и свойствам мало отличается от мелкого песка, но в ней уже наряду с первичными встречаются и вторичные минералы. При этом водные свойства несколько лучше песка.

Пыль средняя (0,01–0,005) и **мелкая** (0,005–0,001) в этих фракциях по сравнению с крупной пылью меньше кварца и полевых шпатов, особенно

мелкой пыли; в мелкой пыли больше слюды, роговой обманки, для нее характерно наличие вторичных минералов и гумусовых веществ; частицы средней пыли практически не участвуют в структурообразовании, а частицы мелкой пыли способны к коагуляции и структурообразованию; влагоемкость и водоподъемная способность высокие; водопроницаемость низкая.

Ил (<0,001 мм) состоит преимущественно из вторичных минералов с небольшим количеством первичных в виде кварца и полевого шпата. В частицах этого размера, в особенности в коллоидах (<0,0001 мм), при преобладании глинистых минералов и наличии органических и органо-минеральных частиц хорошо выражены поглотительная способность и способность к образованию водопропрочных агрономически ценных агрегатов размерами от 0,25 до 10 мм. Они улучшают водо- и воздухопроницаемость, в то время как илистая фракция при высокой влагоемкости создает неблагоприятные физические свойства.

С уменьшением размера частиц изменяются физико-механические свойства и меняется степень легкости или тяжести их обработки сельскохозяйственными орудиями. По сумме этих свойств почвы делят на: легкие (пески, супеси), средние (суглинки), тяжелые (глины).

С уменьшением размера фракций изменяются и химические свойства, так как уменьшается содержание кремнезема (SiO_2), увеличивается сумма полуторных оксидов $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)\text{R}_2\text{O}_3$, повышается содержание макро- и микроэлементов.

Кроме того, частицы более 1 мм называют **крупноземом**, или **скелетной частью** почвы, менее 1 мм – **мелкоземом**.

Каждая фракция по-разному влияет на свойства почвы, что объясняется различиями в их составе. Установлено, что на границе в 0,01 мм происходят резкие изменения в их свойствах: возрастает влагоемкость, увеличивается высота капиллярного поднятия и набухание, пропадает водопроницаемость, появляется пластичность. Это позволило разделить все гранулометрические фракции на две большие группы: физический песок (>0,01 мм) и физическая глина (<0,01 мм).

Содержание фракций в разных почвах различно.

3. Классификация почв по гранулометрическому составу

Относительное или процентное содержание в почве фракций гранулометрических элементов называется **гранулометрическим составом**.

Классификация по гранулометрическому составу проводится объединением пород и почв в несколько групп с характерными для них физическими и химическими свойствами.

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 Н. А. Качинского для почв подзолистого типа почвообразования (1965)

Основное название почвы	Содержание, %	
	физической глины	физического песка
Песок: рыхлый	0–5	100–95
связный	5–10	95–90
^{*)} Супесь: рыхлая	10–15	90–85
связная	15–20	85–80
Суглинок: легкий	20–30	80–70
средний	30–40	70–60
тяжелый	40–50	60–50
Глина: легкая	50–65	50–35
средняя	65–80	35–20
тяжелая	80–100	20–0

^{*)} – для почв Беларуси

При более детальной характеристике предложено дополнительное введение преобладающей фракции из пяти:

- почва гравелистая, если преобладает фракция 3–1 мм;
- песчаная – 1–0,05 мм;
- крупнопылеватая – 0,05–0,01 мм;
- пылеватая – 0,01–0,001 мм;
- иловатая – < 0,001 мм.

В зависимости от преобладания той или иной фракции к основному названию почвы, указанному в табл. 4, принято добавлять название первых двух преобладающих. Например, дерново-подзолистая почва содержит физической глины 28,1 %, песка (1–0,05 мм) – 37, крупной пыли (0,05–0,01 мм) – 34,9, пылеватой (сумма средней и мелкой пыли – 0,01–0,005 + 0,005–0,001 мм) – 16 и ила (<0,001 мм) – 12,1 %. В этой почве преобладающей фракцией будет песок, на втором месте – крупная пыль, на третьем и четвертом – пыль и ил. Такая почва по гранулометрическому составу должна называться крупнопылевато-песчаным легким суглинком, так как преобладающая фракция ставится на последнем месте, а на предпоследнем – фракция, занимающая второе место.

4. Значение гранулометрического состава

Гранулометрический состав является одной из важнейших характеристик почвы и имеет большое агрономическое значение.

Гранулометрический состав оказывает существенное влияние на водные, физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства почвы, а также на поглотительную способность ее, на накопление гумуса и других элементов питания.

Почвы песчаные и супесчаные легко обрабатываются, их называют **легкими**. Они обладают хорошей водопроницаемостью благоприятным

воздушным режимом, быстро оттаивают и прогреваются, поэтому они еще называются **теплыми**. Однако они имеют ряд отрицательных свойств:

- низкая влагоемкость;
- низкое содержание гумуса и других элементов питания для растений;
- подвержены ветровой эрозии.

Тяжелосуглинистые и глинистые почвы обладают высокой связностью и влагоемкостью, содержат больше гумуса и других элементов питания. Обработка этих почв требует больших энергетических затрат, поэтому их называют **тяжелыми**. Однако эти почвы имеют ряд отрицательных свойств:

- слабая водопроницаемость;
- высокая плотность и липкость;
- легко заплывают, а при высыхании образуют почвенную корку;
- на испарение влаги расходуется много тепла, поэтому весной они долго прогреваются и оттаивают и называются **холодными**.

Среднесуглинистые и легкосуглинистые почвы в агрономическом отношении считаются самыми лучшими. Они достаточно влагоемки, влагопроницаемы, хорошо удерживают воду, легко оструктуриваются и их структура водопрочная.

Однако при возделывании сельскохозяйственных культур необходимо наиболее детально подходить к оценке гранулометрического состава, с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Например: гречиха, просо, картофель, кукуруза, сераделла предпочитают легкие почвы, пшеница, свекла, капуста дают хорошие урожаи на среднесуглинистых почвах, овес – на тяжелосуглинистых.

5. Радиоактивность почв

Радиоактивность почв обусловлена содержанием в них радиоактивных элементов. Различают естественную и искусственную радиоактивность.

Естественная радиоактивность вызывается естественными радиоактивными элементами, которые всегда в тех или иных количествах присутствуют в почвах или почвообразующих элементах. Естественные радиоактивные элементы подразделяются на 3 группы:

- радиоактивные элементы, все изотопы которых радиоактивны уран (^{238}U , ^{235}U), радий (^{226}Ra), торий (^{232}Th) и актиний (^{225}Ac , ^{227}Ac , ^{228}Ac);
- группа радиоактивных изотопов обычных элементов, обладающих радиоактивными свойствами: калий (^{40}K), кальций (^{40}Ca), рубидий (^{87}Rb), цирконий (^{96}Zr) и др. Основное значение имеет калий (^{40}K), обуславливающий наибольшую естественную радиоактивность;
- радиоактивные изотопы, образующиеся в атмосфере под действием космических лучей тритий (^3H), бериллий (^7Be), (^{10}Be) и углерод (^{14}C).

Все естественные радиоактивные элементы – в основном долгоживущие изотопы с большим периодом полураспада (10^8 – 10^{16}). Валовое содержание естественных радиоактивных изотопов зависит от почвообразующих пород.

Почвы, сформировавшиеся на кислых магматических породах, содержат радиоактивных изотопов больше, чем сформировавшиеся на основных и ультраосновных породах. По профилю они распределяются относительно равномерно, в почве находятся в основном в прочно связанной форме. Тяжелые почвы (глинистые, тяжелосуглинистые) содержат больше радиоактивных элементов, чем легкие.

Искусственная радиоактивность обусловлена поступлением в почву радиоактивных изотопов, образующихся в результате ядерных взрывов, в виде отходов атомной промышленности или в результате аварий на атомных предприятиях. Образующиеся таким путем радиоактивные изотопы, легко переносятся на значительные расстояния воздушными и водными потоками и, выпадая, приводят к радиоактивному загрязнению местности.

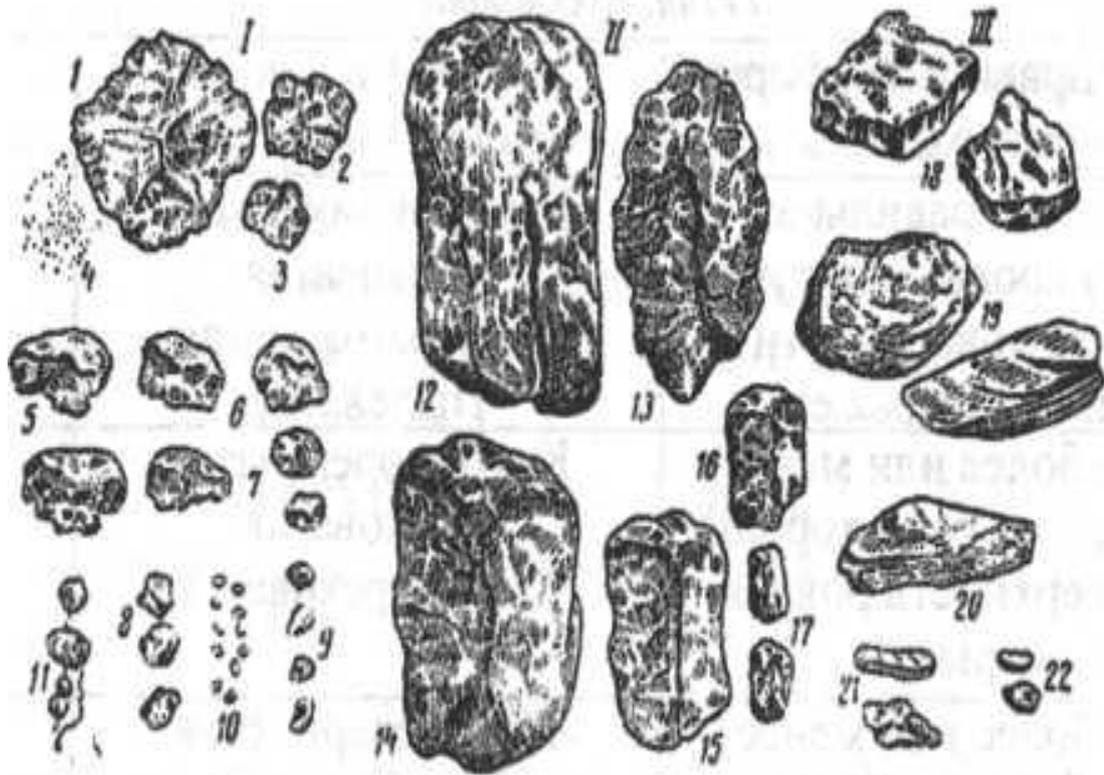
Наиболее опасными являются цезий (^{137}Cs), стронций (^{90}Sr), поскольку они обуславливают искусственную радиоактивность и характеризуются периодом полураспада цезий (^{137}Cs) – 30,3 года; стронций (^{90}Sr) – 29 лет. Они обладают высокой энергией излучения и активно включаются в биологический круговорот. Основное количество этих изотопов закрепляется в верхнем слое почвы (5–9 см), причем, почвы с высоким содержанием гумуса богатые илистой фракцией и глинистыми минералами, поглощают радиоактивные изотопы лучше. По своим свойствам стронций близок к кальцию, а цезий к калию. Поэтому поведение этих изотопов близко к поведению указанных химических элементов, значит, часть стронция и цезия закрепляется в почве по типу обменного поглощения, миграция их в почве зависит от прочности связи с почвой, в легких почвах она выражена больше, чем в тяжелых.

Структура почвы

1. Структура почвы, ее виды и значение.
2. Образование, утрата и восстановление структуры.

1. Структура почвы, ее виды и значение.

Под структурой понимают совокупность агрегатов, на которые способна распадаться почва. Основное свойство структуры – водопрочность – способность противостоять разрушению ее водой. В образовании структурных агрегатов большую роль играет гумус. В зависимости от формы структурных отдельностей различают три типа структуры: кубовидную, призмовидную и плитовидную.



Главнейшие виды почвенной структуры по С.А. Захарову:

- I тип – кубовидная:* 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – порошистая; 11 – «бусы» из зерен почвы;
- II тип – призмовидная:* 12 – столбчатая; 13 – столбовидная; 14 – крупнопризматическая; 15 – призматическая; 16 – мелкопризматическая; 17 – тонкопризматическая;
- III тип – плитовидная:* 18 – сланцевая; 19 – пластинчатая; 20 – листоватая; 21 – грубочешуйчатая; 22 – мелкочешуйчатая

К типу кубовидной структуры относят агрегаты, имеющие примерно одинаковые размеры по всем трем осям. По форме и величине агрегатов выделяют следующие виды кубовидной структуры:

- глыбистая – агрегаты с неясно выраженными углами, ребрами и гранями крупнее 5 см;
- комковатая – агрегаты такие же, величина от 5 до 0,5 мм. По крупности она в свою очередь подразделяется на крупнокомковатую, комковатую и мелкокомковатую структуру;
- ореховатая – агрегаты с ясно выраженными углами, ребрами, гранями размером от 20 до 5 мм. Она подразделяется на крупноореховатую (10 мм), ореховатую (7–10 мм), мелкоореховатую (5–7 мм);
- зернистая – такие же агрегаты, как у ореховатой, но их величина от 5 до 0,5 мм. Различают крупнозернистую, среднезернистую, мелкозернистую или пороховидную.

К типу призмовидной структуры относят агрегаты, удлиненные по вертикальной оси, их общий вид – призма или столбик. В связи с этим различают следующие виды призмовидной структуры: столбчатая, имеет круглое верхнее основание; призматическая – агрегаты имеют плоское верхнее основание.

В зависимости от поперечника столбчатая структура делится на круглостолбчатую, столбчатую и мелкостолбчатую.

Для плитовидной структуры характерны агрегаты, сильно развитые по горизонтальным осям, имеющим плоскую форму. В зависимости от толщины пластин различают следующие ее виды:

- сланцеватая – толщина пластин более 5 мм;
- плитчатая – толщина пластин от 3 до 5 мм;
- пластинчатая – толщина пластин от 1 до 3 мм;
- листоватая – толщина пластин менее 1 мм;
- чешуйчатая – мелкие пластинчатые и листоватые агрегаты.

При наличии разных структурных отдельностей в одном горизонте структуре дают двойное название. Например, при наличии комковатых и зернистых агрегатов с преобладанием первых структуру называют зернисто-комковатой. Определить вид структуры можно при копке разреза, когда почва рассыпается при выбросе ее лопатой на поверхность, или же из горизонта берут ножом немного почвы, встряхивают ее на ладони и по форме агрегатов устанавливают наличие того или иного вида структуры.

Различным генетическим горизонтам присущи, как правило, определенные виды структуры. Так, зернистая и комковатая структура характерна для гумусового горизонта черноземов, серых лесных и дерновых почв, призмовидная – для иллювиального горизонта, подзолистых и лесостепных тяжелосуглинистых почв, а также встречается в солонцах и солончаках; ореховатая – для переходного и иллювиального горизонтов серых лесных и дерново-подзолистых почв.

Если почва содержит частицы, не связанные в агрегаты, то такая почва называется бесструктурной. Примером таких почв являются песчаные.

По размерам выделяют:

- микроагрегаты – менее 0,25 мм,
- мезоагрегаты – 0,25–10 мм,
- макроагрегаты – более 10 мм.

Наиболее ценными являются **мезоагрегаты**.

Структурная почва:

- содержание мезоагрегатов более 55 %;
- зернистая или мелкокомковатая форма;
- пористость агрегатов более 45 %;
- высокая связность и водопрочность агрегатов.

Роль почвенной структуры:

- улучшает свойства и режимы почвы;
- структурные почвы лучше противостоят водной и воздушной эрозии;
- обеспечивает быстрое появление всходов и равномерное распространение корней по пахотному горизонту.

Мероприятия по созданию почвенной структуры:

- обработка в состоянии физической спелости – влажности почвы, когда она хорошо крошится на комки, не расплывается и не образует глыб;
- возделывание многолетних трав;

- применение органических и минеральных удобрений;
- известкование кислых почв;
- правильное чередование культур в севооборотах.

2. Образование, утрата и восстановление структуры

Образование почвенной структуры происходит под воздействием физических, физико-химических, химических и биологических факторов.

К *физическим факторам* относятся, например, иссушение и увлажнение почвы, замерзание и оттаивание почвенной влаги, давление корней растений, рыхлящая деятельность животных, механическая обработка почвы.

Известно, что почва, при увлажнении набухает, а при высыхании дает усадку и растрескивается. Кроме того, находящаяся в почве вода при низких температурах замерзает. При этом она расширяется и оказывает большое давление на стенки почвенных комков, сжимая участки с незамерзшей водой. Такое сжатие неравномерно, поэтому при оттаивании почва начинает крошиться по линиям наименьшего сопротивления. Наибольшее крошение наблюдается при влажности почвы, близкой к 90 % от ее полной влагоемкости. Сухая почва при промерзании не растрескивается. Если же промерзает переувлажненная почва, то после оттаивания она часто приобретает полужидкую консистенцию и теряет свою структуру.

Механическая обработка почвы может способствовать как образованию отдельностей, так и их разрушению. В связи с этим важно, чтобы обработка почвы происходила в состоянии ее физической спелости, при которой она хорошо крошится, не рассыпается и не образует глыбистых агрегатов.

К *физико-химическим факторам* образования почвенной структуры относят коагуляцию почвенных коллоидов и их цементирующее воздействие.

Основными катионами, вызывающими необратимую коагуляцию почвенных коллоидов, являются Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} и Al^{3+} . При насыщении ими коллоидов образуются структурные отдельности, устойчивые к размывающему действию воды. Если же почвенный поглощающий комплекс насыщен катионами Na^+ , то необратимой коагуляции коллоидов не происходит. В этом случае формируются очень непрочные агрегаты.

В образовании водопрочной структуры большую роль играют и минеральные, и органические коллоиды. Тем не менее следует отметить, что почвенные частицы особенно прочно скрепляются в структурные отдельности с помощью гумуса (органических коллоидов). Без него, только за счет минеральных коллоидов, водопрочной структуры не будет. Из минеральных коллоидов наибольшее значение в создании устойчивой структуры имеют глинистые минералы, особенно монтмориллонитовой группы, гидроксиды железа и алюминия.

К *химическим факторам* формирования структурных отдельностей относится образование в почве различных соединений, которые плохо растворяются в воде и которые, попадая в поры внутри комков, цементируют их. Такие агрегаты имеют меньшую ценность, так как значительная часть их

пор может быть заполнена цементирующим веществом. К химическим факторам относят, например, склеивающую способность соединений железа, которая может проявиться в почвах с временным избыточным увлажнением. Известно, что при избыточном увлажнении в почве начинают протекать восстановительные процессы, сопровождающиеся образованием большого количества соединений закисного железа. Эти соединения, будучи хорошо растворимыми, проникают с водой в почвенные комочки и пропитывают их. При устранении избыточного увлажнения в почве развиваются окислительные процессы и растворимые вещества закисного железа превращаются в нерастворимые соединения окисного железа. Именно они и цементируют почвенные агрегаты.

Биологические факторы — это растительность и населяющие почву живые организмы. Среди них главную роль в оструктуривании почвы выполняют многолетние травы. Они имеют хорошую корневую систему, при гумификации которой образуются гумусовые вещества (органические коллоиды), связанные кальцием, обладающие, как уже отмечалось, большой склеивающей способностью.

Определенную роль в формировании агрономически ценной структуры выполняют дождевые черви. Они пропускают через кишечный тракт растительные остатки и частицы почвы и выделяют их в виде капролитов, обладающих большой устойчивостью к размывающему действию воды.

Способствуют образованию почвенной структуры и продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

Все перечисленные факторы образования почвенной структуры очень динамичны, действуют в едином комплексе, и их разделение носит условный характер.

Таким образом, наиболее важными агротехническими мероприятиями, способствующими образованию почвенной структуры, являются рациональная система обработки почв с учетом их свойств и особенностей; обработка почв в состоянии их физической спелости; применение в достаточных количествах органических и минеральных удобрений; известкование кислых почв; правильное чередование культур в севообороте; посев многолетних трав; запрет бессистемного выпаса скота на пастбищных угодьях.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ

1. Источники органических веществ в почве.
2. Общая схема гумусообразования.
3. Состав, свойства и типы гумуса.

1. Источники органических веществ в почве

Источники органической части почвы — органические остатки разной природы, поступающие в нее.

В целинных почвах — это растительные остатки, микроорганизмы и почвенная фауна. Наибольшую биомассу имеют зеленые растения (автотрофы), способные синтезировать органические вещества из минеральных соединений. Биомасса почвенных микроорганизмов и представителей животного мира в несколько десятков, сотен и даже тысяч раз уступает биомассе зеленых растений. Новых запасов органического вещества они не вносят, а перерабатывают растительные остатки, образуя вторичные формы органических веществ почвы.

Существенным источником органических веществ в пахотных почвах являются органические удобрения разного состава.

Роль гумуса в почвообразовании и плодородии почв.

1. Взаимодействуя с минеральной частью почвы, гумусовые вещества и их производные участвуют в трансформации минералов. Разрушение их фульвокислотами сопровождается миграцией растворимых продуктов в нижележащие горизонты.

2. Гумус — основной источник энергии в самых разнообразных почвенных процессах.

3. Гумус является аккумулятором азота, в нем содержится 80...90% почвенного азота.

4. Гумус — источник CO_2 , который выделяется при его разложении и используется для фотосинтеза растений.

5. Высокогумусовые почвы характеризуются высокой биологической активностью.

6. Гумус — физиологически активное вещество. Продукты гумификации являются регуляторами и стимуляторами роста и развития растений.

7. Гумус выполняет санитарно-защитные функции. Благодаря высокой биологической активности он разрушает остатки пестицидов и других токсикантов и загрязнителей, устраняет негативное влияние избыточных доз минеральных удобрений.

8. Гумусовые вещества придают почве темную окраску, что способствует более интенсивному поглощению солнечной энергии. Органическое вещество предохраняет почву от быстрой потери тепла, а подвергаясь разложению, само выделяет тепло, в следствии чего богатые гумусом почвы более теплые.

2. Общая схема гумусообразования

Гумусообразование — сложный биохимический процесс превращения органических остатков в гумус, развивающийся в почве при обязательном участии микроорганизмов.

В основе гумусообразования лежат следующие процессы:

1. разложение;
2. минерализация;
3. вторичный микробный синтез;
4. гумификация.

Общую схему гумусообразования можно представить следующим образом: органические остатки, попадая в почву, разлагаются под действием микроорганизмов, а также мелких живых организмов (насекомые, дождевые черви участвуют в измельчении и перетирании растительных остатков). При этом растительные остатки теряют свое анатомическое строение.

В процессе разложения растительных остатков их органические вещества превращаются в более подвижные и простые соединения, так называемые промежуточные продукты разложения. Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами, т.е. разлагается до элементов минерального питания, углекислого газа и воды. Продукты распада используются новыми поколениями зеленых растений как источник питания. Часть промежуточных продуктов разложения органических остатков потребляет другая группа микроорганизмов для синтеза жиров, белков, углеводов (процесс вторичного микробного синтеза). Еще часть промежуточных продуктов разложения превращается в сложные ВМС специфической природы – гумусовые вещества. Этот процесс называется гумификацией.

Процесс гумификации довольно сложный. Существуют различные концепции, объясняющие образование гумуса.

1. *Конденсационная, или полимеризационная, теория гумификации (Трусев, Кононова, Фляйг)*. Согласно этой концепции, гумификация – это конденсация полимеров.

2. *Теория окислительного карбоксилирования (Тюрин, Александрова)*

Согласно этой концепции, гумификация идет в несколько этапов:

- окислительное карбоксилирование (кислотообразование);
- фракционирование на группы гуминовых и фульвокислот;
- отщепление боковых цепей, дезаминирование и внутримолекулярная перегруппировка;
- окисление и полная минерализация гумусовых кислот.

3. Состав и качество гумуса

Гумус – это сложный комплекс высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений, состоящих из:

- гуминовых кислот;
- фульвокислот;
- гуминов.

Гуминовые кислоты слабо растворимы в воде, нерастворимы в минеральных и органических кислотах, хорошо растворяются в щелочах, имеют темно-коричневый или черный цвет, из растворов легко осаждаются двух- и трехвалентными катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} . Средний элементный состав ГК следующий: С — 50...62%; Н — 2,8...6,6; О — 31...40; N — 2...6%, причем больше углерода в ГК чернозёмов.

Фульвокислоты хорошо растворимы в воде, минеральных кислотах, щелочах с образованием растворов соломенно-желтого и оранжевого цвета, кислорода содержат больше, чем ГК, имеют более выраженные кислотные

свойства. Фульвокислоты обладают сильной разрушающей способностью первичных и вторичных минералов, особенно при малом количестве ГК и являются одним из основных агентов подзолообразовательного процесса

Гумины — нерастворимые остатки, представляющие собой совокупность ГК и ФК, прочно связанных с минеральной частью почвы, а также полугумифицированные остатки лигнина, целлюлозы, смол, восков и других соединений.

Важной характеристикой гумусового состояния почв (качества гумуса) является тип гумуса, который по соотношению углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ($C_{ге} : C_{фк}$) делится на четыре группы

Типы гумуса по соотношению $C_{га} : C_{фк}$

Тип гумуса	По Л.Н.Александровой
1. Фульватный	<0,6
2. Гуматно-фульватный	0,6.. 0,8
3. Фульватно-гуматный	0,8...1,2
4. Гуматный	>1,2

Наиболее благоприятный фульватно-гуматный и гуматный типы с наименьшим количеством фульвокислот (характерен для черноземов, дерново-карбонатных почв)

Оптимальные значения содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах:

- песчаные* - 1,8 – 2,0%;
- супесчаные* - 2,0 – 2,5%;
- суглинистые и глинистые* - 2,5 – 3,0%.

Почвенные коллоиды. Поглощительная способность почвы

1. Почвенные коллоиды и поглощительная способность почвы.
2. Кислотность, щелочность и буферная способность почвы.

1. Почвенные коллоиды и поглощительная способность почвы

Основоположником науки о коллоидах по праву считается К.К. Гедройц.

В состав почвенной массы входят частицы разного размера. Самые мелкие из них (от 0,2 до 0,001 мкм) относятся к коллоидам. Образуются они путем диспергации (раздробления) более крупных частиц или путем конденсации молекул в агрегаты молекул.

В почвах коллоиды образуют двухфазную систему, состоящую из *дисперсной фазы (твердые коллоидные частицы)* и *дисперсионной среды*

(почвенный раствор). Высокодисперсные системы по величине частиц делятся на три группы:

- 1) предколлоидные системы (диаметр частиц 1 мкм...100 нм);
- 2) коллоидные системы (диаметр частиц 100...1 нм);
- 3) молекулярные растворы (диаметр частиц < 1 нм).

Коллоиды в почвах представлены сложной системой минеральных, органических и органоминеральных соединений. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды, на долю которых приходится 85...90% их общей массы (А.Ф. Тюлин).

К минеральным коллоидам относятся глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит, галлуазит, гидрослюда, иллит, вермикулит и др.); гидроксиды железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), марганца ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), кремния ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) и их комплексные соли – коагели. К органическим — аморфные гумусовые вещества, некоторые полисахариды и клетки наиболее мелких бактерий. Органоминеральные коллоиды представлены сложными образованиями гумусовых веществ с минеральными коллоидами.

Основное свойство коллоидов — способность к поглощению веществ из растворов как в виде молекул, так и в виде ионов. Поглощенные вещества могут обмениваться на другие, находящиеся в растворе, т.е. коллоиды обуславливают поглотительную и обменную способность почв. Это свойство определяется высокой реакционной способностью, обусловленной большой суммарной и удельной поверхностью ($\text{м}^2/\text{г}$ или $\text{м}^2/\text{см}^3$), которая тем больше, чем выше дисперсность коллоидов (табл. 5.1). Если в почве содержится 10% коллоидных частиц, то сумма их поверхности на площади 1 га составит 70 тыс. га.

С увеличением суммарной поверхности растет суммарная поверхностная энергия и возрастает химическая активность коллоидов. Удельная поверхность выше в суглинистых почвах, чем в песках и супесях, и выше в гумусовом горизонте, чем в нижележащих. Удельная поверхность коллоидов в гумусовых горизонтах суглинистых дерново-подзолистых почв составляет $29 \text{ м}^2/\text{г}$, серых лесных — $33 \text{ м}^2/\text{г}$ и чернозёмов — $48 \text{ м}^2/\text{г}$. Свободная поверхностная энергия коллоидов стремится к сокращению, что достигается или укрупнением частиц, или путем физической адсорбции на их поверхности молекул некоторых веществ.

Вторая характерная особенность коллоидов — наличие двойного электрического слоя ионов на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Коллоид имеет сложное строение. Внутренняя часть, состоящая из агрегатов аморфного или кристаллического вещества разного химического состава, называется ядром (рис.1).

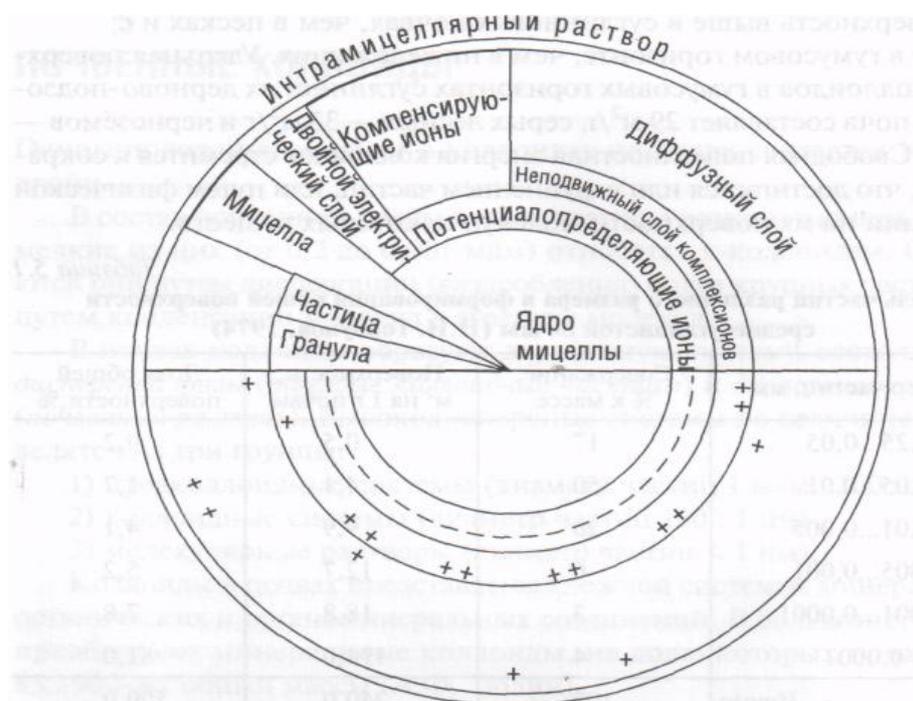


Рис. 1. Схема строения коллоидной мицеллы (по Н.И. Горбунову)

На его поверхности расположен слой прочно удерживаемых потенциалопределяющих ионов, которые вместе с ядром образуют *гранулу*. Вокруг гранулы в два слоя располагаются ионы противоположного (компенсирующего) заряда. К грануле примыкает слой неподвижных противоионов, прочно удерживаемых электростатическими силами ионов потенциалопределяющего слоя, образуя вместе с гранулой *частицу*. Часть противоионов удалена от частицы, их связь с ней по мере удаления уменьшается. Это *диффузный слой*, ионы которого способны к эквивалентному обмену на ионы того же заряда из дисперсионной среды и вместе с частицей образуют *коллоидную мицеллу*. Свободный электрический заряд коллоидной частицы (дзета-потенциал) — разность потенциалов вследствие удаления частиц противоионов от границы компенсирующего слоя к внешней границе диффузного слоя

Он колеблется от 0 до 40...60 мВ. Коллоидная мицелла электронейтральна при дзета-потенциале, равном нулю, что является изоэлектрической точкой коллоида.

Заряд коллоида появляется в связи с нарушением равновесия между зарядами, расположенными на поверхности раздела твердая частица — раствор, а также в связи с изменением химического состава и структуры коллоидного вещества.

В зависимости от заряда ионов потенциалопределяющего слоя коллоиды делятся на *ацидоиды* — отрицательно заряженные, *базоиды* — положительно заряженные и *амфолитоиды*, имеющие в кислой среде положительный заряд, в щелочной — отрицательный. К ацидоидам относятся глинистые минералы, гидроксиды кремния и марганца, гумусовые кислоты и органоминеральные коллоиды. В качестве базоидов в кислой среде выступают гидроксиды железа и алюминия, белки, тела мелких бактерий, которые в щелочной среде

имеют свойства ацидоидов. В кислой среде, когда в растворе много ионов H^+ и мало ионов OH^- , молекулы гидроксидов алюминия и железа диссоциируют как основания, посылая в окружающий раствор ионы OH^- , и приобретают положительный заряд:



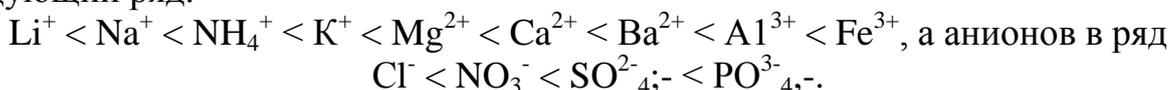
При щелочной реакции, наоборот, они ведут себя как кислоты, посылая в окружающий раствор ионы H^+ , и приобретают отрицательный заряд:



Отрицательный заряд глинистых минералов возникает в результате изоморфных замещений части ионов кремния внутри кремнекислородных тетраэдров на трехвалентные ионы алюминия. В алюмогидроксильных октаэдрах часть трехвалентных ионов алюминия может быть замещена на двухвалентные ионы магния. Отрицательный заряд может вызывать и наличие свободных ионов кислорода на краях слоя кремнекислородного тетраэдра, которые соединяются с одним ионом кремния, а вторая валентность при этом остается свободной для связи с: ионом водорода или основанием. Возникающий отрицательный заряд компенсируется соответствующим количеством катионов K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , которые могут обмениваться на катионы почвенного раствора.

При этом катионы, компенсирующие отрицательный заряд, могут попадать как на поверхность, так и в межпакетные пространства кристаллической решетки глинистых минералов, увеличивая тем самым поглонительную способность глинистого минерала. Последняя выше у монтмориллонита по сравнению с каолинитом, который, кстати, может приобретать положительный заряд в кислой среде.

Коллоиды в почве могут находиться в состоянии *геля* (коллоидный осадок) или *золя* (коллоидный раствор). Золь может переходить в гель, и наоборот. Первый процесс называется *коагуляцией*, второй — *пептизацией*. Переход коллоидов из одного состояния в другое обусловлен изменением электрического потенциала коллоидных частиц и зависит от степени их *гидратации*. Однако заряженные частицы, отталкиваясь друг от друга, могут долго находиться в растворе, не образуя осадка и не укрупняясь. Коагуляция вызывается действием электролитов, несущих противоположный заряд. При этом коллоиды теряют заряд и слипаются в агрегаты: ацидоиды — под действием катионов, базоиды — под действием анионов. Схематически механизм коагуляции проявляется как нейтрализация заряда коллоидных частиц и снижение их гидратации, в результате чего они могут соединяться (склеиваться) друг с другом. Коагулирующая способность электролитов зависит от массы и валентности иона: чем выше валентность и чем больше масса в пределах одной валентности, тем выше его коагулирующее действие. По К. К. Гедройцу, коагулирующая способность катионов располагается в следующий ряд:



Исключение составляет H^+ , который стоит между двухвалентными Mg и Ca, обладая наименьшей атомной массой (1). Это объясняется тем, что коагулирующая способность ионов зависит от степени гидратации или сольватации ионов. Каждый ион окружен диполями воды (H^+OH^-), и чем больше водная пленка, тем меньше его коагулирующая способность, так как сильногидратированный ион не может достаточно близко подойти к частице.

Если степень гидратации иона Ca принять за 100, то по относительной степени гидратации ионы других элементов расположатся в следующий ряд: Mg — 101, K — 178, N — 452, Li — 552. Ион водорода характеризуется малой степенью гидратации, присоединяет только одну молекулу воды, образуя гидроксоний (H_3O^+), чем и объясняются его хорошие коагулирующие свойства и энергичное поглощение. Постоянного места в ряду поглощения H^+ не имеет, так как его поглощение зависит от состава твердой фазы почвы.

При насыщении одновалентными катионами коллоиды находятся преимущественно в состоянии золя, а чем выше заряд и ниже степень гидратации, тем сильнее поглощение иона и его коагулирующее действие. Коагуляция может происходить также при встрече разнозаряженных коллоидных частиц, которые, соединяясь друг с другом, образуют *коагель*.

При прочих равных условиях пептизация происходит при уменьшении концентрации солей в растворе. Коллоиды, легко переходящие из геля в золь, называются обратимыми. Обратимыми являются *гидрофильные* коллоиды, насыщенные высокогидратированными одновалентными катионами, необратимыми — *гидрофобные* коллоиды, насыщенные двух- и особенно трехвалентными катионами с низкой степенью гидратации (низкой обводненностью).

Особым видом коагуляции является *тиксотропия*: когда масса геля неотделима от золя, образуется студень, который можно превратить в состояние золя при механическом воздействии. Тиксотропия распространена в почвах, образующихся под воздействием вечной мерзлоты.

От состава и свойств коллоидов зависит поглощательная способность почвы, ее биологическая активность и агрофизические свойства, аккумуляция гумуса и питательных элементов.

Одним из основополагающих путей оптимизации свойств почвы под влиянием антропогенной нагрузки является всесторонняя оценка органоминеральных коллоидов.

По К.К. Гедройцу, **поглощательная способность** — это способность почвы задерживать соединения или их части, находящиеся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии.

Поглощательная способность обусловлена наличием **почвенного поглощающего комплекса (ППК)**, основную часть которого составляет совокупность минеральных, органических и органоминеральных коллоидов и через который почва снабжает растения влагой, минеральными и частично органическими соединениями.

В зависимости от характера поглощения К.К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности: механическую, физическую, химическую, физико-химическую (обменную или коллоидно-химическую) и биологическую.

Механическая поглотительная способность почвы обусловлена наличием в ней капилляров и пор, в которых задерживаются твердые частицы, крупнее, чем система пор, а благодаря строению капилляров в виде кривых и ломаных линий фильтруются суспензии. Поэтому можно не опасаться вымывания тонкоразмолотых удобрений. Способность почвы задерживать твердые частицы используется для заиливания (кольматажа, кольматирования) дна и стенок каналов с целью уменьшить потери воды. В природных условиях этот вид поглотительной способности обуславливает накопление и сохранение ила, приносимого внешними водами на заливные луга и пониженные части полей.

Физическая поглотительная способность — способность почвы поглощать из раствора целые молекулы растворенных минеральных и органических веществ и молекулы воды. Она обусловлена высокой поверхностной энергией, которая возрастает с увеличением площади суммарной поверхности частиц дисперсной фазы. Значительная часть этой энергии остается свободной и стремится к наибольшему сокращению. Это достигается укрупнением частиц или путем адсорбции некоторых веществ.

Различают положительную и отрицательную адсорбцию. *Положительная адсорбция* характерна для молекул многих органических кислот и оснований, спиртов, высокомолекулярных органических веществ, в том числе водорастворимых гумусовых кислот. Молекулы этих веществ притягиваются к поверхности частиц, поэтому вблизи ее создается повышенная концентрация раствора, а на некотором удалении от нее — пониженная. Для большинства растворов минеральных солей и кислот характерна наоборот, *отрицательная адсорбция*. При взаимодействии с частицами почвы к поверхности притягиваются молекулы воды. Вследствие этого концентрация данных веществ уменьшается у поверхности и увеличивается в удалении от нее. Например, отрицательная адсорбция наблюдается при взаимодействии с почвой хлоридов и нитратов, которые не закрепляются почвой, а передвигаются вместе с почвенной влагой вниз по профилю и могут попадать даже в грунтовые воды. Таким образом, вещества с отрицательной адсорбцией вымываются легко, а с положительной — с большим трудом, что надо учитывать при внесении удобрений и пестицидов.

Физическая поглотительная способность определяет наличие молекулярно-связанной воды в почве, которая может сорбироваться как из парообразного, так и из жидкого состояния, образуя прочносвязанную (гигроскопическую) и рыхлосвязанную (пленочную) влагу. Сорбция воды почвой сопровождается выделением тепла, которое называется *теплотой смачивания* и характеризует гидрофильность. Максимальной теплотой смачивания обладают гумусовые вещества. Сухая почва сорбирует газы, при этом тоже выделяется тепло. Размеры сорбции зависят от температуры и

давления, при этом прочность связи имеет ряд $N_2 < O_2 < CO_2 < NH_3 < H_2O$ (пар).

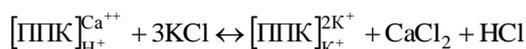
Химическая поглотительная способность (хемосорбция) связана с образованием в почвах в результате химических реакций нерастворимых или труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок. Например:

1. $[ППК]^{Ca^{2+}} + Na_2SO_4 \rightarrow [ППК] 2Na + \downarrow CaSO_4$
2. $[ППК]^{Ca^{2+}} + 2NaHCO_3 \rightarrow [ППК] 2Na + Ca(HCO_3)_2$
 $Ca(HCO_3)_2 + H_2O \rightarrow \downarrow CaCO_3 + CO_2$
3. $Al(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow \downarrow AlPO_4 + 3H_2O$
4. $Fe(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow \downarrow FePO_4 + 3H_2O$

Свежеосажденные фосфаты алюминия и железа могут усваиваться растениями, но со временем они кристаллизуются и становятся малодоступными. Ретроградация фосфатов (переход легкоусвояемых фосфатов в трудноусвояемые) в результате химического поглощения для разных почв проявляется в такой последовательности: чернозёмы < серозёмы < дерново-подзолистые почвы < краснозёмы, т.е. она проявляется прежде всего на кислых почвах. Поэтому на кислых почвах лучше вносить гранулированный суперфосфат, а порошковидный следует вносить локально, т.е. надо ограничить его взаимодействие с почвенными частицами.

К химическому виду поглощения относят *адгезию* — склеивание поверхностей различного состава и строения под действием разных сил и *комплексобразовательную адсорбцию* поливалентных катионов из почвенного раствора за счет образования координационных связей при их взаимодействии с сорбированным органическим веществом. В результате этих процессов образуется глиногумусовый комплекс, играющий важную роль в образовании органоминеральных коллоидов. К этому виду поглощения также относят *окклюдование* — механический захват фосфатов аморфным кремнезёмом.

Физико-химическая (обменная) поглотительная способность, или коллоидно-химическая адсорбция, обусловлена наличием на поверхности коллоида электрического заряда. Так как в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды (ацидоиды), то сильнее выражена способность почвы к обменному поглощению катионов, нежели анионов. Обмен протекает по схеме:



При этом виде поглощения концентрация почвенного раствора не изменяется, а меняется только его состав, в то время как при химическом поглощении изменяются и состав, и общая концентрация почвенного раствора.

Основные закономерности обмена.

1. Обмен между катионами почвенного раствора эквивалентен обмену между поглощенными катионами, т.е. при поглощении почвой катиона из

раствора в раствор из почвы переходит такое же количество вытесняемого катиона.

2. Реакции обмена обратимы.

3. Реакции обмена подчиняются закону действующих масс (Е.Н. Гапон). Чем больше в растворе концентрация вытесняющего катиона и чем меньше содержание вытесняемого, тем больше вытесняющего катиона поглотится почвой. Если обмениваются одновалентные катионы, то при установлении равновесия соотношения их в растворе пропорциональны их поглощенному состоянию.

Биологическая поглотительная способность присуща корневым системам и населяющим почву низшим растениям и микроорганизмам. Все вещества, вошедшие в состав их тел и необходимые для их жизнедеятельности, тем самым уже предохраняются от выщелачивания из почвы. Биологическая поглотительная способность может иметь как положительное, так и отрицательное значение. Положительным является связывание нитратов, не усвоенных растениями. На примере нитратов обнаруживается и отрицательное проявление биологического поглощения. Если внести в почву солому, то проявится азотное голодание растений, так как солома вызывает сильное размножение микробов, разлагающих клетчатку и отнимающих нитраты у высших растений. Вообще биологическая поглотительная способность характеризуется высокой избирательной способностью почвенной биоты и корневой системы растений к элементам питания.

2. Кислотность, щелочность и буферная способность почвы

Кислотность почвы — способность почвы проявлять свойства кислот.

Обусловлена наличием в почве органических и минеральных кислот и обменных катионов H^+ и Al^{3+} .

Выделяют две формы кислотности:

- актуальная,*
- потенциальная.*

Актуальная кислотность — кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией ионов водорода.

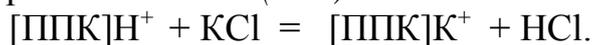
Выражается величиной pH_{H_2O} .

Потенциальная кислотность — кислотность твердой фазы почвы, которая обусловлена обменными ионами водорода и алюминия и проявляется при взаимодействии почвы с растворами солей.

Подразделяется на:

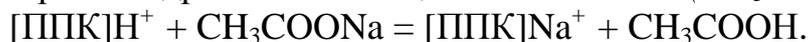
- обменную и*
- гидролитическую.*

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы растворами нейтральных солей (*KCl*):



Выражается величиной *pHCl*.

Гидролитическая кислотность проявляется при обработке почвы растворами гидролитически щелочных солей (*CH₃COONa*):



Обозначается Нг и измеряется в *мэкв/100 г почвы*.

Повышенная кислотность — отрицательное свойство почв:

- ❖ *угнетает развитие растений и микроорганизмов;*
- ❖ *снижает доступность элементов питания;*
- ❖ *подвижный алюминий токсичен для растений;*
- ❖ *усиливает оподзоливание почв.*
- ❖ Оптимальные показатели кислотности (*pH_{KCl}*) дерново-

подзолистых почв:

- ❖ *Суглинистые* — 6,4 - 6,7;
- ❖ *Супесчаные* — 6,0 - 6,2;
- ❖ *Песчаные* — 5,6 - 5,8.

Для устранения повышенной кислотности проводят *известкование*:

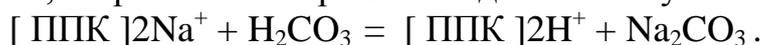


В Беларуси основным известковым материалом является доломитовая мука — $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.

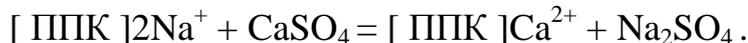
Различают *актуальную* и *потенциальную* щелочность почв.

Актуальная щелочность — это щелочность почвенного раствора, возникающая под влиянием гидролитически щелочных солей - соды Na_2CO_3 или бикарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Потенциальная щелочность характерна для почв, содержащих в ППК натрий, и проявляется при взаимодействии с угольной кислотой:



Щелочность крайне неблагоприятное свойство почвы, которое устраняют *гипсованием*:



Буферность — способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

Различают:

□ *буферность против подкисления* — обусловлена наличием в почве карбо- натов и обменных кальция и магния;

□ *буферность против подщелачивания* — обусловлена наличием в ППК ионов водорода.

Буферность почвы имеет большое значение при внесении минеральных удобрений.

❖ *В песчаных почвах с низкой буферностью при внесении кислых удобрений возможны резкие сдвиги реакции.*

❖ *Органические удобрения и известкование увеличивают буферность дерново-подзолистых почв.*

Буферность почв является одним из элементов почвенного плодородия. Это свойство необходимо учитывать при проведении химических мелиорации (известкования, гипсования), при выборе доз и сроков внесения удобрений. На почвах с низкой буферностью, отличающихся низкой емкостью поглощения, их надо вносить малыми дозами, так как может резко сдвинуться реакция, что вредно для растений.

Буферная способность дерново-подзолистых почв повышается после внесения извести, органических удобрений и при посеве бобовых культур. Комплекс этих мер нейтрализует почвенную кислотность, повышает емкость поглощения и насыщенность почв основаниями, в результате чего в почвах повышается биологическая активность, улучшаются их агрофизические свойства и питательный режим.