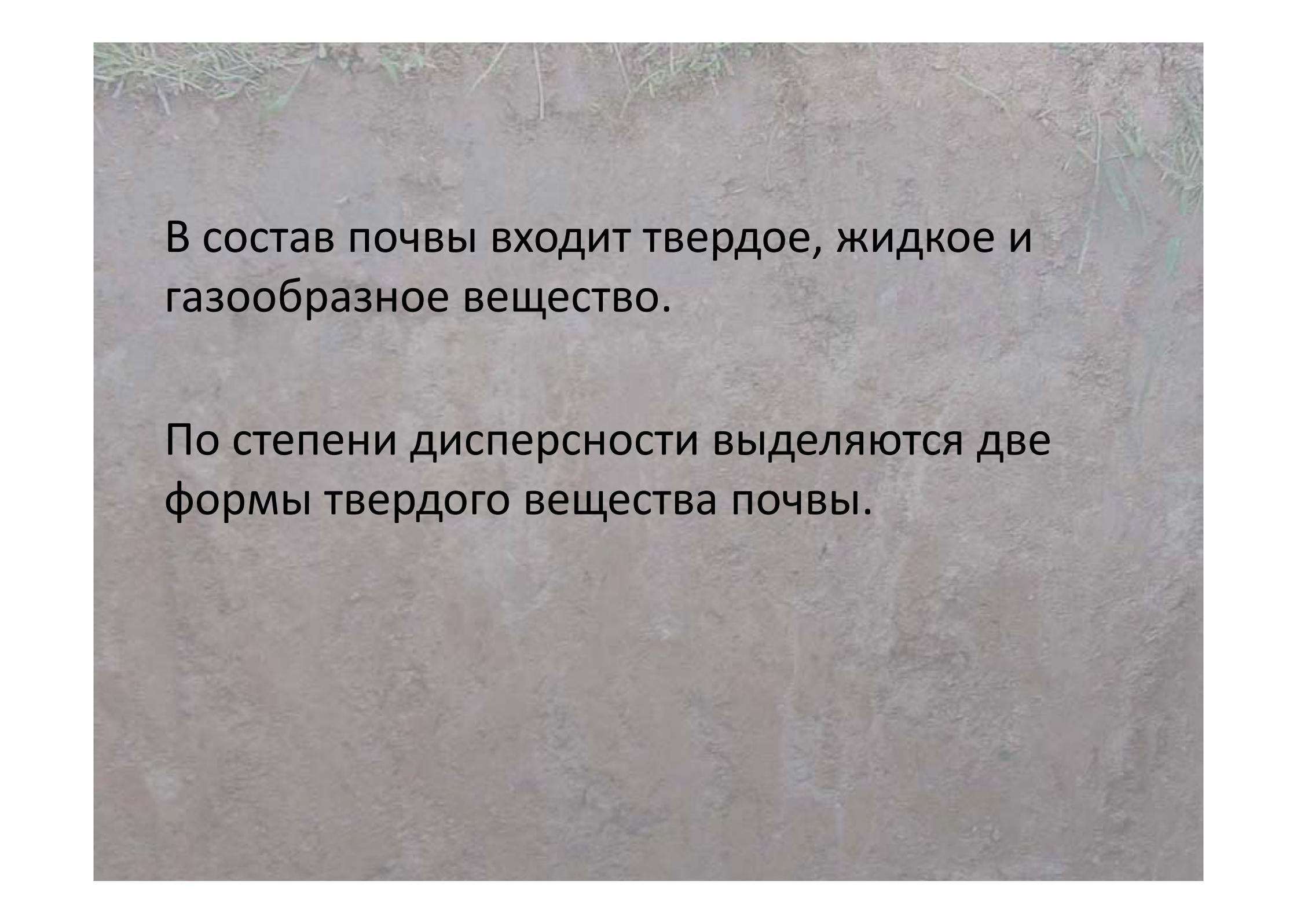
The background of the slide is a close-up photograph of soil, showing a fine, granular texture with some small clumps and organic matter. The color is a mix of light brown and greyish tones.

Высокодисперсная часть ПОЧВЫ

Лектор: Соболева Надежда Петровна, доцент каф. ГЭГХ



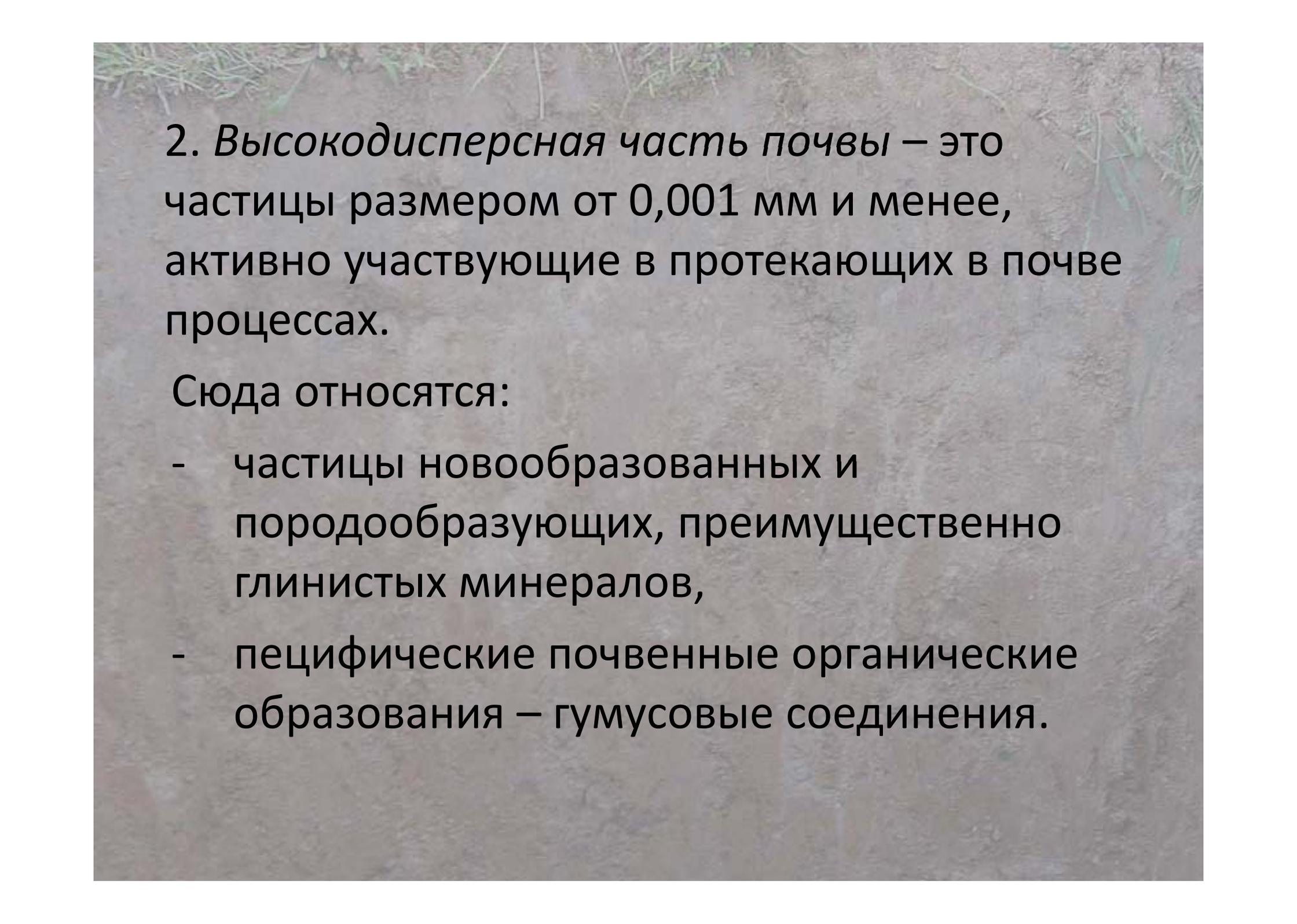
В состав почвы входит твердое, жидкое и газообразное вещество.

По степени дисперсности выделяются две формы твердого вещества почвы.

1. Крупнодисперсная масса почвы – это крупные частицы, размер которых превышает 0,001 мм.

Сюда относятся:

- обломки горных пород и слагающих их минералов, сравнительно устойчивых к почвообразовательному процессу,
- минеральные новообразования, порожденные процессом почвообразования,
- малоизмененные минеральные остатки



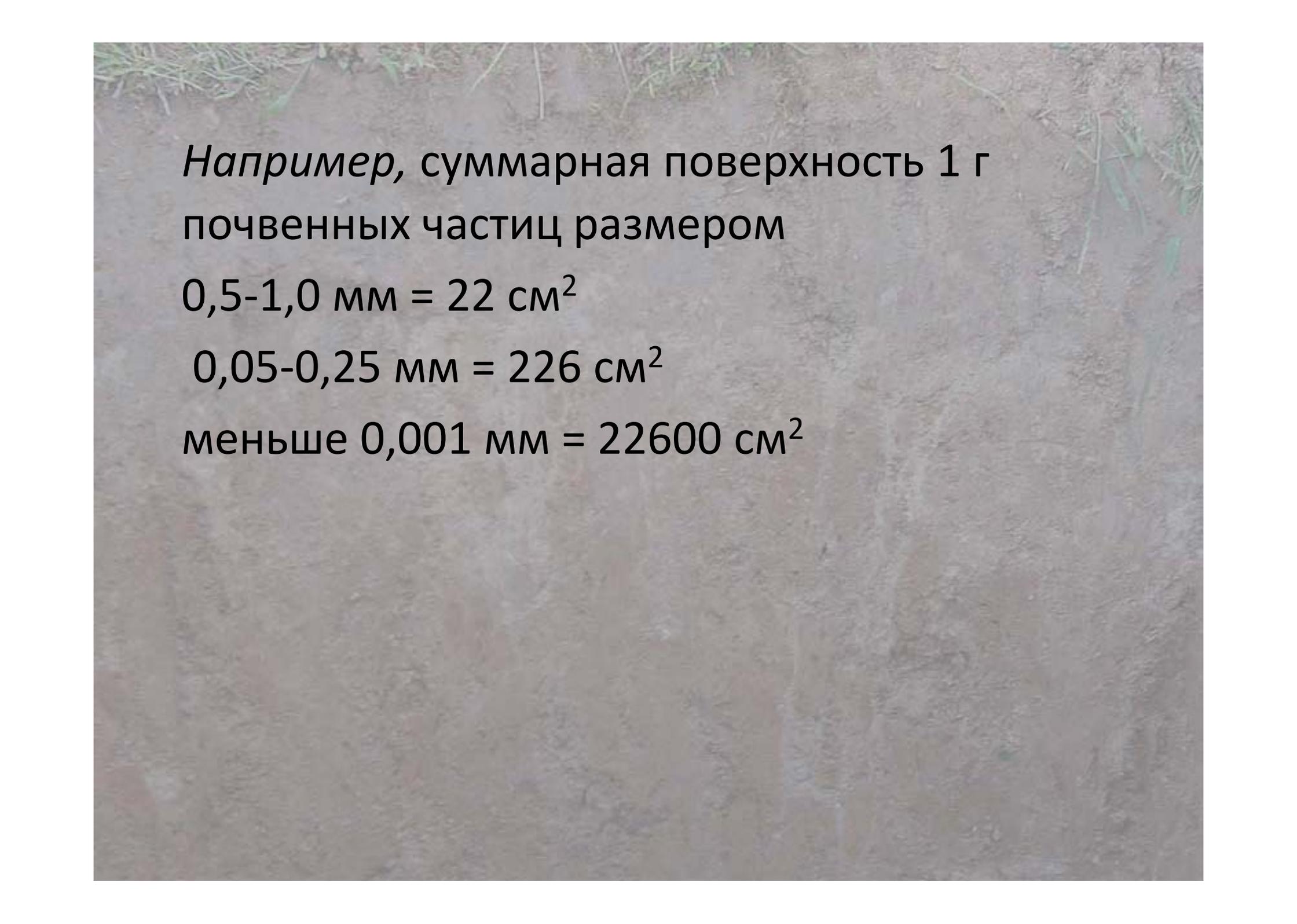
2. *Высокодисперсная часть почвы* – это частицы размером от 0,001 мм и менее, активно участвующие в протекающих в почве процессах.

Сюда относятся:

- частицы новообразованных и породообразующих, преимущественно глинистых минералов,
- специфические почвенные органические образования – гумусовые соединения.

Дисперсные системы и строение коллоидной частицы

Чем выше степень дисперсности (раздробленности), тем больше удельная поверхность вещества, т.е. поверхность вещества, приходящаяся на единицу объема.

The background of the slide is a photograph of soil, showing a mix of brown and greyish tones with some sparse green grass at the top. The text is overlaid on the left side of the image.

Например, суммарная поверхность 1 г
почвенных частиц размером

0,5-1,0 мм = 22 см²

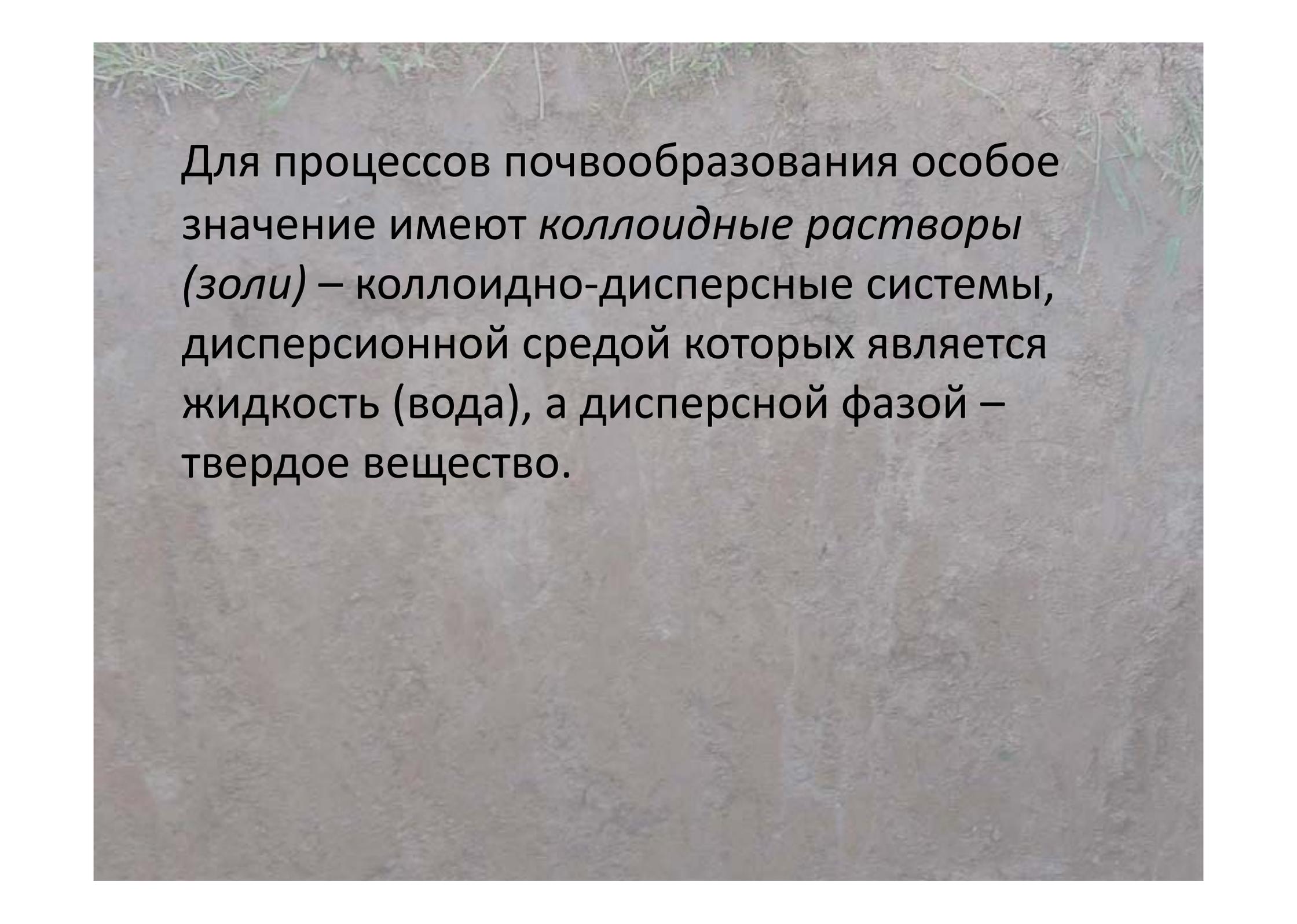
0,05-0,25 мм = 226 см²

меньше 0,001 мм = 22600 см²

Дисперсные вещества образуют дисперсные системы, в которых различают дисперсную фазу и дисперсионную среду.

В зависимости от размера частиц дисперсной фазы выделяются:

- 1) *грубодисперсные системы* – частицы крупнее 100 нм;
- 2) *коллоидно-дисперсные системы (дисперсоиды)* – частицы от 100 нм до 1 нм;
- 3) *молекулярно-дисперсные системы* – частицы представлены крупными молекулами.

The background of the slide is a photograph of soil, showing a mix of brown and grey tones with some green grass blades visible at the top. The text is overlaid on this image.

Для процессов почвообразования особое значение имеют *коллоидные растворы (золи)* – коллоидно-дисперсные системы, дисперсионной средой которых является жидкость (вода), а дисперсной фазой – твердое вещество.

Большая часть твердых природных веществ обладает определенной кристаллохимической структурой.

Внутри вещества ионы, атомы или группы атомов находятся в равновесном состоянии.

На поверхности энергетические возможности ионов насыщены не полностью.

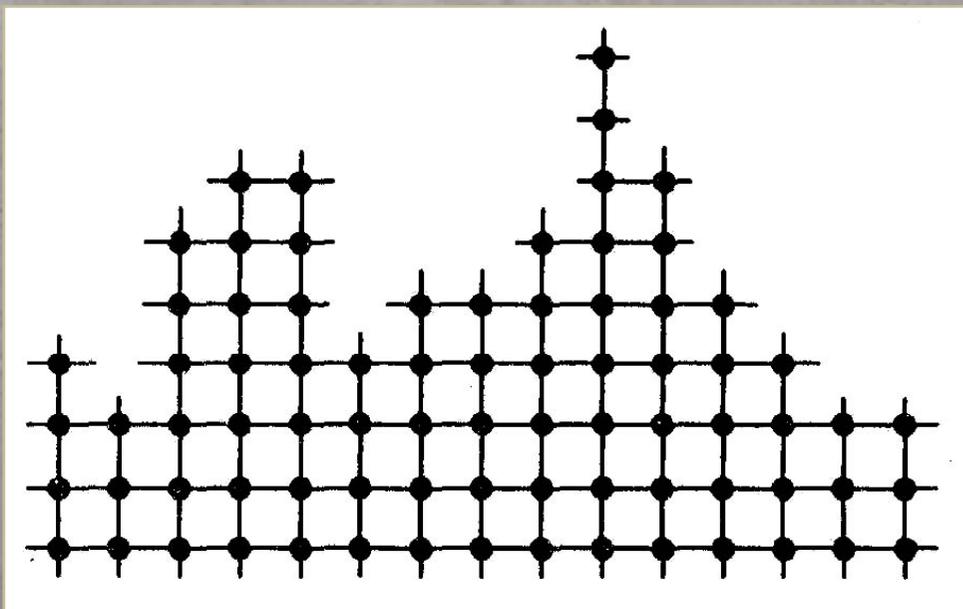
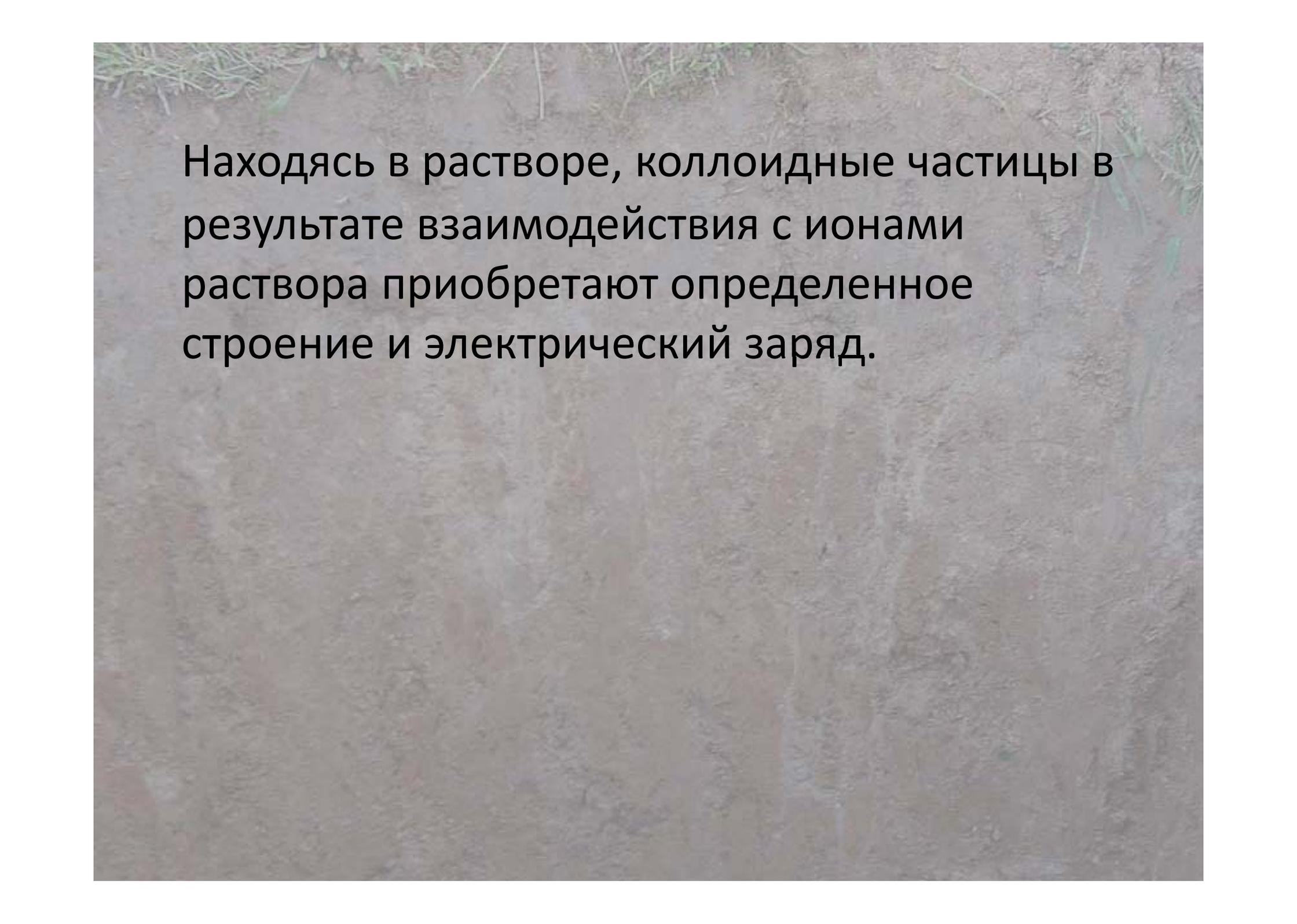


Схема строения ионов
внутри кристаллической
структуры и на ее
поверхности

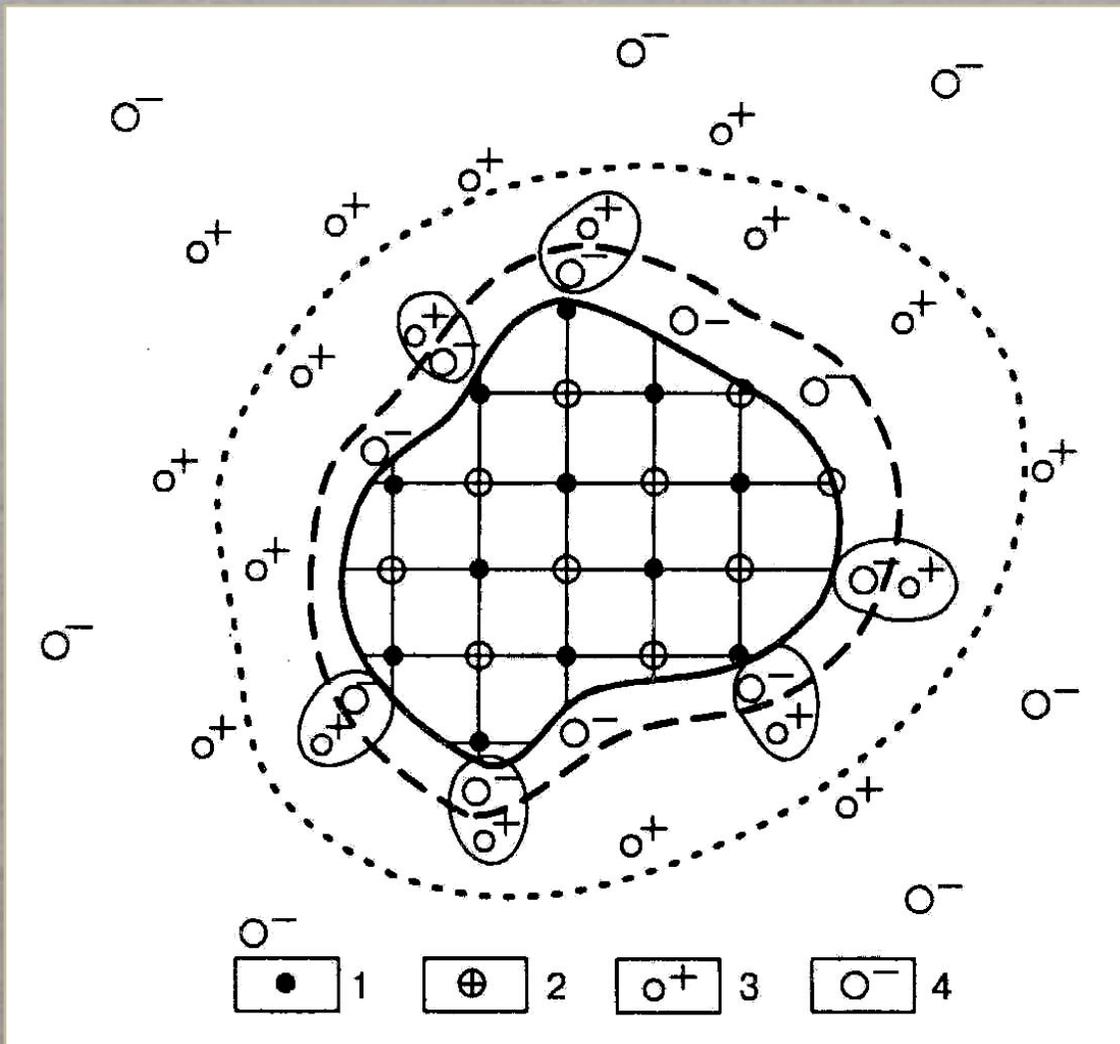
Адсорбция (от лат. ad-на, sorbeo-поглощаю) – явление притяжения под влиянием остаточных сил ионов, находящихся на поверхности твердого тела.

Суммарная сила воздействия поверхностных ионов возрастает при наличии мелких твердых веществ, т.к. увеличивается удельная поверхность влияния этих сил.



Находясь в растворе, коллоидные частицы в результате взаимодействия с ионами раствора приобретают определенное строение и электрический заряд.

Образование коллоидной мицеллы бромида серебра (AgBr)



- 1 – катион серебра (Ag^+) в кристаллической структуре,
- 2 – анион брома (Br^-) в кристаллической структуре,
- 3 – катион калия (K^+) в растворе,
- 4 – анион брома (Br^-) в растворе

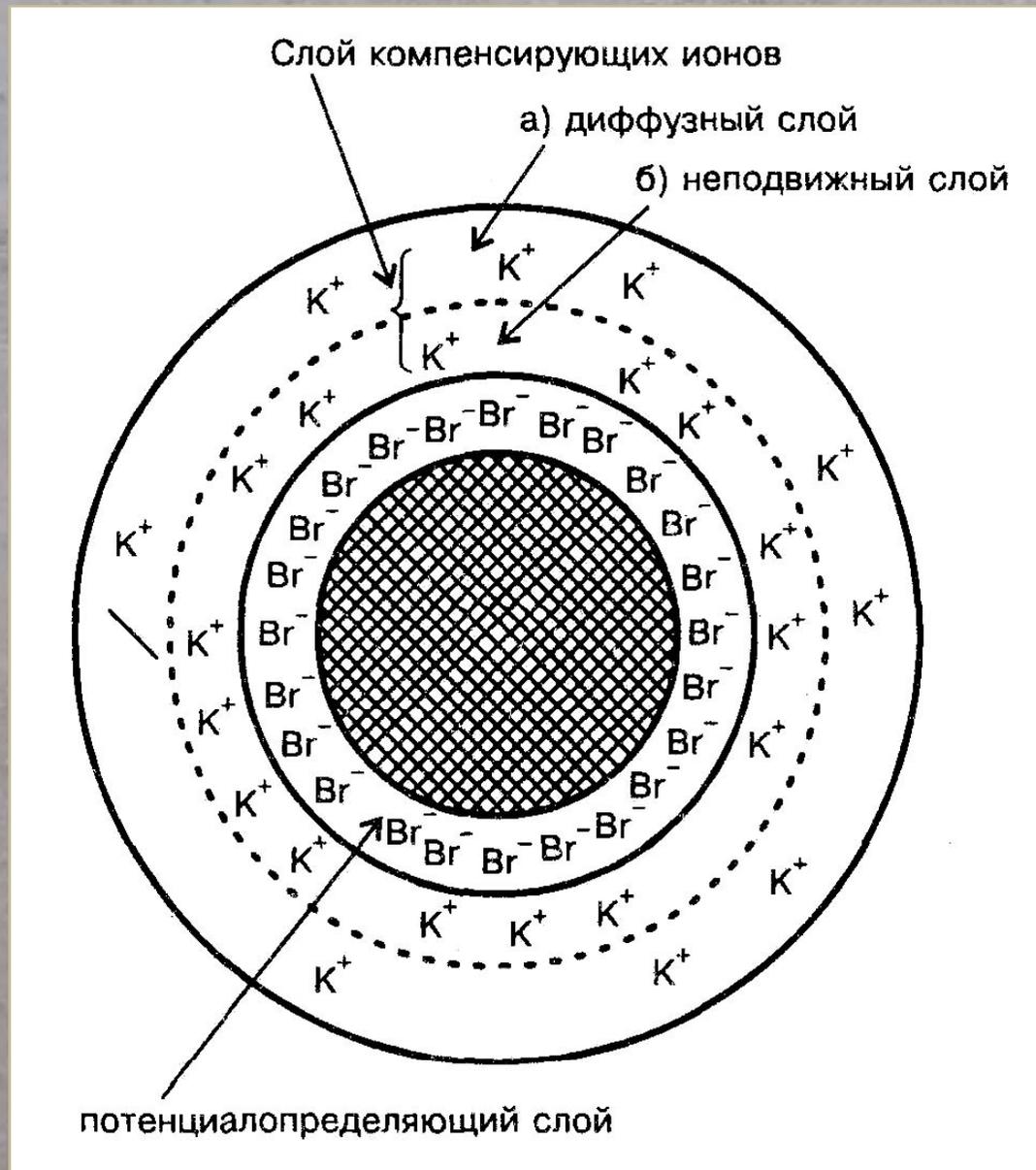
Мицелла – коллоидная частица с двойным электрическим слоем.

Ядро – внутренняя часть мицеллы.

Потенциалопределяющий слой – слой ионов, прилегающих к ядру мицеллы.

Компенсирующий слой – внешний слой ионов мицеллы.

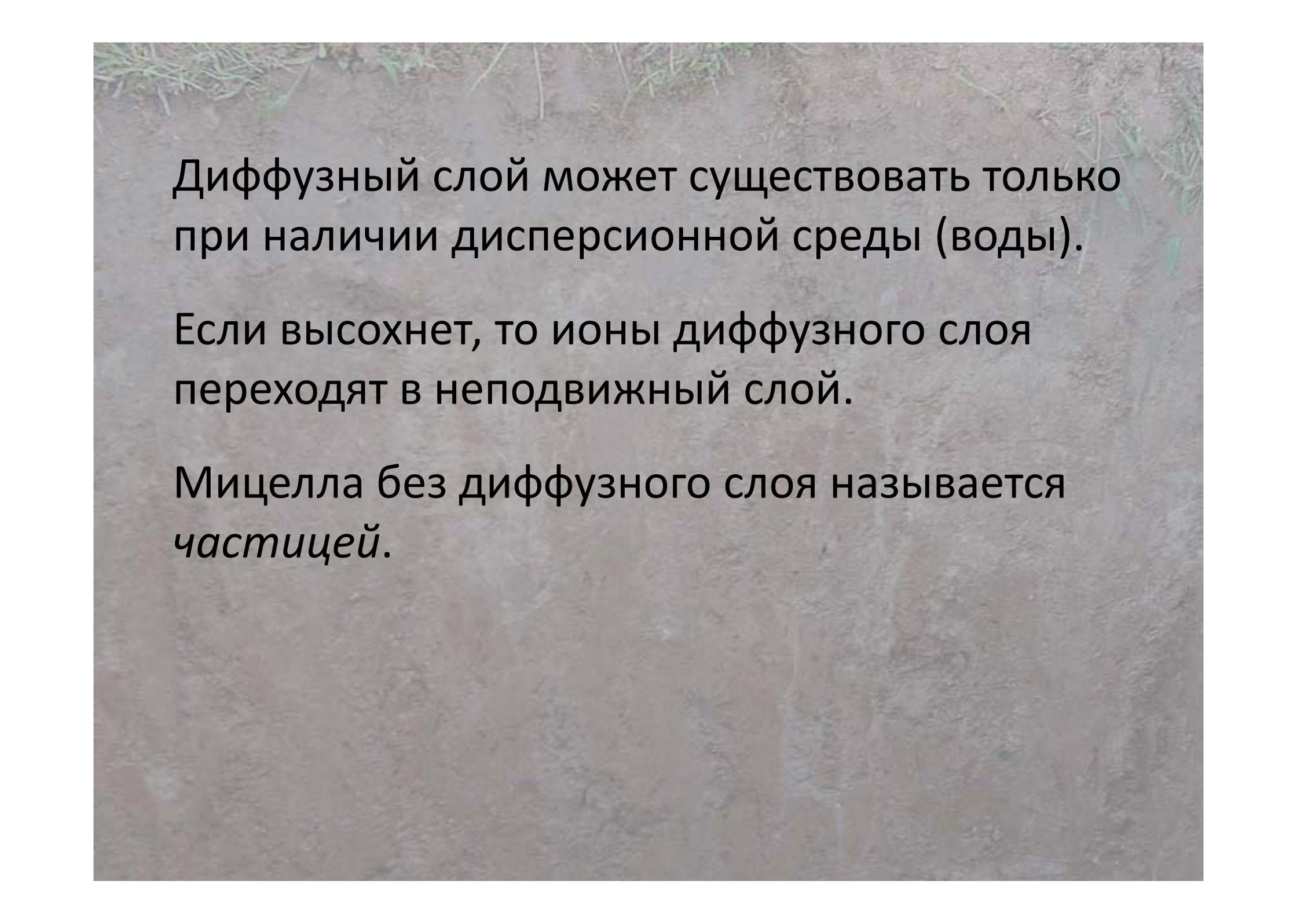
Схема строения коллоидной мицеллы



В компенсирующем слое выделяются внешний и внутренний слои.

Внутренний слой называется *неподвижным*, т.к. он представлен неотдиссоциированными ионами, прочно соединенными с ионами потенциалопределяющего слоя.

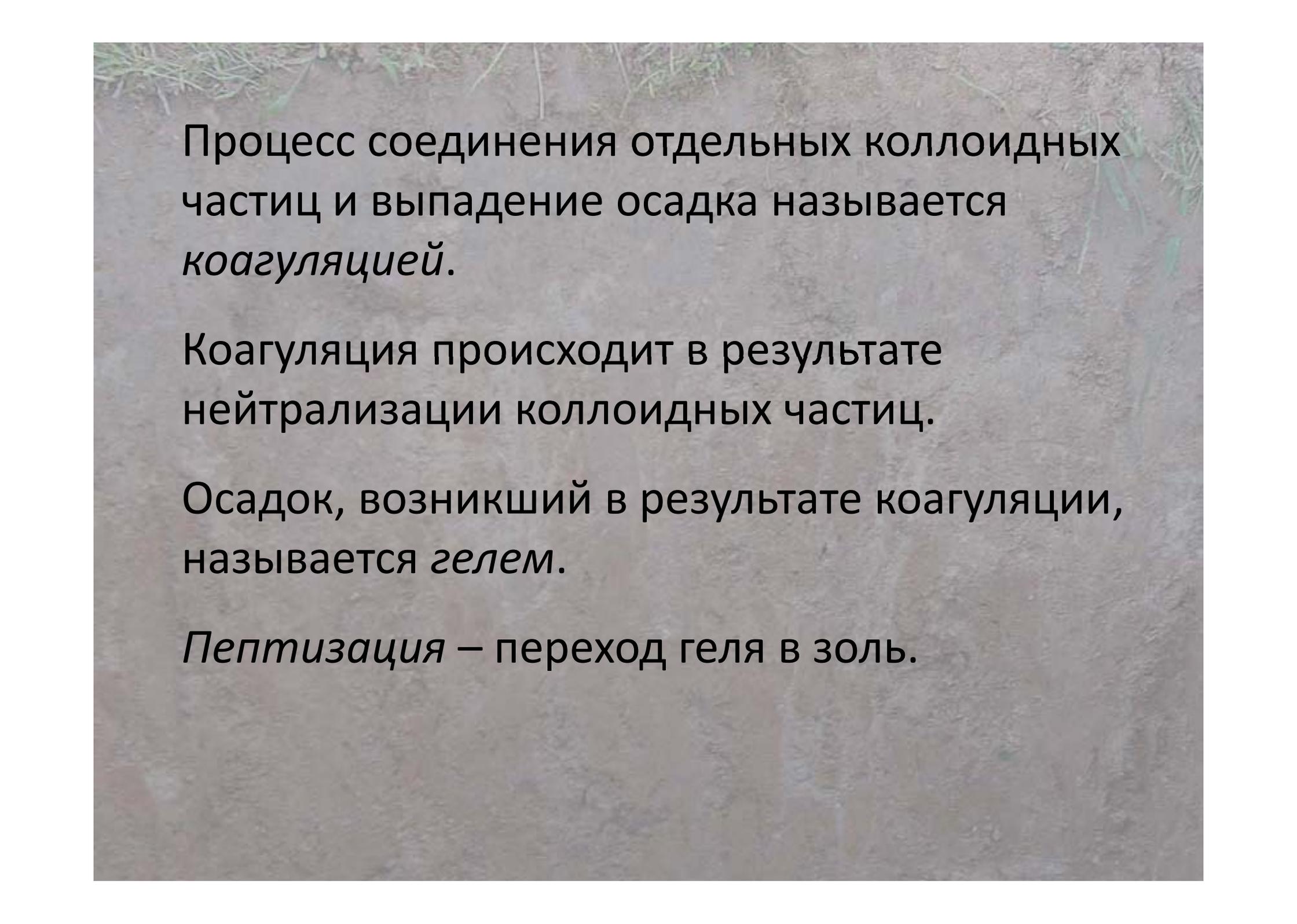
Внешний слой носит название *диффузного* слоя, он представлен отдиссоциированными ионами, менее прочно связанными с потенциалопределяющими ионами.

The background of the slide is a photograph of soil, showing a dark brown, moist surface with some green grass blades visible at the top. The text is overlaid on this image.

Диффузный слой может существовать только при наличии дисперсионной среды (воды).

Если высохнет, то ионы диффузного слоя переходят в неподвижный слой.

Мицелла без диффузного слоя называется *частицей*.

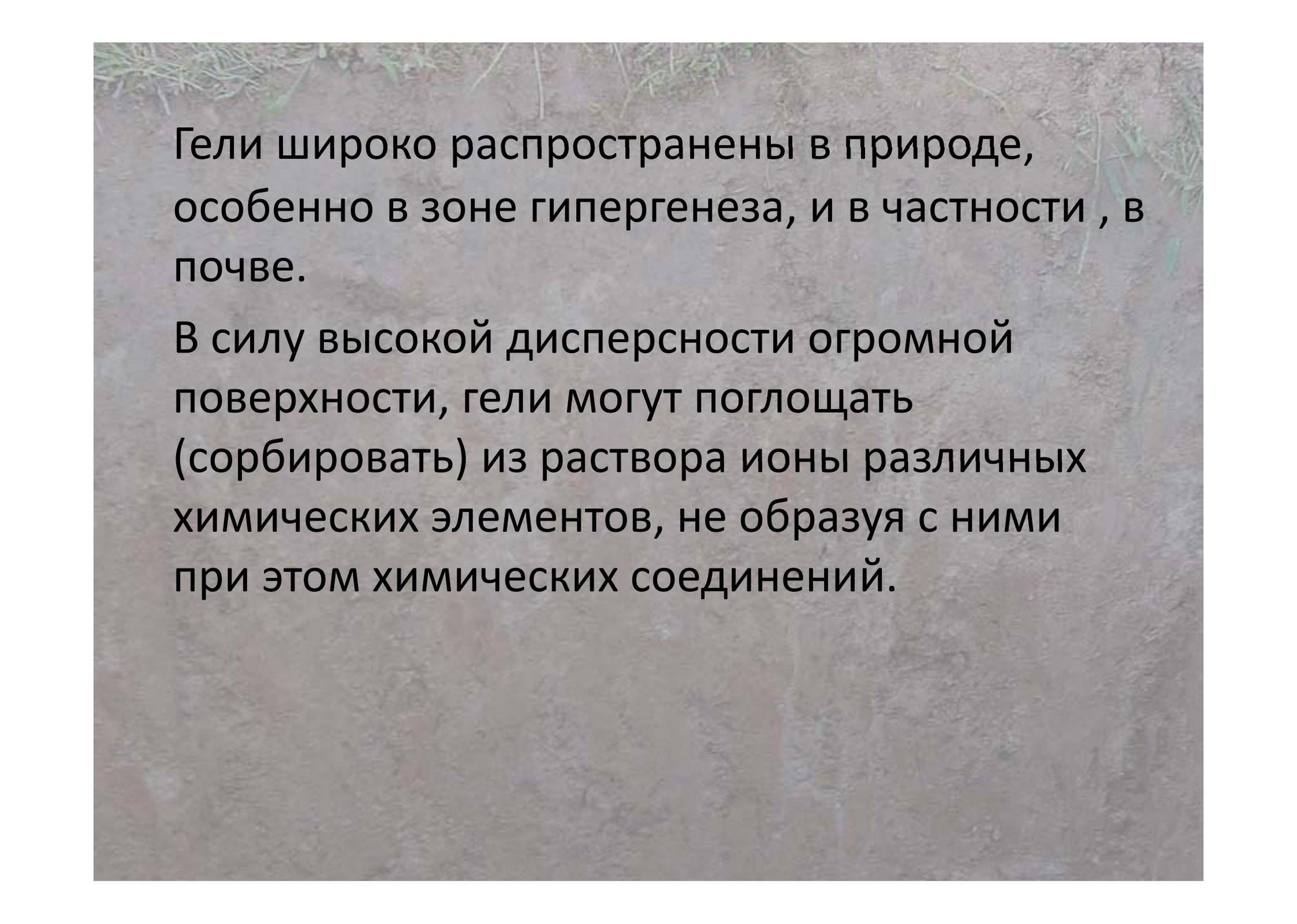


Процесс соединения отдельных коллоидных частиц и выпадение осадка называется *коагуляцией*.

Коагуляция происходит в результате нейтрализации коллоидных частиц.

Осадок, возникший в результате коагуляции, называется *гелем*.

Пептизация – переход геля в золь.



Гели широко распространены в природе, особенно в зоне гипергенеза, и в частности, в почве.

В силу высокой дисперсности огромной поверхности, гели могут поглощать (сорбировать) из раствора ионы различных химических элементов, не образуя с ними при этом химических соединений.

Катионы раствора, поглощаясь коллоидными частицами, вытесняют ранее поглощенные катионы.

В процессе поглощения имеет место физико-химический обмен химических элементов

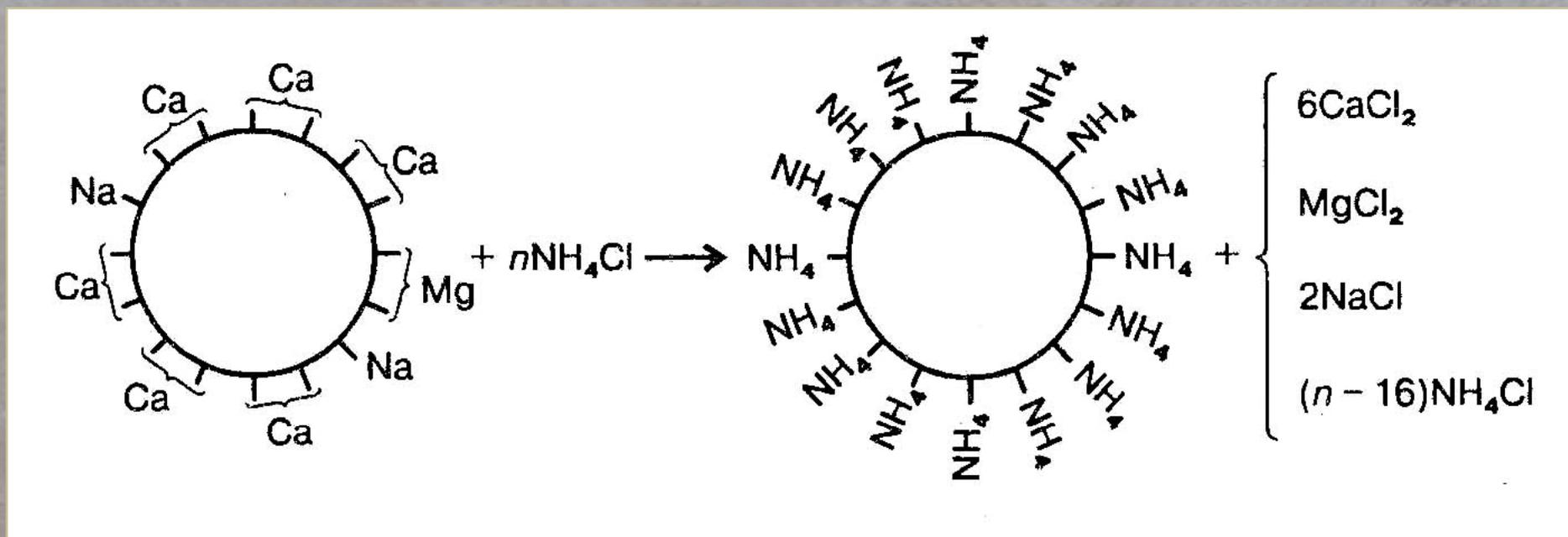


Схема обменной сорбционной реакции

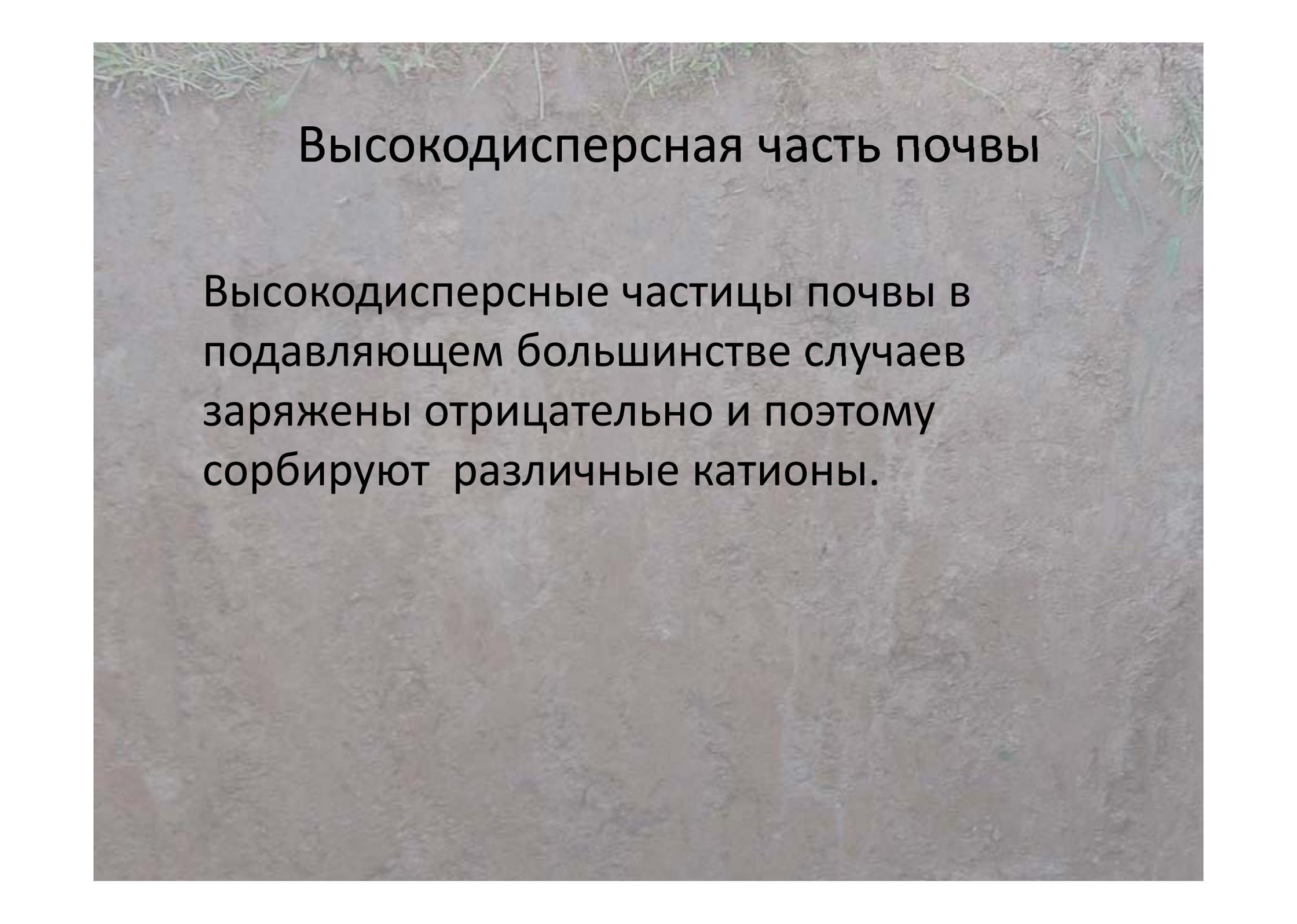
Чем выше валентность поглощенного иона, тем прочнее эти ионы связываются с потенциалопределяющими ионами и тем сильнее они нейтрализуют заряд коллоидной частицы.

Поглощение коллоидными частицами

- *одновалентных катионов* способствует образованию *золей*,
- *двух- и трехвалентных катионов* приводит к образованию *гелей*.

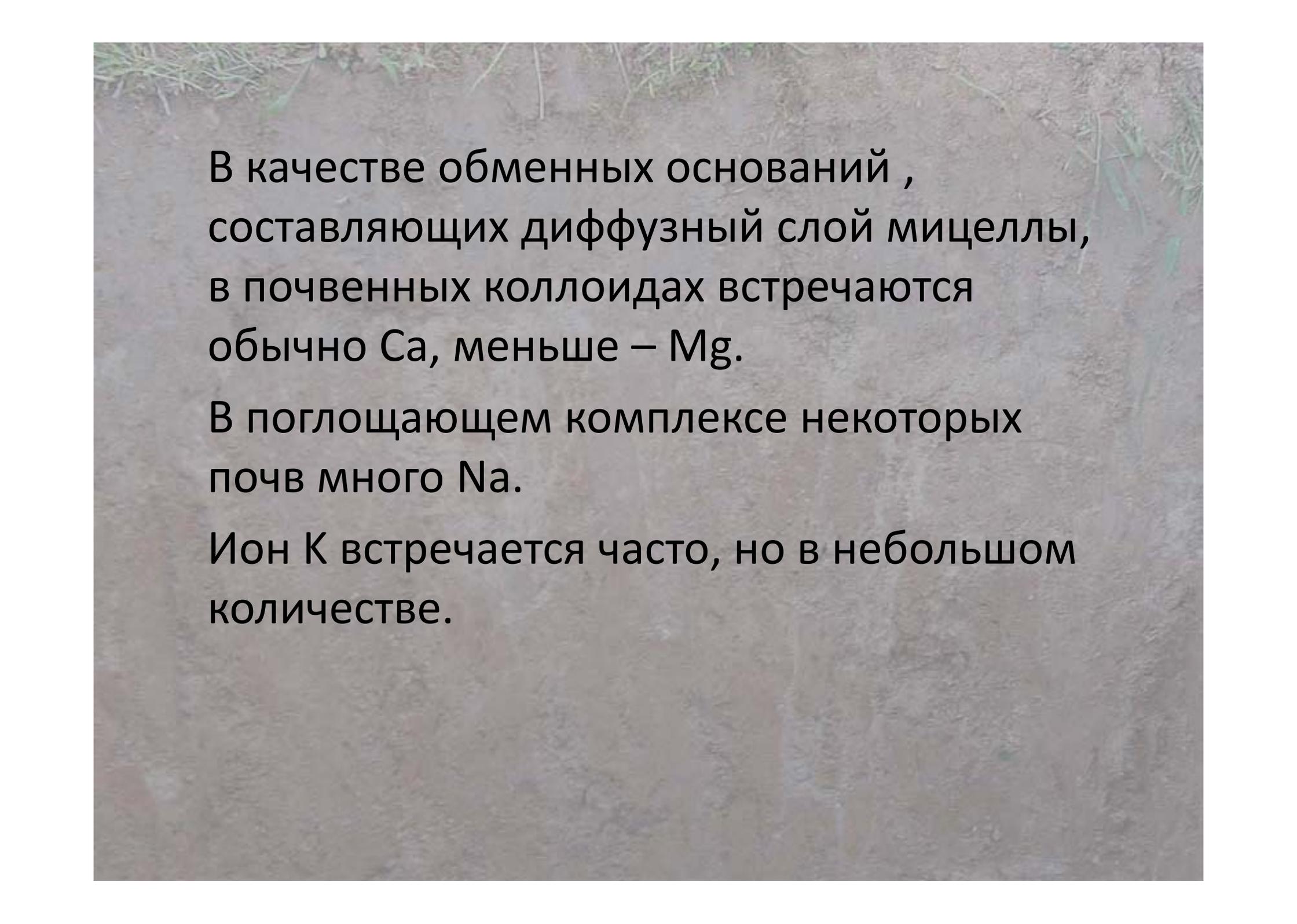
По возрастанию прочности сорбционных связей (энергии поглощения) и коагулирующей способности распространенные катионы располагаются в следующий ряд:



The background of the slide is a photograph of soil. The soil is a light brown or tan color, appearing somewhat moist and clumpy. There are some small green plants or grasses growing in the upper corners of the image. The text is overlaid on this background.

Высокодисперсная часть почвы

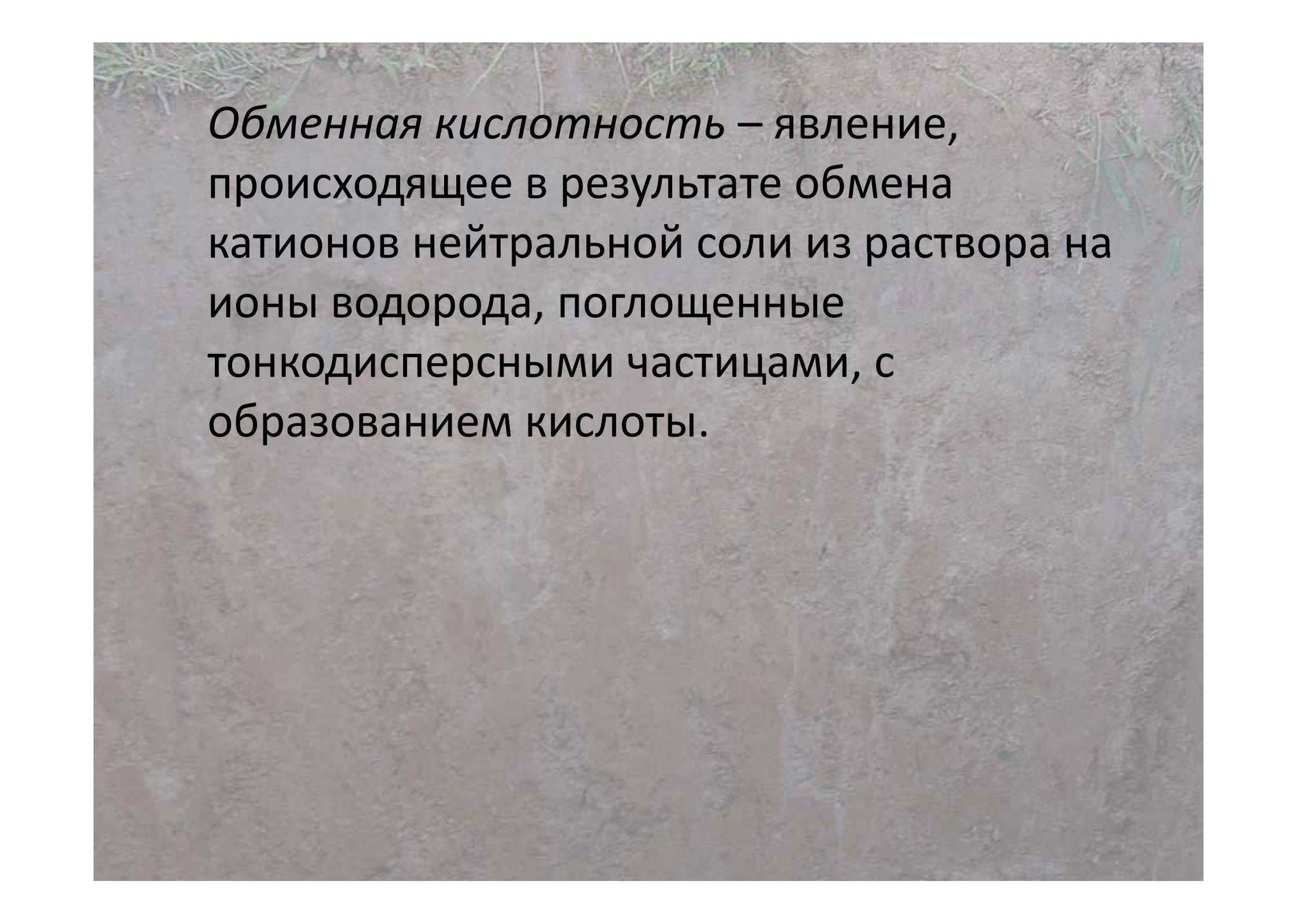
Высокодисперсные частицы почвы в подавляющем большинстве случаев заряжены отрицательно и поэтому сорбируют различные катионы.



В качестве обменных оснований ,
составляющих диффузный слой мицеллы,
в почвенных коллоидах встречаются
обычно Са, меньше – Mg.

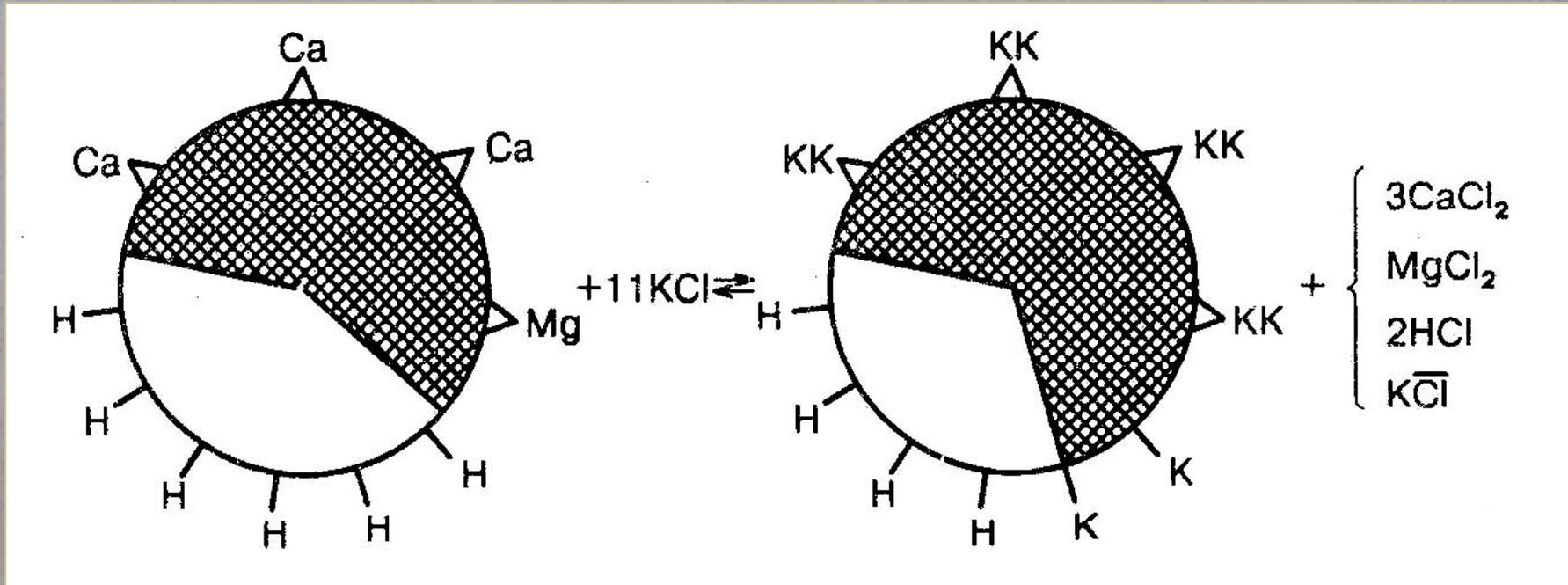
В поглощающем комплексе некоторых
почв много Na.

Ион К встречается часто, но в небольшом
количестве.



Обменная кислотность – явление, происходящее в результате обмена катионов нейтральной соли из раствора на ионы водорода, поглощенные тонкодисперсными частицами, с образованием кислоты.

Схема обменной кислотности



Емкость поглощения или обмена – количество поглощенных оснований и водорода.

Диффузный слой коллоидных мицелл может быть полностью насыщен катионами (кальцием, магнием, натрием, калием) или частично занят ионами водорода.

Степень насыщенности коллоидов основаниями – процентное содержание суммы оснований (от емкости поглощения).
Изменяется от нескольких % до 100%.

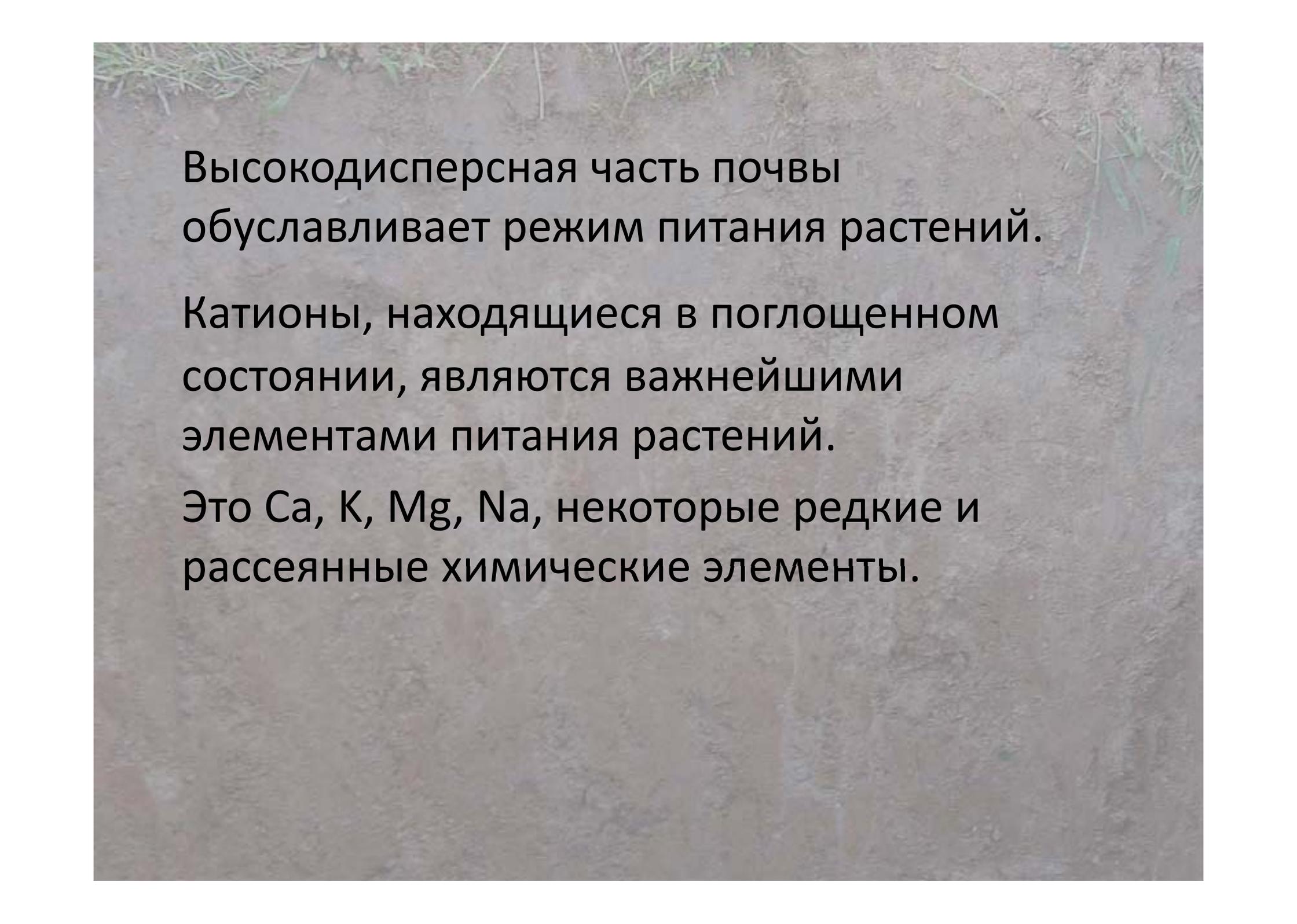
Емкость поглощения (обмена) почв определяется составом высокодисперсных частиц почвы и их количеством.

Компоненты	Емкость обмена, мг-экв/100 г
Каолиниты	20
Гидрослюды	20-50
Монтмориллониты	60-150
Гуминовые кислоты	
а) подзолистых почв	350
б) черноземных почв	400-500
Гумус почвы в среднем	100-200

Значение высокодисперсной части почвы

Высокодисперсная часть почвы играет чрезвычайно важную роль в режиме почвообразования.

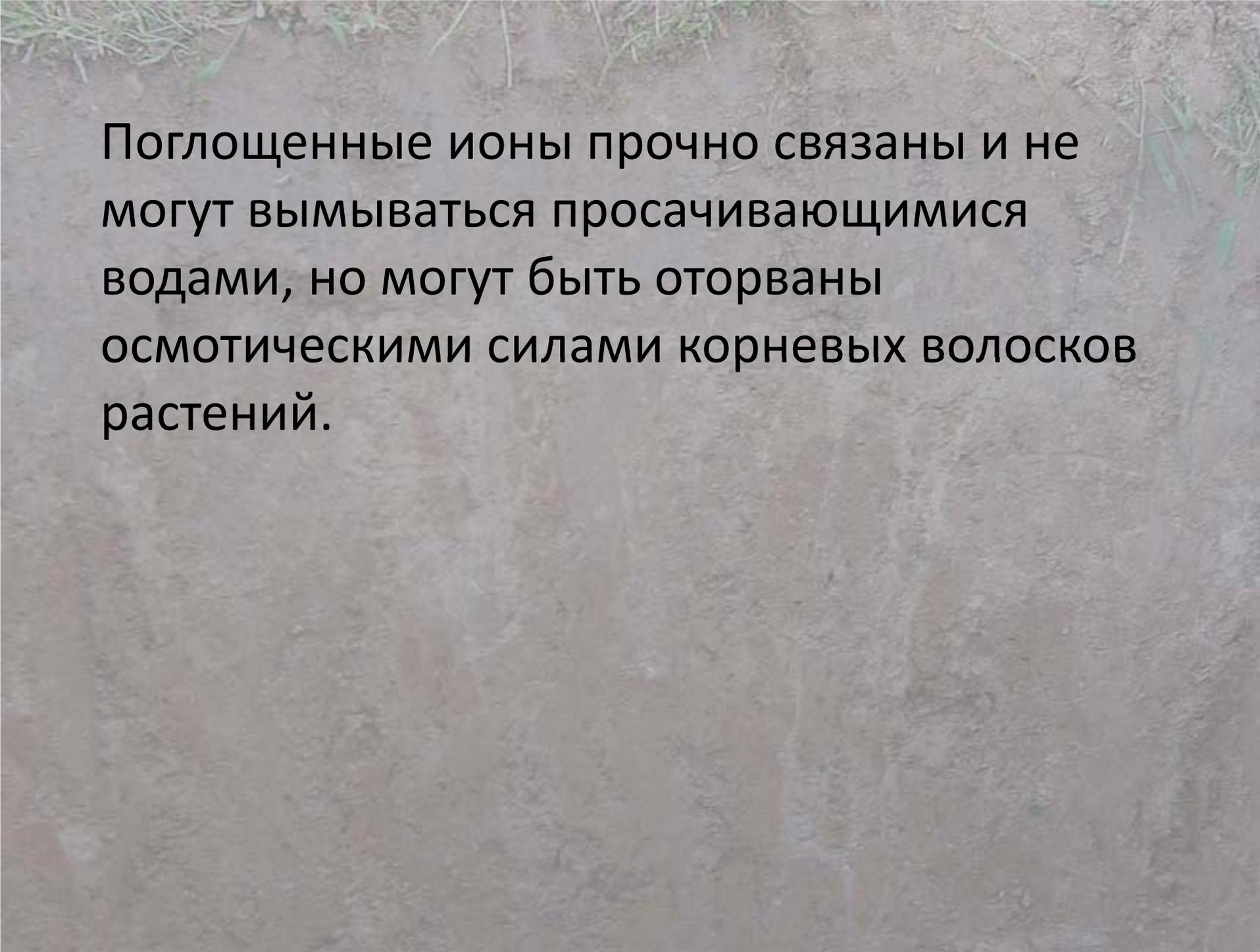
От содержания высокодисперсных частиц зависит ряд физических, физико-химических и водно-физических свойств почвы, а следовательно и структура почвы.



Высокодисперсная часть почвы обуславливает режим питания растений.

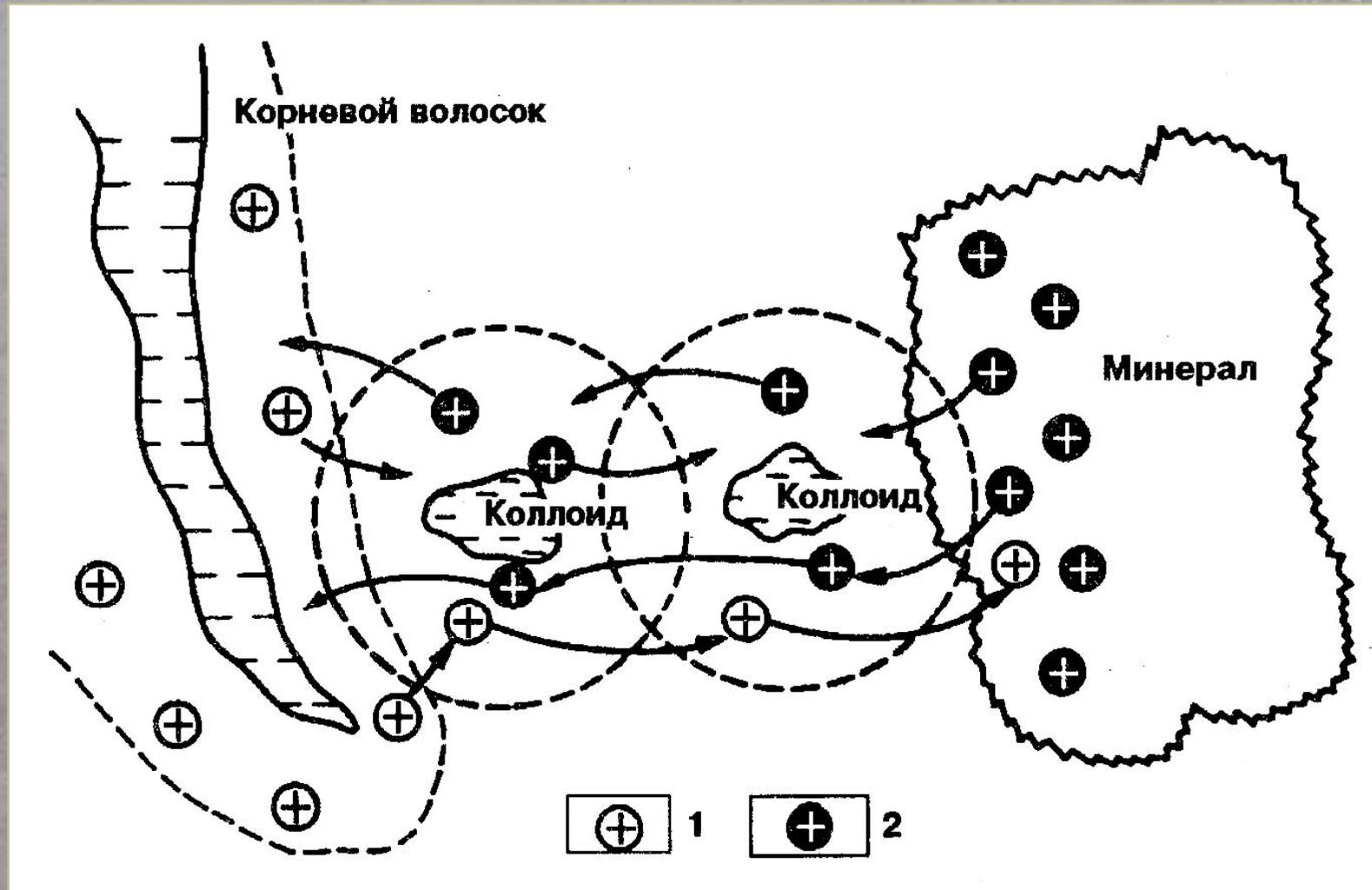
Катионы, находящиеся в поглощенном состоянии, являются важнейшими элементами питания растений.

Это Ca, K, Mg, Na, некоторые редкие и рассеянные химические элементы.

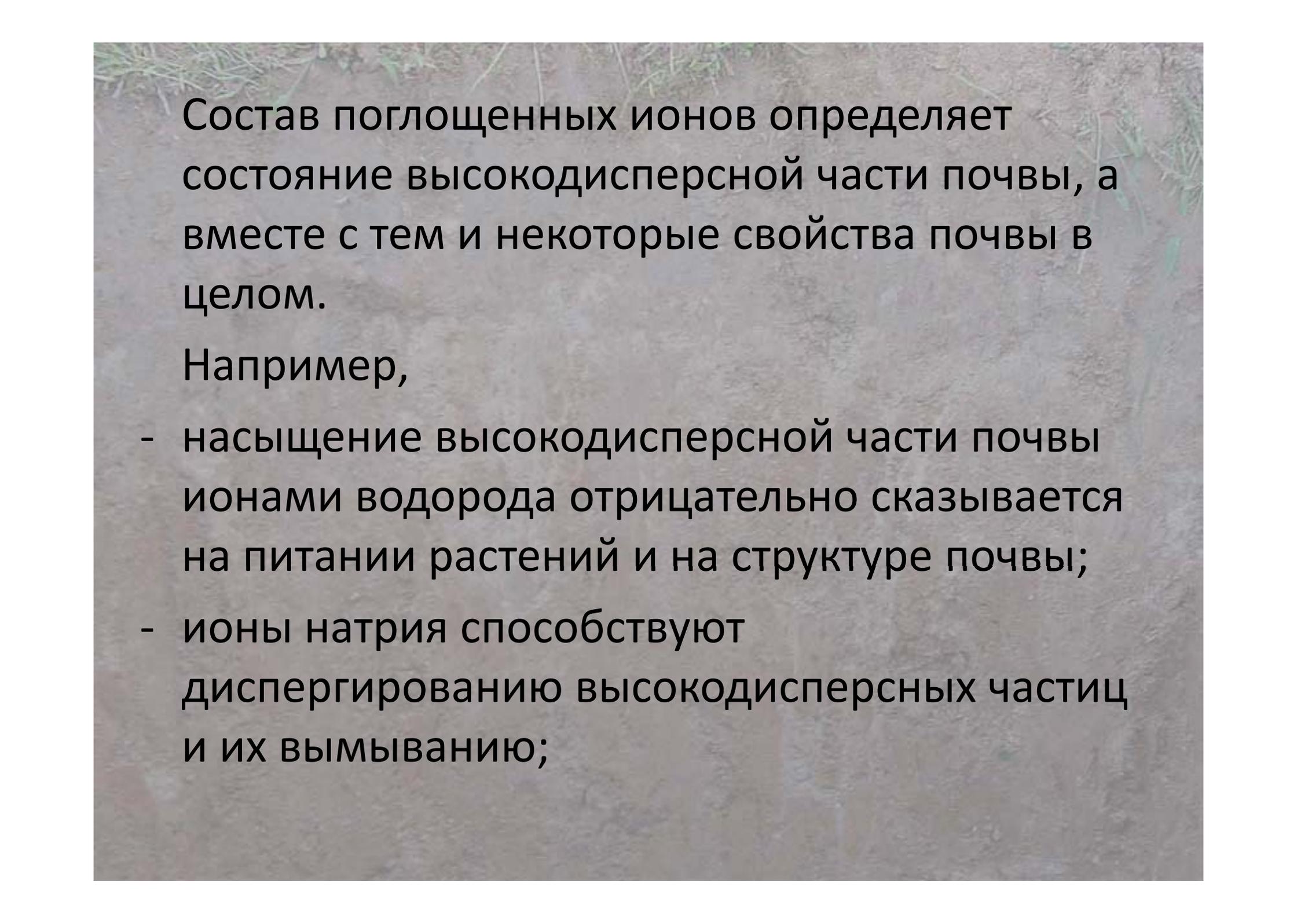


Поглощенные ионы прочно связаны и не могут вымываться просачивающимися водами, но могут быть оторваны осмотическими силами корневых волосков растений.

Схема поглощения элементов питания корнями растений



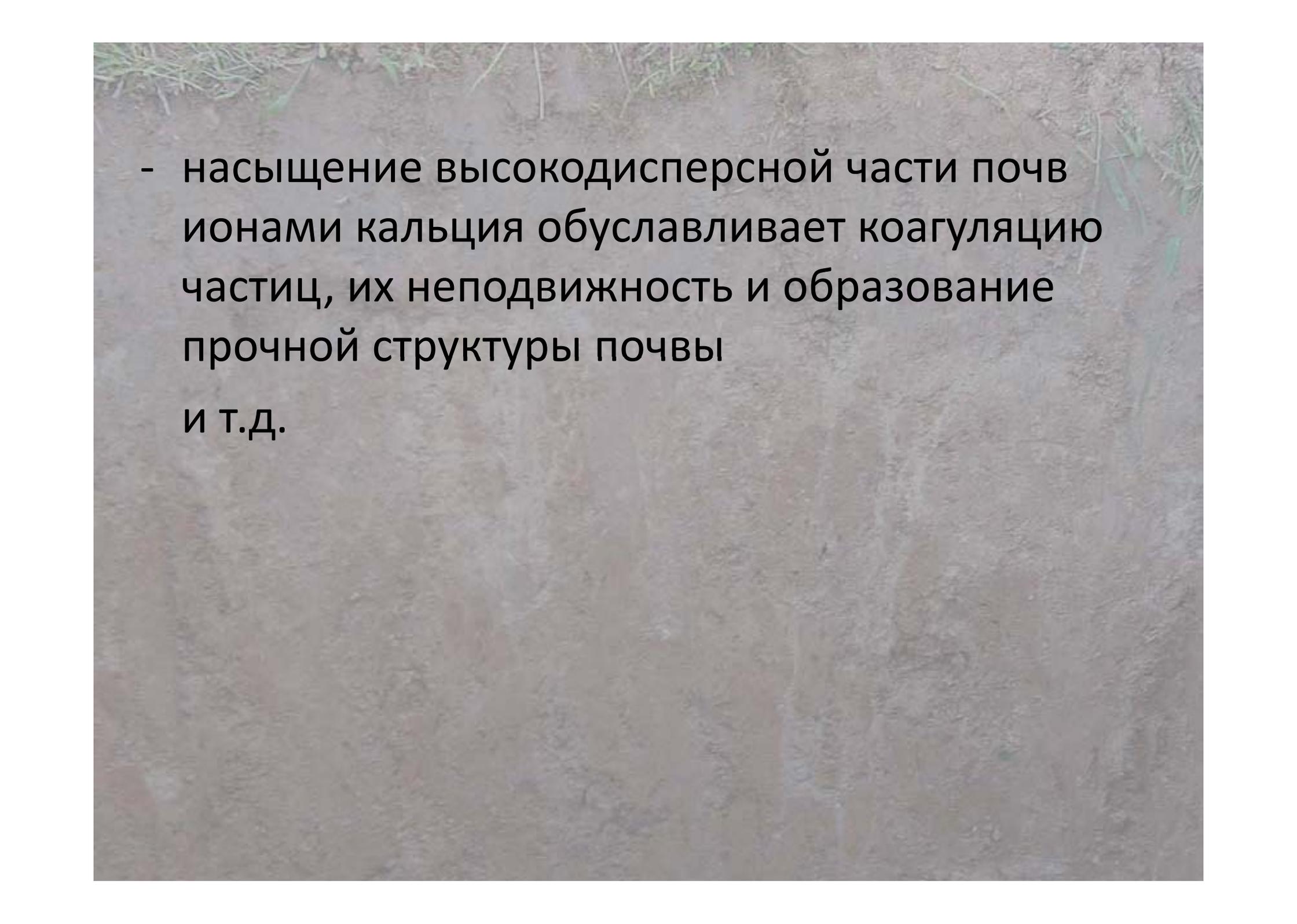
1 – ионы водорода, 2 – ионы металлов



Состав поглощенных ионов определяет состояние высокодисперсной части почвы, а вместе с тем и некоторые свойства почвы в целом.

Например,

- насыщение высокодисперсной части почвы ионами водорода отрицательно сказывается на питании растений и на структуре почвы;
- ионы натрия способствуют диспергированию высокодисперсных частиц и их вымыванию;

- 
- The background of the slide is a close-up photograph of soil. The soil is a light brown or tan color with a crumbly, granular texture. There are some small clumps and individual particles visible. At the very top edge, there is a thin layer of green grass blades. The overall appearance is that of a natural soil profile.
- насыщение высокодисперсной части почв ионами кальция обуславливает коагуляцию частиц, их неподвижность и образование прочной структуры почвы
и т.д.

Поглотительная способность почвы

- это свойство почвы задерживать, поглощать твердые, жидкие и газообразные вещества, находящиеся в соприкосновении с твердой фазой почв

Типы поглотительной способности почв.

1. *Механическая поглотительная способность* проявляется при фильтрации воды, когда в почвенных порах и капиллярах задерживаются относительно крупные, взвешенные в поверхностных водах, глинистые и песчаные частицы.

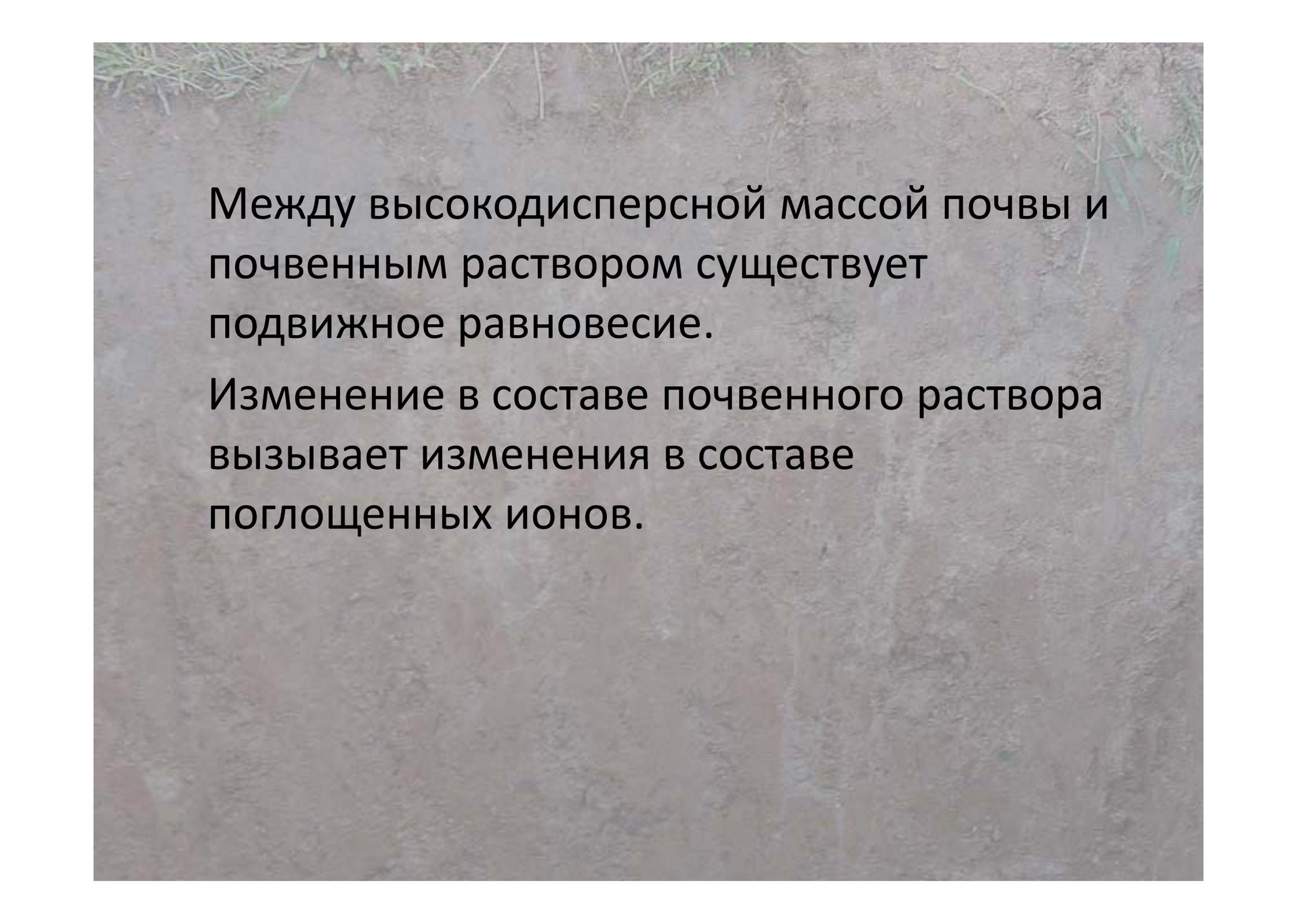
2. Молекулярно-сорбционная (физическая) поглотительная способность – увеличение концентрации молекул различных веществ в растворе у поверхности коллоидов.

Это обусловлено притяжением отдельных молекул к поверхности твердых почвенных высокодисперсных частиц в результате проявления поверхностной энергии.

Сорбированные молекулы не входят в состав твердых частиц, а только концентрируются у их поверхности.

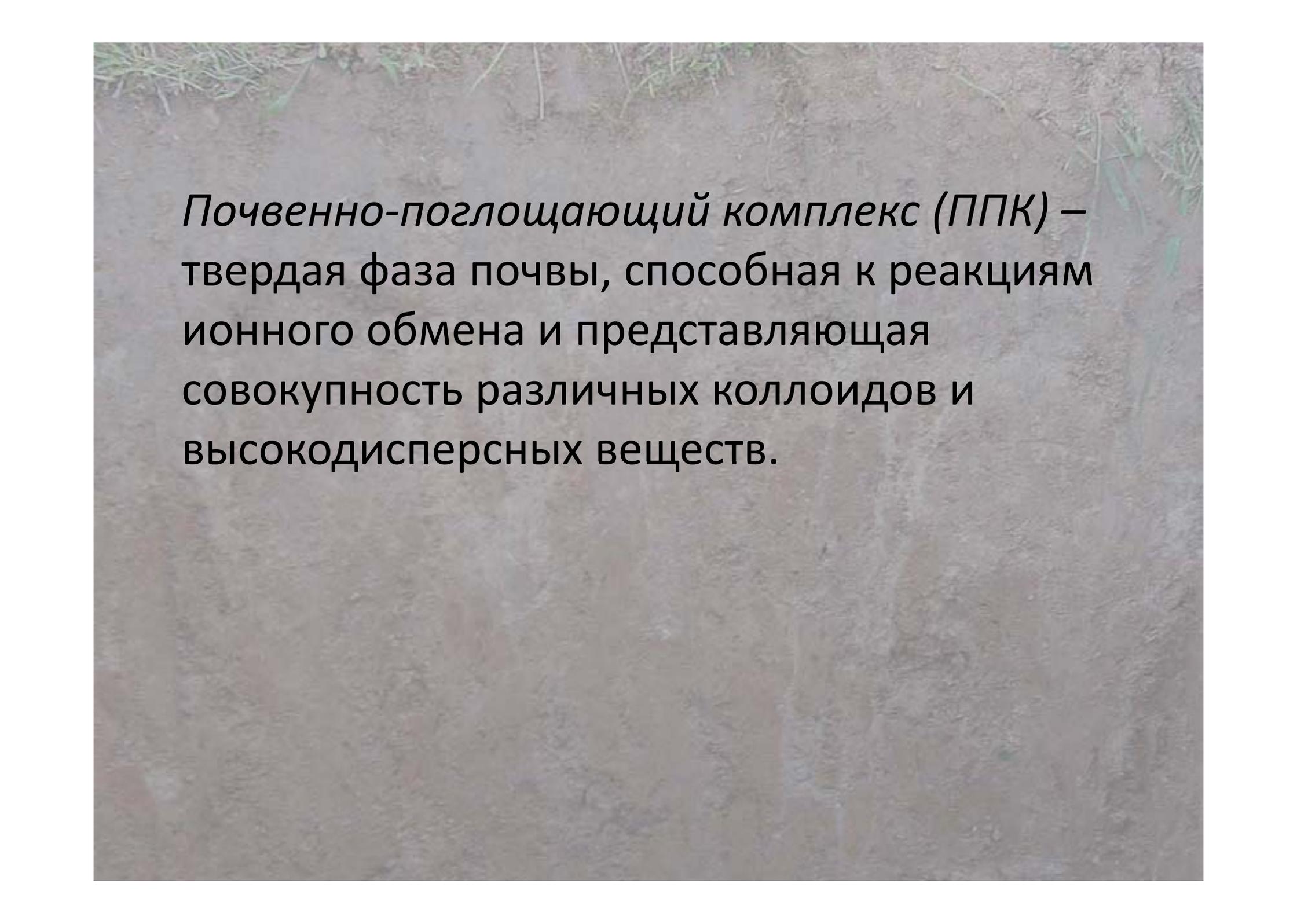
3. Ионно-сорбционная (обменная)
поглотительная способность заключается
в обмене ионов, адсорбированных почвой,
на ионы почвенного раствора.

Обменная поглотительная способность
измеряется величиной *ёмкость*
катионного обмена (ЕКО) – в сумма всех
обменных катионов, выраженная в мг-экв
на 100 г почвы.

The background of the slide is a photograph of soil. The soil is a light brown or tan color, appearing somewhat moist and uneven. There are some small clumps of green grass or weeds scattered across the surface, particularly towards the top and right edges. The overall texture of the soil looks granular and slightly clumpy.

Между высокодисперсной массой почвы и почвенным раствором существует подвижное равновесие.

Изменение в составе почвенного раствора вызывает изменения в составе поглощенных ионов.

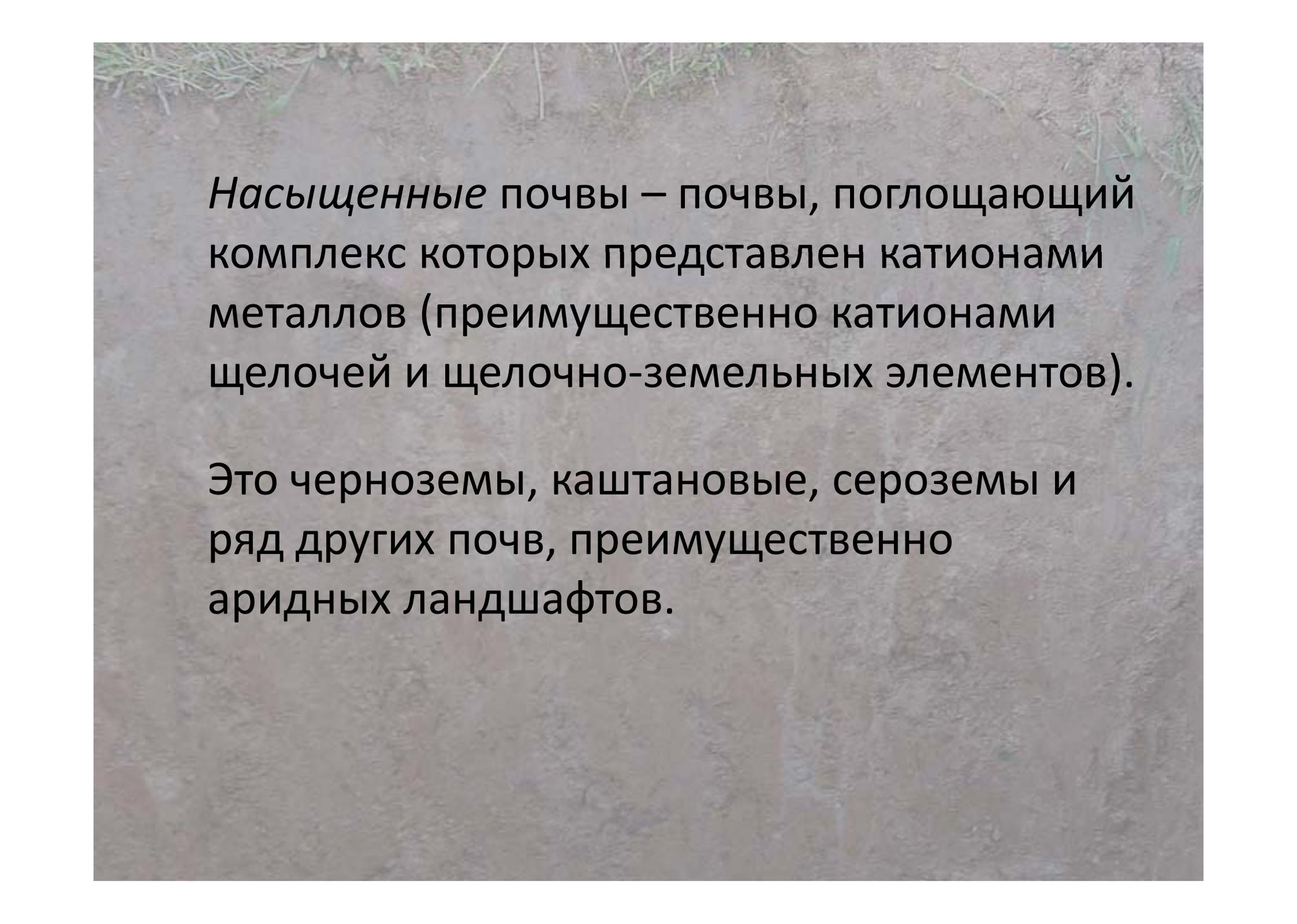


Почвенно-поглощающий комплекс (ППК) –
твердая фаза почвы, способная к реакциям
ионного обмена и представляющая
совокупность различных коллоидов и
высокодисперсных веществ.

Различные почвы имеют определенную ЕКО и определенный состав поглощенных катионов.

Поглотительная способность почв

Почвы	Емкость поглощения, мг-экв/100 г почвы	Характерные поглощенные катионы
Дерново-подзолистые	10—30	Ca, H > Mg
Серые лесные	20—40	Ca > Mg > H
Черноземы	40—60	Ca > Mg
Каштановые	15—30	Ca > Mg > Na
Серо-бурые	10—20	Ca > Mg, Na, K
Красноземы	10—18	H > Mg > Ca



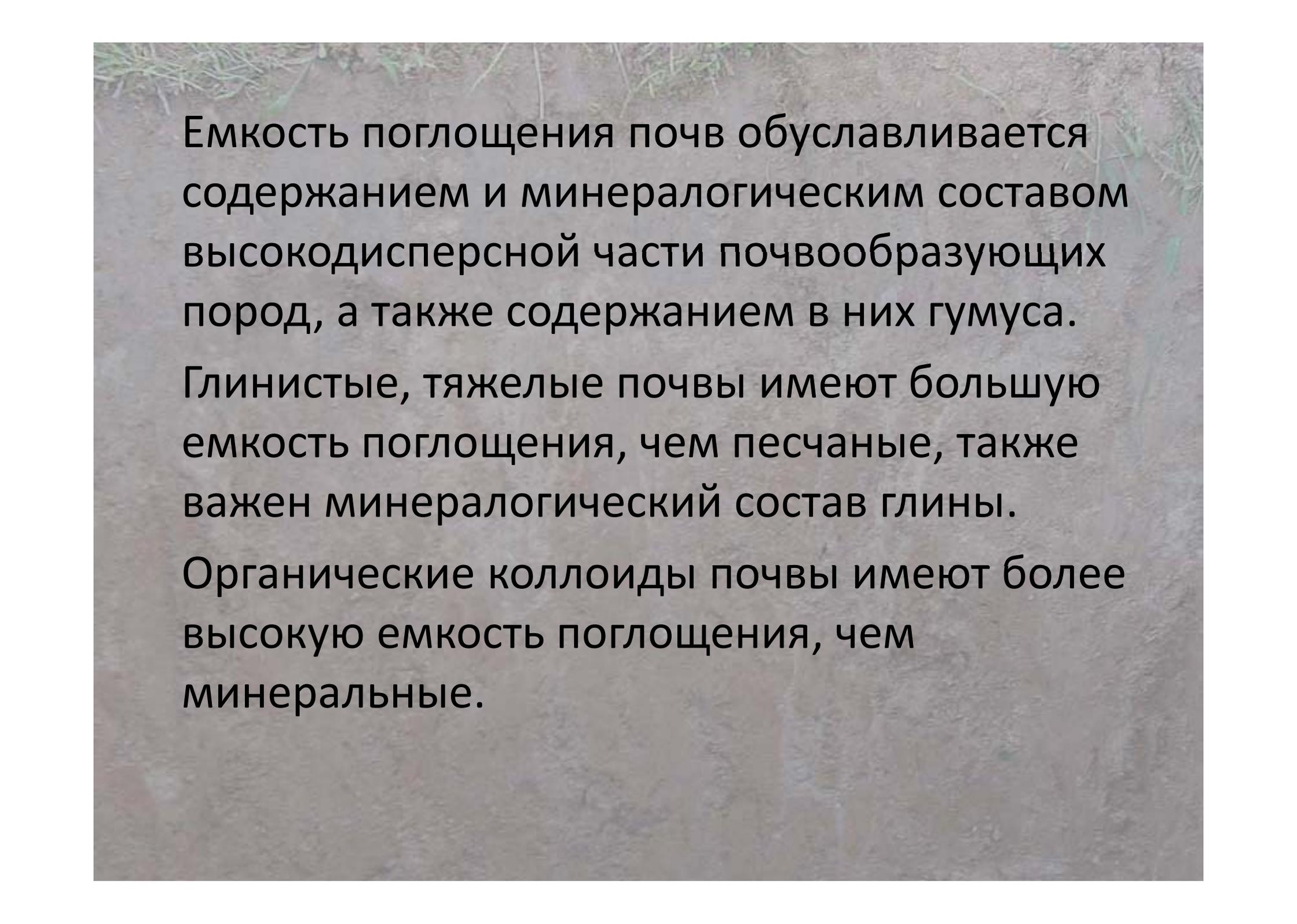
Насыщенные почвы – почвы, поглощающий комплекс которых представлен катионами металлов (преимущественно катионами щелочей и щелочно-земельных элементов).

Это черноземы, каштановые, сероземы и ряд других почв, преимущественно аридных ландшафтов.

Ненасыщенные почвы – почвы, содержащие в составе поглощающего комплекса ионы водорода.

Это подзолистые, красноземы и другие почвы, преимущественно гумидных ландшафтов.

Степень насыщенности почвы – количество поглощенных катионов, выраженное в процентах от емкости поглощения.



Емкость поглощения почв обуславливается содержанием и минералогическим составом высокодисперсной части почвообразующих пород, а также содержанием в них гумуса.

Глинистые, тяжелые почвы имеют большую емкость поглощения, чем песчаные, также важен минералогический состав глины.

Органические коллоиды почвы имеют более высокую емкость поглощения, чем минеральные.

4. *Химическая поглотительная способность* обусловлена образованием труднорастворимых химических соединений в результате реакций обмена в почвенном растворе.

Например, возникновение новообразований гипса в почве:



5. *Биологическая поглотительная способность* связана с присутствием животных и растительных организмов в почве.

В процессе своего жизненного цикла растения и животные избирательно накапливают некоторые химические элементы, которые частично задерживаются в почве.

Т.о. почва постепенно обогащается определенными элементами (углеродом, азотом, фосфором, микроэлементами и др.)

Экологическое значение поглотительной способности почв

Поглотительная способность почв влияет на процессы почвообразования и развитие плодородия, а в частности:

- регулирует питательный режим почвы,
- обуславливает накопление многих элементов питания растений и микроорганизмов,
- регулирует реакцию и степень буферности почвы,
- определяет водно-физические свойства.

Наличие в ППК отдельных катионов определяет их различную экологическую значимость.

Ca²⁺

Считается хранителем плодородия.

Он присутствует во всех без исключения почвах, но в разных соотношениях с другими катионами.

Оптимальное его содержание – 80-90% от ЕКО – характерно для типичных черноземов.

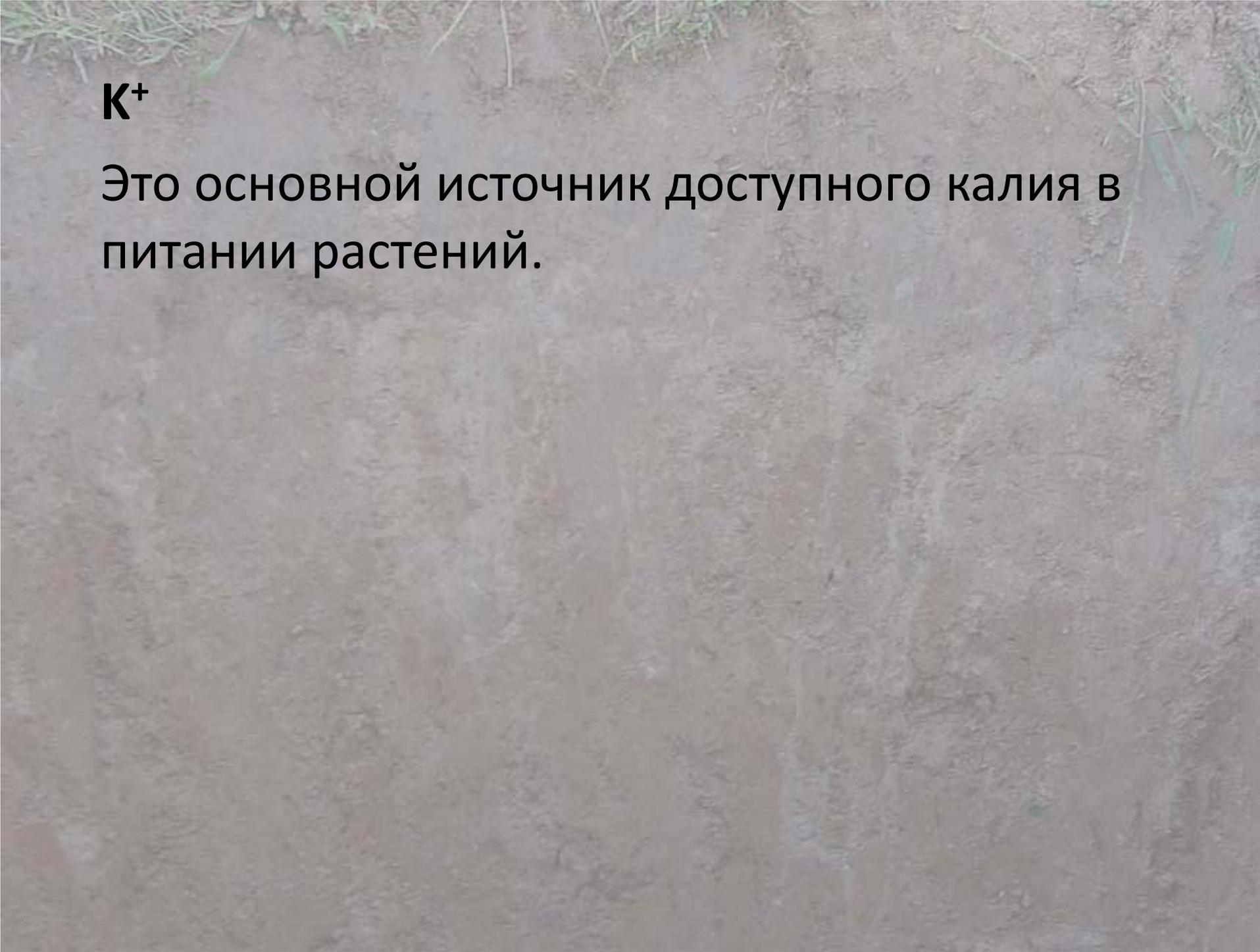
Mg²⁺

Магний всегда сопровождает Ca²⁺.

Типичное соотношение Ca:Mg=5:1.

В щелочных почвах при изменении соотношения Ca и Mg в сторону магния повышается их щелочность.

Присутствие магния в ППК поддерживает свойства солонцеватости почв.



K⁺

Это основной источник доступного калия в питании растений.

Na⁺

Натрий в количествах менее 3% от ЕКО – необходимый компонент оптимального для биоценозов функционирования почвенной системы.

Na⁺ является активным пептизатором коллоидов при концентрации его ниже порога коагуляции.

При этом почва приобретает свойства солонцеватости, становясь текучей, бесструктурной, рН может достигать 9,5-10.

Образуются особые почвы – солонцы.

H⁺

Обменный водород – источник почвенной кислотности.

Его присутствие фиксируется всегда в бескарбонатных почвах.

В нейтральных почвах (рН от 6,5-7,2) H⁺ присутствует в ППК в количествах менее 5% от ЕКО – H⁺ экологически нейтрален.

В количествах более 5% от ЕКО начинают проявляться кислотные свойства почв.

H⁺

В количествах более 5% от ЕКО начинают проявляться кислотные свойства почв.

Максимум кислотности почвенной среды наступает, когда среди обменных катионов H⁺ становится более 40-50%, рН почвы становится кислой и сильнокислой (рН=3-5).

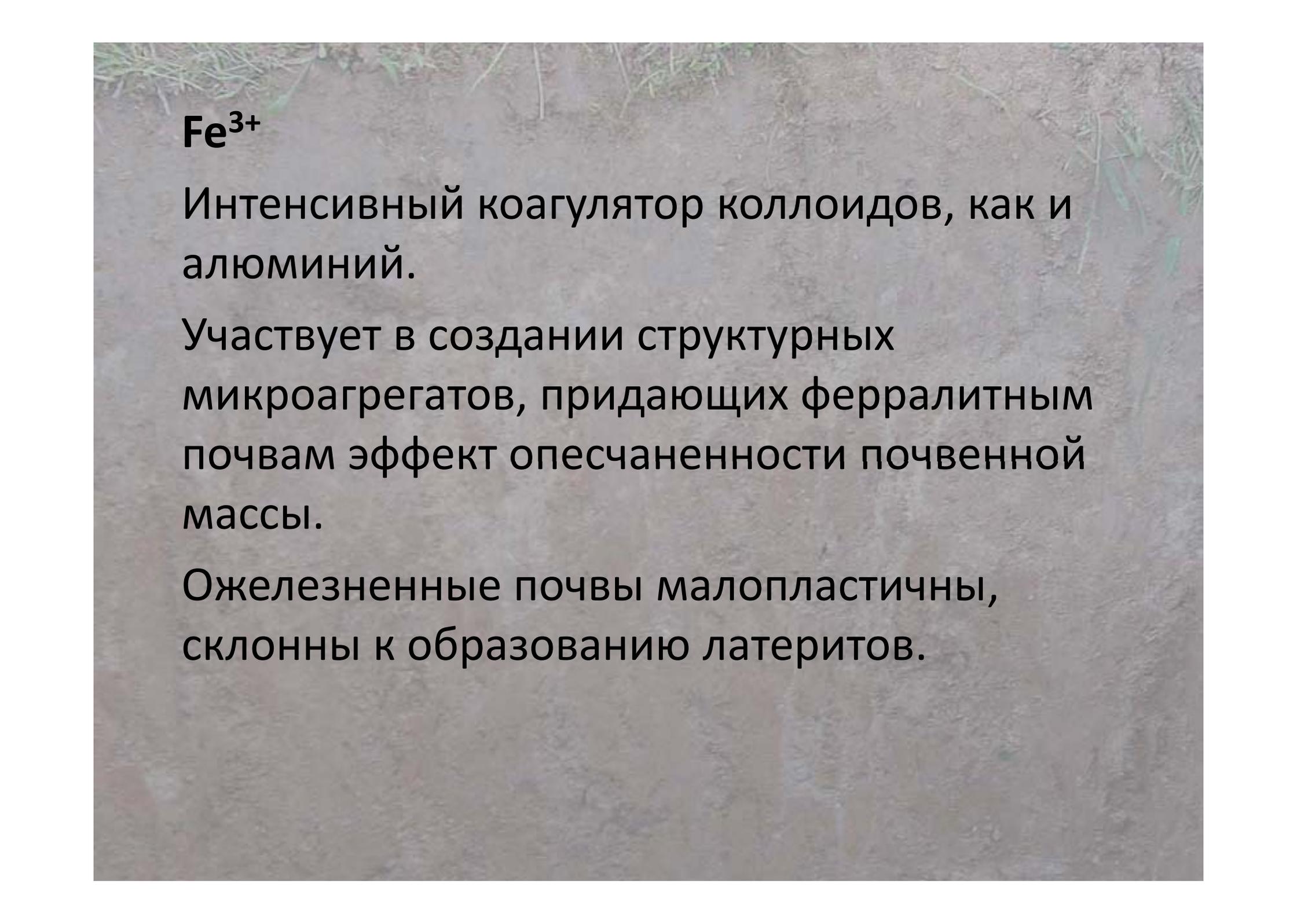
Максимальное количество водорода в ППК может достигать 80% от ЕКО.

Al³⁺

В обменном состоянии – интенсивный коагулятор коллоидов (особенно во влажных тропических почвах).

При переходе в почвенный раствор Al³⁺ образует гидролитически кислые соли, поэтому учитывается при определении кислотности почв наравне с ионом водорода.

Al³⁺ изучается как физиологически токсичный катион.



Fe³⁺

Интенсивный коагулятор коллоидов, как и алюминий.

Участвует в создании структурных микроагрегатов, придающих ферралитным почвам эффект опесчаненности почвенной массы.

Ожелезненные почвы малопластичны, склонны к образованию латеритов.



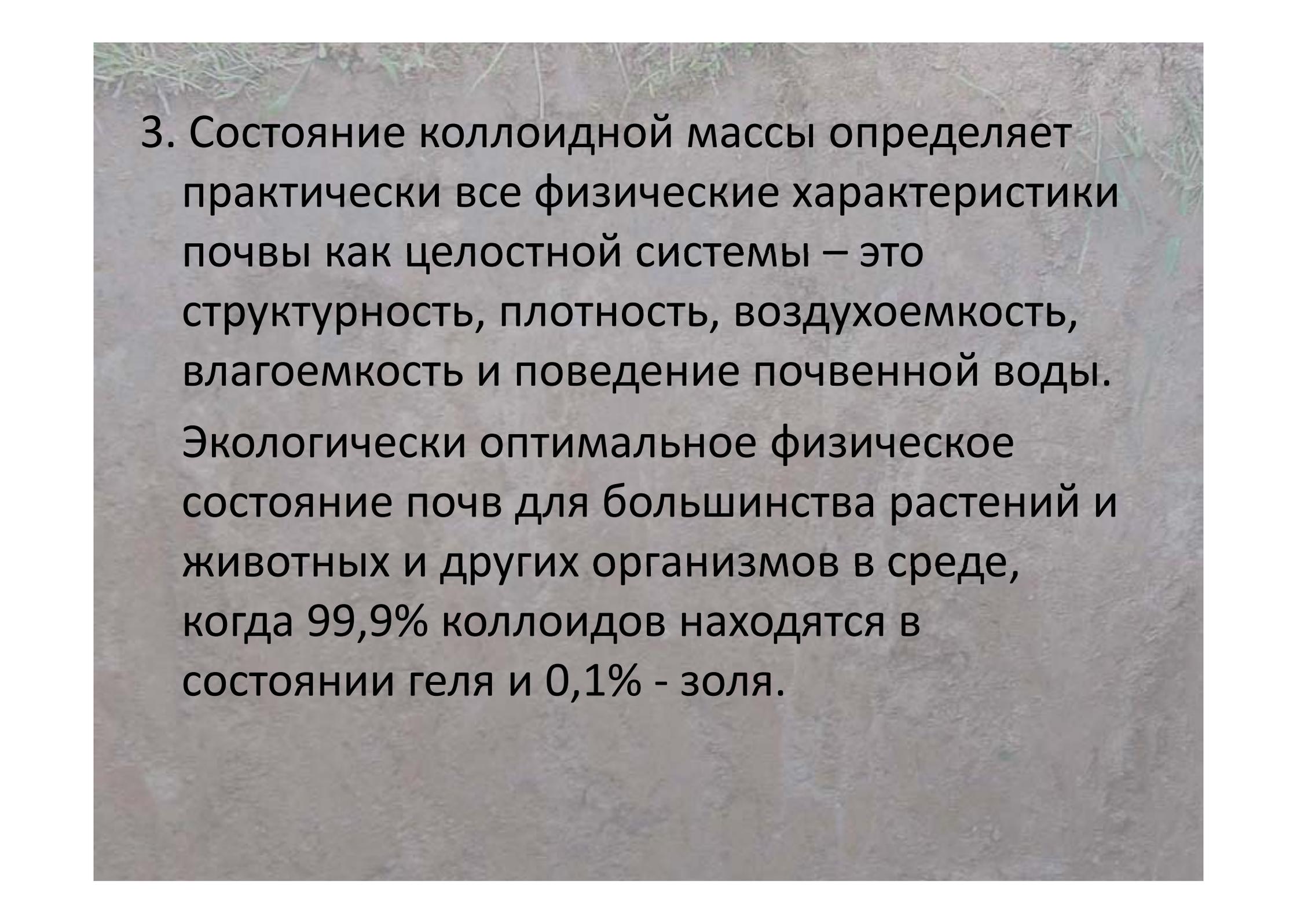
Ион аммония – единственно возможная аккумуляция доступного растениям азота.

Легко используется корнями растений.

Не накапливается в количествах, превышающих 3% от ЕКО.

Выводы.

1. Состав ППК определяет реакцию почвенной среды и ее стабильность.
2. ППК – это доступное для растений хранилище биофильных катионов, защищенное коллоидной электростатической природой от вымывания атмосферной влагой в грунтовые воды.



3. Состояние коллоидной массы определяет практически все физические характеристики почвы как целостной системы – это структурность, плотность, воздухоемкость, влагоемкость и поведение почвенной воды. Экологически оптимальное физическое состояние почв для большинства растений и животных и других организмов в среде, когда 99,9% коллоидов находятся в состоянии геля и 0,1% - золя.

4. ППК является геохимическим барьером для катионов – загрязнителей тяжелых металлов и радионуклидов.

В почвах с непромывным водным режимом поглощенные катионы обменно усваиваются растениями и поступают в биологические цепи питания.

В почвах, промываемых водой, загрязнители вытесняются катионом водорода и далее мигрируют в ландшафтах.