

**Казахский Национальный Университет
имени Аль-Фараби, кафедра ЮНЕСКО по
устойчивому развитию.**

Тема: Поглощительная способность почв.

Цель лекции:

- 1. Изучить виды поглощительной способности
почв;**
- 2. Анализировать методы определения
поглощенных катионов;**
- 3. Дать оценку почв по составу обменных
катионов**

- Учение о поглотительной способности почв разработано в трудах К. К. Гедройца, Г. Вигнера, С. Маттсона, Е. Н. Гапона, Б. П. Никольского, Н. П. Ремезова, И. Н. Антипова–Каратаева, Н. И. Горбунова.
 - Наиболее полно характеристика поглотительной способности почв изложена в работах К. К. Гедройца, который выделил пять ее видов.



Поглотительная способность почв - это свойство почвы поглощать и удерживать твердые, жидкие и газообразные вещества. Большую роль в питании растений и в превращении внесенных в почву удобрений играет ее поглотительная способность. Под поглотительной способностью понимается способность почвы поглощать различные вещества из раствора, проходящего через нее, и удерживать их. Основы современных представлений о поглотительной способности почвы были заложены работами академика К. К. Гедройца. Он различал пять видов поглощения в почве: механическая, физическая, физико-механическая, биологическая.

■ Виды поглотительной способности почв

➤ Механическая

➤ Химическая



➤ Физическая

➤ Физико-химическая, или обменная

➤ Биологическое поглощение

Механическая поглотительная способность

Механическая поглотительная способность обусловлена свойством почвы, как всякого пористого тела, задерживать мелкие частицы из фильтрующихся суспензий. Механическим поглощением объясняется сохранение и характер распределения в почве илистых частиц и вносимых нерастворимых удобрений (фосфоритной муки, извести). Благодаря механической поглотительной способности они не вымываются из верхнего слоя почвы.

Физическая поглотительная способность

Физическая поглотительная способность — это положительная или отрицательная адсорбция частицами почвы целых молекул растворенных веществ. Положительная физическая адсорбция почвой растворимых минеральных солей неизвестна. Отрицательная абсорбция наблюдается при взаимодействии почвы с растворами хлоридов и нитратов, что обуславливает высокую подвижность их в почве и возможность вымывания из ее верхнего слоя при повышенной влажности. Это имеет положительное значение для Cl^- иона (избыток которого вреден для некоторых растений), но для нитратов оно нежелательно.

Химическая поглотительная способность

Химическая поглотительная способность связана с образованием нерастворимых и трудно растворимых в воде соединений в результате химических реакций между отдельными растворимыми солями в почве (ионами в почвенном растворе).

Особую роль химическое поглощение играет в превращении фосфора в почве. При внесении водорастворимых фосфорных удобрений — суперфосфата, содержащего фосфор в виде монокальцийфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, аммофоса $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и др. — в почвах происходит интенсивное химическое связывание фосфора. В кислых почвах (в подзолистых и красноземах), содержащих много полуторных окислов, химическое поглощение фосфора идет с образованием труднорастворимых фосфатов железа и алюминия. В почвах, насыщенных основаниями и содержащих бикарбонат кальция в почвенном растворе (черноземы, сероземы), химическое связывание фосфора происходит в результате образования слаборастворимых фосфатов кальция.

Химическое поглощение (фиксация) фосфора обуславливает слабую подвижность его в почве и снижает доступность растениям этого элемента из внесенных в почву легко растворимых форм удобрений. По способности к фиксации фосфора почвы располагаются в следующем порядке: красноземы далее дерново-подзолистые почвы далее сероземы далее черноземы.

- ▶ **Биологическая поглотительная способность** связана с жизнедеятельностью растений и почвенных микроорганизмов, которые избирательно поглощают из почвы необходимые элементы минерального питания, переводят их в органическую форму и предохраняют тем самым от выщелачивания. После отмирания корней, растительных остатков и тел микроорганизмов происходят их разложение и постепенная гумификация. Минерализация и последующее использование растениями ранее закрепленного в почве в органической форме азота, фосфора и серы протекают довольно медленными темпами.

Интенсивность биологического поглощения зависит от аэрации, влажности и других свойств почвы, от количества и состава органического вещества, служащего источником пищи и энергетического материала для преобладающих в почве гетеротрофных микроорганизмов. Внесение в почву значительного количества бедного азотом органического вещества (соломы или соломистого навоза) вызывает быстрое размножение микроорганизмов, сопровождающееся интенсивным биологическим, закреплением минеральных форм азота, что приводит к ухудшению азотного питания растений и снижению урожая. В то же время биологическое поглощение способствует закреплению нитратного азота, который никаким другим путем в почве не удерживается и может вымываться, особенно на легких почвах в зонах достаточного увлажнения и орошаемого земледелия.

Физико–химическая, или обменная, поглотительная способность

Физико-химическая, или обменная, поглотительная способность имеет особенно важное значение при взаимодействии удобрений с почвой. Физико-химическое поглощение — это способность мелкодисперсных (от 0,2 до 0,001 мкм) коллоидных частиц почвы поглощать из раствора различные катионы. Поглощение одних катионов сопровождается вытеснением в раствор эквивалентного количества других, ранее связанных твердой фазой почвы.

Вся совокупность органических и минеральных коллоидных частиц почвы (представленных гумусовыми веществами, глинистыми минералами и гидроксидами железа и алюминия), участвующих в обменном поглощении катионов, была названа К. К. Гедройцем почвенным поглощающим комплексом (ППК).

Способность органических и минеральных коллоидных частиц к обменному поглощению катионов обусловлена тем, что большая часть их имеет отрицательные заряды.

В естественном состоянии почвы всегда содержат определенное количество поглощенных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ и др.). Эти катионы могут обмениваться на другие катионы, находящиеся в растворе.

Обмен катионами между раствором и почвенным поглощающим комплексом происходит в строго эквивалентных количествах.

Реакция обмена катионов протекает быстро. При внесении в почву легкорастворимых удобрений (KCl , NH_4Cl , NH_4NO_3 и др.) они сразу же вступают во взаимодействие с ППК, катионы их поглощаются в обмен на катионы, ранее находившиеся в поглощенном состоянии.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК). Почвенные коллоиды



Почвенный поглощающий комплекс (ППК) — это совокупность минеральных, органических и органоминеральных соединений высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы.

Почва относится к гетерогенным полидисперсным образованиям, для которых коллоидное состояние вещества имеет большое значение. Поглощительной способностью обладают как коллоидные частицы (0,2—0,001 мкм), так и предколлоидная фракция (0,2—1 мкм).

Почвенные коллоиды образуются в процессе выветривания и почвообразования в результате дробления крупных частиц или путем соединения молекулярно раздробленных веществ и, вообще говоря, подчиняются законам, установленным для таких систем в физической и коллоидной химии.

Коллоиды подразделяются на:

- минеральные
- органические

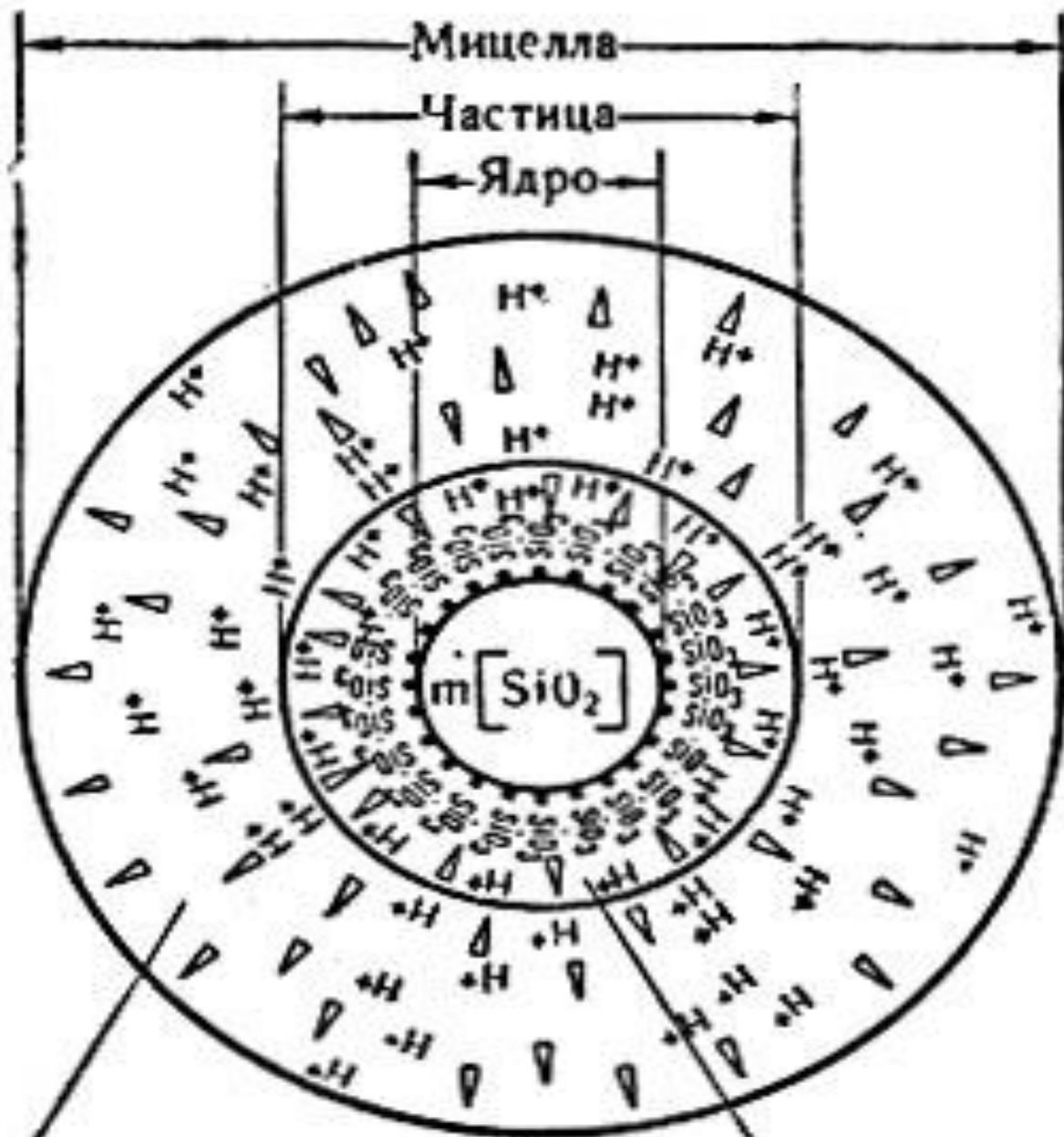
Часть минеральных коллоидов находится в кристаллическом состоянии. Это в основном минералы.

Органическая часть почвенных коллоидов – аморфные гумусовые вещества, органо-минеральные комплексы, клетки мелких бактерий.

■ Строение и заряд ПОЧВЕННЫХ КОЛЛОИДОВ

Основой коллоидной частицы является коллоидная мицелла.

Коллоидная мицелла состоит из ядра, слоя потенциалопределяющих ионов, неподвижного и диффузного слоя компенсирующих ионов



Δ - Адсорбированные молекулы воды

Диффузный слой противоионов

Абсорбционный (плотный) слой ионов

Если твердые коллоидные частицы почвы распределены в большом объеме воды и находятся в раздельном состоянии, то такое состояние называется **зодем** или **гидрозодем**.

В данном случае воду называют **дисперсионной средой**, а частицы в ней – **дисперсной фазой**.

Процесс склеивания коллоидных частиц называется **коагуляцией** с образованием геля, а затем процесс осаждения – **седиментацией**.

Имеет место и обратный процесс – переход геля в золь – пептизация. По количеству воды, которое удерживается коллоидами последние разделяются на **гидрофильные** и **гидрофобные**.

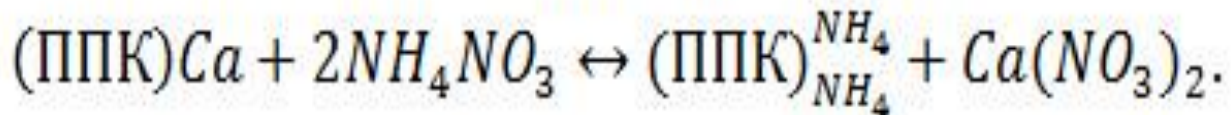
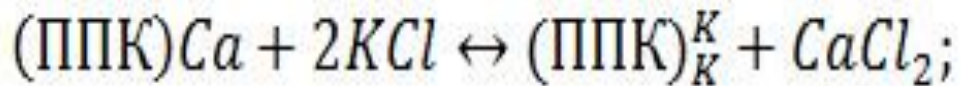
Сорбция

Поглощение газов, паров и растворенных веществ твердыми телами и жидкостями называется сорбцией.

Сорбционная емкость почв – максимальное количество вещества, способное сорбироваться почвой.

Емкость катионного обмена - максимальное количество катионов, удерживаемое почвой в обменном состоянии. ЕКО определяется составом высокодисперсных частиц почвы и их количеством.

Реакция обмена катионов обратима, так как поглощенный почвой катион может быть снова вытеснен в раствор:



В зависимости от концентрации раствора, его объема и природы обменивающихся катионов между катионами раствора и катионами почвенного поглощающего комплекса устанавливается некоторое подвижное равновесие. При изменении состава почвенного раствора это равновесие смещается, в результате одни катионы переходят из раствора в поглощенное состояние, а другие — из поглощенного состояния в почвенный раствор. При внесении минеральных удобрений, например KCl , концентрация почвенного раствора повышается, катионы удобрения вступают в обменную реакцию с катионами почвенного поглощающего комплекса и

При усвоении какого-либо катиона растениями концентрация его в растворе уменьшается, он переходит из поглощенного состояния в раствор в обмен на другие катионы, содержащиеся в почвенном растворе. Чем выше степень насыщенности поглощающего комплекса данным катионом, тем легче и быстрее он вытесняется в раствор. Количество катионов, вытесняемых из поглощенного состояния в раствор, возрастает с повышением концентрации раствора, а при одинаковой концентрации — с увеличением объема раствора вытесняющей соли.

Разные катионы обладают неодинаковой способностью к поглощению. Чем больше заряд (валентность) катиона и его атомная масса, тем сильнее он поглощается и труднее вытесняется из поглощенного состояния другими катионами. Исключение из этого правила составляют ионы H^+ , которые имеют наименьшую атомную массу, но обладают высокой энергией поглощения и способностью вытеснять другие катионы из ППК.

Емкость поглощения и состав поглощенных катионов у разных почв.

Разные почвы содержат неодинаковое количество способных к обмену поглощенных катионов. Общее содержание в почве всех обменно-поглощенных катионов называется емкостью поглощения. Она обозначается буквой T и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Например, если в 100 г почвы в поглощенном состоянии содержится 200 мг Ca^{2+} , 24 мг Mg^{2+} и 9 мг NH_4^+ , то емкость поглощения этой почвы будет равна;

$$\frac{200}{20} + \frac{24}{12} + \frac{9}{18} = 12.5 \text{ мэкв на } 100\text{г.}$$

(где 20—эквивалентная масса кальция, 12 — магния, 18 — аммония).

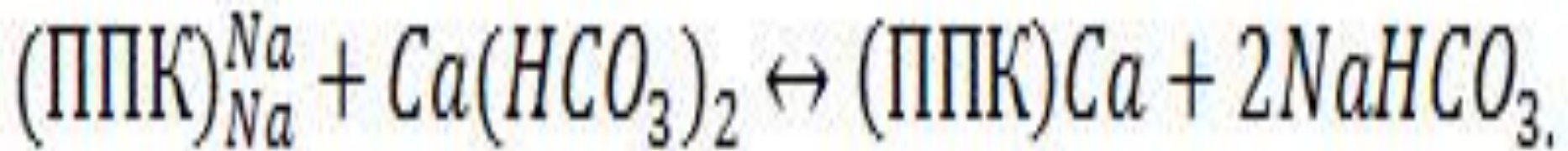
Величина емкости поглощения характеризует поглотительную способность почв. Она зависит от механического и минералогического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Почвы с малым количеством коллоидной фракции (песчаные и супесчаные) имеют невысокую емкость поглощения. Чем больше в почве минеральных и органических коллоидных частиц, тем выше ее поглотительная способность. У глинистых и суглинистых почв емкость поглощения больше, чем у песчаных и супесчаных. Более богатые органическим веществом черноземные почвы отличаются значительно более высокой емкостью поглощения (30—60 мэкв на 100 г), чем подзолистые почвы и сероземы (10—15 мэкв на 100 г).

Поглотительная способность почвы оказывает большое влияние на превращение в ней минеральных удобрений, определяет степень подвижности их в почве. На почвах с малой поглотительной способностью (песчаных и супесчаных) при внесении легкорастворимых удобрений возможно вымывание питательных веществ и излишнее повышение концентрации раствора, поэтому азотные и калийные удобрения на таких почвах лучше вносить небольшими дозами и незадолго до посева. На почвах с высокой поглотительной способностью вымывания питательных веществ и избыточного увеличения концентрации раствора не происходит.

Разные почвы отличаются не только по общей емкости поглощения, но и по составу поглощенных катионов.

В большинстве почв в составе поглощенных катионов преобладает Ca^{2+} , второе место занимает Mg^{2+} и в значительно меньших количествах находятся K^+ и NH_4^+ . Сумма Ca^{2+} и Mg^{2+} обычно составляет около 90% общего количества обменно-поглощенных катионов. В кислых почвах (подзолистых и красноземах) среди поглощенных катионов значительную часть занимают H^+ и Al^{3+} , а в солонцовых почвах — Na^+

Состав поглощенных катионов оказывает большое влияние на свойства почвы и условия роста растений. Кальций коагулирует органические и минеральные коллоиды. Поэтому преобладание в составе поглощенных катионов Ca^{2+} , например на черноземах, способствует поддержанию прочной структуры и обуславливает хорошие физические свойства почвы. Насыщение почвы натрием (у солонцовых почв) вызывает пептизацию коллоидов, что приводит к их вымыванию, разрушению структурных агрегатов и ухудшению физических свойств почвы (плотное сложение, вязкость и т. д.). Кроме того, при наличии натрия в почвенном поглощающем комплексе происходит вытеснение его в раствор в обмен на другие катионы с образованием соды, что вызывает щелочную реакцию раствора, неблагоприятную для развития растений:



Емкость поглощения у разных почв и содержание поглощенных катионов (по Н.П. Ремезову)

Почва	Емкость поглощения катионов (мэкв на 100 г. почвы)	Содержание поглощенных катионов (мг-экв на 100 г. почвы)		
		Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺
Дерново-подзолистая	15	8	–	7
Серая лесная	20	16	–	4
Чернозем выщелоченный	50	40	–	10
Чернозем типичный	65	60	–	5
Чернозем обыкновенный	35	31	2	2
Чернозем южный	30	28	2	–
Каштановая	27	25	2	–
Серозем	15	14	1	–

**Емкость поглощения у разных почв и содержание гумуса
(по Н.П. Ремезову)**

Почва	Содержание (%)		
	гумуса	минеральных частиц диаметром	
		< 0,0025 мм	0,0025–0,001 мм
Дерново-подзолистая	2,5	2	–
Серая лесная	3	5	4
Чернозем выщелоченный	8	15	5
Чернозем типичный	10	5	10
Чернозем обыкновенный	6	5	10
Чернозем южный	4,5	5	10
Каштановая	2,5	3	5

▪ Экологическое значение поглотительной способности

Поглотительная способность почвы — одно из ее важнейших свойств, в значительной степени определяющее плодородие почвы и характер процессов почвообразования. Она обеспечивает и регулирует питательный режим почвы, способствует накоплению многих элементов минерального питания растений, регулирует реакцию почвы, ее водно-физические свойства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под сорбцией и основные виды сорбционных процессов в почве?
2. Происхождение, состав и основные свойства почвенных коллоидов.
3. Какие основные закономерности сорбционных процессов присутствуют в почвах.
4. Что такое ЕКО и ППК, сумма обменных оснований и степень насыщенности почв основаниями и какова значение двух показателей в агрономической оценке почв?
5. Какова роль сорбционных процессов в генезисе и плодородии почв?

Рекомендуемая литература:

1. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв // Избр. Соч. М., 1955. Т.1 С. 241-384.
2. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия. М.: Наука, 1967. 159 с.
3. Вальков В.Ф. и др. Почвоведение. Учебный курс. Ростов – на – Дону. 2004.
4. Почвоведение. Под ред. Кауричева. М., 1989

slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Коллоиды%20почвы/

www.agromage.com/stat_id.php?id=48

www.landwirt.ru/proizvodstvo/51-2009-03-03-19-30-44