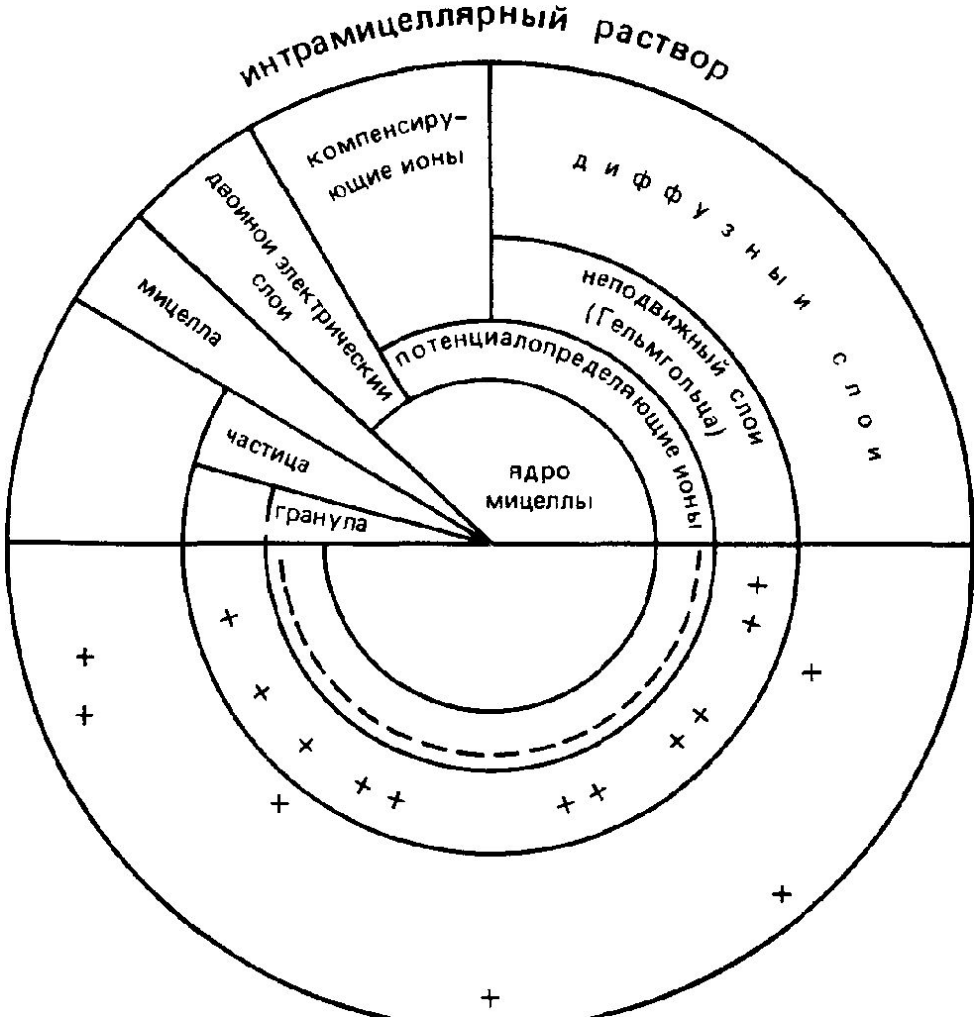
Поглотительная способность и физико-химические свойства почв. Кислотность и щелочность почв

Поглотительная способность почв – это свойство почв задерживать растворы веществ, газы и живые организмы.

Учение о поглотительной способности почв разработано **К.К. Гедройцем**.

В почвах поглотительную способность про-являют, прежде всего, коллоиды – это мелкодисперсная фаза почв размером от **0,2 до 0,001 мкм** входящая во фракцию ила.



Строение коллоидной частицы ацидоида

Коллоиды бывают:

1. **Минеральные** (преобладают в почвах):

- коллоидные формы кремнезёма;

-коллоиды глинистых минералов. Ядро коллоида образованного глинистым минералом является ***ацидоидом***, так как носит отрицательный заряд, не зависимый от pH.

- ядра коллоидов аморфных полуторных (гидр)оксидов железа и алюминия имеют зависимый от pH среды переменный заряд и называются ***амфолитоиды***.

2. Органические коллоиды: представлены амфолитоидами - полисахарами и белковыми веществами; аминогруппы белковых веществ могут быть ***базоидами*** – то есть поглощать анионы. Типичных базоидов в почвах нет. Гумусовые вещества имеют кислотную природу, поэтому они являются ацидоидами.

3. Органо-минеральные коллоиды представлены глино-гумусовым гумином, гуматы кальция и магния.

Свойства коллоидов:

1. Коагуляция – это переход коллоида из состояния золя в гель.
2. Пептизация – это переход коллоида из геля в золь.

Гель -коллоидный осадок

Золь - коллоидный раствор

ВИДЫ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ

К.К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности почв.

1. Механическая поглотительная способность почв .
2. Физическая поглотительная способность .
3. Химическая поглотительная способность (хемосорбция).
4. Биологическая поглотительная способность.
5. Физико-химическая или обменная поглотительная способность.

Катионный обмен в почве протекает по схеме:

$$[ППК]Mg^{2+} + 4KCl \leftrightarrow [ППК]4K^{+} + CaCl2 + MgCl2$$

Ca^{2+}

Основными закономерностями обменной сорбции катионов являются:

1) эквивалентность обмена между поглощенными катионами почвы и катионами взаимодействующего раствора.

2) в ряду разновалентных ионов энергия поглощения возрастает с увеличением валентности иона: Li+ < Na+ < K+ < <NH+4 < Cs+ << Mg2+< Ca2+<< Al3+ <Fe3+. Под энергией поглощения понимается относительное количество поглощения катионов почвами при одинаковой их концентрации в растворе;

3) энергия поглощения определяется радиусом негидратированного иона: чем меньше радиус, тем слабее связывается ион. Это объясняется большей плотностью заряда, а следовательно, и большей гидратированностью иона (табл. 33). Гидратационные оболочки изменяют свойства ионов: уменьшают их чувствительность к электростатическому притяжению, изменяют соотношение между размерами ионов;

4) внутри рядов ионов одной валентности энергия поглощения возрастает с увеличением атомной массы, атомного номера. В соответствии с указанными общими закономерностями имеются следующие ряды поглощения ионов: одновалентные: $^{7}Li<^{23}Na<^{18}(NH_4)<^{39}K<^{89}Pb$; двухвалентные: $27Mg<^{40}Ca< <^{59}Co<^{112}Cd$; трехвалентные: 27Al < 56Fe.

ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА - общее количество ионов поглощённых почвенным поглощающим комплексом

ЕКО или (Т) = S + $H_Г$, м-экв/100 г. почвы,

где S – сумма обменных оснований в м-экв/100г
Нг – гидролитическая кислотность, в м-экв/100г

Почва	ЕКО, мг-экв на 100 г.
Дерново-подзолистая песчаная	3-6
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	10-20
Дерново-подзолистая глинистая	15-25
Серая лесная среднесуглинистая	15-30
Чернозём типичный тяжелосуглинистый	30-70
Чернозём южный суглинистый	20-50
Светло-каштановая суглинистая	20-40
Серозём типичный суглинистый	8-20
Краснозём суглинистый	13-25

Степень насыщенности почв основаниями (V) – это доля суммы поглощённых оснований от ёмкости катионного обмена

$$V = \frac{S}{ЕКО} \times 100,\%$$

на насыщенные (V > 70%)

и ненасыщенные (V 50—70%) основаниями

КИСЛОТНОСТЬ И ЩЁЛОЧНОСТЬ ПОЧВ, ИХ ВИДЫ

По соотношению в ППК оснований Ca, Mg, Na и ионов H^+ и Al^{3+}, почвы, подразделяют на насыщенные (при низком содержании H^+ и Al^{3+}) и ненасыщенные основаниями (при высоком содержании H^+ и Al^{3+}).

Катион **водорода H+** создаёт, **кислую** реакцию среды. При гидролизе солей алюминия почвенный раствор также подкисляется:

$AlCl_3 + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3HCl$

Концентрация Al^{3+} выше 3 мг-экв/100 г. почвы токсична для растений.

Катион Na^+ подщелачивает почвенный раствор и ухудшает физические и водно-физические свойства вследствие пептизации почвенных коллоидов, что в сумме также снижает плодородие почв.

Кислотность почвы – это способность почвы подкислять почвенный раствор органическими, минеральными кислотами, обменно поглощёнными катионами водорода и алюминия, который вытесняется из ППК и образует гидролитически кислые соли.

Кислотность бывает актуальная и потенциальная.

Актуальная кислотность обусловлена наличием свободных ионов водорода в почвенном растворе, которые образуются при диссоциации органических, минеральных кислот, гидролитически кислых солей и углекислого газа.

Актуальная кислотность в почвах варьирует от 4 до 8 единиц.

Потенциальная кислотность обусловлена наличием в твёрдой фазе почв обменно-поглощённого H+ и Al3+, которые дополнительно подкисляют почвенный раствор в результате обменных реакций при увеличении в нём концентрации электролитов (например, удобрений).

По способу определения потенциальной кислотности различают *обменную и гидролитическую* кислотности.

Обменную кислотность pH KCl определяют в вытяжке 1 н. KCl . При обработке почвы нейтральной солью 1 н. KCl не все H^+ и Al^{3+} вытесняются из ППК.

Гидролитическая кислотность НГ определяется при обработке почвы гидролитически щелочной солью CH_3COONa. Вытеснение H^+ и Al^{3+} из ППК при этом происходит более сильно за счёт щелочной реакции.

Щелочность почв – способность почвы подщелачивать почвенный раствор вследствие наличия в составе почвы гитролитически щелочных солей, а также обменного натрия.

Актуальная щёлочность определяется содержанием в почвенном растворе (водной вытяжке) гидролитически щелочных солей Na_2CO_3; $NaHCO_3$; $Ca(HCO_3)_2$, путём титрования кислотой или определением pH потенциометрическим методом.

Потенциальная щёлочность почв определяется содержанием обменного Na+ и К+, которые переходя в почвенный раствор, подщелачивают его.

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2;$$

$$ППК)\ 2Na+ + Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow ППК)Ca + 2NaHCO_3$$

Щёлочность почв оценивают по актуальной щелочности.

Кислотно-щелочные условия почв разных типов

Почва	среда	pH_{KCl}	
болотные верховые, болотно-подзолистые, подзолистые, краснозёмы тропические	сильнокислая	4,5 и ниже	
подзолистые, дерново-подзолистые, краснозёмы тропические	кислая	4,6-5,0	
подзолистые, дерново-подзолистые,	слабокислая	5,1-5,5	
окультуренные дерново-подзолистые, серые лесные	близкая к нейтральной	5,6-6,0	
серые лесные, чернозёмы	нейтральная	6,1-7,1	
чернозёмы южные, каштановые, серозёмы солонцеватые	слабощелочная	$pH_{водн}$	7,2-7,5
солонцы, солончаки	щелочная		7,6-8,5
содовые солонцы, солончаки	сильнощелочная		более 8,5

Нуждаемость почв в известковании в зависимости от степени насыщенности почв основаниями

V, %		Степень кислотности	Нуждаемость в известковании
легкого гранулометрического состава	тяжелого гранулометрического состава		
< 40	< 50	сильнокислые	сильная
40-60	50-70	среднекислые	средняя
60-70	70-80	слабокислые	слабая
> 70	> 80	близкие к нейтральным	не нуждаются

Химическая мелиорация позволяет регулировать кислотность и щёлочность почв с помощью применения мелиорантов: извести, гипса и т.д.

H+

ППК)Al^{3+} + $2CaCO_3$ + H_2O→ ППК)$2Ca^{2+}$ + $Al(OH)_3$↓ + $2CO_2$↑

Щёлочность засолённых почв, снижают, внося гипс. Доза гипса должна нейтрализовать избыточную щёлочность, заменив поглощённый натрий кальцием.

ППК)$2Na^+$ + $2CaSO_4$ ↔ ППК)Ca^{2+} + Na_2SO_4

При расчёте доз извести для известкования кислых почв используют значения гидролитической кислотности. То есть вносимая доза должна полностью нейтрализовать поглощённые водород и алюминий.

$$\mathbf{D\ CaCO_3 = H_Г \cdot 0{,}05 \cdot h \cdot d_V}$$

где: Нг – величина гидролитической кислотности в мг-экв/100г. почвы;

0,05 – коэффициент пересчёта на $CaCO_3$;

h – площадь мелиорируемого слоя почвы (20 см);

d_V – плотность мелиорируемого слоя почвы (г/см^3).

Изменение свойств дерново-подзолистой почвы при окультуривании
(Левин, 1965)

Степень окультуренности почвы	Гумус по Тюрину, %	pH солевой	Кислотность гидролитическая	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	C гуматов кальция, % к общему C
			мг-экв/100 г				
Целина, лес	2,86	3,87	10,3	4,7	31,4	—	—
Слабоокультуренная	2,06	4,24	6,4	6,1	48,8	0,83	2,7
Среднеокультуренная	2,59	5,39	4,5	6,6	59,5	1,27	9,3
Сильноокультуренная	4,22	6,50	1,7	18,0	91,0	2,11	12,6

15.1. Физико-химические свойства пахотного слоя почв

Почвы	ЕКО	Обменные катионы			Степень насыщен. основаниями V, %	pH_{H_2O}	pH_{KCl}
		$Ca^{2+}+Mg^{2+}$ (S)	$H^{+}+Al^{3+}$ (Hг)	Na^{+}, % к ЕКО			
	мг-экв/100 г						
Дерново-подзолистые суглинистые	15-25	10-15	5-10	—	60-70	4,0-6,0	3,0-5,5
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	3-6	2-4	1-2	—	50-70	5,0-6,0	4,0-5,0
Серые лесные	20-30	16-26	2-5	—	70-85	5,5-6,5	5,0-6,0
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	25-40	18-35	5-7	—	80-90	6,0-6,5	6,0-6,5
Черноземы типичные	40-70	37-75	3-5	—	90	6,8-7,0	
Черноземы обыкновенные и южные	25-50	25-50	—	0,1-15	100	7,0-7,3	
Каштановые	20-35	20-35	—	1-15	100	7,1-7,5	
Бурые пустынно-степные	10-20	10-20	—	1-15	100	7,3-8,0	
Солонцы	15-25	15-25	—	15-60	100	8,0-10,0	
Красноземы	15-25	10-15	5-10	—	50-70	4,5-5,5	4,0-4,5