

Поглотительная способность и физико-химические свойства почв

Лекция №6

01.11.2021 г.

Основы учения о физико-химических свойствах почв были разработаны в трудах К.К. Гедройца, Г. Вагнера, С. Матсона, Е.Н. Гапона и в более поздних работах И.Н. Антипова-Каратаева, Б.П. Никольского, Н.П. Ремезова, Н.И. Горбунова, С.Н. Алешина и других учёных. Физико-химические свойства почв являются предметом изучения физической и коллоидной химии. Они обусловлены составом и свойствами **почвенных коллоидов** и их взаимодействием с почвенными растворами.

Поглотительная способность ПОЧВ

К.К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности почв: механическую, физическую, физико-химическую, химическую и биологическую.

Механическая поглотительная способность - это свойство почвы поглощать твёрдые частицы, поступающие с водой или воздухом, размеры которых превышают размеры почвенных пор. В данном случае почву можно рассматривать как набор сит с отверстиями разного размера.

Поглотительная способность

Физическая поглотительная способность (молекулярная адсорбция) - это свойство почвы изменять концентрацию молекул различных веществ на поверхности твёрдых частиц за счёт физического взаимодействия молекул. При этом изменяется величина поверхности и поверхностная энергия.

Физическая адсорбция может быть положительной и отрицательной. Для органических кислот, спиртов, высокомолекулярных органических соединений на границе дисперсной фазы и дисперсной среды концентрация раствора увеличивается, то есть физическая адсорбция этих соединений **положительная**.

Многие минеральные кислоты, соли (в том числе нитраты и хлориды), щелочи, некоторые органические соединения испытывают **отрицательную** физическую адсорбцию. Они слабо удерживаются в почве и могут вымываться за пределы почвенного профиля.

Физической адсорбции подвергаются пары и газы почвенного воздуха, особенно азот и углекислый газ.

Поглотительная способность

ПОЧВ Химическая поглотительная способность

(хемосорбция) обусловлена образованием труднорастворимых соединений, выпадающих в осадок из почвенного раствора. Например, сорбция фосфатов на поверхности гидроксидов железа и алюминия в почвах с кислой реакцией среды, образование труднорастворимых фосфатов кальция в почвах с нейтральной и слабощелочной реакцией среды, комплексообразовательная сорбция - образование алюмо- и железогумусовых комплексов, глинисто-гумусовых комплексов и

Поглотительная способность

ПОЧВ

Биологическая поглотительная

способность обусловлена поглощением элементов питания и кислорода почвенного воздуха корнями растений и микроорганизмами. Она характеризуется большой избирательностью поглощения. При этом может возникать конкуренция между растениями и микроорганизмами.

Например, при внесении в почву соломы зерновых, в которой низкое содержание азота, разлагающие солому микроорганизмы активно используют почвенный азот и вызывают резкий его недостаток для растений.

Поглотительная способность

ПОЧВ

Физико-химическая поглотительная способность

почв обусловлена наличием в их составе почвенного поглощающего комплекса (ППК), представленного почвенными коллоидами. ППК обладает способностью поглощать и обменивать катионы и анионы, находящиеся на поверхности коллоидных частиц, на эквивалентное количество ионов почвенного раствора.

Физико-химическая поглотительная способность обуславливает **физико-химические свойства** почв, такие как кислотность, щелочность, буферная способность, которые в значительной степени определяют агрономические свойства и почвенное

Почвенный поглощающий комплекс (ППК)

Поглотительной способностью обладают **коллоиды** (частицы размером 0,2-0,001 мкм) и предколлоидная фракция (частицы размером 0,2-1 мкм). Большая удельная поверхность этих частиц (до 50 м²/г)) определяет их высокую химическую активность.

Почвенные коллоиды образуются в процессе почвообразования

- в результате дробления крупных частиц
- путём соединения молекул в более крупные частицы.

По составу коллоиды подразделяются на минеральные (глинистые минералы, гидроксиды железа, алюминия, кремния и др.), органические (гуминовые и фульвокислоты, белки, полисахариды и органо-минеральные глинисто-гумусовые комплексы, алюмо- и железогумусовые сорбционные комплексы).

Минеральные коллоиды подразделяются на кристаллические (глинистые минералы) и аморфные (гидраты оксидов железа, алюминия, кремния).

Коллоидная мицелла



Коллоидная мицелла состоит из ядра, слоя потенциал-определяющих ионов, неподвижного и диффузионного слоя компенсирующих ионов.

Коллоиды почвы

Ионы диффузного слоя способны обмениваться с ионами интермицеллярного (почвенного) раствора, обуславливая физико-химическую поглотительную способность.

В почве преобладают коллоиды, несущие отрицательный заряд и диссоциирующие в раствор Н-ионы. Такие коллоиды обладают кислотными свойствами и называются **ацидоидами** (гумусовые кислоты, глинистые минералы, кремнекислота). Кроме того в почвах присутствуют коллоиды, обладающие основными свойствами и диссоциирующие в раствор ОН-ионы – **базоиды**.

Существуют и коллоиды **с переменным зарядом**. К последним относятся гидроксиды железа и алюминия, протеины, у которых заряд зависит от реакции почвенного раствора. В кислой среде они ведут себя как базоиды, а в

Коллоиды почвы

По степени сродства к воде различают **гидрофильные** (удерживают повышенное количество воды) и **гидрофобные** (связывают небольшое количество воды).

К гидрофильным коллоидам относятся минералы монтмориллонитовой группы, гумусовые кислоты, гидроксид кремния; к гидрофобным - гидроксиды железа и алюминия, минералы группы каолинита и некоторые др.

Чем больше в почве гидрофильных коллоидов, тем в большей степени она набухает (увеличивает объем) при увлажнении.

Физическое состояние почвенных коллоидов

Коллоиды в почве могут находиться в форме **геля** (в осажденном состоянии) и в форме **золя** (в виде суспензии). Под действием различных факторов, влияющих на величину заряда, состояние коллоидов может изменяться - гель может переходить в золь и наоборот.

Увеличение степени дисперсности коллоидов и переход из геля в золь называется **пептизацией**.

Уменьшение степени дисперсности и переход коллоидов из золя в гель (из суспензии в осадок) называется **коагуляцией**.

Коагуляция

Происходит при изменении электрокинетического потенциала частиц и за счёт дегидратации.

Коагуляция за счёт дегидратации происходит при высушивании, нагревании и замораживании коллоидов.

Коагуляция может происходить при взаимодействии отрицательно заряженных частиц (например, гумусовых кислот) и положительно заряженных (гидроксидов железа и алюминия).

Коагуляция может быть обратимой (гель может вновь переходить в золь) и необратимой. Процессы **необратимой коагуляции** и **старения коллоидов** играют большую роль в образовании гумусовых и иллювиальных горизонтов, в формировании водопрочных структурных агрегатов, в накоплении продуктов почвообразования в почвенном профиле.

Часть коллоидов в почве находится в свободном состоянии, другая часть образует плёнки на поверхности более крупных частиц ила и пыли путём адгезии (склеивания)

Обменное поглощение катионов

Обменным поглощением (**обменной сорбцией**) катионов называется способность катионов диффузного слоя коллоидов обмениваться на эквивалентное количество катионов почвенного раствора.

В обменном состоянии в почвах обычно находятся Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , H^+ , Al^{3+} , NH_4^+ , в незначительных количествах Fe^{2+} , Mn^{2+} , а также Li^+ , Sr^+ и др.

Энергия поглощения (относительное количество поглощения катионов почвами при одинаковой их концентрации) определяется валентностью иона, радиусом негидратированного иона, атомной массой иона

Емкость катионного обмена

Общее количество всех поглощённых (обменных) катионов называется **ёмкостью катионного обмена** (ЕКО), которая выражается в миллиграмм-эквивалентах (мг-экв) на 100 г почвы.

Состав поглощённых катионов в почвах зонального ряда определяется условиями почвообразования и, прежде всего, водным режимом.

Для почв экстрагумидных и гумидных областей с коэффициентом увлажнения (K_u) > 1 в составе ППК основную роль играют катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , Al^{3+} ; для семигумидных с $K_u < 1$ - Ca^{2+} , Mg^{2+} и для почв аридных областей с $K_u < 0,5$ Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , иногда с существенным участием K^+ .

Емкость катионного обмена

Емкость катионного обмена (ЕКО) колеблется от нескольких мг-экв/100 г почвы в экстрагумидных и экстрааридных областях до 50-70 мг-экв/100 г почвы в чернозёмах семигумидных (полувлажных) областей.

Зональные показатели ЕКО прежде всего связаны с содержанием гумуса (наибольшее в черноземах, оно постепенно понижается к северу и югу от зоны их распространения). Кроме того, ЕКО сильно зависит от гранулометрического состава (чем он тяжелее, тем выше ЕКО), от минералогического и химического состава почв (ЕКО глинистых минералов варьирует от 5мг-экв до 100-150 мг-экв/100 г). Наконец, ЕКО тесно связано с величиной рН. С ростом рН возрастает ионизация функциональных групп ацидоидов, снижается положительный заряд базоидов и

Емкость катионного обмена основных типов почв, мг-экв/100 г (Горбунов, 1978)

Почва	Горизонт и глубина, см	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	ЕКО
Дерново-среднеподзолистая	A ₁ 1—5	28,1	6,6	Нет	10,5	45,2
	A ₂ 20—30	1,9	1,4	»	1,2	4,4
	B 50—60	6,2	2,1	»	6,5	14,8
	C 180—190	4,4	2,9	»	1,0	8,3
Темно-серая лесная	A 0—7	35,4	3,5	»	Нет	38,9
	A ₂ 20—30	14,3	2,0	»	»	16,3
	B 70—80	11,9	3,0	»	1,0	15,9
	BC 170—180	14,9	3,0	»	0,8	18,7
Чернозем типичный	A 0—10	43,9	9,6	0,1	Нет	53,7
	AB 70—80	27,8	9,6	0,05	»	37,5
	C 160—170	27,6	9,5	0,05	»	37,2
Солонец степной	A ₁ 0—5	10,3	5,1	0,5	»	17,2
	B ₁ 18—23	16,1	9,3	2,4	»	29,1
	B ₂ 45—50	17,1	8,0	2,5	»	29,4
	C 95—100	14,0	6,5	2,7	»	24,7
Серозем	A 0—5	7,8	0,4	0,2	»	8,5
	AB 20—25	6,8	0,9	0,2	»	8,0
	C 70—75	4,1	4,2	0,2	»	8,6
Желтозем	A 0—8	7,2	4,7	Нет	0,2	12,1
	B 45—55	6,6	2,5	»	4,4	13,5
	C 120—130	6,5	3,0	»	7,3	16,8
Краснозем	A 0—10	2,4	1,7	»	7,2	11,4
	B 30—40	2,8	1,3	»	5,1	9,3
	C 150—200	0,3	0,9	»	10,8	12,0

Необменное поглощение

катионов

Происходит в слое потенциалопределяющих ионов.

Такие катионы после взаимодействия с ППК не переходят в раствор при обработке почвы раствором нейтральных солей.

Необменное поглощение катионов определяется как их видом, так и составом почвенных коллоидов. В практическом отношении заслуживают большого внимания процессы необменного поглощения элементов питания, в частности ионов калия и аммония.

Установлена возможность перехода катионов в системе: катионы почвенного раствора – обменные – необменные - катионы кристаллических решёток

Поглощение почвами анионов

Сорбция анионов в почвах определяется их свойствами, зарядом и свойствами ППК. По способности к поглощению анионы

располагаются в следующий ряд:



Анионы Cl^- и NO_3^- практически не поглощаются почвами, их соли характеризуются отрицательной физической адсорбцией. Этим объясняется их быстрое вымывание из почвы.

Сульфат-ион (SO_4^{2-}) образует с кальцием труднорастворимое соединение (хемосорбция).

С агрономической точки зрения, большое значение имеют процессы поглощения фосфат-ионов (PO_4^{3-}), поскольку в результате этих процессов снижается доступность фосфора для растений, в том числе и фосфора удобрений

Кислотность почвы

Обусловлена наличием в ней органических и минеральных кислот и коллоидов, обладающих кислотными свойствами.

Различают

актуальную (активную) и

потенциальную (скрытую) виды кислотности.

Актуальная кислотность

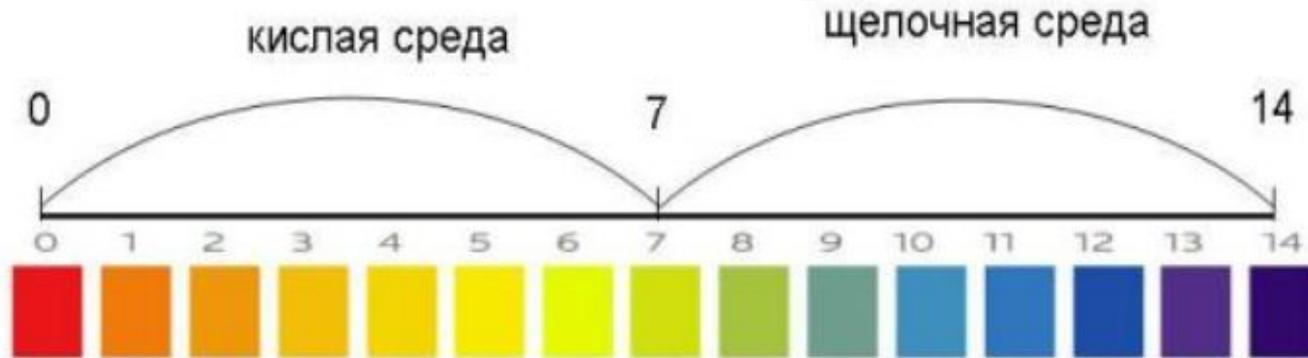
Обусловлена наличием ионов H^+ и активностью водорода (протонов) в почвенном растворе. Для большинства почв актуальная кислотность обусловлена угольной кислотой и ее солями. Величина актуальной кислотности выражается в мг-экв H^+ на 100 г почвы или в единицах **pH**.

Актуальная кислотность

pH - это отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов: $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

Величина pH водной вытяжки или водной суспензии ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) измеряется при соотношении почва - вода 1 : 2,5.

Шкала pH



Почвы по реакции среды (pH)

Кислые почвы: сильнокислые pH 4 и менее,
среднекислые pH 4-5,
слабокислые pH 5-6.

Нейтральные почвы: pH 6,5-7.

Щелочные почвы: слабощелочные pH 7-8,
среднещелочные pH 8-8,5,
сильнощелочные pH 8,5 и более

Потенциальная кислотность

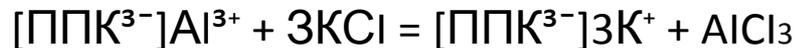
Обусловлена (в основном) наличием ионов водорода и алюминия в поглощённом состоянии в составе ППК.

Подразделяется на **обменную** и **гидролитическую**.

Обменная кислотность

Обусловлена количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном состоянии в составе ППК, которые извлекаются из почвы раствором нейтральной соли. Обычно для определения обменной кислотности почв используют 1н. раствор КСl (рН около 6). Измеряется обменная кислотность величиной рН солевой вытяжки (рН_{КСl}).

При взаимодействии почвы с раствором КСl в результате обмена калия на водород в растворе появляется соляная кислота, а при обмене на алю миний - хлорид алюминия. Хлорид алюминия - это соль слабого основания и сильной кислоты, которая при взаимодействии с водой образует гидроксид алюминия и соляную кислоту:



Образующуюся в растворе соляную кислоту можно оттитровывать щёлочью и выражать кислотность в мг-экв/100 г или измерять рН солевой вытяжки. Показатель рН_{КСl} колеблется в разных почвах от 2,5 до 6,5. В почвах, насыщенных основаниями, обменная кислотность не определяется.

Гидролитическая

КИСЛОТНОСТЬ

(Нг) обусловлена количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном (частично в необменном) состоянии в ППК, которые извлекаются из ППК раствором гидролитически щелочной соли сильного основания и слабой кислоты (обычно используется 1н. раствор ацетата натрия CH_3COONa с рН 8,2). При взаимодействии щелочного раствора ацетата натрия с ППК происходит более полное вытеснение ионов водорода и алюминия натрием, чем при определении обменной кислотности с нейтральной солью, а в растворе образуется уксусная кислота, которая оттитровывается щёлочью. Количество образующейся уксусной кислоты, определяемое титрованием или потенциометрически, характеризует гидролитическую кислотность почв, которая выражается в мг-экв/100 г абсолютно сухой почвы.

Гидролитическая кислотность является суммарной, учитывающей обменную и актуальную. Показатели гидролитической кислотности используются в расчётах дозы извести, необходимой для нейтрализации кислотности серосодержащих почв.

Показатели состояния ППК почв, ненасыщенных основаниями

В состав поглощенных катионов почв, ненасыщенных основаниями, входят преимущественно катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} . Сумма катионов кальция и магния характеризуется показателем **S**, который называется суммой поглощённых оснований и выражается в мг-экв/100 г.

Сумма поглощённых катионов водорода и алюминия характеризуется показателем гидролитической кислотности **H_г**, которая также выражается в мг-экв/100 г.

Общее количество поглощённых катионов ЕКО можно определить как **S + H_г** (аналитически ЕКО можно определить и отдельно специальным методом).

Для характеристики доли участия катионов кальция и магния в составе катионов используется показатель **степени насыщенности** **о_с**, который выражается в % к ЕКО.

$$V\% = \frac{S}{EKO} \cdot 100 = \frac{S}{S + H_r} \cdot 100$$

Пример расчета степени насыщенности основаниями

$$V\% = \frac{S}{EKO} \cdot 100 = \frac{S}{S + H_r} \cdot 100$$

$$S = 5,0$$

$$H_r = 4,8$$

$$V = \frac{5,0}{5,0 + 4,8} \cdot 100 = 51(\%)$$

**Агроэкологическая
оценка и способы
оптимизации
физико-химических
свойств почв,
ненасыщенных
основаниями**

Физико-химические свойства почв часто называют агрохимическими.

Поглощённые катионы являются доступными для растений, при этом они не вымываются вместе с атмосферными осадками и поэтому всегда почва в запасе имеет элементы питания: катионы кальция, магния, калия, аммония, железа, цинка, меди и др.

Чем выше ЕКО, тем лучше почва обеспечена элементами питания. Емкость катионного обмена характеризует устойчивость почв к агрогенным и техногенным нагрузкам, в частности, к химическому загрязнению.

Наиболее низкие ЕКО, менее 10 и даже 5 мг-экв/100 г, имеют супесчаные и песчаные почвы. Повышение ЕКО в таких почвах возможно за счет внесения повышенных норм торфа, компостов, а также приёмов глинования.

Состав поглощённых катионов определяет не только физикохимические и агрохимические свойства почв, но и структурное состояние и зависящие от него водно-физические свойства и воздушный режим. Катионы кальция и магния способствуют формированию водоустойчивых агрегатов, водорода и алюминия – распылению структурных отдельностей и кислотному разрушению минералов.

Кислая реакция почв оказывает негативное влияние на условия питания растений. При кислой реакции в почве недостаточно катионов кальция, магния, молибдена и др. элементов, в то же время проявляется токсичное влияние катионов водорода и, особенно, алюминия и марганца. При этом нарушается питание растений фосфором и азотом, кислая среда подавляет деятельность полезной микрофлоры, угнетающе действует на процессы аммонификации и нитрификации.

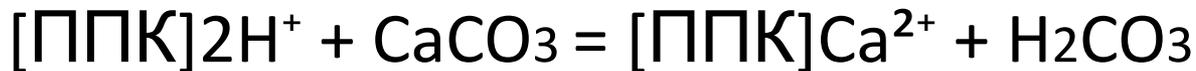
Значение рН_s для развития растений и микроорганизмов
(Прянишников, 1940; Ковда, 1973)

Растения	Оптимум рН _s	Пределы рН _s	Растения, микроорганизмы	Оптимум рН _s	Пределы рН _s
Пшеница	6—7	5—8	Чайный куст	4,5—6,0	—
Ячмень	—	6—7,2	Лен	5—8	4—7
Рожь	5—6	4—7	Табак	4,5—6,5	—
Овес	5—6	4—8	Люпин	4—5	4—6
Картофель	5	4—8	Горох	6—7	5—8
Люцерна	7—8	6—8	Грибы	3,5—6,0	—
Клевер	6,0—6,5	5—8	Азотобактер	6—8	—
Хлопчатник	6,0—7,3	6—8	Нитрификаторы	6,8—8,0	—
			Денитрификаторы	7,0—8,0	—

Для большинства культурных растений оптимальной является нейтральная и близкая к нейтральной реакция почвенного раствора (рН 6-7). Только для незначительного числа культурных растений оптимальной является кислая среда (рН 4,5-6). К ним относится чайный куст, картофель, люпин и некоторые другие.

Известкование почв

Для оптимизации реакции среды кислых почв проводят химическую мелиорацию - **известкование**. При внесении извести кальций замещает водород в ППК и нейтрализует свободные органические и минеральные кислоты почвенного раствора.



Существует несколько способов расчета норм извести: по гидролитической кислотности, по обменной кислотности, по сдвигу pH при внесении CaCO_3 , по буферной способности почвы.

Определение дозы извести

При определении дозы извести по обменной кислотности учитывается гранулометрический состав и содержание гумуса. Почвы тяжёлого гранулометрического состава и более гумусированные требуют более высокую дозу извести, поскольку обладают повышенной буферностью к сдвигу рН.

Уменьшению кислотности способствует систематическое применение навоза и компостов. Повышают почвенную кислотность физиологически кислые минеральные удобрения.

Потребность в известковании

Потребность почвы в известковании в зависимости от ее свойств
(по М. Ф. Корнилову)

Почвы по гранулометрическому составу	Потребность в известковании							
	сильная		средняя		слабая		отсутствует	
	pH	степень насыщенности почв основаниями, %	pH	степень насыщенности почв основаниями, %	pH	степень насыщенности почв основаниями, %	pH	степень насыщенности почв основаниями, %
Тяжело- и среднесуглинистые	< 4,5	50	4,5...5,0	50...60	5,0...5,5	65...75	> 5,5	> 75
Легкосуглинистые	< 4,5	40	4,5...5,0	40...60	5,0...5,5	60...70	> 5,5	> 70
Супесчаные и песчаные	< 4,5	35	4,5...5,0	35...40	5,0...5,5	50...60	> 5,5	> 60
Торфяные и торфяно-болотные	< 3,5	35	3,5...4,2	35...55	4,2...4,8	55...60	> 4,8	> 65

Дозы извести на различных по кислотности и механическому составу почвы

Почва	Дозы CaCO ₃ (т/га) при pH в солевой вытяжке					
	до 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4— 5,5
Песчаная	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
Супесчаная	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
Легкосуглинистая	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистая	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистая	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5

Дозы CaCO₃ для торфяно-болотных почв, т/га

pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	Масса почвы в слое 0-20 см	
			< 500 т/га	> 500 т/га
< 3,9	> 100	< 25	10-12	12-16
3,9-4,3	60-100	25-50	4-6	6-8
4,3-4,7	40-60	50-65	3-4	4-5
4,7-5,2	30-40	65-75	2-3	3-4
> 5,2	< 30	> 75	не вносят	

Щёлочность почв, её виды, способы снижения

Различают актуальную и потенциальную щёлочность почв.

Актуальная (активная) щелочность обусловлена наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), при диссоциации которых образуется гидроксильный ион. Различают общую щелочность от нормальных карбонатов и от гидрокарбонатов, по граничным значениям pH.

Потенциальная щелочность обусловлена наличием в ППК обменного натрия, который может вытесняться водородом уголекислоты, а образующаяся в почвенном растворе сода подщелачивает его.

Щелочность почв принято **оценивать** только по значениям актуальной щелочности, которую выражают в единицах pH.

Щёлочность почв, её виды, способы снижения

Щелочность **снижает плодородие почв** в большей степени, чем кислотность. Почвы со щелочной реакцией среды (солонцы и солонцеватые почвы) характеризуются неудовлетворительными водно-физическими свойствами из-за пептизации коллоидов. Они бесструктурны, после дождей на поверхности образуется плотная корка.

Урожай растений на почвах со щелочной реакцией среды резко снижается. Для снижения щёлочности применяют химические мелиорации - **гипсование** или **кислование** (внесение гипса, отходов серно- и азотнокислотного производства, сульфата железа, пиритных огарков, серы и других мелиорантов).

Гипсование почв



Сущностью гипсования и других химических мелиораций является замена обменного натрия на кальций или водород мелиорантов. Соли натрия из почвенного раствора удаляются путём промывки.

Буферность почв

Буферностью называется способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора под воздействием кислотных и щелочных агентов. Она определяется: по отношению к кислотам - титрованием растворами кислот; по отношению к щелочам - растворами едких щелочей; по отношению к соде - растворами соды.

Буферность почвы **зависит** от количества и состава высокодисперсных частиц (ила и коллоидов). Она увеличивается с утяжелением гранулометрического состава, с увеличением содержания гумуса, высокоемкостных минералов, емкости поглощения.

Буферность почв

Почвы, ненасыщенные основаниями, имеющие в составе ППК обменные катионы водорода и алюминия (подзолистые, красноземы), обладают повышенной буферностью к подщелачиванию и пониженной к подкислению. **Почвы, насыщенные основаниями** (черноземы, каштановые, солонцы), обладают повышенной буферностью к подкислению и пониженной к подщелачиванию.

Буферность почв определяется также наличием в почвах **простых солей** (карбонаты, гипс, сульфаты и др.), которые могут взаимодействовать с растворами и ослаблять сдвиг реакции.

Буферность почв имеет **большое агроэкологическое значение**, она определяет устойчивость почв к агрогенным и техногенным воздействиям.

**Спасибо за
внимание!**