

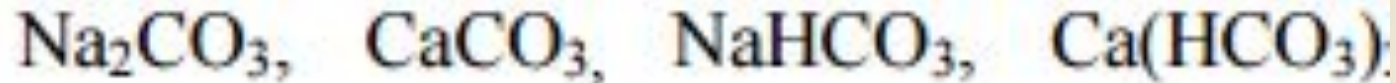
Лекция 13.

Физико-химические и химические свойства почвы (часть II)

1. Щелочность почвы.

Щелочная реакция почвенных растворов и водных вытяжек может быть обусловлена различными **по составу соединениями**:

- карбонатами и гидрокарбонатами щелочных и щелочно-земельных элементов (карбонатов натрия и калия, гидрокарбонатов натрия и калия, карбонатов кальция и магния, гидрокарбоната кальция и др.)

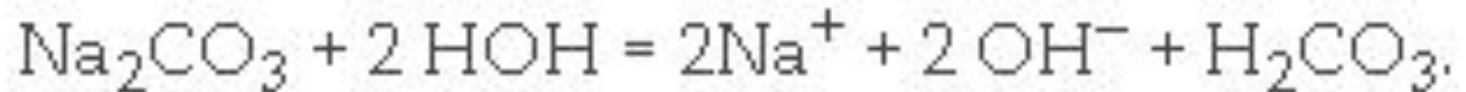


- гуматами и фульватами щелочей.

1. Щелочность почвы

Определяющим моментом в создании щелочной реакции является присутствие в почве **гидролитически щелочных солей слабых кислот и оснований**.

Щелочные соли в водных растворах гидролитически расщепляются на слабую кислоту и сильное основание, которое придает раствору щелочную реакцию, при этом происходит более полное вытеснение поглощенного водорода.

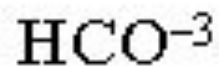
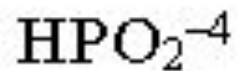
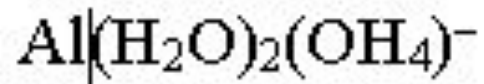
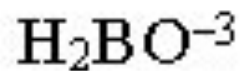
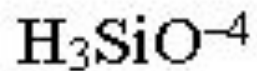
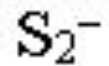


1. Щелочность почвы

По величине рН различают слабощелочные, щелочные и сильнощелочные почвы.



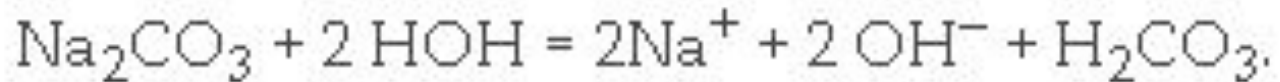
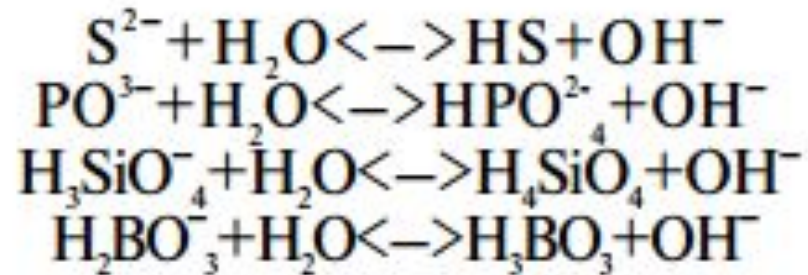
1. Щелочность почвы



Щелочность почв может быть обусловлена следующими анионами:

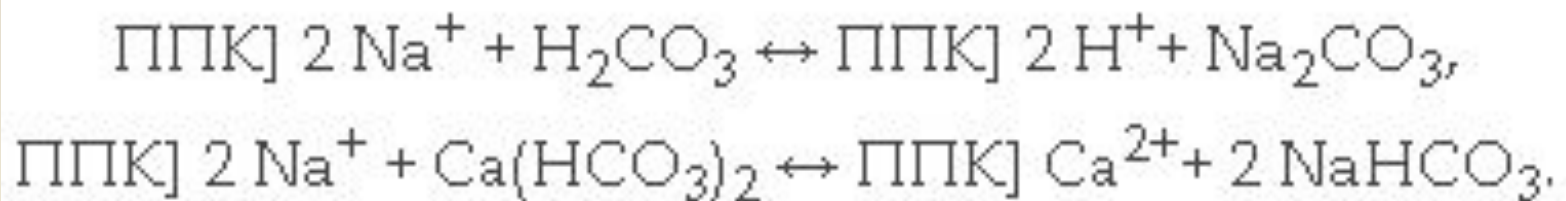
1. Щелочность почвы

Актуальная щелочность обусловлена наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей, при диссоциации которых образуется в значительных количествах гидроксильный ион.



1. Щелочность почвы

Потенциальная щелочность проявляется у почв, содержащих поглощенный натрий. При взаимодействии почвы с углекислотой поглощенный натрий в почвенном поглощающем комплексе замещается водородом и появляется сода, которая подщелачивает раствор:



По натрию в ППК различают почвы по степени солонцеватости:

- менее 3 % - не солонцеватые почвы;
- 3 – 10 % - слабосолонцеватые;
- 10 – 15 % - среднесолонцеватые;
- 15 – 20 % - сильносолонцеватые;
- более 20 % - солонцы

1. Щелочность почвы

Щелочность почв неблагоприятно сказывается на их химических и физических свойствах. Под действием щелочной среды почвы расплываются, теряют структурность, а затем при высыхании сливаются в плотные, очень прочные глыбы, которые часто не поддаются действию плуга.

Щелочность почв губельна (токсична) для большинства растений, она способствует солонцеватости или содовому засолению. Щелочность почв характерна для лесостепной и степной зон при большой испаряемости и слабой дренированности.

Щелочность почв принято оценивать только по значению актуальной щелочности.

2. Буферная способность почвы

Буферность почвы - способность поддерживать активность ионов в почвенном растворе на сравнительно постоянном уровне.

Буферность почвы зависит от:

- 1) состава поглощенных катионов;
- 2) емкости поглощения;
- 3) содержания гумуса;
- 4) гранулометрического состава.

Наиболее высокой буферностью как против подкисления, так и против подщелачивания обладают **тяжелые, хорошо гумусированные почвы, содержащие в большом количестве основания – катионы Ca^{2+} , Mg^{2+}** . Это черноземы, а также каштановые почвы

2. Буферная способность почвы

Типы буферных систем

1. Буферные системы почвенного раствора

Буферные системы жидкой фазы почвы (почвенного раствора) содержат слабые кислоты, основания и их соли. Из них наибольшее значение имеют карбонатные, фосфатные и белковые системы.

1.1. Карбонатные буферные системы:

H_2CO_3 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; NaHCO_3 и Na_2CO_3 ; H_2CO_3

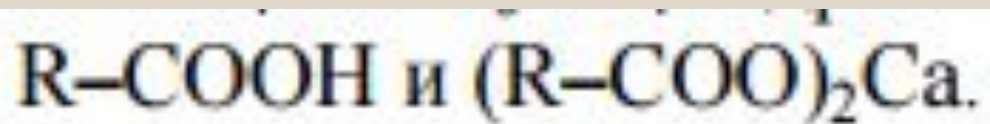
NaHCO_3 и др.

1.2. Фосфатные буферные системы:

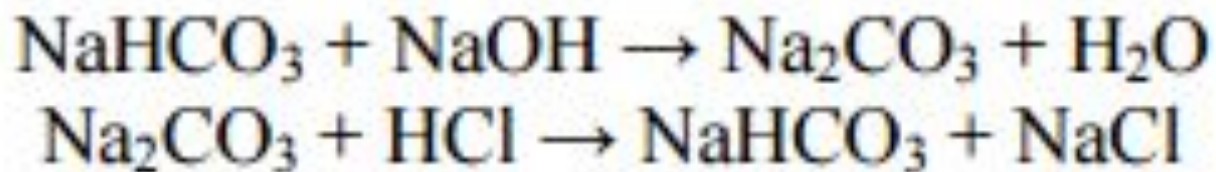
NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 ; NaHPO_4 и Na_3PO_4 и др.

2. Буферная способность почвы

1.3. Буферные системы, включающие органические кислоты:



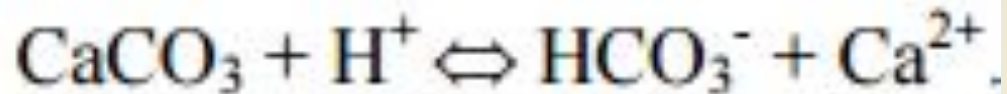
Представим механизм буферного действия на примере карбонатной буферной системы: **NaHCO₃** и **Na₂CO₃**. При добавлении к такому раствору кислоты или щелочи происходят реакции их нейтрализации с образованием компонентов буферного раствора и нейтральных соединений:



2. Буферная способность почвы

2. Буферные системы твердой фазы почвы

На характер почвенной буферности большое влияние оказывает состав поглощенных катионов. Чем больше содержится в почве в поглощенном состоянии катионов **Ca²⁺** , **Mg²⁺** , **Na⁺** , тем выше буферное действие таких почв против подкисления. Механизм буферного действия сводится к связыванию добавленных катионов **H⁺** за счет процессов ионного обмена:



Почвенные минералы – карбонаты кальция, магния связывают ионы H⁺ с образованием слабого электролита:



2. Буферная способность почвы

2. Виды буферности.

2.1. Кислотно-основная буферность почвы.

Кислотно-основная буферность почвы — способность жидкой и твердой фаз почвы противостоять изменению реакции среды (рН) при взаимодействии почвы с кислотой или щелочью или при разбавлении почвенной суспензии.

Различают буферную способность почв против подкисления и против подщелачивания.

2. Буферная способность почвы

2.2. Буферность почвы может проявляться по отношению к элементам питания растений, тогда она проявляется в способности почвы поддерживать активность ионов в почвенном растворе на сравнительно постоянном уровне. Чем меньше меняется активность иона при изменении внешних условий, тем выше буферность почвы, тем более стабильны условия питания растений.

Различают потенциальную буферную способность (ПБС) по отношению к ионам

- калия,
- фосфора
- и др. ионов

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

В почве широко распространены окислительно-восстановительные процессы, имеющие большое значение в почвообразовании и плодородии почв.

Процессами окисления называют:

- присоединение кислорода;
- отдачу водорода
- электронов без участия водорода и кислорода:

Обратные процессы объединены в понятие «восстановление».

В общем виде реакции окисления рассматривают как отдачу электронов, а восстановления — как присоединение электронов.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

Основным окислителем является **кислород** почвенного воздуха и растворенный в почвенном растворе. К реакциям окисления относятся процессы гумификации растительных остатков. Окислительно-восстановительные превращения претерпевают макро- и микроэлементы: азот, сера, железо, марганец и другие. При этом образуются так называемые окислительно-восстановительные пары, в которых один и тот же элемент находится в различных степенях окисления:



Наряду с чисто химическими процессами в почвах широко распространены биохимические процессы окисления и восстановления, протекающие с участием микроорганизмов. Эти процессы могут иметь как обратимый характер (например, окислительно-восстановительные превращения соединений железа), так и необратимый (окисление органических веществ).

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

На направленность и интенсивность протекания окислительно-восстановительных процессов в почвах влияют **аэрация, влажность, температура и др.**

Наиболее важный фактор – **аэрация, т.е.** насыщенность почвы воздухом, поскольку основным окислителем в почве является кислород, содержащийся в почвенном воздухе и почвенном растворе. При хорошей аэрации и высоком содержании кислорода преобладают процессы окисления. Снижение аэрации усиливает в почве восстановительные процессы. Изменение влажности почв влияет и на условия аэрации.

При повышении **влажности** происходит уплотнение почвы, образование на ее поверхности корки. Это приводит к ухудшению аэрации и ослаблению окислительных процессов. Если при этом в переувлажненной почве содержится много неразложившихся органических веществ, то интенсивно начинают протекать восстановительные процессы с участием микроорганизмов. Так, например, на болотных почвах образуется метан (болотный газ) и этилен. При выпадении атмосферных осадков, насыщенных кислородом, увеличение влажности почвы не ослабляет окислительные процессы.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

Особая роль **органического вещества** в жизнедеятельности микроорганизмов определяет и его большое значение в проявлении ОВ-процессов в почве. Наиболее быстро изменение ОВ-состояние почвы при избыточном ее увлажнении происходит в гумусовых горизонтах. Свежее органическое вещество, богатое белками и растворимыми углеводами, являясь благоприятным материалом для жизнедеятельности микроорганизмов, способствует интенсивному развитию восстановительных процессов в избыточно увлажненной почве.

Органическое вещество почвы содержит соединения, обладающие восстановительной способностью. Поэтому возможно и прямое влияние органического вещества на изменение ОВ-состояния почвы.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

С температурой связаны интенсивность жизнедеятельности почвенных организмов, а следовательно, и расход (поглощение) кислорода почвенного воздуха, его мобилизация анаэробами из окисленных форм минеральных соединений почвы, активность различных химических реакций, влияющих на ОВ-процессы. В этом проявляется роль температуры. Поэтому, если избыточное увлажнение почвы наблюдается при температурах $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$, то можно ожидать быстрого возникновения восстановительных процессов и ухудшения условий роста растений. Переувлажнение в течение 5-7 дней при низких температурах почвы ($1-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) не вызывает резкого изменения ее ОВ-состояния.

На развитие ОВ-процессов большое влияние оказывают также **содержание и формы соединений элементов переменной валентности**. В частности, повышенное содержание подвижных форм железа и марганца способствует более быстрому снижению потенциалов при переувлажнении почв.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

Для количественной оценки окислительно-восстановительного состояния почвы используют показатель:

- **окислительно-восстановительный потенциал (Eh),** которую определяют с помощью потенциометров,

ОВП, мВ	Характер процессов
<200	Интенсивно восстановительные
200-300	Умеренно восстановительные
300-400	Слабовосстановительные
400-500	Слабоокислительные
500-600	Умеренно окислительные
>600	Интенсивно окислительные

Рис. 1. Зависимость характера окислительно-восстановительных процессов от величины окислительно-восстановительного потенциала почвы

Источник: Физико-химические процессы в почвах: краткий курс лекций для студентов II курса направления подготовки 35.03.04 «Агрономия» / Сост.: Н.Н.Гусакова. – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 51 с

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

А.И. Перельман выделяет следующие три ряда почв по особенностям протекающих в них ОВ- процессов.

- почва с преобладанием окислительной среды. К ним автор относит автоморфные почвы (черноземы, каштановые, красноземы, буроземы, большинство почв пустынь и др.).
- почвы с восстановительной глеевой обстановкой – объединяет заболоченные почвы с развитием устойчивых восстановительных глеевых процессов в постоянно переувлажненных горизонтах их профиля.
- почвы с восстановительной сероводородной обстановкой – объединяет солончаки и солончаковые болотные почвы степей и пустынь, переувлажненные сильно минерализованными сульфатными водами.

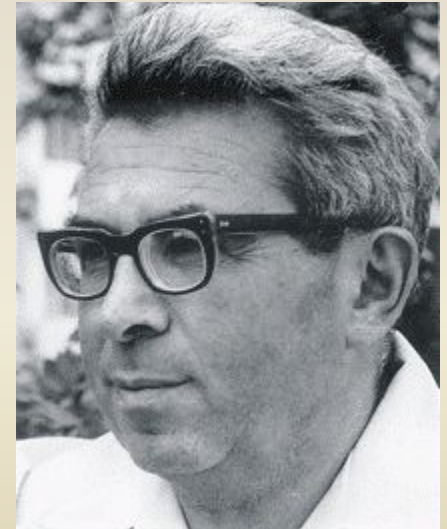


Рис.2. Александр Ильич Перельман (1916 – 1998)

Советский учёный, почвовед и геохимик, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАЕН. Автор около 250 научных трудов, часть которых была переведена на иностранные языки; классического учебника «Геохимия ландшафта», ряда научно-популярных книг по географии, а также научных биографий некоторых выдающихся русских ученых.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

И.С. Кауричев и Д.С. Орлов дали в соответствии с окислительно-восстановительным режимом и его динамикой предложили следующую группировку почв:

1. Почвы с абсолютным господством окислительной обстановки — автоморфные почвы степей, полупустынь и пустынь.

2. Почвы с господством окислительных условий при возможном проявлении восстановительных процессов в отдельные влажные годы или сезоны — автоморфные почвы таежно-лесной зоны, влажных субтропиков и широколиственных лесов.

3. Почвы с контрастным окислительно-восстановительным режимом (полугидроморфные почвы различных зон):

- а) с развитием сезонных восстановительных процессов в верхних горизонтах;
- б) с развитием оглеения в нижних горизонтах;
- в) с контрастной сменой окислительной и восстановительной обстановок по всему профилю.

4. Почвы с господством восстановительных условий по всему профилю:

- а) с господством глеевой обстановки;
- б) с господством сероводородной обстановки.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

Влияние окислительно-восстановительных процессов на химическое состояние почв.

Состояние химических элементов и соединений в почвах тесно связано с уровнем окислительного потенциала. Эта связь двусторонняя: величина потенциала влияет на трансформацию компонентов почвы, но и химический состав почвы может способствовать или препятствовать изменению окислительного потенциала как в сторону его повышения, так и в сторону понижения. В малогумусных почвах величина потенциала в значительной мере обусловлена абиотическим фактором. В богатых гумусом почвах, где условия для жизнедеятельности микрофлоры благоприятны, часто наблюдается интенсивное развитие глубоких восстановительных процессов за счет жизнедеятельности микроорганизмов. В этом случае очень сильное влияние на уровень окислительного потенциала оказывают температура и влажность почвы.

Окислительно-восстановительные процессы вызывают не только изменение соединений, содержащих элементы с переменной валентностью, но оказывают прямое или косвенное влияние на трансформацию таких элементов и соединений, как алюминий, фосфаты, соединения азота и серы и др.