

Лекция 9.

Почвенный раствор и почвенный воздух.



Почвенный раствор

Почвенный раствор – это жидкая фаза почвы.

Почвенный раствор – включает в себя:
растворенные соли,
органно-минеральные соединения,
органические соединения,
растворенные газы,
коллоидные золи.

В. И. Вернадский считал, что почвенный раствор одна из важнейших категорий природных вод.

Источники почвенного раствора:

- Осадки,
- грунтовые воды.

Атмосферная и грунтовая вода, попадая, в почву изменяет свой состав при взаимодействии с твердой и газообразной фазами почвы. Почвенный раствор включает в себя рыхлосвязанную и капиллярную воду.

Физически прочносвязанная вода (МГ) представляет так называемый нерастворяющийся объем воды, и почвенным раствором не является.

Условно не является почвенным раствором и гравитационная вода, которая быстро просачивается через почвенную толщу. А условно потому, что уже осадки имеют растворенные вещества и представляют собой не чистую воду, а раствор.

Состав почвенного раствора.

Состав почвенного раствора зависит:

- от количества и качества атмосферных осадков,
- от состава твердой фазы почвы,
- от количества и качества органического вещества,
- от жизнедеятельности мезофауны и микроорганизмов,
- находится под влиянием корней высших растений.

Минеральные, органические и органно-минеральные вещества имеют форму:

- истинных растворенных соединений,
- коллоидно – растворенных соединений.

Коллоидно-растворимые вещества представлены: золями кремнекислоты, полуторооксидов железа и алюминия, органическими и органно – минеральными соединениями.

По данным К. К. Гедройца коллоиды составляют $1/10 - 1/4$ от общего количества веществ, находящихся в почвенном растворе.

К важнейшим ионам в почвенном растворе относятся:

- катионы – Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} , NH_4^{+} , H^{+} , Al^{+3} , Fe^{+3} , Fe^{+2} ,
- анионы – HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^-
- микроэлементы – Cu , Ni , Cl ,

Наличие в почвенном растворе свободных кислот и оснований, а также солей определяет одно из основных для жизнедеятельности растений свойств – реакцию (актуальную) почвенного раствора. Обозначается индексом pH и изменяется в пределах от 2,5 до 9,0, иногда и выше.

Концентрация почвенных растворов невелика и составляет **10 – 100 мг\л (литр)** и только в засоленных почвах она может достигать *несколько граммов* на литр раствора. Наиболее низкая концентрация в почвах таежной зоны (подзолистые, болотные), в почвах влажных субтропиков (красноземы, желтоземы).

В почвах степей и полупустынь (черноземы, каштановые, сероземы), концентрация в почвенном растворе довольно высокая, как правило, выше 1 – 3 г\л.

почвенный раствор зависит от:

температуры воздуха,

влажности почвы,

интенсивности химических процессов,

интенсивности биологических процессов.

Все эти факторы приводят к изменениям концентрации почвенного раствора в течение вегетационного периода и в течение суток. Для большинства почв отмечено увеличения концентрации раствора от весны к лету, что связано главным образом с уменьшением влажности за счет возрастания транспирации и испарения.

Резкое возрастание концентрации почвенного раствора в весенне-летний период наблюдается в засоленных почвах, что связано с резким уменьшением влажности почвы. Если осмотическое давление 350 – 400 г\л. Эту фазу называют фазой **соленакпления**.

Со второй половины лета, особенно с осени начинает возрастать количество осадков, что приводит к разбавлению солей в почвенном растворе и их концентрация уменьшается – эта фаза **выщелачивания и опреснения**.

Роль почвенных растворов.

Почвенный раствор - источник питания растений.

К. К. Гедройц в 1906 году писал:
«Дальнейшие успехи агрономии зависят от развития исследований почвенных растворов ввиду той важной роли, которую они играют и в почвообразовании, и в жизни растений»

Изменение концентрации почвенного раствора ведет к изменению режима питания растений, что выражается на их продуктивности.

Орошение позволяет разбавлять концентрацию раствора в почвах, осушение почв таежной зоны наоборот приводит к увеличению концентрации раствора.

Для питания растений большую роль играет осмотическое давление почвенного раствора.

Если осмотическое давление раствора равно или выше давления клеточного сока растений, то поступление воды в растение прекращается.

Осмотическое давление зависит от концентрации почвенного раствора.

В незасоленных почвах осмотическое давление низкое, составляет не более 10 МПа.

При уменьшении влажности от НВ до ВЗ концентрация раствора увеличивается в 5 – 6 раз, соответственно возрастает и давление, и растения испытывают голод.

Наиболее высоким осмотическим давлением характеризуются засоленные почвы.

В средnezасоленных почвах давление раствора составляет 30 – 40 МПа, а при увеличении концентрации до 20 - 50-г/л,

в сильнозасоленных – 56 - 60 МПа.

Осмотическое давление может возрастать до 150 – 260 МПа, при таком давлении почвенный раствор для растений не доступен.

На предельные значения осмотического давления, при которых влага перестает поступать в растения, существенное влияние оказывает состав растворов.

На песчаных почвах при сульфатном засолении предельное осмотическое давление, при котором растения начинают ощущать острый дефицит влаги, составляет 150 МПа,

а при хлоридном засолении - 260 МПа.

ПОЧВЕННЫЙ ВОЗДУХ

Почвенный воздух (газовая фаза почвы) – называется смесь газов и летучих органических соединений, заполняющих поры почвы, свободные от воды.

Источники почвенного воздуха – атмосферный воздух и газы, образующиеся в самой почве. С атмосферным воздухом в почву поступает кислород, который необходим для дыхания корней растений и для жизнедеятельности большинства микроорганизмов (аэробы). В процессе дыхания растительности кислород потребляется, а углекислый газ (CO_2) выделяется.

Большинство растений не могут существовать без непрерывного притока кислорода к корням и вывода углекислого газа. Если изолировать почву от атмосферы, то кислород в ней исчезнет через несколько суток. Поэтому обмен между почвой и атмосферой должен быть обеспечен постоянно.

**При недостатке кислорода и излишка
углекислоты:**

замедляется рост корней,

снижается поглощение воды и питательных веществ

Отсутствие кислорода приводит к отмиранию
корней.

Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют газообменом или аэрацией.

Аэрация почвы – важнейший фактор, определяющий продуктивность почв.

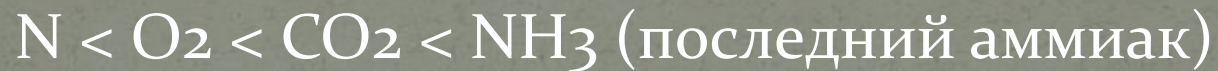
Несмотря на исключительно важную роль газовой фазы почвы, она до настоящего изучена недостаточно. Интерес к ней резко возрос в настоящее время, так как научившись обеспечивать почву водой (полив) и питательными веществами (внесение удобрений), слабая аэрация становится главным препятствием повышения плодородия почвы.

- Почвенный воздух находится в почве в трех состояниях:
-
- 1) Свободный почвенный воздух
- 2) Адсорбированный почвенный воздух
- 3) Растворенный почвенный воздух

1) **Свободный почвенный воздух** – размещается во всех почвенных порах, способен свободно перемещаться в почве и обмениваться с атмосферным воздухом. Наибольшее значение имеет воздух в почве так называемых некапиллярных пор, которые практически всегда свободны от воды. Такой воздух называется заземленным, Его значение в аэрации невелико. Величина колеблется от 6% до 12% от общего объема почвенного воздуха. Определяется как разность от общего объема пор и полной влагоемкости (ПВ).

Адсорбированный почвенный воздух

– газы в виде молекул, сорбированы поверхностью твердой фазы. Адсорбция воздуха сильнее проявляется в почвах с тяжелым механическим составом, а также в почвах, богатых органикой. Активность адсорбирования идет в следующей последовательности:



В сухих почвах адсорбция газов выше, чем во влажных, так как твердые частицы, сильнее адсорбируют воду, газы.

Растворенный почвенный воздух – это газы, растворенные в почвенном растворе, **Растворенность газов увеличивается с увеличением их концентрации в почвенном воздухе и с понижением температуры почвы.** Хорошо растворяется в почве аммиак (NH_3), сероводород, углекислый газ. Кислород растворяется слабее. (см.таблицу)

Таблица

Растворимость газов в воде (г\л.) при различной температуре.

Температура t_0 O_2 CO_2 H_2S NH_3

| | | | | |
|----|-------|-------|-------|-----|
| 10 | 0,038 | 1,134 | 3,329 | 910 |
| 15 | 0,034 | 1,019 | 2,945 | 802 |
| 20 | 0,031 | 0,878 | 2,582 | 711 |

Растворенные газы проявляют высокую активность, с насыщением почвенного раствора CO_2 повышается растворимость карбонатов, сульфатов (гипса) и других минеральных соединений. Растворенный кислород поддерживает окислительные свойства почвы.

Состав свободного почвенного воздуха.

В почве состав воздуха изменяется в основном за счет уменьшения кислорода и увеличения углекислого газа в отличие от состава воздуха атмосферы.

Напомним, что состав атмосферного воздуха довольно постоянен и представлен следующими основными газами:

Азот (N_2) – 78,08 %, кислород (O_2) – 20,95 %,
Аргон (Ar) – 0,93 %, углекислый газ (CO_2) – 0,03 %.

Таблица

Содержание CO_2 (числитель) O_2 (знаменатель) в почвенном воздухе разных почв (Гречин, Стратанович, 1968)

| Глубина См | Дерново-подзо- листая, лес | Дерново-подзо- листая, пшеница | Дерново-подзо- листая глеевая | Черноземно луговая, пойма |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 10 | 0,4 \ 20,5 | 0,5 \ 20,4 | 2,5 \ 17,7 | 2,2 \ 19,8 |
| 25 | 0,5 \ 20,6 | 0,7 \ 20,3 | 2,7 \ 17,1 | 2,5 \ 18,5 |
| 50 | 0,6 \ 20,2 | 1,1 \ 19,9 | 2,2 \ 17,5 | 3,2 \ 17,8 |
| 100 | 2,5 \ 18,3 | 1,2 \ 19,9 | 1,4 \ 19,2 | 6,6 \ 13,8 |
| 150 | 3,1 \ 17,5 | 1,3 \ 18,7 | 1,4 \ 18,8 | 6,8 \ 13,4 |
| 200 | 3,5 \ 17,5 | 1,4 \ 19,5 | 1,4 \ 19,0 | 5,2 \ 15,5 |

В пахотных хорошо аэрированных почвах с благоприятными физическими свойствами CO_2 не превышает 1 – 2 %, а кислород не понижается ниже 18%.

Во влажных почвах пахотных горизонтов тяжелого механического состава CO_2 возрастает до 4 -6%, а O_2 уменьшается до 15%. Азот почвенного воздуха мало отличается от атмосферного.

В болотных почвах именно отсутствие обмена O_2 на CO_2 затрудняет рост растений (кислородное голодание).

-Кислород поступает в почву диффузно. Диффузия – перемещение газов в соответствии их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе O_2 меньше, CO_2 больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления O_2 в почву, а CO_2 из почвы в атмосферу.

Основными потребителями кислорода являются:

корни растений,
аэробные микроорганизмы
почвенная фауна.

Небольшая часть кислорода используется на чисто химические процессы.

В условиях хорошей аэрации при поглощении кислорода выделяется эквивалентное или чуть – чуть меньше количество CO_2 .

Количество кислорода, потребляемое растениями, зависит:

от биологической активности растений,
от фазы развития растений,
от условий среды (температура, питательные вещества и т. Д.)

При увеличении температуры от 5 до 30°C интенсивность поглощения O_2 увеличивается в 10 раз. Летом почвы поглощают O_2 и выделяют CO_2 больше, чем ранней весной и осенью.

Оптимальные условия для продуктивности растений при содержании O_2 – 20%.

При содержании кислорода в почве менее 14,5% растения прекращают рост и погибают. Это все прямое воздействие кислорода.

Имеется и косвенное влияние O_2 на продуктивность растений.

При недостатке кислорода в почве развиваются анаэробные процессы с образованием токсических для растений соединений (глееобразование). В результате чего снижается доступность питательных веществ. При наличии кислорода формируются аэробные процессы веществ для растений, ухудшаются физические свойства почвы

- Углекислый газ (CO_2) – Высокая концентрация CO_2 в почве (более 2-3%) угнетает развитие растений.

Выделение CO_2 из почвы в приземный слой атмосферы принято называть дыханием почвы.

Поступающий из почвы CO_2 потребляется растениями в процессе фотосинтеза.

Интенсивность дыхания почвы (выделение CO_2) зависит :
от свойства почвы,
гидротехнических условий,
характера растительности,
главным образом от агротехнических мероприятий.

Окультуривание почвы усиливает выделение CO_2 .

Таким образом, интенсивность дыхания почвы - важная характеристика газообмена и активности биологических процессов. По литературным данным,

торфяно - глеевые почвы тундры выделяют CO_2 - 0,3 т\га. в год,

подзолистые почвы хвойных лесов - 3,5 - 30,0 т\га,

серые лесные - 20 - 60 т\га, а черноземы - 40 - 70 т\га.