

# ВОДА В ПОЧВЕ

- ▶ Роль воды в почве определяется ее особым двойственным положением в природе: с одной стороны, вода – это особая физико-химическая весьма активная система, обеспечивающая многие физические и химические процессы в природе, с другой – это мощная транспортная геохимическая система, обеспечивающая перемещение веществ в пространстве
- ▶ Воде принадлежит главенствующая роль в почвообразовании: процессы выветривания и новообразования минералов, гумусообразование и химические реакции совершаются только в водной среде; формирование генетических горизонтов почвенного профиля, динамика протекающих в почве процессов также связаны с водой.

- ▶ Вода в почве выступает и как терморегулирующий фактор, определяя в значительной степени тепловой баланс почвы и ее температурный режим.
- ▶ Исключительно велика ее роль в плодородии почвы, в обеспечении условий жизни растений, поскольку почва является главным, а во многих случаях и единственным источником воды для произрастающих на ней растений.

# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Твердая вода** – лед. Твердая вода в почве – это лед, являющийся потенциальным источником жидкой и парообразной воды, в которую он переходит в результате таяния и испарения.
- ▶ **Химически связанная вода** (включает конституционную и кристаллизационную). Первая из них представлена гидроксильной группой OH химических соединений (гидроксиды железа, алюминия, марганца; органические и органоминеральные соединения; глинистые минералы); вторая – целыми водными молекулами кристаллогидратов, преимущественно солей (полугидрат –  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ , гипс -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , мирабилит -  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Конституционную и кристаллизационную воду иногда объединяют общим понятием гидратной или кристаллогидратной воды. Эта вода входит в состав твердой фазы почвы и не является самостоятельным физическим телом, не передвигается и не обладает свойствами растворителя

# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Парообразная вода.** Эта вода содержится в почвенном воздухе порового пространства в форме водяного пара. Парообразная вода в почве передвигается в ее поровом пространстве от участков с высокой упругостью водяного пара к участкам с более низкой упругостью (активное движение), а также вместе с током воздуха (пассивное движение).
- ▶ **Физически связанная, или сорбированная, вода.** К этой категории относится вода, сорбированная на поверхности почвенных частиц, обладающих определенной поверхностной энергией за счет сил притяжения, имеющих различную природу. При соприкосновении почвенных частиц с молекулами воды последние притягиваются этими частицами, образуя вокруг них пленку. Удержание молекул воды происходит в данном случае силами сорбции.
- ▶ В зависимости от прочности удержания воды сорбционными силами физически связанную воду подразделяют на *прочносвязанную* и *рыхлосвязанную*.
- ▶ **Прочносвязанная вода.** Прочносвязанная вода – это вода, поглощенная почвой из парообразного состояния. Свойство почвы сорбировать парообразную воду называют гигроскопичностью почв, а поглощенную таким образом воду – гигроскопической (Г). Таким образом, прочносвязанная вода – это вода гигроскопическая.

# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Рыхлосвязанная (пленочная) вода.** Сорбционные силы поверхности почвенных частиц не насыщаются полностью даже в том случае, если влажность почвы достигнет МГ. Почва не может поглощать парообразную воду сверх МГ, но жидкую воду может сорбировать и в большем количестве. Вода, удерживаемая в почве сорбционными силами сверх МГ, — это вода рыхлосвязанная, или пленочная. Рыхлосвязанная вода также представлена пленкой, образовавшейся вокруг почвенной частицы, но пленкой полимолекулярной. Толщина ее может достигать нескольких десятков и даже сотен диаметров молекул воды

# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Свободная вода.** Вода, которая содержится в почве сверхрыхлосвязанной, находится уже вне области действия сил притяжения со стороны почвенных частиц (сорбционных) и является свободной. Отличительным признаком этой категории воды является отсутствие ориентировки молекул воды около почвенных частиц. В почвах свободная вода присутствует в *капиллярной и гравитационной* формах.

# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Капиллярная вода.** Она удерживается в почве в порах малого диаметра — капиллярах, под действием капиллярных или, как их еще называют, менисковых сил.
- ▶ **Капиллярно-подвешенная вода** заполняет капиллярные поры при увлажнении почв сверху (после дождя или полива). При этом под промоченным слоем всегда имеется сухой слой, т. е. гидростатическая связь увлажненного горизонта с постоянным или временным горизонтом подпочвенных вод отсутствует. Вода, находящаяся в промоченном слое, как бы «висит», не стекая, в почвенной толще над сухим слоем. Поэтому она и получила название *подвешенной*.
- ▶ **Капиллярно-подпертая вода** образуется в почвах при подъеме воды снизу от горизонта грунтовых вод по капиллярам на некоторую высоту, т. е. это вода, которая содержится в слое почвы непосредственно над водоносным горизонтом и гидравлически с ним связана, подпираемая водами этого горизонта.



# КАТЕГОРИИ (ФОРМЫ) И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ

- ▶ **Капиллярно-посаженная вода** (*подперто-подвешенная*) образуется в слоистой почвенно-грунтовой толще, в мелкозернистом слое при подстилании его слоем более крупнозернистым, над границей смены этих слоев. В слоистой толще из-за изменения размеров капилляров на поверхности раздела тонко- и грубодисперсных горизонтов возникают дополнительные нижние мениски, что способствует удержанию некоторого количества капиллярной воды, которая как бы «посажена» на эти мениски.
- ▶ **Гравитационная вода.** Основным признаком свободной гравитационной воды является передвижение ее под действием силы тяжести, т. е. она находится вне влияния сорбционных и капиллярных сил почвы. Для нее характерны жидкое состояние, высокая растворяющая способность и возможность переносить в растворенном состоянии соли, коллоидные растворы, тонкие суспензии. Просачивающаяся гравитационная вода передвигается по порам и трещинам почвы сверху вниз. Появление ее связано с накоплением в почве воды, превышающей удерживающую силу менисков в капиллярах.

- ▶ **Вода водоносных горизонтов** – это грунтовые, почвенно-грунтовые и почвенные воды (почвенная верховодка), насыщающие почвенно-грунтовую толщу до состояния, когда все поры и промежутки в почве заполнены водой (за исключением пор с заземленным воздухом).
- ▶ Эти воды могут быть либо застойными, либо, при наличии разности гидравлических напоров, стекающими в направлении уклона водоупорного горизонта. Удерживаются они в почве и грунте вследствие малой водопроницаемости подстилающих грунтов.

# ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ

- ▶ *Водными (водно-физическими, гидрофизическими) свойствами называют совокупность свойств почвы, которые определяют поведение почвенной воды в ее толще.*
- ▶ Наиболее важными водными свойствами являются: водоудерживающая способность почвы, ее влагоемкость, водоподъемная способность, потенциал почвенной влаги, водопроницаемость.

# ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ

- ▶ **Водоудерживающая способность** — способность почвы удерживать содержащуюся в ней воду от стекания под влиянием силы тяжести. Количественной характеристикой водоудерживающей способности почвы является ее влагоемкость.
- ▶ **Влагоемкость почвы** — способность поглощать и удерживать определенное количество воды. В зависимости от сил, удерживающих воду в почве, и условий ее удержания выделяют следующие виды влагоемкости, которые соответствуют определенным формам воды: максимальную адсорбционную, максимальную молекулярную, капиллярную, наименьшую или полевую и полную.
- ▶ **Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ)** — наибольшее количество воды, которое может быть удержано сорбционными силами на поверхности почвенных частиц. Соответствует прочносвязанной (адсорбированной) воде, содержащейся в почве.

# ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ

- ▶ **Максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ)** (по А. Ф. Лебедеву) — характеризует верхний предел содержания в почвах рыхлосвязанной (пленочной) воды, т. е. воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения на поверхности почвенных частиц. ММВ определяется в основном гранулометрическим составом почв. В глинистых почвах она может достигать 25–30%, в песчаных — не превышает 5–7%. Увеличение запасов воды в почве сверх максимальной молекулярной влагоемкости сопровождается появлением подвижной капиллярной или даже гравитационной воды.
- ▶ **Капиллярная влагоемкость (КВ)** — наибольшее количество капиллярно-подпертой воды, которое может удерживаться в слое почвы, находящемся в пределах капиллярной каймы. Определяется она в основном скважностью почв и грунтов.

# ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ

- ▶ **Наименьшая влагоемкость (НВ)** — наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое может удержать почва после стекания избытка влаги при глубоком залегании грунтовых вод. Термину наименьшая влагоемкость соответствуют термины полевая влагоемкость (ПВ), общая влагоемкость (ОВ) и предельная полевая влагоемкость (ППВ). Последний термин особенно широко используется в агрономической практике и в мелиорации; термин полевая влагоемкость широко распространен в иностранной литературе, особенно американской.
- ▶ Наименьшая влагоемкость почв является очень важной гидрологической характеристикой почвы. С ней связано понятие о дефиците влаги в почве, по НВ рассчитываются поливные нормы.
- ▶ Дефицит влаги в почве представляет собой величину, равную разности между наименьшей влагоемкостью и фактической влажностью почвы.

# ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ

- ▶ **Полная влагоемкость (ПВ)** — наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии заполнения ею всех пор, за исключением пор с заземленным воздухом, которые составляют, как правило, не более 5–8% от общей порозности. Следовательно, ПВ почвы численно соответствует порозности (скважности) почвы.

# ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

- ▶ *Граничные значения влажности, при которых количественные изменения в подвижности воды переходят в качественные отличия, называют почвенно-гидрологическими константами.*
- ▶ Основными почвенно-гидрологическими константами являются максимальная гигроскопичность, влажность завядания, влажность разрыва капилляров, наименьшая влагоемкость, полная влагоемкость.
- ▶ Почвенно-гидрологические константы широко используются в агрономической и мелиоративной практике, характеризуя запасы воды в почве и обеспеченность растений влагой.



# ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

- ▶ **Максимальная гигроскопичность (МГ)** – характеризует предельно возможное количество парообразной воды, которое почва может поглотить из воздуха, почти насыщенного водяным паром. Характеристика этого вида воды была дана выше. Максимальная гигроскопичность почв является важной почвенно-гидрологической характеристикой, величиной, достаточно постоянной
- ▶ Вода, находящаяся в почве в состоянии максимальной гигроскопичности, не доступна растениям. Это «мертвый запас влаги». По максимальной гигроскопичности приближенно рассчитывают коэффициент завядания растений – нижнюю границу физиологически доступной для растений воды.
- ▶ Влажность устойчивого завядания, или влажность завядания (ВЗ) – влажность, при которой растения проявляют признаки устойчивого завядания, т.е. такого завядания, когда его признаки не исчезают даже после помещения растения в благоприятные условия. Численно ВЗ равна примерно 1,5 максимальной гигроскопичности. Эту величину называют также коэффициентом завядания.
- ▶ Содержание воды в почве, соответствующее влажности завядания, является нижним пределом доступной для растений влаги.

# ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

- ▶ Влажность разрыва капилляров (ВРК) — это влажность, при которой подвижность капиллярной воды в процессе снижения влажности резко уменьшается. Вода, однако, остается в мельчайших порах, в углах стыка частиц (мениски стыковой влаги). Эта влага неподвижна, но физиологически доступна корешкам растений.
- ▶ ВРК называют также *критической влажностью*, так как при влажности ниже ВРК рост растений замедляется и их продуктивность снижается.
- ▶ Почвенно-гидрологические константы, как и влагоемкость почв, выражаются в процентах от массы или объема почв

# ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ

- ▶ **Водопроницаемость почв** – способность почв и грунтов впитывать и пропускать через себя воду, поступающую с поверхности.
- ▶ В процессе поступления воды в почву и дальнейшего передвижения ее можно выделить 2 этапа:
- ▶ 1) поглощение воды почвой и прохождение ее от слоя к слою в ненасыщенной водой почве,
- ▶ 2) фильтрацию воды сквозь толщу насыщенную водой почвы
- ▶ При этом первый этап представляет собой впитывание почвы и характеризуется коэффициентом впитывания
- ▶ Второй этап – это собственно фильтрация. Интенсивность прохождения воды в почвенно-грунтовой толще насыщенной водой, характеризуется коэффициентом фильтрации.
- ▶ Водопроницаемость почв измеряется объемом воды, который проходит через единицу площади поперечного сечения в единицу времени. Величина эта очень динамичная и сильно варьирует как по профилю почв, так и пространственно.
- ▶ В ненасыщенных водой почвах для количественной характеристики водопроницаемости почв пользуются коэффициентом водопроводимости, или влагопроводности. Он определяется как коэффициент пропорциональности между скоростью потока воды и градиентом сил, вызывающих передвижение воды (давление, гидравлический напор и т. п.).
- ▶ Коэффициент влагопроводности зависит от влажности почв: увеличивается с увеличением ее влажности и достигает максимума во влагонасыщенной почве. В этом случае его и называют **коэффициентом фильтрации**. Можно сказать, что коэффициент влагопроводности аналогичен коэффициенту фильтрации, но применяется он для ненасыщенных водой почв.

# ВОДОПОДЪЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

- ▶ *Водоподъемная способность почв – свойство почвы вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней воды за счет капиллярных сил.*
- ▶ Высота подъема воды в почвах и скорость ее передвижения определяются в основном гранулометрическим и структурным составом почв, их порозностью. Чем почвы тяжелее и менее структурны, тем больше потенциальная высота подъема воды, а скорость подъема ее меньше.

# ДОСТУПНОСТЬ ПОЧВЕННОЙ ВОДЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

- ▶ По отношению к доступности растениям почвенная вода может быть подразделена на следующие категории (по А. А. Роде).
- ▶ 1. **Недоступная для растений.** Это вся прочносвязанная вода, составляющая в почве так называемый мертвый запас воды.
- ▶ 2. **Весьма труднодоступная для растений.** Эта категория представлена в основном рыхлосвязанной (пленочной) водой.
- ▶ 3. **Труднодоступная вода** лежит в пределах между влажностью завядания и влажностью разрыва капилляров.
- ▶ 4. **Среднедоступная вода** отвечает диапазону влажности от влажности разрыва капилляров до наименьшей влагоемкости. В этом интервале вода обладает значительной подвижностью, и растения поэтому могут бесперебойно снабжаться ею. Продуктивность растений с переходом влажности от **влажности разрыва капилляров (ВРК)** и приближении ее к **наименьшей влагоемкости (НВ)** резко возрастает. Разность между наименьшей влагоемкостью и влажностью завядания – это *диапазон физиологически активной воды в почве*.
- ▶ 5. **Легкодоступная, переходящая в избыточную** вода отвечает диапазону влажности от наименьшей влагоемкости до полной влагоемкости. Заполнение водой большей части пор затрудняет поступление в почву воздуха и может быть причиной затрудненного дыхания и изменения окислительно-восстановительных условий в сторону преимущественного развития восстановительных процессов и создания в почве анаэробной обстановки. Поэтому воду, содержащуюся в почве (за исключением песчаных почв) сверх значения наименьшей влагоемкости, следует считать **избыточной**.

# ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР

- ▶ Почвенный раствор можно определить как жидкую фазу почв, включающую почвенную воду, содержащую растворенные соли органоминеральные и органические соединения, газы и тончайшие коллоидные золи.
- ▶ Наиболее существенным источником почвенных растворов являются *атмосферные осадки*.
- ▶ *Грунтовые воды* также могут участвовать в их формировании.
- ▶ В зависимости от типа водного режима почвы участие грунтовых вод может быть систематическим (выпотной или застойный водный режим) и периодическим (периодически выпотной водный режим).
- ▶ При орошении дополнительным резервом влаги для почвенных растворов становятся *поливные воды*.
- ▶ Почвенный раствор включает все формы капиллярной, рыхло- и относительно прочносвязанной воды почвы.
- ▶ Почвенные растворы служат непосредственным источником питания растений. Поэтому человек своими разнообразными воздействиями на почву в процессе сельскохозяйственного производства по существу всегда стремился и стремится регулировать тем или иным способом состав почвенного раствора, сделать его состав оптимальным для получения наиболее высокой продуктивности агроценозов.

# ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР

- ▶ При полевых исследованиях следует различать пять степеней влажности почв:
- ▶ 1) сухая почва пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку; влажность почвы близка к гигроскопической (влажность в воздушно-сухом состоянии);
- ▶ 2) влажноватая почва холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;
- ▶ 3) влажная почва — на ощупь явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;
- ▶ 4) сырая почва при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами;
- ▶ 5) мокрая почва — при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами; почвенная масса обнаруживает текучесть.

# ПОЧВЕННЫЙ ВОЗДУХ

- ▶ Почва — пористая система, в которой практически всегда в том или ином количестве присутствует воздух, состоящий из смеси газов, заполняющих свободное от воды поровое пространство почвы.
- ▶ **Воздушная фаза** — важная и наиболее мобильная составная часть почв, изменчивость которой отражает биологические и биохимические ритмы почвообразования. Количество и состав почвенного воздуха оказывают существенное влияние на развитие и функционирование растений и микроорганизмов, на растворимость и миграцию химических соединений в почвенном профиле, на интенсивность и направленность почвенных процессов.



# ФОРМЫ ПОЧВЕННОГО ВОЗДУХА

- ▶ Газы и летучие органические соединения находятся в почве в нескольких физических состояниях: собственно почвенный воздух — свободный и заземленный, адсорбированные и растворенные газы.
- ▶ **Свободный почвенный воздух** — это смесь газов и летучих органических соединений, свободно перемещающихся по системам почвенных пор и сообщающихся с воздухом атмосферы.
- ▶ Свободный почвенный воздух обеспечивает аэрацию почв и газообмен между почвой и атмосферой.
- ▶ **Заземленный почвенный воздух** — воздух, находящийся в порах, со всех сторон изолированных водными пробками. Чем более тонкодисперсна почвенная масса и компактней ее упаковка, тем большее количество заземленного воздуха она может иметь.
- ▶ Заземленный воздух неподвижен, практически не участвует в газообмене между почвой и атмосферой, существенно препятствует фильтрации воды в почве, может вызывать разрушение почвенной структуры при колебаниях температуры, атмосферного давления, влажности.
- ▶ **Адсорбированный почвенный воздух** — газы и летучие органические соединения, адсорбированные почвенными частицами на их поверхности. Чем более дисперсна почва, тем больше содержит она адсорбированных газов при данной температуре

# ФОРМЫ ПОЧВЕННОГО ВОЗДУХА

- ▶ Все четыре почвенные фазы — твердая, жидкая, газообразная и живая — тесно связаны между собой и находятся в сложном взаимодействии. Процессы сорбции — десорбции, растворения — дегазации в условиях изменяющихся концентраций газов, температур, давлений, влажности протекают постоянно. Система находится в состоянии подвижного равновесия, определяемого изменчивостью термодинамических условий и биологической активности.
- ▶ Благодаря этим явлениям почвенный воздух, раствор и поглощающий комплекс почвы образуют взаимосвязанную систему, создают свойственную почвам **буферность**.

# ВОЗДУШНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

- ▶ Совокупность ряда физических свойств почв, определяющих состояние и поведение почвенного воздуха в профиле, называется воздушно-физическими свойствами почв.
- ▶ Наиболее важными из них являются воздухоемкость, воздухосодержание, воздухопроницаемость, аэрация.
- ▶ **Общей воздухоемкостью** почв называют максимально возможное количество воздуха, выраженное в процентах по объему, которое содержится в воздушно-сухой почве ненарушенного строения при нормальных условиях.
- ▶ Воздухоемкость почв зависит от их гранулометрического состава, сложения, степени оструктуренности. По характеру влияния на состояние почвенного воздуха следует различать **капиллярную** и **некапиллярную** воздухоемкость.
- ▶ Почвенный воздух, размещенный в капиллярных порах малого диаметра, характеризует **капиллярную воздухоемкость почв**. Высокий процент капиллярной воздухоемкости указывает на малую подвижность почвенного воздуха, затрудненную транспортировку газов в пределах почвенного профиля, высокое содержание защемленного и сорбированного воздуха.

# ВОЗДУШНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

- ▶ Существенное значение для обеспечения нормальной аэрации почв имеет **некапиллярная воздухоемкость, или порозность аэрации**, т. е. воздухоемкость межагрегатных пор, трещин и камер. Она включает крупные поры, межструктурные полости, ходы корней и червей в почвенной толще и связана в основном со свободным почвенным воздухом. Некапиллярная воздухоемкость определяет количество воздуха, существующего в почвах при их капиллярном насыщении влагой. Наибольших значений (25–30%) некапиллярная воздухоемкость достигает в хорошо оструктуренных, слабоуплотненных почвах.
- ▶ Количество воздуха, содержащегося в почве при определенном уровне естественного увлажнения, называют **воздухосодержанием**.
- ▶ Вода и воздух в почвах антагонисты. Поэтому существует четкая отрицательная корреляция между влаго- и воздухосодержанием.
- ▶ Воздухосодержание колеблется в различных почвах и в различные сезоны от 0 (на переувлажненных или затапливаемых территориях) до 80–90% (на переосушенных торфяниках). Во всех типах почв воздухосодержание имеет четко выраженную сезонную динамику.

# ВОЗДУШНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

- ▶ **Воздухопроницаемостью (газопроницаемостью)** называют способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость определяет скорость газообмена между почвой и атмосферой.
- ▶ Она зависит от гранулометрического состава почвы и ее оструктуренности, от объема и строения (конфигурации) порового пространства.
- ▶ Воздухопроницаемость определяется главным образом некапиллярной порозностью. Особое внимание при исследовании воздухопроницаемости следует обращать на состояние поверхности почвы, ее разрыхленность, наличие корок, трещин. Воздухопроницаемость в естественных условиях изменяется в широких пределах от 0 до 1 л/с и выше.

# ВОЗДУХООБМЕН ПОЧВЫ

- ▶ Обмен газами между почвенным воздухом и атмосферой называется **воздухообменом (газообменом) почвы**.
- ▶ Основным механизмом массопереноса газов в почве, а также газообмена между почвой и атмосферой является **диффузия** – перемещение газов под действием градиента концентраций. Остальные факторы тем или иным путем связаны с ней, либо изменяя градиенты концентраций газов, либо изменяя свойства среды, через которую идет диффузия. **Конвективный** (под действием температурных градиентов), **гравитационный** (под действием силы тяжести) газопереносы, а также перенос газов при изменениях атмосферного давления имеют подчиненное значение.

▶

# СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ВОЗДУХА

- ▶ Современный состав земной атмосферы, по мнению В. И. Вернадского, имеет биогенную природу, причем огромную роль в формировании атмосферы играет газообмен между ее приземным слоем и почвой. Атмосферный воздух представляет собой смесь газов, основную массу которой создают три — азот, кислород, аргон; остальные газы присутствуют в незначительных количествах.
- ▶ Попадая в почву, атмосферный воздух претерпевает значительные изменения. Например, парциальное давление диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) увеличивается в десятки, сотни и более раз и становится более динамичным, чем в атмосферном воздухе
- ▶ Изменение состава почвенного воздуха происходит главным образом вследствие процессов жизнедеятельности микроорганизмов, дыхания корней растений и почвенной фауны, а также в результате окисления органического вещества почв. Трансформация атмосферного воздуха в почве тем интенсивнее, чем выше ее энергетический потенциал, биологическая активность, а также чем более затруднительно удаление газов за пределы почвенного профиля.
- ▶

# Макрогазы почвенного воздуха

- ▶ **Азот.** Прямых определений содержания молекулярного азота в почвенном воздухе недостаточно для того, чтобы судить о характере его поведения в почвенном профиле. Это связано с тем, что методы его определения сложны и точность их низка. Судя по определяемым концентрациям  $O_2$  и  $CO_2$ , содержание азота в почвенном воздухе не на много отличается от атмосферного: и в почве азот является значительно преобладающим газом.
- ▶ **Кислород.** Огромная роль кислорода в биосфере в целом и в почвенном воздухе в частности общеизвестна. Достаточное содержание кислорода обеспечивает необходимый уровень микробиологической деятельности, дыхания корней растений и почвенных животных, при этом в почве преобладают аэробные процессы окисления. Дефицит кислорода угнетает развитие корневых волосков, вызывает массовую гибель всходов растений, провоцирует развитие болезнетворных микроорганизмов, вызывающих корневую гниль.
- ▶ **Диоксид углерода ( $CO_2$ ).** Существует мнение, что диоксид углерода атмосферы на 90% имеет почвенное происхождение. Процессы дыхания и разложения, непрерывно протекающие в почвах, постоянно пополняют атмосферные запасы  $CO_2$ .
- ▶ Существует высокоинформативный показатель биологической активности почв, так называемое «дыхание почв», которое характеризуется скоростью выделения  $CO_2$  за единицу времени с единицы поверхности. Интенсивность «дыхания почв» колеблется от 0,01 до 1,5 г/(м<sup>2</sup>•ч) и зависит не только от почвенных и погодных условий, но и от физиологических особенностей растительных и микробиологических ассоциаций, фенофазы, густоты растительного покрова.
- ▶ «Почвенное дыхание» характеризует биологическую активность экосистемы в каждый конкретный период времени, и резкие отклонения от стандартных параметров дыхания могут дать экологическую оценку процессам, вызывающим эти отклонения.
- ▶ **Микрогазы.** В научной литературе существуют немногочисленные сведения о содержании в почвенном воздухе таких компонентов, как  $N_2O$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ , предельные и непредельные углеводороды (этилен, ацетилен, метан), водород, сероводород, аммиак, меркаптаны, терпены, фосфин, спирты, эфиры, пары органических и неорганических кислот.
- ▶ Происхождение микрогазов связывают с непосредственным метаболизмом микроорганизмов, с реакциями разложения и новообразования органических веществ в почве, с трансформацией в ней удобрений и гербицидов, с поступлением их в почву с продуктами техногенного загрязнения атмосферы. Концентрации микрогазов зачастую не превышают  $1 \cdot 10^{-9}$ – $10^{-12}\%$ . Однако этого может быть вполне достаточно для ингибирующего действия на почвенные микроорганизмы и для снижения биологической активности почв.



