

ВОЗДУШНЫЕ СВОЙСТВА И ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

1. Воздушные свойства и воздушный режим почвы.
2. Воздушный режим почв.

1. Воздушные свойства и воздушный режим почвы

Аэрация, т.е. обмен газами между почвенным воздухом и атмосферой, осуществляется через свободные от воды почвенные поры. Основой аэрации является *диффузия*, под которой понимают перемещение газов в почвенном воздухе или в атмосфере от участков с высоким парциальным давлением к участкам с более низким давлением. При хорошем контакте почвенного и атмосферного воздуха диффузия газов происходит непрерывно, что объясняется различным газовым составом воздушной фазы почвы и атмосферы. Однако диффузия газов внутри почвы протекает медленнее, чем в атмосферном воздухе. Ускоряет диффузию почвенных газов поступление влаги в почву, которая, являясь антагонистом воздуха, вытесняет его в приземные слои атмосферы. При уменьшении влажности почвы освобождающиеся от воды поры сразу же заполняются атмосферным воздухом. Свободный почвенный воздух может вытесняться и засасываться в почвенные поры при изменениях температуры почвы и атмосферного давления, однако значение данных факторов в аэрации невысокое. Еще меньше в аэрации роль ветра. Его влияние на газообмен зависит от объема крупных пор и особенностей обработки почвы. Во время ветра обмен почвенного воздуха с атмосферой наиболее интенсивно происходит на участках, лишенных растительного покрова.

Диффузия газов зависит как от скорости теплового движения молекул, так и от расстояния, которое они могут беспрепятственно пройти. Скорость теплового движения отдельно взятых молекул газов чрезвычайно высока. Например, молекула кислорода за 1 с может пройти расстояние в 461 м, а молекула водорода – 1838 м, но этого не происходит, так как свободный пробег газовых молекул в атмосфере небольшой. Для тех же молекул кислорода и водорода он равен $10,2 \cdot 10^{-5}$ и $17,8 \cdot 10^{-5}$ см. Незначительное расстояние свободного пробега объясняется в первую очередь очень большим количеством молекул газов в атмосфере, которые постоянно сталкиваются между собой и мешают друг другу передвигаться.

Для характеристики интенсивности диффузии газов введен коэффициент диффузии. *Коэффициентом диффузии* называется объем газа в сантиметрах кубических (см^3), который может пройти в течение 1 с через 1 см^2 поверхности, при толщине слоя в 1 см и градиенте концентрации, равном 1. При одной и той же температуре коэффициент диффузии газов почвенного воздуха почти в 10 раз меньше, чем в атмосфере.

Нормальный газообмен между почвенным воздухом и атмосферой осуществляется, если объем пор аэрации не ниже 20%. Интенсивность аэрации во многом определяется воздушными свойствами почвы, среди которых наиболее важными являются воздухопроницаемость и воздухоемкость.

Воздухопроницаемость. Это способность почвы пропускать через себя воздух. Воздух проходит через почву по порам, свободным от воды. Воздухопроницаемость зависит от гранулометрического состава почвы, ее структурного состояния и сложения, а в конечном итоге от размера пор аэрации. Чем они крупнее и чем их больше, тем лучше проницаемость почвы для воздуха. Воздухопроницаемость почв измеряется объемом воздуха в миллиметрах (мм), который проходит за единицу времени при определенном давлении через 1 см^2 почвы толщиной в 1 см. При увеличении влажности почвы объем пор, не занятых водой, уменьшается и соответственно снижается способность почвы пропускать через себя воздух. В естественных условиях через 1 см^2 почвы толщиной в 1 см каждую секунду проходит до 1 л и более воздуха, при этом в структурных почвах значение данного показателя гораздо выше, чем в бесструктурных.

Воздухоёмкость. Под воздухоёмкостью понимают количество воздуха, которое почва может удерживать в своих порах. Как и пористость, воздухоёмкость выражается в процентах от объема почвы. Она зависит от размера почвенных пор. Максимальное значение воздухоёмкости характерно для сухих почв; по мере увлажнения почвы объем почвенного воздуха уменьшается.

У почв, находящихся в воздушно-сухом состоянии, величина воздухоёмкости находится как разность между общей пористостью и объемом гигроскопической влаги. Воздухоёмкость почвы, влажность которой соответствует наименьшей влагоемкости, равна объему некапиллярных пор. И если в этом случае объем пор, занятых воздухом, составляет менее 15%, то газообмен между почвенным воздухом и атмосферой считается неудовлетворительным. В минеральных почвах оптимальные условия для аэрации создаются при содержании воздуха на уровне 20...25%, в торфяно-болотных – 30...40% от общего объема почвы.

Определение пористости (скважности) почвы и воздухообеспеченности (пористости аэрации)

Ход работы.

Пористость определяют по соотношению плотности сложения почвы и плотности ее твердой фазы по формуле

$$P_{\text{общ}} = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right)100,$$

где $P_{\text{общ}}$ – общая пористость почвы, %;

d_v – плотность почвы, г/см^3 ;

d – плотность твердой фазы почвы, г/см^3 .

За условную единицу здесь принимается объем всей массы почвы (твердая фаза + поры). Для определения объема пор надо из единицы вычесть ту часть объема, которая занята твердой фазой. Эта величина получается делением плотности сложения почвы на плотность твердой фазы. Общую пористость принято подразделять на пористость аэрации и поры, заполненные водой.

Пористость аэрации вычисляют по формуле

$$P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - P_{\text{в}},$$

где $P_{\text{в}}$ – объем пор, занятых водой, %.

В свою очередь, объем пор, занятых водой ($P_{\text{в}}$), можно рассчитать по формуле

$$P_{\text{в}} = d_v W,$$

где d_v – плотность сложения почвы, г/см³;

W – полевая влажность почвы, %.

В качестве полевой влажности (W) можно использовать оптимальную влажность почвы (ОВ), которая примерно равна 60% от полной влагоемкости (ПВ), т.е. $ОВ = 0,6 \cdot ПВ$.

2. Воздушный режим почв

Воздушный режим почвы – совокупность происходящих в ней процессов поступления, передвижения, изменения газового состава и физического состояния почвенного воздуха при его взаимодействии с атмосферой, твердой, жидкой и «живой» фазами почвы. Воздушный режим почв постоянно изменяется. В его изменениях прослеживается суточная и годовая динамика.

Суточная динамика обусловлена в основном изменениями атмосферного давления, температуры, освещенности и фотосинтеза, которые происходят в течение суток. Она охватывает лишь верхний (50 см) слой почвы. Благодаря суточной динамике состав почвенного воздуха может обновиться на 10...15%.

Годовая (сезонная) динамика воздушного режима определяется изменениями атмосферного давления, температуры, количества осадков, интенсивности жизнедеятельности растений, почвенных животных и микроорганизмов в течение года. Она соответствует биологическим ритмам и характеризуется увеличением концентрации CO_2 и уменьшением содержания O_2 во время интенсивного развития растений. По мере снижения биологической активности CO_2 покидает почву, а содержание в ней O_2 возрастает.

С точки зрения агрономии наиболее благоприятный воздушный режим наблюдается в рыхлых аморфных почвах с хорошей структурой. В верхних горизонтах этих почв содержание воздуха во время вегетации растений находится на уровне 20...25% от объема почвы. К сожалению, многие почвы такими условиями не обладают. Например, в тяжелых бесструктурных почвах, отличающихся большим количеством капиллярных пор и очень малым количеством крупных некапиллярных пор, даже при оптимальной влажности растения могут страдать от недостатка O_2 и избытка CO_2 . Их воздушный режим можно улучшить лишь с помощью агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Агротехнические мероприятия должны быть направлены на улучшение сложения почвы, увеличение общего объема ее пор и пор аэрации, что способствует усилению газообмена между почвенным воздухом и атмосферой и соответственно уменьшению содержания в почве диоксида углерода и уве-

личению концентрации кислорода. При этом чем лучше структурное состояние почвы, тем выше ее воздухопроницаемость. Например, по данным Н.Ф. Добрякова, через 1 ч после обильного полива хорошо оструктуренной почвы ее воздухопроницаемость составляет более 60 мл, среднеоструктуренной – 60...40, слабооструктуренной – 40...30 и бесструктурной – менее 20 мл в минуту.

Эффективность газообмена между атмосферой и почвенным воздухом можно оценивать также по содержанию в почве углекислого газа и кислорода. Считается, что концентрация диоксида углерода более 2...3%, а кислорода менее 19...18% для многих растений неблагоприятна.

Известкование кислых и гипсование щелочных почв, внесение органических и минеральных удобрений, углубление пахотного горизонта, рыхление плужной подошвы, уничтожение почвенной корки, междурядные обработки пропашных культур, посев многолетних трав – вот те агротехнические мероприятия, которые способствуют не только окультуриванию почв, но и оптимизации их воздушного режима.

Мелиоративные мероприятия эффективны только на заболоченных почвах. С помощью мелиорации из почвы удаляется избыток влаги, в результате чего почвенные поры заполняются воздухом.