

Лекция 3-4. Методы почвенных исследований ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР, МЕТОДЫ ЕГО ВЫДЕЛЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Жидкая фаза почвы, или почвенный раствор, и газообразная её фаза, т. е. почвенный воздух, являются наиболее легко изменяющимися во времени составными частями почв. Эти фазы оказывают большое влияние на процессы почвообразования, жизнедеятельность растений и жизнь макро- и микроорганизмов. Все процессы разложения органического вещества и превращения его в гумус, разрушения и химического выветривания первичных минералов, синтеза вторичных минералов в значительной степени зависят от жидкой фазы почвы. Взаимодействие почвы с атмосферой и литосферой тоже осуществляется через жидкую и газообразную фазы.

Почвенная влага формируется за счет и при помощи атмосферных осадков. При фильтрации через почву химический состав воды претерпевает большие изменения. Поэтому почвенную влагу изучают не только почвоведы, но и геохимики, гидрологи, гидрохимики.

Ученик В.В. Докучаева В.И. Вернадский назвал жидкую фазу почвы «кровью земли». Как количество влаги, так её химический состав являются быстро меняющимися во времени величинами и зависят как от внутренних условий

почвы (жизнедеятельности корневых систем, взаимодействия между фазами и т. д.), так и от внешних, в первую очередь, климатических. Они имеют ярко выраженную сезонную изменчивость. Поэтому изучение динамики химического состава почвенной влаги является одним из важнейших стационарных исследований, особенно на засоленных орошаемых почвах.

Методы выделения почвенных растворов

Существует большое количество методов выделения почвенных растворов. Всё их многообразие объединено в несколько групп.

Первая группа методов – выделение и изучение почвенных растворов при помощи водных вытяжек, т. е. извлечение почвенного раствора добавлением к почве воды в количестве, значительно превышающем навеску почвы [9]. Чаще всего берут соотношение 1:5. Однако полученные таким путем вытяжки существенным образом отличаются от истинных почвенных растворов. Поэтому водные вытяжки, как правило, используются при изучении засоленных почв, содержащих большое количество легкорастворимых солей.

Вторая группа методов – выделение раствора из почвы в сравнительно неизменном виде. Для выделения почвенного раствора из почвенных образцов необходимо преодолеть силу взаимодействия твердой и жидкой фаз почвы. Поэтому методы данной группы основаны на применении внешней силы:

- а) давление, создаваемое прессом;
- б) давление сжатого газа;
- в) центробежная сила (центрифугирование);
- г) вытесняющая способность различных жидкостей.

В современных почвенных исследованиях чаще всего применяются первый и последний методы.

Третья группа методов – лизиметрические методы, действующие по принципу замещения почвенных растворов талыми и атмосферными водами. Для этого применяют лизиметры – специальные устройства для улавливания стекающих по почвенному профилю почвенных растворов.

Устройство лизиметров бывает самым различным – лизиметры-контейнеры с бетонированными стенами и дном; лизиметры-монолиты, лизиметры-воронки и т. д.

Четвертая группа методов – непосредственное исследование водной фазы почвы в естественном состоянии (изменения *in situ*) в полевых условиях при помощи различных потенциометров и иономеров, позволяющих определять широкий набор ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} и др.).

Количественные характеристики современного процесса почвообразования требуют одновременного для одних и тех же территорий исследования динамики химического состава атмосферных осадков, вод поверхностного стока и самой жидкой фазы почвы, включая почвенную верховодку и грунтовые воды.

Методы сбора атмосферных осадков

По данным ряда исследователей [10], в среднем на всю территорию России ежегодно выпадает с осадками до 40–50 кг/га минеральных веществ. В центральных промышленных районах это содержание увеличивается до 50–100 кг/га. В промышленных областях и отдаленных городских районах ежегодно с атмосферными осадками выпадает до 300–800 кг/га минеральных веществ и, безусловно, в определенных исследованиях данное количество минеральных веществ следует учитывать. Для Западной Сибири этот вопрос изучен достаточно хорошо В.А. Казанцевым [11].

В системе Гидрометслужбы разработаны надежные методы сбора проб атмосферных осадков, выпадающих на открытых площадках для целей их дальнейшего химического анализа. Для химического анализа недопустимо использовать дождевые и снеговые осадки, собранные в обычные дождемеры, так как в них возможно случайное загрязнение, которое исказит истинный химический состав атмосферных осадков.

Для сбора проб дождевых вод применяются эмалированные воронки с крышками, которые вставляются в полиэтиленовые или кварцевые колбы. Колбы с воронками устанавливаются на деревянном столе (60 x 60 см) высотой до 150 см. Пробы твердых осадков собирают в специальные

эмалированные ванночки или кюветы размером 30 x 40 см, также имеющие крышки. В зимний период в начале выпадения снежных осадков кювету выносят на площадку столика и прикрепляют винтами. После прекращения выпадения снега ее вносят в теплое помещение, измеряют количество снеговой воды, полностью перенося ее в мерную колбу. Собранную воду анализируют. Для большей точности необходимо приборы для сбора осадков устанавливать в 2–3-крат-ной повторности и анализировать отдельно воду каждой пробы.

В последнее время большое внимание уделяется трансформации химического состава атмосферных осадков при прохождении их через крону растений. В частности установлено, что дождевые осадки, проходя через крону лиственных и хвойных растений, выщелачивают из них калий, кальций, серу, азот и другие химические элементы. Особенно сильное подкисление атмосферных осадков происходит при их стекании по стволам хвойных растений. Так, по данным В. Н. Мина [12], если на открытой площадке величина рН дождевой воды равна 5,7–6,1, то после стекания по стволу ели она снижается до 2,6–3,5 за счет резкого возрастания в них содержания органических веществ.

Для изучения данного явления приборы, рассмотренные нами ранее, устанавливают в разных местах под кроной деревьев. Для сбора

осадков, стекающих по стволам деревьев, методика отбора проб следующая (по Мину): на стволах зачищают кольцеобразные неровности, на них крепят резиновую полоску шириной ≈ 4 см. Один конец её опускают в приемную колбу. На этой резиновой полоске крепят покрытый лаком или из оцинкованного железа желобок и таким образом идет сбор атмосферных осадков. При этом необходимо строго соблюдать все известные предосторожности от загрязнения воды как лесной подстилкой, так и почвой. Ни в коем случае нельзя брать для анализа стоковые воды, если лотки и трубы для их сбора сделаны из бетона, так как последний содержит много водорастворимого кальция.

Методы извлечения и изучения жидкой фазы почвы

В начале данного раздела перечислены группы методов, с помощью которых почвенный раствор извлекается из почвы. С первой группой методов – водными вытяжками – студенты подробно знакомятся на практических занятиях по почвоведению. Однако необходимо подчеркнуть следующее: водные вытяжки широко применяются при изучении засоленных почв для определения общего запаса легкорастворимых солей и его изменений в течение вегетационного

периода или по годам. Водные вытяжки дают представление не об истинной концентрации почвенных растворов, а об общем содержании солей. Концентрации солей из почвенных растворов и водных вытяжек, взятых одновременно, как правило, различны.

Большое практическое значение имеет вторая группа методов, в основе которой лежит выделение почвенных растворов из твердой фазы при помощи давления, замещения растворов инертной жидкостью, газами и центрифугированием. Данная группа методов позволяет определить химический состав почвенных растворов не только во время полного насыщения почв влагой, но и когда свободная влага в почве отсутствует, что часто бывает в летние периоды года.

Для выжимания растворов почвенные образцы берут с ненарушенным сложением из прикопок или с помощью бура для определения объемной массы. Если образцы берут с помощью бура, то стаканы закрывают крышкой, а если из прикопок, то их сразу же помещают в полиэтиленовые мешки, которые затем плотно закрывают. В обоих случаях образцы до извлечения почвенного раствора хранят в холодильнике при температуре $0...+2^0$ С во избежание развития в них микробиологических процессов.

Выделение почвенных растворов методом отпрессования

Для выделения растворов при различной влажности методом отпрессования используются различные модификации приборов, рассчитанные на различный интервал давлений (от 1 до 20000 кг/см²). В почвенных исследованиях, как правило, применяются установки с низким интервалом давлений – от 50 до 250 кг/см², что позволяет использовать простые рычажные или школьные гидравлические прессы.

Прибор для отпрессования почвенных растворов состоит из хорошо отшлифованного цилиндра, изготовленного из нержавеющей стали. Подставка представляет собой круглую пластину, изготовленную из нержавеющей стали, грибовидной насадки и резиновой прокладки между ними. В центральной части грибовидной насадки проходит канал для отвода стекающих вод (рис. 4).

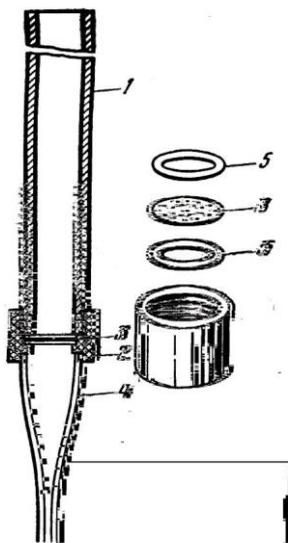
В прибор небольшими порциями (\approx по 300 г) загружают сырую почву, поверх нее помещают фильтровальную бумагу и затем начинают отжимать почвенный раствор. Давление увеличивают постепенно. После окончания отжима прибор разбирают и заправляют очередной порцией почвы.

Выделение почвенных растворов методом замещения жидкостями

В настоящее время для этих целей используются приборы, предложенные П.А. Крюковым [13] и Н.А. Комаровой [14], в основу которых положено вытеснение почвенных растворов нейтральными жидкостями.

Прибор Н. А. Комаровой отличается простотой конструкции (рис. 5). Он состоит из пластмассовой трубки длиной около 100–150 см с внутренним диаметром ≈ 4 см.

*Рис. 5. Трубка для
замещения
почвенного
раствора:*



*1 – трубка из пластмассы;
2 – соединительная муфта;
3 – дырчатая
пластина;
4 – стеклянная
воронка;
5 – резиновая
прокладка*

Между нижним концом трубки и муфтой помещается дырчатая пластина из нержавеющей стали, которая с помощью резинки плотно прижимается к трубке. На

пластину перед заполнением трубки сырой почвой кладется фильтр. Для вытеснения почвенного раствора трубку равномерно на $2/3$ объема заполняют почвой, слегка уплотняя её легким постукиванием. Для сбора почвенного раствора устанавливают приемник. Сверху в трубку наливают вытеснитель (этиловый спирт или диоксан). Этиловый спирт часто для лучшей видимости подкрашивают метиленовой синью. Простота прибора и его дешевизна, возможность работать одновременно с несколькими трубками являются положительными сторонами данного метода.

Вытеснение почвенных растворов при помощи газа

Л. Ричард предложил прибор для отделения почвенного раствора при помощи газа [15]. Этот метод довольно широко используется за рубежом. В нашей стране им пользуются редко, о чем говорится в исследованиях Д. В. Федоровского [16]. В качестве газа применяют сжиженный азот. При отжиме поддерживается давление в 4–16 атм, что позволяет выделять из образцов всю рыхлосвязанную влагу. Остаточная влажность почвы при этом составляет 25–32 % на сухую навеску в тяжелосуглинистых почвах и 5–18 % в супесчаных. Недостатки метода заключаются в следующем:

- средняя продолжительность выделения почвенного раствора из одного образца составляет около 10 дней;
- неудобство работы со сжиженным газом;
- возможность попадания азота в почвенный раствор, исключающая определение в нем форм азота.

Выделение почвенных растворов при помощи центрифугирования

Для этих целей применяют центрифуги, дающие до 9000 об/мин. Исследователь заменяет простые пластмассовые стаканы центрифуги на стаканы из плексигласа, состоящие из двух частей. В одну часть закладывают почву, а в другую стекает отжимающийся почвенный раствор. При центрифугировании в течение 15 мин со скоростью ротора 7000 об/мин остаточная влажность в песке составляет 1 %, а в глинистых почвах до 20 %.

Достоинством метода является его быстрота. Небольшое количество раствора, выделяемое при однократном центрифугировании, компенсируется возможностью многократного повторения.

Заканчивая знакомство с методами выделения нестекающей части жидкой фазы почвы – почвенного раствора, необходимо отметить, что наиболее надежными в настоящее время являются методы Крюкова – отделение растворов прессованием без применения спирта и выделение почвенного раствора с помощью спирта.

Методика получения и исследования свободного почвенного раствора

Вся эта группа методов основана на получении свободного почвенного раствора путем стекания под влиянием силы тяжести вниз по мере насыщения почвенных горизонтов влагой выпадающих осадков. Наиболее широкое применение для этих целей нашли лизиметры.

Свободный почвенный раствор, собираемый лизиметрами, получил название ***лизиметрических вод***. В настоящее время они широко используются в почвенных исследованиях. Чаще всего используются лизиметры конструкции Е.И. Шиловой [17] (рис. 6).

Лизиметры представляют собой квадратные противни площадью 40 x 40 см, изготовленные из оцинкованного железа или пластмассы. Передняя часть лизиметра имеет бортик. Для отвода почвенного раствора в лизиметре имеется отверстие. Для установки лизиметра в почву на площадке стационара выкапывают траншею. Её глубина определяется глубиной отбора почвенных вод и должна, как правило, превышать 100 см. Затем на нужной глубине при помощи ножа или стамески делают узкие почвенные ниши и в них вставляют лизиметры. Обычно в траншею ставят 3–4 лизиметра на разную глубину. После установки лизиметров их соединяют с приемником с помощью резиновых трубок.

После окончания монтажа траншею засыпают, причем укладку почвенных горизонтов производят в прежнем порядке. При этом их слегка уплотняют. Откачку лизиметрических вод проводят ручным насосом.

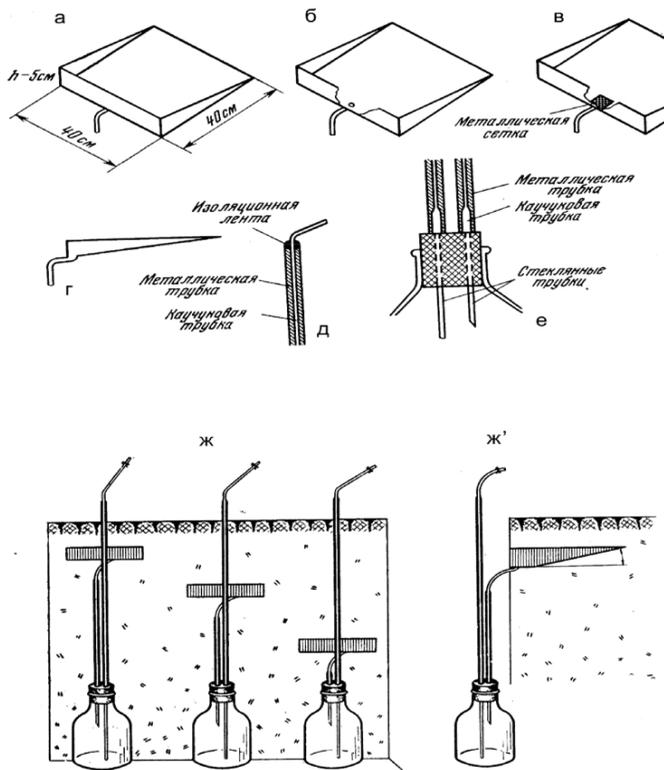


Рис. 6. Лизиметры конструкции Е. И. Шиловой и их установка в почву

а, б, в – общий вид лизиметров; г – вид лизиметра сбоку; д, е – трубки, через которые раствор поступает в бутылки; ж и ж' – установка лизиметров в почву

Достоинства метода – отсутствие контакта почвенных растворов с атмосферным воздухом и близость получения лизиметрических вод к природным процессам. Недостатки – получение почвенных растворов при влажности почвы не менее НВ (наименьшая влагоемкость). Часто летом осадков мало, и этим методом почвенных растворов получить нельзя. Поэтому наряду с данным методом изучения почвенного раствора следует использовать и методы его вытеснения давлением или спиртом.

***Особенности химического анализа
почвенных растворов, лизиметрических и
почвенно-грунтовых вод***

Основное отличие жидкой фазы почвы от атмосферных осадков и поверхностных вод состоит в их неравновесном окислительно-восстановительном и щелочно-кислотном состоянии по отношению к атмосферному воздуху. Оно обусловлено наличием в почвенных растворах закисных соединений органического вещества, органических кислот и повышенным содержанием свободной углекислоты. В почвенных растворах минеральные соединения могут находиться как в ионной форме, так и в коллоидной или в виде органоминеральных соединений.

Все это в целом требует соблюдения особых приемов при химическом анализе почвенных растворов. Так, общую щелочность (HCO_3^-) и кислотность (величину рН), содержание закисного железа, нитратов и аммиака необходимо определять сразу же после извлечения раствора.

Второй особенностью анализа почвенных растворов является необходимость производить определение многих химических элементов в малых объемах жидкости при их низкой концентрации, что требует применения при химическом анализе микрохимических методов. В настоящее время для этих целей широко используются атомно-абсорбционные методы. Далее определение химического состава жидкой фазы почв ведется по прописи водных вытяжек [9].

Исходные материалы по динамике солевого режима почвенных растворов, полученных любыми методами (водные вытяжки, почвенные растворы, лизиметрические воды) представляют в таблицах, выражая результаты химического анализа в миллиграмм-эквивалентах на 1 л раствора или на 100 г почвы. Можно выразить результаты анализов почвенных растворов также в запасах водорастворимых веществ в килограммах на гектар.

При мелиоративных исследованиях, особенно на засоленных почвах, когда важно сравнить химический состав жидкой фазы почвы или

грунтовых вод в течение вегетационного периода, до и после применения мелиоративных мероприятий, широко используются солевые профили (рис. 7).

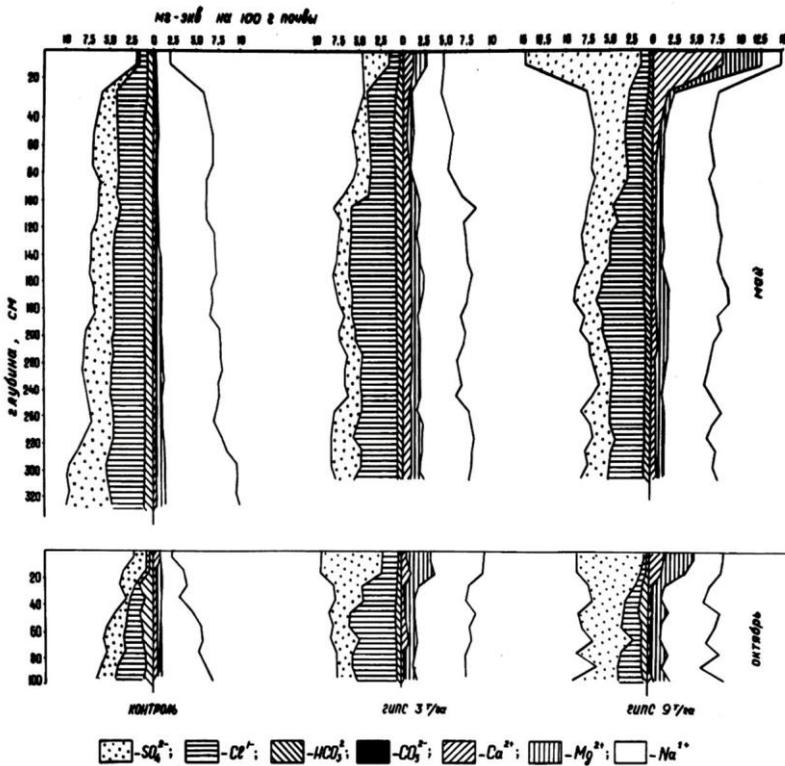


Рис. 7. Пример изображения изменения химического состава водной вытяжки при мелиорации солонцов различными дозами гипса в течение вегетационного периода [18]

Непосредственное исследование жидкой фазы почвы в естественных условиях

Этим методом определяется с помощью потенциометров и электродов активность ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- и т. д. Активность ионов служит количественной мерой, позволяющей оценить поступление питательных веществ в растения. Принцип метода состоит в том, что на границе раздела «электрод–раствор» возникает разность потенциалов, зависящая от активности определяемого иона в растворе. Электрод должен обладать высокой селективностью, т. е. его потенциал должен быть обусловлен активностью определенного иона и не зависеть от активности сопутствующих ионов. В качестве электродных материалов применяют стекла различного состава, твердые мембраны из галогенидов и сульфидов различных металлов. В электродах с жидкой мембраной используются растворы органических соединений. В них происходит экстракция определенного иона органическим ионообменником. Примером может служить калиевый электрод на основе валиномицина.

Техника полевых измерений активности ионов сравнительно проста. С поверхности на изучаемую глубину погружают индикаторный ионоселективный электрод и электрод сравнения. При необходимости используют почвенный разрез, а показания снимают по генетическим

горизонтам. Электроды присоединяют к переносному потенциометру и измеряют ЭДС (электродвижущую силу), а затем по градуировочному графику находят активность определенного иона. Измерения повторяют через заданные промежутки времени в зависимости от цели исследований. Можно установить несколько электродов и вести наблюдения за динамикой активности ряда ионов одновременно.

При измерении активности нескольких ионов электроды приходится располагать на некотором расстоянии друг от друга. Это может внести некоторую неопределенность трактовку полученных данных. В лабораторных условиях данная неопределенность легко устранима, так как измерения ведутся в вытяжках, суспензиях и пастах. Однако результаты, полученные в лабораторных условиях, имеют другой физический смысл.

Реакция почвенного раствора

С поглотительной способностью почвы тесно связана реакция почвенного раствора, которая является важным показателем свойств почвы. Она обычно выражается величиной рН и часто называется водородным показателем, поскольку данная величина является отрицательным логарифмом концентрации водородных ионов. Почвы имеют либо кислую (рН 3,5–6,5), либо нейтральную (рН 6,5–7,2), либо щелочную среду (рН 7,5 и больше).

Для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений и полезных почвенных микроорганизмов требуются неодинаковые оптимальные значения величины рН почве: для пшеницы яровой и озимой – 6,0–7,5; кукурузы – 6,0–7,0; ячменя – 6,5–7,5; овса и ржи – 5,5–7,5; картофеля – 4,5–5,5; льна – 5,9–6,5; гороха – 6,0–7,0; сахарной свеклы – 6,7–7,5; гречихи – 4,7–7,5; люпина – 4,5–6,0; люцерны, клевера, клубеньковых бактерий – 6,0–7,7; азотобактера – 6,5–7,5; различных почвенных грибов – 4,0–5,0.

В почвах с кислой реакцией среды различают две формы кислотности – актуальную (активную) и потенциальную (пассивную). Актуальная кислотность обусловлена наличием ионов водорода в почвенном растворе. Источниками водорода являются органические кислоты, образующиеся в почвах в процессе разложения органических остатков или же выделяемые корнями растений в процессе их жизнедеятельности, а также угольная кислота, а иногда и серная как результат окисления пирита (FeS_2) в болотных почвах. Актуальная кислотность определяется прямым измерением величины рН водной вытяжки из почвы потенциометрически (рН метр).

Потенциальная кислотность обусловлена наличием в почве обменно-поглощенных ионов

водорода. В почвоведении потенциальную кислотность подразделяют на обменную и гидролитическую. Обменной называют ту часть потенциальной кислотности, которая проявляется при взаимодействии почвы с растворами нейтральных солей (KCl, BaCl₂ и др.). При этом происходит следующая реакция: почва-H⁺ + KCl → почва-K⁺ + HCl. По количеству выделяющейся HCl судят о величине обменной кислотности. Обменная потенциальная кислотность может обуславливаться также ионами алюминия, которые при взаимодействии почвы с растворами нейтральных солей переходят в раствор (почва-Al³⁺ + 3KCl → почва-3 K⁺ + AlCl₃). Хлористый алюминий, являясь гидролитически кислой солью, в водном растворе гидролизует с образованием свободной соляной кислоты:



При взаимодействии почвы с раствором нейтральной соли из почвенного поглощающего комплекса вытесняются лишь наименее прочно связанные ионы водорода, т.е. обменная кислотность - это лишь часть потенциальной кислотности почвы. Вторую часть составляет гидролитическая кислотность.

Гидролитическая кислотность проявляется при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочных солей. Для этих целей используется уксуснокислый натрий CH₃COONa.

При взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочной соли происходит более полное вытеснение ионов водорода из почвенного поглощающего комплекса (почва- H^+ + $CH_3COONa \rightarrow$ почва- Na^+ + CH_3COOH).

Количество выделившейся при этом уксусной кислоты является мерой величины гидролитической кислотности, которая обычно больше обменной. Величину гидролитической кислотности определяют титрованием солевой вытяжки щелочью и выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Обменную кислотность можно определять и как величину рН солевой вытяжки.

Почвенная кислотность вредно сказывается на агрономических свойствах почв и, прежде всего, на условиях произрастания сельскохозяйственных растений. На богатых основаниями черноземных почвах растения выносливы как к кислым, так и щелочным условиям, так как удовлетворительный для растений интервал реакции почвенного раствора достаточно широк. На подзолистой почве при незначительном подкислении или подщелачивании урожайность резко снижается. Интервал благоприятных для растений значений величины рН здесь значительно уже.

Кислые почвы характеризуются низким естественным плодородием и нуждаются в окультуривании, важнейшим звеном в комплексе

мероприятий которого является известкование. Значение известкования состоит не только в том, чтобы нейтрализовать почвенную кислотность, но и в том, чтобы изменить направление почвообразовательного процесса путем замены в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода на ионы кальция мелиоранта. Дозы извести рассчитываются по гидролитической кислотности по формуле:

$$D_{\text{CaCO}_3}, \text{ т/га} = 0,05 \cdot h \cdot d \cdot N_{\text{г}},$$

где 0,05 – коэффициент пересчета миллиграмм-эквивалентов на 100 г почвы в тонны на гектар;

h – мощность мелиорируемого слоя, см;

d – плотность почвы, г/см³,

$N_{\text{г}}$ – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы.

Щелочную реакцию почвенного раствора имеют солонцы и солонцеватые почвы, в поглощающем комплексе которых содержится обменный натрий. Щелочная реакция обусловлена появлением соды в почвах. Высокая щелочность угнетает развитие растений, ухудшает физические, физико-механические и водно-физические свойства почвы, вызывает пептизацию коллоидов.

Солонцы и солонцеватые почвы, находящиеся в пашне, нуждаются в гипсовании для изменения состава поглощенных катионов

(почва- $2\text{Na}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow$ почва $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{SO}_4$). Серноокислый натрий имеет нейтральную реакцию и легко удаляется из почвы благодаря хорошей растворимости. Дозы гипса рассчитываются по обменному натрию различными методами (по донасыщению, по методу Гедройца и т. д.).

Роль почвенных растворов в продукционном процессе

Почвенные растворы являются непосредственным источником питания растений. Изменение концентрации и состава растворов ведет к изменению водного режима и минерального питания растений, что, безусловно, отражается на развитии растений и их продуктивности. Человек своими разнообразными воздействиями на почву в процессе сельскохозяйственного использования регулирует тем или иным способом состав почвенного раствора, делает его оптимальным для получения наивысшей продуктивности агроценозов.

Орошение и осушение почв, наряду с созданием благоприятного водного режима, позволяет изменить концентрацию почвенного раствора - при орошении концентрации разбавляются, а при осушении идет снижение концентрации оксидов железа, алюминия и других

соединений, вредных для растений. Внесение удобрений способствует оптимизации содержания в почвенных растворах элементов питания растений.

Для питания растений важное значение имеет *осмотическое давление* почвенного раствора. Если осмотическое давление почвенного раствора равно осмотическому давлению клеточного сока растений или больше его, то растения не могут всасывать питательные элементы. Сосущая сила корней большинства сельскохозяйственных культур равна 100–120 мкПа (микropаскаль). Осмотическое давление зависит от концентрации почвенного раствора. В незасоленных почвах оно невысокое, а в засоленных – довольно большое. При уменьшении влажности увеличивается концентрация почвенного раствора и повышается осмотическое давление и наоборот. При повышении осмотического давления почвенного раствора нарушается нормальное развитие растений. У пшеницы, например, наблюдается в результате этого задержка кущения, но усиливается колошение, цветение, созревание, что способствует значительному снижению урожайности.

Для сельскохозяйственных культур особенно неблагоприятны щелочная реакция почвенной среды и высокое содержание в ней соды (Na_2CO_3).

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислить и охарактеризовать методы выделения почвенных растворов. Необходимость изучения химического состава атмосферных осадков и методы их сбора.

2. Пути извлечения и изучения жидкой фазы почвы. Какая существует взаимосвязь между почвенными растворами и водными вытяжками? В чем состоит принцип методов отпрессования почвенных растворов и выделения их методом замещения жидкостями?

3. Дать определение лизиметрическим водам. В чем заключается методика получения и исследования свободного почвенного раствора? Устройство лизиметров конструкции Е. И. Шиловой.

4. Каким образом можно изучить химический состав почвенного раствора в естественных (природных условиях)? Какими способами представляются результаты химического анализа почвенных растворов?

5. Значение кислотности почв для растений и почвенных микроорганизмов. Виды кислотности. В чем заключаются методы определения разных видов кислотности почв?