

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ  
ИОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Кислотность почвы является важным агрохимическим параметром, характеризующим её пригодность для выращивания сельскохозяйственных культур. В процессе обмена ионов водорода с почвенными минералами и органическими веществами в плодородном слое образуются кислоты и основания (щелочи). Количественно кислотность выражается в миллиграмм-эквивалентах водорода на 100 г почвы и величиной рН (отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в граммах на 1 л раствора), который обозначается числами от 1 до 14. Для большинства культурных растений наиболее приемлемый уровень кислотности находится в диапазоне от 5,5 до 7,5 рН – это слабокислые (5-6), нейтральные (6,5-7) и слабощелочные (7-8) почвы. У каждой культуры свои требования к кислотности почвы (табл.).

**Оптимальный диапазон кислотности  
для наиболее распространенных садовых культур**

Растение	Диапазон рН	Растение	Диапазон рН
Картофель	5,0–5,5	Малина	5,0–6,0
Лук	6,4–7,9	Клубника	4,5–5,5
Морковь	5,5–7,0	Яблоня	6,0 – 6,5
Свекла	6,8–7,5	Груша	6,2–6,7
Капуста	6,7–7,4	Смородина	6,0–7,4
Горох	6,0–7,0	Облепиха	6,0–7,4
Чеснок	6,0–7,0	Чубушник	6,5–7,0
Огурцы	6,0–7,9	Сирень	6,5–7,0
Помидоры	6,3–6,7	Форзиция	3,5–4,0
Перец	6,3–6,7	Рододендрон	4,0–4,5
Баклажаны	6,3–6,7	Брусника	4,0–4,5
Кабачки	6,0–7,0	Черешня	6,7–7,5

Кислотность почв определяется химическими или электрохимическими методами. Из электрохимических методов наиболее часто для определения рН используют ионометрический (потенциометрический) метод, в основе которого лежит зависимость потенциала электрода от концентрации ионов в растворе, которая описывается уравнением Нернста:

$$E = E^0 \pm R \cdot T / n \cdot F \cdot \ln a_i,$$

где,  $E^0$  – стандартный электродный потенциал (потенциал электрода в среде с активностью поля  $a = 1$ );

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$F$  – постоянная Фарадея;

$i$  – активность иона;

$T$  – абсолютная температура.

Электрод, потенциал которого зависит от активности определённых ионов, называется **индикаторным**. Следует помнить, что потенциал одного взятого индикаторного электрода измерить нельзя. Его всегда определяют по отношению к электроду **сравнения**. Оба электрода составляют **гальваническую пару** с определённой, зависящей от концентрации раствора и типа электродов ЭДС (электродвижущая сила), которую легко измерить.

В качестве электродов сравнения чаще всего используют хлорсеребряный электрод, который представляет собой серебряную проволоку с нанесённым электрическим путём слоем хлорида серебра ( $AgCl$ ), погружённую в насыщенный раствор хлорида калия ( $KCl$ ). Раствор хлорида калия солевым мостиком связан с анализируемым раствором. Асбестовая нить служит для затруднения диффузии внешнего раствора внутрь электрода.

Индикаторные электроды бывают двух типов – металлические и мембранные (ионоселективные). Ионоселективные электроды являются более чувствительными. Для металлических электродов характерна электронная проводимость, для мембранных – ионная. Металлические электроды изготавливают из серебра, меди, свинца, кадмия, платины. Они позволяют анализировать составы с одним растворённым веществом, так как одинаково чувствительны к различным ионам. Мембранные, или ионоселективные электроды состоят из заполненной внутренним раствором колбы с погружённым в него металлическим электродом. Внутренний раствор отделен от анализируемого тонкой пленкой, называемой полупроницаемой мембраной. Мембраны обладают способностью пропускать ионы только одного знака заряда, а часто и только одного вида в присутствии других ионов. В зависимости от используемого материала различают следующие мембраны:

- твердые мембраны представляют собой кристалл или прессованную из порошков таблетку. Стекланные мембраны изготавливают из специальных стекол, пропускающих преимущественно  $H^+$  - ионы. Такие мембраны имеют большое электрическое сопротивление (десятки МОм);

- жидкие мембраны представляют собой пористый полимерный носитель с нанесенным на него раствором органических соединений. Наиболее часто используются для измерения концентрации  $K^+$  и  $Ca^{2+}$ .

Наиболее распространённым электродом является классический стеклянный электрод для измерения величины рН.

Для измерения потенциалов электродов используют высокоомные потенциометры специальной конструкции – рН-метры (рис. 1). Шкала приборов градуирована в милливольтках (мВ) и в единицах рН.



Рис. 1. рН-метры

**Подготовка электродов к работе и их хранение.** Стеклянный электрод для измерения активности водородных ионов перед использованием погружают на сутки в 0,1 М раствор  $HCl$ , а затем промывают дистиллированной водой. По измерению величины рН нескольких буферных растворов определяют линейность показаний электрода. Хранить электрод следует в 0,001 М растворе  $HCl$ . Сравнительный хлорсеребряный электрод промывают дистиллированной водой и заливают при температуре 20 °С раствором  $KCl$ . Отверстие для заливки электрода  $KCl$  закрывают пробкой и выдерживают электрод сначала в кипящей, а затем в воде комнатной температуры по 15 мин (в три цикла) на глубине 60–70 мм. Хранят электрод, надевая колпачок, заполненный дистиллированной водой и закрывая отверстие для заливки  $KCl$ . В рабочем состоянии это отверстие должно быть открытым.

**Градуировка ионоселективных электродов.** Перед использованием каждого ионоселективного электрода для него необходимо построить градуировочный график. Для этого подготовленный к работе ионоселективный электрод погружают в стаканчик со стандартным раствором и вводят в этот же раствор электрод сравнения. Присоединяют электроды к измерительному прибору и измеряют ЭДС в милливольтках. Затем электроды промывают дистиллированной водой и погружают в стандартный раствор другой концентрации. Подобные измерения проводят с другими концентрациями и строят график, откладывая на оси ординат значения рХ, а на оси абсцисс – значения ЭДС.

**Приготовление почвенной суспензии.** При действии воды на почву происходит растворение минеральных соединений и частично гумусовых веществ, а в некоторых случаях идет также процесс разложения сложных силикатов. В дальнейшем почва взаимодействует уже не с водой, а с образовавшимся сложным раствором, где могут протекать реакции взаимного обмена между катионами вытяжки и катионами поглощающего комплекса почвы. Щелочная реакция почв увеличивает растворимость гумусовых веществ, кислая реакция почв повышает растворимость оксидов. Определение величины рН проводят в суспензии без фильтрования. Для измерения рН суспензию готовят при отношении почвы к воде 1:2,5 (20 г почвы и 50 мл дистиллированной воды).

В настоящее время разработан ряд приборов, выполняющих несколько функций: рН-метра, влагомера, термометра и люксметра (Рис. 2). Они не требуют калибровки и сразу готовы к использованию после подготовительных процедур. Шуп прибора вставляется во влажную землю на глубину до 20 см. Если верхний слой почвы сухой, почву следует увлажнить. Через 30-60 секунд на дисплее показывается значение искомого параметра.



*Рис. 2. АМТ 300*

### ***Задание***

1. Распределить садовые культуры на группы в соответствии с требованиями к кислотности почвы.
2. Запишите алгоритм подготовки электродов работе.
3. Запишите алгоритм приготовления почвенной суспензии.

### ***Контрольные вопросы***

1. В каких единицах выражается кислотность почвы?
2. На чем основан ионометрический метода анализа?
3. Что такое гальваническая пара?
3. Какие электроды применяются в ионометрическом методе анализа? Их характеристика и особенности.
4. Как проводится хранение ионоселективных электродов?