Лабораторна робота № 18

Тема: Методи визначення реакції ґрунтового розчину

Мета роботи: сформувати у студентів поняття «реакція ґрунтового розчину», ознайомитися з методами визначення pH ґрунту.

Прилади, посуд і реактиви: pH-метр, колба плоскодонна місткістю 50—100 мл, мірний циліндр на 50 мл або мірна колба на 25 та 50 мл, скляний стакан місткістю 50 мл, вода дистильована.

Кислотність ґрунту не є її морфологічною (зовнішньою) ознакою, оскільки це фізико-хімічна властивість, якої ґрунт набуває у процесі свого розвитку під впливом різноманітних факторів ґрунтоутворення. Водночас реакція ґрунтового розчину надзвичайно важлива властивість, що визначає генетичні та виробничі (у тому числі і родючість) ґрунтові властивості, а також є одним із діагностичних ознак ґрунту, з чим і пов'язано вивчення понять про кислотність у контексті морфологічних ознак ґрунту.

Види кислотності ґрунту

Кислотність ґрунту – це здатність ґрунту підкислювати ґрунтовий розчин, воду і розчини нейтральних солей.

Реакція ґрунтового розчину визначається співвідношенням концентрацій вільних іонів H^+ та OH^-. Якщо концентрація іонів водню дорівнює концентрації гідроксильних іонів – реакція *нейтральна*; коли концентрація іонів H^+ більша концентрації іонів OH^- – *кисла*; якщо концентрація іонів H^+ менша концентрації іонів OH^- – *лужна*.

Реакцію ґрунтового розчину визначають через величину водневого показника (pH), що є від'ємним десятинним логарифмом концентрації іонів H+:

$$pH = -\lg [H+] \quad (1)$$

Якщо концентрація іонів H+ в 1 л розчину дорівнює 0,1 г, то pH = 1, якщо – 0,001, то pH = 3.

Залежно від величини pH водної витяжки або суспензії реакція ґрунту має наступну назву:

Реакція ґрунтового розчину	pH	Концентрація H+ в 1 л розчину
Дуже кисла	3–4	$10^{-3} – 10^{-4}$
Кисла	4–5	$10^{-4} – 10^{-5}$
Слабокисла	5–6	$10^{-5} – 10^{-6}$
Нейтральна	7	10^{-7}
Слаболужна	7–8	$10^{-7} – 10^{-8}$
Лужна	8–9	$10^{-8} – 10^{-9}$
Дуже лужна	9–10	$10^{-9} – 10^{-10}$

Кисла реакція властива дерново-підзолистим, сірим лісовим і болотним ґрунтам; нейтральна – чорноземам; лужна – каштановим ґрунтам і солонцям.

Розрізняють два види кислотності ґрунту: **активну** і **потенційну**.

Активна кислотність (лужність) ґрунту – це кислотність ґрунтового розчину, обумовлена вона іонами H^+ (OH^-), які знаходяться в рідкій фазі ґрунту, і позначається pH_{H2O} або $pH_{водний}$. Безпосередньо впливає на розвиток рослин та життєдіяльність мікроорганізмів.

При характеристиці активної лужності ґрунтових розчинів розрізняють загальну лужність, лужність від нормальних карбонатів та лужність від гідрокарбонатів. За рівнем активної лужності ґрунти поділяють на 3 групи (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні лужності ґрунтів

pH_{H2O}	Рівень лужності ґрунтів	Ґрунт
7,2—7,5	Слабо лужні	Чорнозем південний, каштановий з ознаками солонцюватості
7,6—8,5	Лужні	Солонець і солончакуватий
>8,5	Дуже лужні	Солонець содовий, солончак

Потенційна кислотність – це кислотність твердої фази ґрунту і ґрунтового розчину. Обумовлена вона іонами H^+ і Al^{3+}, які увібрані ҐВК. Потенційна кислотність завжди більша активної, бо складається з кислотності ґрунтового розчину і кислотності, яка утворюється за рахунок увібраних іонів водню та алюмінію. Потенційну кислотність умовно ділять на дві форми: **обмінну і гідролітичну**.

Обмінна кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином нейтральної солі (тобто солі сильного лугу і сильної кислоти): KCl, $BaCl_2$ і т. п. У водну витяжку іони обмінного водню не переходять, але легко витісняються нормальним сольовим розчином:

Взаємодію ґрунту з солями можна записати так:

$$[ГВК]\ H^+ + KCl \Leftrightarrow [ГВК]\ K^+ + HCl;$$

Обмінна кислотність позначається індексом pH_{KCl} або $pH_{сольовий}$. І вимірюється в одиницях pH або в мг-екв на 100 г ґрунту. В слабокислих грунтах обмінна кислотність незначна, а в лужних – відсутня.

Залежить обмінна кислотність від кількості обмінних іонів H^+ і наявності у ГВК обмінних іонів $Al^{3+,}$ які здатні витіснятися катіонами нейтральної солі і переходити до ґрунтового розчину за схемою:

$$[ГВК]Al + KCl \Leftrightarrow [ГВК]\ K + AlCl_3$$

Хлористий алюміній$AlCl_3$ – сіль слабкого лугу і сильної кислоти, у водних розчинах дисоціює за схемою

$$AlCl3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3H^+ + 3Cl^-.$$

$Al(OH)_3$ як слабкий луг у водному розчині майже не розпадається, а HCl у слабких розчинниках дисоціює на іони H^+ та Cl^-, що призводить до підвищення кислотності.

Окремі сільськогосподарські культури добре розвиваються на кислих ґрунтах, але при підвищенні рухомого алюмінію різко знижують урожайність.

По відношенню до вмісту алюмінію в ґрунті рослини розподіляють на 4 групи:

- Стійкі до високого вмісту – тимофіївка, овес, кукурудза;
- Середньостійкі – люпин, горох, вика, квасоля;
- Чутливі – ячмінь, льон, озиме жито;
- Дуже чутливі – люцерна, конюшина, цукрові буряки, озима пшениця.

Урожайність чутливих культур починає знижуватись при вмісті рухомого алюмінію 1,5–2,0 мг, а середньостійких при – 3,5–4,0 мг-екв/100 г ґрунту.

Вміст рухомого алюмінію в ґрунті залежить від реакції середовища: *чим нижче значення pH, тим більше в ґрунті рухомого алюмінію*. При pH_{KCl} понад 5 рухомість алюмінію різко знижується і його вміст стає значно меншим критичних значень.

Гідролітична кислотність – виявляється при взаємодії ґрунту з розчином гідролітично лужної солі (солі сильної основи і слабкої кислоти). При визначенні гідролітичної кислотності застосовують CH_3COONa оцтовокислий натрій (ацетат натрію), внаслідок гідролізу лужна реакція обумовлена утворенням NaOH за реакцією

$$CH_3COONa + H_2O = CH_3COOH + NaOH.$$

Оцтова кислота дисоціює дуже слабо, а луг, що утворився, реагує з обмінним воднем, який утворює в розчині гідролітичну кислотність:

$$[ҐКВК]H+ + NaOH + CH_3COOH = [ҐКВК]Na+ + H_2O + CH_3COOH$$

При визначенні гідролітичної кислотності враховують усі види кислотності: активну (іони водню ґрунтового розчину), обмінну (увібрані водень та алюміній, які обмінюються на катіони нейтральної солі) і гідролітичну.

При відсутності обмінної кислотності – гідролітична – не шкідлива для рослин, бо іони H+ гідролітичної кислотності малорухомі. Вимірюють гідролітичну кислотність в мг-екв/100 г ґрунту і позначають індексом **Нг.** За величиною гідролітичної кислотності **розраховують дози вапна**, необхідного для нейтралізації всіх присутніх у ґрунті іонів водню та алюмінію.

Потенційна лужність проявляється у грунтах, що містять увібраний натрій. При взаємодії ґрунту з вуглекислотою увібраний натрій ГВК замінюється на водень і в ґрунтовому розчині з'являється сода, яка створює лужне середовище.

Методи визначення кислотності ґрунту

Визначення активної кислотності ґрунту потенціометричним методом. Він заснований на вимірюванні електрорухаючої сили, яка виникає при занурюванні в розчин індикаторного та допоміжного електродів (рис. 1).

Рис. 1. Зовнішній вигляд pH-метра

Робочою частиною індикаторного (скляного) електроду є скляна мембрана. При вимірюванні pH між мембраною і розчином виникає різниця потенціалів, яка залежить від активності іонів водню. За різницею потенціалів на скляному електроді та електроді порівняння визначають pH. Використання скляного електроду дозволяє

визначати pH у широкому діапазоні. Причому на результати вимірювань не впливають забарвлення розчинів.

Колорометричний метод передбачає застосування суміші індикаторів, які дозоляють визначати даний показник у великому діапазоні концентрацій (1-10; 0-12). Розчинами таких сумішей – універсальних індикаторів зазвичай пропитують стрічки індикаторного паперу, за допомогою якого можна швидко та точно (з точністю до одиниць pH або навіть десятих частин pH) визначити кислотність досліджуваних розчинів (за допомогою порівняння з еталонною кольоровою шкалою) (рис. 2).

Рис. 2. Універсальий індикаторний папір

Визначення гідролітичної кислотності за методом Г. Каппена, що базується на визначенні кількості оцтової кислоти, що утворилась при взаємодії ґрунту з ацетатом натрію (відбувається в декілька стадій), титруванням. Ця кількість і характеризує гідролітичну кислотність.

Завдання 1. Визначити реакцію ґрунтового розчину зразків ґрунту

Хід аналізу. 10 г повітряно сухого ґрунту, розтертого і просіяного крізь сито з отворами ø 1 мм, зважують на технічних терезах з точністю до 0,1 г і переносять у плоскодонну колбу місткістю 100 мл. Приливають мірною колбою або циліндром 50 мл дистильованої води за співвідношення ґрунт:вода 1:5, ретельно збовтують 5 хвилин. Потім фільтрують крізь паперові фільтри, у витяжку занурюють на 1 см індикаторний папір та за допомогою порівняння з еталонною кольоровою шкалою визначають pH розчину (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала кольорів розчину з різною величиною pH

Реакція розчину	pH	Колір
Дуже сильно кисла	1,0	Малиновий
кисла	2,0	Рожево-помаранчевий
Сильнокисла	3,0	Помаранчевий
	4,0	Жовто-помаранчевий
Середньокисла	5,0	Жовтий
Слабокисла	6,0	Зелено-жовтий
Нейтральна	7,0	Жовто-зелений
Лужна	8,0	Зелений
Сильнолужна	9,0	Синьо-зелений
	10,0	Сірувато-синій

Визначення обмінної кислотності потенціометричним методом (в од. pH_{KCl}).

Хід аналізу. 20 г повітряно сухого ґрунту, розтертого і просіяного крізь сито з діаметром отворів 1 мм, зважують на технічних терезах з точністю до 0,1 г і

переносять у плоскодонну колбу місткістю 100 мл. Мірною колбою приливають 50 мл 1,0 н розчину KCl (pH 5,6–6,0). Колбу закривають пробкою і періодично збовтують протягом 1 години. Після відстоювання в чистий скляний стаканчик зливають прозору частину суспензії і вимірюють pH_{KCl} потенціометричним методом.

Результат визначення кислотності ґрунту колориметричним і потенціометричним методами представити в таблиці:

№ зразка	pH			
	Колори-метрично	Потенціо-метрично	Колори-метрично	Потенціо-метрично
	Водна витяжка		**Сольова (KCL)**	

Контрольні питання

1. Що таке кислотність та лужність ґрунтового розчину? Чим вона визначається?
2. Які значення pH відповідають кислотній, нейтральній та лужній реакції ґрунтового розчину?
3. Проведіть порівняльну оцінку формам кислотності ґрунтів.
4. Відношення різних груп рослин до вмісту алюмінію у ґрунті.
5. Які методи визначення реакції ґрунтового розчину Вам відомі?