

ЛЕКЦІЯ № 15

Ґрунтовий розчин, кислотність і лужність ґрунтів

1. Поняття про ґрунтовий розчин та його реакцію
2. Кислотність і лужність ґрунту, їх види, методи визначення
3. Відношення сільськогосподарських культур до показника реакції ґрунтового розчину

Література:

1. Ґрунтознавство з основами геології : навчальний посібник / Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
2. Назаренко І.І. Ґрунтознавство з основами геології : підручник / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Нікорич. – Ченівці: Книги-XXI, 2006. – 504 с.
3. Почвы Украины и повышение их плодородия. Продуктивность почв, пути ее повышения, мелиорация, защита почв от эрозии и управление плодородием / [под ред. Б.Н. Носко, В.В. Медведева, Р.С. Трускавецкого, Г.Я. Чесняка]. – К.: Урожай, 1988. – Т. 2. – 176 с. – (Л-ра для каб. агронома).
4. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко ; за ред. М.І. Полупана. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
5. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навчальний посібник / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. – К.: Колообіг, 2005. – 304 с

1. Поняття про ґрунтовий розчин та його реакцію

Рідка фаза ґрунту є найбільш рухомою, динамічною і водночас активною його частиною. В ґрунтовому розчині мінеральні й органічні речовини знаходяться в молекулярному, колоїдному та іонному станах.

У ґрунтовому розчині відбуваються процеси руйнування і синтезу гумусових речовин, формуються вторинні мінерали, утворюються органо-мінеральні сполуки. Із ґрунтового розчину рослини отримують необхідні поживні речовини і воду. В результаті того, що одні речовини можуть поглинатись рослинами, мікроорганізмами та адсорбуватись колоїдами, а інші – залишатись у ґрунтовому розчині, між рідкою і твердою фазами ґрунту встановлюється динамічна адсорбційна рівновага.

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 (рН), що є від'ємним десятичним логарифмом концентрації іонів H^+ :

$$pH = -\lg [H^+].$$

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

Це динамічна характеристика ґрунту, яка залежить від погодних умов, інтенсивності біологічних процесів у ґрунті, внесення добрив, агротехніки вирощування сільськогосподарської культури тощо.

Реакція розчину визначається співвідношенням у ньому іонів H^+ і OH^- . Відомо, що вода при $22^\circ C$ розкладається на іони в кількості $1/10\,000\,000$ моль, тобто 10^{-7} моль/л води. З кожної молекули води при дисоціації виділяється по одному іону H^+ і OH^- . Їхня концентрація в дистильованій воді при $22^\circ C$ дорівнює $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л. Добуток іонів H^+ на OH^- при будь-якій концентрації має стале значення, що

дорівнює 10–14. Якщо до ди-стильованої води прилити кислоту і тим самим збільшити в роз-чині концентрацію іонів H^+ , то кількість іонів OH^- зменшиться на-стільки, на скільки збільшиться кількість іонів H^+ . У зв'язку з цим реакція будь-якого розчину визначається співвідношенням у ньо-му іонів H^+ і OH^- . Якщо в розчині іонів $H^+ > OH^-$, то реакція кис-ла, при $H^+ = OH^-$ — нейтральна, при $H^+ < OH^-$ — лужна.

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

Реакція ґрунтового розчину	рН	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	$10^{-9} - 10^{-10}$

2. Кислотність і лужність ґрунту та їх види

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

Вона обумовлена наявністю головним чином вуглецевої та органічних кислот, гідролітично кислих солей, вільних іонів H^+ у ґрунтовому розчині та обмінних катіонів H^+ і Al^{3+} у ГВК.

Кисла реакція властива підзолистим, 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_{H_2O} або $pH_{водний}$. Безпосередньо впливає на розвиток рослин та життєдіяльність мікроорганізмів. У табл. 1 наводяться інтервали рН, сприятливі для росту і розвитку сільськогосподарських культур та ґрунтових мікроорганізмів.

Іони H^+ , які присутні у ґрунтовому розчині, складають незначну частину від водневих іонів, які знаходяться у ввібраному стані. Крім того, активна кислотність дуже змінюється протягом вегетаційного періоду. Тому її величина не може бути надійним показником потреби ґрунту у вапнуванні для нейтралізації кислотності.

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. 2).

Таблиця 2 - Рівні лужності ґрунтів

pH_{H_2O}	Рівень лужності ґрунтів	Ґрунт
7,2—7,5	Слабо лужні	Чорнозем південний, каштановий з ознаками солонцюватості
7,6—8,5 і	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 ГВК. 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:



Обмінна кислотність позначається індексом pH_{KCl} або $pH_{\text{сольовий}}$. Її вимірюється в одиницях рН або в мг-екв на 100 г ґрунту (титрована обмінна кислотність)

В слабо кислих ґрунтах 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:



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



$Al(OH)_3$ 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.

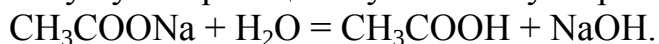
По відношенню до вмісту алюмінію в ґрунті рослини розподіляють на 4 групи:

- 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.

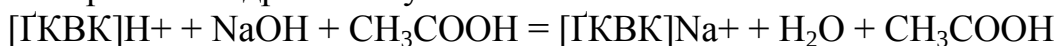
Урожайність чутливих культур починає знижуватись при вмісті рухомого алюмінію 1,5–2,0 мг, а середньостійких при – 3,5–4,0 мг-екв/100 г ґрунту.

Вміст рухомого алюмінію в ґрунті залежить від реакції середовища: *чим нижче значення рН, 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



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



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 ґрунтах, що містять увібраний натрій. При взаємодії ґрунту з вуглекислотою увібраний натрій ГВК замінюється на водень і в ґрунтового розчині з'являється сода, яка створює лужне середовище.

Методи визначення кислотності ґрунту.

Визначення активної кислотності ґрунту потенціометричним методом. Він заснований на вимірюванні електрорушуючої сили, яка виникає при занурюванні в розчин індикаторного та допоміжного електродів. Робочою частиною індикаторного (скляного) електроду є скляна мембрана. При вимірюванні рН між мембраною і розчином виникає різниця потенціалів, яка залежить від активності іонів водню. За різницею потенціалів на скляному електроді та електроді порівняння визначають рН. Використання скляного електроду дозволяє визначати рН у широкому діапазоні. Причому на результати вимірювань не впливають забарвлення розчинів.

Колориметричний метод передбачає застосування суміші індикаторів, які дозволяють 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 рН або навіть десятих частин рН) визначити кислотність досліджуваних розчинів (за допомогою порівняння з еталонною кольоровою шкалою).

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

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.

3. Відношення сільськогосподарських культур до показника реакції ґрунтового розчину

Реакція ґрунтового середовища визначає ріст і розвиток сільськогосподарських культур і є важливою умовою формування родючості ґрунту.

У природі поширення кислих ґрунтів пов'язано з певними умовами ґрунтоутворення. Велике значення в утворенні ґрунтів з тією чи іншою реакцією має характер ґрунтоутворної породи. Так, на карбонатних породах за однакових умов формуються ґрунти з нейтральною реакцією, що збагачені кальцієм і магнієм, а на вилугованих безкарбонатних породах формуються кислі ґрунти. Великий вплив на утворення кислих ґрунтів мають кліматичні умови. Наприклад, в умовах промивного або періодично промивного типів водного режиму ґрунтів відбувається винос солей кальцію та магнію і в ГВК поступають іони H^+ . При цьому виникає явище ненасиченості ґрунту основами, тобто створюється кисла реакція. Така реакція середовища характерна для підзолистих, дерново-підзолистих, сірих лісових і опідзолених ґрунтів, червоноземів та ін.

Рослинність також впливає на характер реакції ґрунту. Хвойні ліси, мох і гриби сприяють посиленню кислотності ґрунту в зв'язку з кислими властивостями їхніх

органічних залишків і продуктів обміну, широколистяні ліси і трав'яниста рослинність, навпаки, сприяють нагромадженню основ у ґрунті.

Сільськогосподарська діяльність людини може призвести до зміни реакції ґрунту. Відчуження врожаїв з полів призводить до поступового збіднення ґрунтів елементами, в тому числі й основами. При цьому підвищується його кислотність. Крім того, підкислюють ґрунт фізіологічне кислі мінеральні добрива.

Кисла реакція ґрунтів несприятлива для більшості культурних рослин і корисних мікроорганізмів. Кислі ґрунти мають погані фізичні властивості. У зв'язку з нестачею кальцію та магнію органічна речовина в кислих ґрунтах не закріплюється і ґрунт збіднюється на поживні речовини. Основним методом підвищення продуктивності кислих ґрунтів і зменшення їхньої кислотності є вапнування.

Таблиця 1 – Оптимальна реакція ґрунтового середовища для сільськогосподарських культур, плодових насаджень і мікроорганізмів

Культура	pH	Культура	pH
Пшениця озима	6,3 — 7,7	Вівсяниця лугова	5,3 — 6,0
Пшениця яра	6,0 — 7,5	Льон	5,5 — 6,5
Ячмінь	6,8 — 7,5	Коноплі	7,1 — 7,4
Жито озиме	5,5 — 7,5	Тютюн	6,5 — 8,0
Овес	5,0 — 7,5	Морква	5,5 — 7,0
Кукурудза	6,0 — 7,0	Капуста	6,5 — 7,4
Рис	4,0 — 6,0	Огірки	6,4 — 7,0
Просо	5,5 — 7,5	Цибуля	6,4 — 7,9
Гречка	4,7 — 7,5	Томати	6,3 — 6,7
Горох	6,0 — 7,0	Салат	6,0 — 6,5
Соя	6,5 — 7,1	Щавель	4,5 — 5,0
Квасоля	7,0 — 8,0	Селера	5,8 — 7,5
Вика	5,7 — 6,5	Цикорій	6,0 — 6,5
Люпин	4,5 — 6,0	Гарбузи	5,3 — 6,0
Боби кормові	6,0 — 7,0	Яблуна	6,5 — 7,5
Соняшник	6,0 — 6,8	Груша	4,5 — 6,0
Буряки цукрові	7,0 — 7,5	Абрикос	7,0 — 8,5
Картопля	5,0 — 5,5	Слива	6,5 — 8,0
Бруква	4,8 — 5,5	Вишня	6,5 — 8,5
Турнепс	6,0 — 6,5	Виноград	7,0 — 8,7
Люцерна	7,0 — 8,0	Азотобактер	6,7 — 6,8
Конюшина	6,0 — 7,0	Нітрифікатори	6,0 — 8,0
Житняк	7,0 — 8,5	Денітрифікатори	7,0 — 8,0
Райграс	6,8 — 7,5	Бульбочкові	6,0 — 7,0
Тимофіївка	5,0 — 7,5	бактерії	
		конюшини	

Буферність ґрунту — це його здатність протидіяти зміні реакції ґрунтового розчину. Чим більша буферність ґрунту, тим важче змінити його реакцію в кислий або лужний бік. Буферність ґрунту залежить від його гранулометричного складу. Високу буферність мають важкі високогумусовані ґрунти. На буферність впливає кількісний і якісний склад обмінних катіонів ґрунту, величина ємкості катіонного обміну.

Буферна здатність є одним із елементів родючості ґрунтів. Вона дає змогу зберегти сприятливі для рослин властивості ґрунтів. Буферність ґрунту необхідно враховувати при проведенні хімічної меліорації — вапнуванні та гіпсуванні.