

ГРУНТ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

У зв'язку з підвищенням наукового рівня підготовки учнів ЗОШ, навчальних закладів сільськогосподарського профілю, у статті висвітлюється наукова основа хімічної меліорації ґрунтів, зокрема колоїдна фракція, яка є основною функціональною частиною ґрунту, що бере участь у фізико-хімічних, біохімічних процесах; вплив катіонів Ca^{2+} , Na^+ , H^+ на родючість ґрунту (рН ґрунтового розчину, утворення водостійкої структури тощо).

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Стаття “Ґрунт як екологічний фактор” є складовою теми дослідження “Теоретико-методологічні основи взаємозв’язку емпіричного і теоретичного рівнів навчально-пізнавальної діяльності учнів при вивченні загальної біології (10 – 11 кл.) [15, 16, 17].

Інноваційні підходи до визначення системи форм і методів навчання передбачає попереднє проведення системи науково обґрунтованих дослідів з генетики та селекції, які включають вивчення закономірностей:

1) спадковості; 2) мінливості організмів у системі: генотип – довкілля – фенотип. Модифікаційна мінливість вивчається на дослідках: 1) з сортовивчення пшениці або іншої провідної культури регіону, з метою виявлення спадково продуктивного сорту з генотипом високої продуктивності і норми його реакції на умови ґрунтової родючості. 2) вплив мінеральних добрив на урожай культури, що сприяє виявленню оптимальних умов реалізації генотипу високої продуктивності у відповідний фенотип – кількості і якості продукції.

Інноваційна методика вивчення генетичних основ селекції передбачає наявність знань про ґрунти, зокрема про колоїди: їх будову і функції, вплив на родючість ґрунту, що є науковою основою ефективного використання мінеральних та органічних добрив [18].

Результати дослідів (знання, питання, що виникли при проведенні навчальних дослідів, натуральні наочні посібники тощо) використовуються на всіх етапах уроків з різною дидактичною метою.

Дослідження знань учнів про чинники екології та їх роль у житті рослин, тварин, людини показало, що вони розповідають про роль світла, вологи, повітря, температурний чинник у житті живих систем, але не знають про ґрунт як екологічний чинник.

Річ в тім, що ґрунт – це той фактор, якісним

показником якого – родючістю, людина може керувати успішніше, ніж вищезазначеними екологічними факторами, і важлива роль у цьому належить хімічній меліорації, яка передбачає знання:

- типів основних ґрунтів України та їх родючості з висвітленням колоїдної фракції, яка є основною функціональною частиною ґрунту;
- якості ґрунтового поглинаючого комплексу (ГПК);
- залежності якості ґрунту від катіонів ГПК;
- біологічних особливостей рослин, що вирощуються;
- процесу засвоєння мінеральних солей рослинами та їх післядії;
- обґрунтування вибору форм мінеральних добрив;
- ефективного застосування мінеральних добрив, щоб вони були не тільки джерелом живлення рослин, але й регулятором реакції ґрунтового розчину – створювали сприятливе середовище для росту та розвитку рослин і мікроорганізмів ґрунту.

Відповідно до вимог реформи в аграрному секторі, перетворення АПК у високоефективний, експортоспроможний сектор економіки доцільно, щоб учні знали заходи, спрямовані на підвищення родючості ґрунту, зокрема наукові основи хімічної меліорації. На нашу думку, цьому сприятиме інтеграція знань учнів 10 – 11 класів ЗОШ та професійних навчальних закладів сільськогосподарського профілю із загальної біології, хімії, географії, фізики, математики, трудового навчання тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що існуюча навчальна література не забезпечує необхідними знаннями учнів для проведення дослідів, що спрямовані на перетворення АПК, який має стати високоефективним експортоспроможним сектором економіки, що буде можливим лише за умови підготовки фахівців високої компетентності для сільськогосподарського виробництва. Адже

ринкові відносини ставлять набагато суворіші вимоги до професіоналізму спеціаліста, його творчих здібностей, конкурентоздатності, вміння самостійно розв'язувати виробничі проблеми на науковій основі.

Так, у підручнику Н.М.Буринська, Л.П.Величко. – Хімія. Для 10 класів у загальноосвітніх навчальних закладів, 2-е видання, перероблено та доповнено. Перун-2005, у § 24. “Силікатна кислота й силікати” С. 102 є навчальна інформація: “Силікатна кислота H_2SiO_3 належить до слабких двоосновних кислот... У воді – практично нерозчинна, проте легко утворює колоїдні розчини.

Колоїдні розчини – це системи, що складаються з дуже подрібнених частинок, рівномірно розподілених в однорідному середовищі. Вони займають проміжне місце між істинними розчинами і завісами. До колоїдних розчинів належать, наприклад, молоко, кров, яєчний білок [1].”

У підручнику мова йде про властивості колоїдного розчину H_2SiO_3 , тому логічно одержати інформацію, що характеризує колоїди H_2SiO_3 в стані золь, їх розміри і будову за схемою М.І.Горбунова. Автор умовчує й про стани колоїдних частинок – золь та гель. Але від етапу колоїдів залежить родючість ґрунтів, їх охорона, наукова основа екології. Відомо, що величезна роль належить колоїдам органічного походження, зокрема гуміновій кислоті. Про це зовсім не згадується, хоча на С. 73 характеризуються органічні добрива – гній, компости тощо як джерела азотних солей для живлення рослин.

Під час розгляду § 29 “Генетичний зв’язок між органічними та неорганічними речовинами” дана відома схема “Колообіг Карбону” за включенням “Гумус і нерозчинні органічні речовини”. Але жодного слова щодо колоїдної природи цих речовин та їх значення (11 кл., С. 144).

У підручнику є § 20 – “Хімія та екологія” (С. 83–87) (6). На С. 86 важливим є ознайомлення учнів з Головним керівним Державним документом: “Конституція України встановлює, що в інтересах нинішнього і майбутнього поколінь України вживаються необхідні заходи для охорони і науково обґрунтованого раціонального використання землі, її надр, природних ресурсів з метою поліпшення навколишнього середовища, в якому живе людина” [1].

На жаль, жодного речення про охорону ґрунтів, наукові основи хімічної меліорації.

Ще приклад, Л.Б. Лук’яновою у навчальному посібнику “Основи екології” для учнів професійно-технічних закладів освіти. – К.: Вища школа, 2000.

Під час вивчення теми “Склад і будова ґрунту” не згадується про колоїдну фракцію, тому не висвітлюється склад структурної грудочки, процес структуроутворення. Відсутність інформації про колоїдні розчини ґрунту, їх насиченість катіонами Ca^{+} , Na^{+} , H^{+} не створює наукових основ для розуміння впливу цих катіонів на структуру і родючість ґрунту.

Незнання складу і будови, процесу утворення структурної грудочки є причиною відсутності наукового висвітлення наступного параграфу – “Антропогенний вплив на ґрунт”. Так, на С. 154 той же автор зазначає: “Обробка земель важкими механічними агрегатами (оранка, боронування, розпушування) порушує його структуру (ущільнює), а отже, змінює умови існування в ньому організмів”. На жаль, не згадуються фізико-хімічні біохімічні, хімічні – основні причини руйнування агрономічної структури та шляхи їх попередження. Як зрозуміти, що розпушування ущільнює структуру ґрунту?

Незнання будови та функцій колоїдів ґрунту, їх взаємозв’язку з колоїдним розчином та функцією кореневих волосків рослин проявилось у тексті підручника: ЧАСТИНА II. Практичні аспекти екології. Зокрема: склад і будова ґрунту; антропогенний вплив на ґрунт; ерозія ґрунту; використання добрив і пестицидів та його наслідки, тощо.

На С. 153 запропоновані змістовні контрольні запитання:

- 1). Як взаємодіють ґрунт, рослини та ґрунтові тварини?
- 2). Від чого залежить родючість ґрунту?
- 3). Як впливають рослини на структуру ґрунту?
- 4). Яку роль відіграють добрива у вирощуванні врожаю?
- 5). У чому виявляються негативні наслідки недостатнього або надмірного внесення добрив у ґрунт?
- 6). До яких наслідків може привести тривале використання мінеральних добрив у великих дозах?

На жаль у змісті підручника відсутня інформація щодо наукової відповіді на названі запитання.

Метою статті є висвітлення наукових основ внесення мінеральних добрив, які повинні бути не тільки джерелом живлення рослин, а й регулятором реакції ґрунтового розчину – створювати сприятливе середовище для росту та розвитку сільськогосподарських рослин та мікроорганізмів. Цьому сприятиме висвітлювання:

1) ґрунту як екологічного фактора, якісним показником якого є родючість. Характеристика ґрунту як полідисперсної системи передбачає наявність знань: а) твердої фази ґрунту, зокрема колоїдів мінерального, органічного та органо-мінерального походження, їх фізичного стану (золь, гель) та впливу на родючість ґрунтів; б) ґрунтового розчину та його екологічного значення залежно від заряду колоїдних частинок та поглинутих катіонів Ca^{2+} , Na^+ , H^+ ;

2) фізико-хімічних, біохімічних процесів взаємного обміну у системах: а) ґрунтового повітря – ґрунтовий розчин – ґрунтові колоїди /ГПК); б) ГПК – ґрунтовий розчин – рослини (кореневі волоски).

3) підкреслити – важливість знань про ґрунт та шляхи підвищення його родючості; на основі інтеграції знань учнів з біології, хімії, фізики, географії, трудового навчання тощо.

Виклад основного матеріалу. *Ґрунт як екологічний фактор.* Історичний розвиток вчення про ґрунт як екологічний фактор.

Учитель, висвітлюючи еволюцію поглядів на ґрунт, підкреслює, що спочатку ґрунт ототожнювали з поняттям “Земля” – ділянкою земної кулі.

Перше наукове визначення ґрунту дав В.В. Докучаєв (1846 – 1903) у праці “Лекції з ґрунтознавства”... “ґрунтом треба називати “денні” або зовнішні горизонти гірських порід (все одно яких), природно змінених сумісною дією води, повітря і різного роду організмів, живих і мертвих”. Ґрунт розглядався перш за все як самостійне природно-історичне тіло.

У праці “К учению о зонах природы” (1899) В.В. Докучаєв майже підійшов до біогеоценотичних ідей, які пізніше розвинуті його учнями і послідовниками – В.І. Вернадським, В.М. Сукачевим та ін.

В.В. Докучаєв вперше ввів у науку поняття про ґрунтовий профіль. Учні на основі знань фізичної географії розповідають про профіль ґрунту, який характеризує зміну його властивостей й морфологію горизонтів ґрунту по вертикалі, що є специфічним для кожного типу ґрунту; називають основні типи ґрунтів України: чорноземи, дерново-підзолисті, солонці тощо.

З дослідженнями В.В. Докучаєва у Полтавській губернії в 1888 – 1894 рр. пов’язані перші відомості про ґрунтовий покрив України. Вони дали можливість установити ґрунтові географічні й топографічні закономірності ґрунтового покриву лівобережного Лісостепу. В.В. Докучаєв проаналізував походження та границі чорноземів, дав їм класифікацію у праці “Русский чернозем” [7].

Цікавим є повідомлення про те, що у 1883 р. Докучаєв захистив свою працю “Русский чернозем” – докторську дисертацію на Раді Петербургського університету. Офіційними опонентами його були Д.І. Менделєєв і відомий геолог А.А. Іностранцев.

У праці “Русский чернозем” він обґрунтував рослинно-наземне походження чорноземів під степовою рослинністю, вперше описав їх профілі й географічне розповсюдження. Поняття про ґрунт пов’язане із сільськогосподарським виробництвом.

Тому П.А. Костичев і В.Р. Вільямс звертали увагу на основну властивість ґрунту, що відрізняє його від інших природних тіл. Вільямс уважав, що цією властивістю є родючість – здатність ґрунту безперервно забезпечувати рослини необхідним запасом води та їжі [3].

Як зазначають І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Никорич – автори підручника “Ґрунтознавство”: “Докучаєвське генетичне ґрунтознавство – гордість російської, а в цьому випадку і нашої, української науки. Слов’янські слова “чорнозем”, “підзол”, “солонець”, “солончак”, знають професіонали усього світу і ними називають свої ґрунти [11]. Учні пропонують розглянути будову колоїдних частинок та ґрунтових колоїдних розчинів. Учитель розповідає, що ґрунт складається з механічних елементів (пісок, глина тощо). Кожна група механічних елементів – фракція володіє певними характерними властивостями і по-різному впливає на властивості ґрунтів, що пояснюється неоднаковим мінералогічним і хімічним складом, фізичними та фізико-хімічними її властивостями. Найважливіша з точки зору формування обмінних властивостей та структури ґрунту є колоїдна частина [8].

Ґрунт – полідисперсна система, а його найдрібніші частинки (розміром менші за 0,001 мм) називаються ґрунтовими колоїдами. Утворюються колоїди шляхом диспергації крупних частинок або конденсації молекул в агрегати. К.К. Гедройц за їх складом визначав органічні, мінеральні і органо-мінеральні колоїди.

Органічні колоїди – гумус, до складу якого входять гумінові та інші органічні кислоти і їх солі. Мінеральні – це глинисті мінерали, колоїдні форми SiO_2 , гідроксиди алюмінію, заліза, та кремнієвої кислоти. Органо-мінеральні колоїди утворилися внаслідок з’єднання гумусових кислот із глинистими мінералами. Склад і кількісне співвідношення мінеральних, органічних і органо-мінеральних колоїдів у ґрунті залежить від характеру ґрунтоутворюючих порід і типу

грунтоутворення. Визначається колоїдний розчин як двофазна система, яка складається з дисперсної фази (колоїдні частинки) та ґрунтового розчину (дисперсного середовища). “Дисперсний” походить від слова “розсіяний”. Відомо, що розчини є істинними гомогенними, коли система містить частинки у вигляді молекул або іонів.

Ґрунтові колоїдні системи – дисперсні й гетерогенні; це означає, що в ґрунтовому розчині рівномірно розподілені тверді частинки глини, гумусу та інших колоїдів (дисперсна фаза).

Розглянемо *Екологічне значення гумусу та шляхи регулювання його вмісту в ґрунті*.

Учитель розповідає, що Гумус має важливе значення в ґрунтоутворенні, формуванні родючості ґрунту, живленні рослин. Відомо, чим більше гумусу в ґрунті, тим він родючіший. Як впливає гумус на родючість ґрунту?

- Гумінові кислоти надають темного забарвлення. Такі ґрунти, порівняно зі світлими, краще поглинають сонячне проміння. І тому мають кращий тепловий режим, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин.

- Основна маса гумінових кислот перебуває в ґрунті в стані колоїдних міцел, що зумовлює поглинальну здатність даного ґрунту. А родючість, як відомо, залежить від величини поглинутих катіонів.

- Колоїди гумінових кислот беруть участь у формуванні гелів, що цементують механічні елементи ґрунту у процесі формування водостійких структурних агрегатів. Поліпшення структурного складу покращує водний, газовий стан ґрунту, тобто позитивно впливає на його родючість.

- Вміст гумусних речовин у ґрунтах – характерна генетична й класифікаційна ознака кожного типу ґрунту. Положення про закономірну зміну гумусу в зональних типах ґрунтів залежно від географічних умов уперше сформулював В.В. Докучаєв у праці “Русский чернозем” (1883). Максимальний вміст гумусу у глибоких звичайних чорноземах, близько 10 – 12%. Тут склалися найсприятливіші гідротермічні й біохімічні умови, що забезпечили високу продуктивність біологічної маси, помірну активність мікроорганізмів, консервацію й збереження гумусу у ґрунтах.

Робиться висновок про необхідність у землеробстві дбати про накопичення гумусу в ґрунті. Учні називають основні заходи підвищення гумусу в ґрунті: внесення органічних добрив (гною, торф’яних компостів, сидератів, вирощування в сівозміні суміші багаторічних трав – злакових і бобових тощо).

Гумус – важливий чинник буферності ґрунтів. Він забезпечує стійкість певної реакції середовища за рахунок катіонного обміну на поверхні колоїдних частинок-міцел.

У зв’язку з тим, що в ґрунтах України більшість колоїдів представлені гелями гумусових та кремнезему, то ґрунтовий колоїдний комплекс має заряд мінус, тому й мова йтиме про домінування колоїдів з негативним зарядом.

Ґрунтовий розчин та його екологічне значення.

На початок заняття пропонується письмове опитування учнів з метою формування уявлення про засвоєння навчального матеріалу щодо будови колоїдних міцел. Для цього кожен учень повинен накреслити схему будови колоїдної частинки і охарактеризувати її властивості. Один з учнів у цей час креслить на дошці загальну будову колоїдної частинки. Учитель, користуючись цією схемою, звертає увагу учнів на дифузний шар та інтерміцелярний розчин і вказує, що явище поглинання та обміну іонів передбачає взаємозв’язок між ГПК і ґрунтовим розчином. Вчитель пояснює, що ґрунтовий розчин – це рідка фаза ґрунтів, яка містить ґрунтову воду, розчинені в ній солі, органічні та органо-мінеральні сполуки, гази й колоїдні золі. Джерелами ґрунтових розчинів є: а) атмосферні опади; б) ґрунтові води; в) поливні води (гідромеліорація). ...В процесі бесіди встановлюється, що склад ґрунтових розчинів залежить від: 1) кількості та якості атмосферних опадів; 2) складу твердої фази ґрунту, зокрема колоїдів мінерального походження; 3) кількості та якості рослинного матеріалу, підземної частини біогеоценозу, агроценозу; колоїдів органічного походження. 4) наявності або відсутності структури; 5) фізіологічної життєдіяльності рослин – поглинання з розчину відповідних іонів: а) катіонів – Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , б) аніонів: HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} ; в) виділення відповідних іонів з клітин коренів рослин.

Наявність у ґрунтовому розчині вільних кислот і лугів визначає актуальну реакцію ґрунтового розчину. Учні розповідають, що реакція ґрунтового розчину визначається активністю вільних водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів, вимірюється показником рН. Якщо $\text{pH} = 7$, то реакція нейтральна, при pH більше 7 – лужна, менше 7 – кисла. Підкреслюється, що оптимальний рН (близько 7) мають ґрунти, ГПК яких насичені Ca^{2+} та Mg^{2+} .

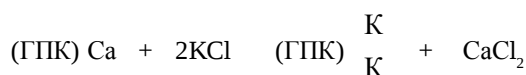
Розвитку поняття про поглинальний ґрунтовий комплекс (ГПК) і ґрунтового розчину, встановленню взаємодії цих понять сприяє

ГРУНТ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

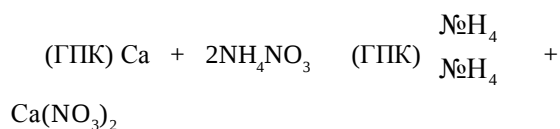
повідомлення про обмінні процеси між катіонами, що поглинуті колоїдними частинками, і ґрунтовим розчином.

Сукупність мінеральних, органічних і органо-мінеральних колоїдних частинок, здатних поглинати й обмінювати поглинуті іони, К.К. Гедройц назвав Ґрунтовим Поглинаючим Комплексом (ГПК).

Спроможність колоїдних частинок до обмінного поглинання катіонів зумовлена їх негативним зарядом. Поглинання одних катіонів ґрунтового розчину супроводжується витискуванням з нього еквівалентної кількості інших катіонів, раніше поглинутих твердою фазою ґрунту – ГПК. Цей процес зображується на дошці:



Підкреслюється, що реакція обміну катіонів зворотна, тобто катіон, що поглинутий ґрунтом, знову може бути витиснутий у ґрунтовий розчин:



Під час засвоєння того чи іншого катіона рослиною концентрація його у розчині зменшується, цей катіон з поглиненого стану переходить у розчин в обмін на інші катіони, що містяться у ґрунтовому розчині. Чим вища насиченість ГПК відповідним катіоном, тим легше і швидше він виходить у розчин, і навпаки.

Підкреслюється, що знання про склад і концентрацію ґрунтового розчину є важливими, тому що ґрунтовий розчин є безпосереднім джерелом живлення рослин.

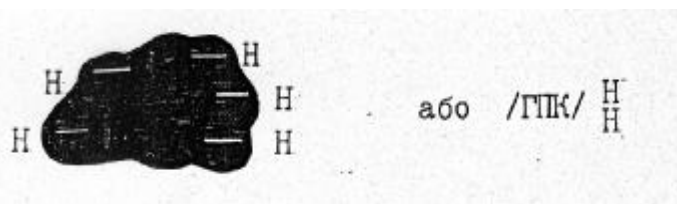
Після створення загальнотеоретичної основи щодо ГПК і його взаємодії з ґрунтовим розчином, логічно розповісти про залежність якості ґрунту від катіонів, що містяться у ГПК.

Далі розглядається *Вплив катіонів ГПК на родючість ґрунту*.

Розвитку понять про поглинальний ґрунтовий комплекс і ґрунтовий розчин, встановленню взаємодії цих понять сприятиме повідомлення про залежність поглинутих катіонів колоїдними частинками від ґрунтового розчину й навпаки, залежність родючості ґрунту від цих явищ.

На основі знань географії учні називають основні типи ґрунтів України: чорнозем, підзолисті ґрунти, солонцюваті та ін.

Характеризуючи підзолисті та дерново-підзолисті ґрунти, слід підкреслити недостатній вміст гумусу, наявність кислої реакції ґрунтового розчину, яка визначається вмістом катіонів H^+ у ГПК. Зображається схема ґрунтового поглинального комплексу підзолистого ґрунту:



Мал. 1.

Наголошується, що кисла реакція ґрунтового розчину негативно впливає на діяльність ферментів клітин більшості культурних рослин, уповільнює синтез органічних сполук та знижує врожайність.

Крім того, кисла реакція ґрунтового розчину пригнічує життєдіяльність ґрунтової мікрофлори і гальмує процеси мінералізації.

Багато культур не виносить високої кислотності ґрунтів: пшениця, кукурудза, капуста, ячмінь, соняшник, всі бобові (крім люпину, середели), цибуля, огірки, салат. Вони краще ростуть при слабокислій реакції ґрунту (рН 6 – 7).

Основним методом підвищення продуктивності кислих ґрунтів є зниження кислотності вапнуванням. Теоретичною основою вапнування є вчення К.К. Гедройца про ґрунтовий поглинальний комплекс (ГПК). Виходячи з цього, при внесенні вапна (CaCO_3) проходить його взаємодія з кислим ґрунтом за схемою:

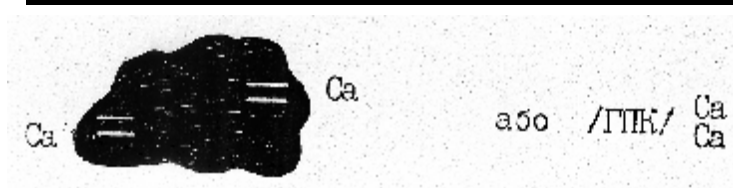
1) CaCO_3 при наявності надлишку вуглекислоти переходить у розчинний $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;

2) $(\text{ГПК}) + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow (\text{ГПК}) \text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

Вапнування сильнокислих ґрунтів створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів – азотфіксаторів, нітрифікаторів, фосформобілізуючих мікроорганізмів.

Підкреслюється, що вапно не належить до добрив, але вапнування підвищує ефективність внесених мінеральних добрив.

Під час характеристики чорноземних ґрунтів наголошується на наявності нейтральної реакції ґрунтового розчину та катіонів кальцію у ґрунтовому поглинальному комплексі. Учні за аналогією з кислим ґрунтом зображають ГПК чорнозему:



Мал. 2.

Увага учнів акцентується на тому, що нейтральна реакція ґрунтового розчину є найкращою для росту та розвитку рослин.

Робиться висновок про необхідність підтримання нейтральної реакції ґрунтового розчину, впровадження заходів, спрямованих на забезпечення наявності Ca^{2+} у ГПК.

На цьому етапі слід зазначити, що пріоритет у дослідженні чорноземних ґрунтів належить російським ученим. Ще у 1725 р. відкрита в Росії Академія Наук і розпочаті перші дослідження ґрунтів. Фундамент науки про ґрунти закладений ще М.В. Ломоносовим. Він у трактаті "О слоях земных" (1757) висвітлює свої погляди на чорноземоутворення як своєрідний біологічний процес. М.В. Ломоносов уперше висловив правильну думку, що розвиток ґрунтів протікає у часі в результаті взаємодії рослин і гірських порід, а також вперше ввів термін "чорнозем" [9].

Далі учнів слід ознайомити з *ґрунтами солонцюватого типу*. Варто підкреслити, що вчення про походження солонців та солодей, теорію їх меліорації розробив К.К. Гедройц.

Учитель розповідає, що ґрунти солонцюватого типу містять солі натрію. Лужна реакція несприятлива для більшості рослин. Висока лужність зумовлює низьку родючість багатьох ґрунтів, їх несприятливі фізичні і хімічні властивості. При рН біля 9–10 ґрунти визначаються великою в'язкістю і безструктурністю у сухому стані.

Далі встановлюються причини лужної реакції ґрунтового розчину у ґрунтах солонцюватого типу.

Відомо, пояснює учитель, що лужність зумовлена наявністю іонів OH^- . Для встановлення їх джерел необхідно розглянути процеси взаємного обміну у системі:

ґрунтова повітря – ґрунтовий розчин – ґрунтові колоїди (ГПК).

Підкреслюється, що лужність проявляється у ґрунтах, що містять натр.

Учні, за аналогією з попередніми ґрунтами, креслять схему, яка відображає стан колоїдної частинки та ГПК солонцюватого ґрунту (Мал. 3.)

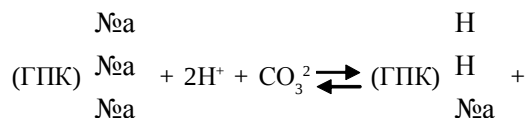
У ґрунтовому повітрі (при погіршенні газообміну з атмосферним повітрям) підвищується концентрація CO_2 (яка утворюється за рахунок дихання

коренів, мікроорганізмів, процесів гниття органічних решток) у ґрунтовому розчині підвищується концентрація H_2CO_3 .

При взаємодії колоїдних частинок ґрунту з вуглекислотою поглинутий натрій у ГПК

заміщується воднем і з'являється сода, що підлогує ґрунтовий розчин.

Учні пишуть можливий процес взаємодії між (ГПК) Na та вуглекислотою ґрунтового розчину:



Na_2CO_3

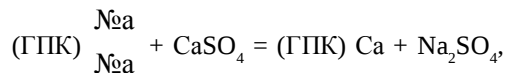
Відомо, що при дисоціації гідролітично лужних солей утворюються гідроксильний іон (OH^-):



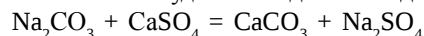
Учні пропонують заходи щодо підвищення родючості ґрунтів солонцюватого типу. Учні міркують так. Причиною лужності у ґрунтах є наявність натрію. Для покращення таких ґрунтів необхідно позбавитися від нього.

Учитель пояснює, що покращенню ґрунтів такого типу сприятиме гіпсування, тобто внесення гіпсу – CaSO_4 .

Учні зазначають цей процес:



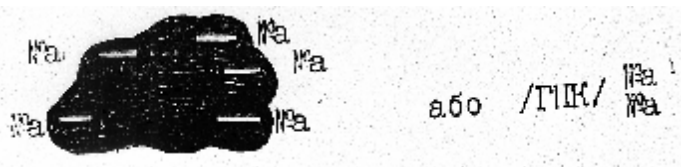
а також гіпс буде взаємодіяти з содою:



Для узагальнення матеріалу, що вивчено, учням пропонується: користуючись теоретичними даними, пояснити роль гіпсування у покращенні ґрунтів з лужною реакцією ґрунтового розчину.

Учні відмічають, що гіпсування надає можливість: а) замінити натрій ГПК на кальцій; б) нейтралізувати вільну соду.

Фізичний стан ґрунтових колоїдів. Учитель розповідає, що колоїди ґрунту можуть бути у стані золю (частинки, відокремлені водною фазою). Відокремлене існування колоїдних частинок у стані золю пов'язане з наявністю електродинамічного потенціалу – однаково заряджені колоїдні частинки відштовхуються



Мал. 3.

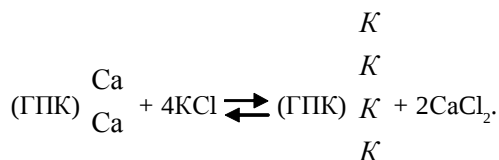
одна від одної. Під впливом тих чи інших факторів при зниженні електричного потенціалу й зменшенні заряду частинок різнойменно заряджені колоїди, які стикаються один з одним при хаотичному русі, склеюються, збільшуються у розмірах і випадають в осад – гель.

Процес з'єднання колоїдних частинок і утворення із золю гелю називається коагуляцією, а перехід колоїдів зі стану гелю у стан золю називається пептизацією.

Коагуляція колоїдів відбувається під дією електролітів, при висушуванні, заморожуванні. При цьому колоїди втрачають водну оболонку або електричний заряд, об'єднуючись випадають в осад.

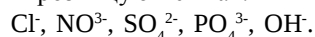
Фізичний стан колоїдів залежить також від складу поглинутих катіонів. Колоїди, насичені одновалентними катіонами перебувають, як правило, у стані золю, при заміні одновалентних катіонів дво- і тривалентними, вони переходять у гель.

Спроможність ґрунтових колоїдів обмінювати катіони дифузного шару на катіони ґрунтового розчину називається фізико-хімічною або обмінною поглинальною здатністю. Процес обміну відбувається завжди еквівалентно. Наприклад, обмін катіонів при фізико-хімічному поглинанні можна зобразити схемою:



У вищеведеному прикладі два двовалентних катіони кальцію обмінюються на чотири іони одновалентного калію. Обмінна реакція має зворотний характер. Увага учнів акцентується на тому, що енергія поглинання катіонів збільшується з підвищенням валентності іона: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , H^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} .

Відомо про наявність в ґрунті колоїдних часток гідроксидів заліза, алюмінію, що мають позитивні заряди. На цих ґрунтових частинках поглинаються аніони, і за здатністю поглинання вони розміщуються так:



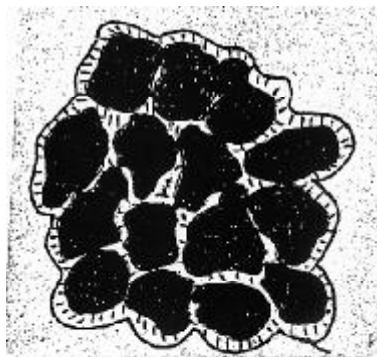
Аніони Cl^- і NO_3^- – практично не поглинаються ґрунтом. У поглинанні аніонів велику роль відіграють процеси солеутворення. При взаємодії розчинних солей утворюються нові нерозчинні у воді солі (сульфати, карбонати, фосфати), які переходять у тверду фазу. Так поглинаються ґрунтом іони $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

Фізичний стан ґрунтових колоїдів має велике

екологічне значення. Поглинуті катіони впливають на властивості ґрунту й умови життя сільськогосподарських рослин. Відомо, що катіони кальцію і магнію є гарними коагуляторами. Ґрунтові колоїди зі стану золю вони переводять у гель, зберігаючи активну частину ґрунту і сприяють утворенню структури ґрунту; коагуляція незворотна, тобто при надлишку вологи не піддаються пептизації. Такі ґрунти характеризуються великою здатністю – поглинати і обмінювати поглинуті іони. Вона забезпечує і регулює поживний режим ґрунтів, сприяє накопиченню багатьох елементів живлення рослин, регулює реакцію ґрунту, його водно-фізичні властивості.

Процес відновлення структури ґрунту, його залежність від катіонів ГПК. В процесі бесіди з'ясовується, що ґрунт може бути структурним і безструктурним. При безструктурному стані окремі механічні елементи ґрунту (пісок, глина, рослинні залишки, ...) не з'єднані між собою, а існують окремо або суцільно зцементованою масою.

При структурному стані маса ґрунту розділена на відмінності різної форми і розміру. Отже, оптимальної агрономічною є тільки грудковато-зерниста структура розміром від 0,25 – 10 мм.



Мал. 4. Структурна грудочка.

Саме така структура зумовлює наявність високої родючості ґрунту, тобто його можливість задовольняти вимоги рослин у воді, поживних речовинах, повітрі та передбачає наявність водостійкої дрібнозернистої структури.

У процесі бесіди, на основі попередньо одержаних знань, формуються уявлення про склад і будову структурної грудочки.

Підкреслюється, що окремі механічні елементи (пісок, глина, рослинні та тваринні рештки, ...) зібрані у окремі грудочки, які з'єднані (склеєні) гелем, що складається із колоїдних частинок (мінерального, органічного та орґано-

ГРУНТ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

мінерального походження) і поглинутих ними іонів Ca^{2+} . Іони Ca^{2+} після дощу, тобто після зниження їх концентрації у ґрунтовому розчині, не виходять з ГПК, зберігаючи водостійку агрономічну структуру.

Учні дають характеристику водного, повітряного, поживного режимів структурного ґрунту.

Якими заходами можна забезпечити процес утворення агрономічної структури?

Академік В.Р.Вільямс для підвищення родючості ґрунту запропонував введення травопільних сівозмін, які передбачають вирощування багаторічних трав (2 – 3 роки) суміші злакових і бобових.

Для висвітлення впливу суміші трав у процесі утворення агрономічної структури злакових (тимопіївка, пирій безкореневищний тощо) і бобових (люцерна синя, гібридна, конюшина червона, ...) учням пропонується розглянути і порівняти кореневі системи названих рослин.

При поясненні ролі злакових трав в утворенні структурних грудочок, учні відзначають і демонструють на натуральних об'єктах сильно розвинуту мичкувату кореневу систему цих рослин, яка пронизує ґрунтову масу орного шару і розділяє на окремі грудочки. Під час росту коренів у товщину механічні елементи (пісок, ...) механічно ущільнюються.

Учитель: що відбудеться з такими грудочками після оранки після дощу? Чи будуть вони міцними?

Учень: такі грудочки не можуть бути міцними тому, що вони утворилися тільки завдяки механічним діям коренів. Після оранки під впливом механічних дій крапель дощу грудки ґрунту розпадуться на механічні елементи (пісок, глина, рослинні залишки, тощо).

У процесі бесіди виявляється причина цього явища – відсутність гелю – речовини, що склеює окремі механічні частинки у структурну грудочку, називається його склад: колоїди та кальцій.

Далі встановлюється роль бобових багаторічних трав.

Учні розповідають, що бобові рослини дуже вимогливі до кальцію. Їхня коренева система досягає 2 – 2,5 м та з нижніх горизонтів ґрунту переводить у верхні для побудови (коренів, розміщених у верхніх шарах ґрунту і надземної частини рослини).

Далі учні розповідають, що після відмирання і гниття органічних залишків, Ca^{2+} у формі мінеральних солей виділяється в ґрунт. Крім того, у процесі гниття органічних залишків злакових і бобових рослин утворюються гумусові сполуки колоїдної природи з негативним зарядом.

Колоїдний розчин проникає у механічно ущільнену ґрунтову грудочку.

Далі на основі одержаних знань учні розповідають про взаємодію Ca^{2+} з колоїдами ґрунту, утворення гелю, що склеює окремі механічні елементи у структурні грудочки. Після дощу Ca^{2+} не виходить із ГПК, зумовлюючи водостійку агрономічну структуру.

Увага учнів звертається на те, що вплив багаторічних трав у структуроутворенні суттєво проявиться лише при наявності їх високого врожаю. Чому?

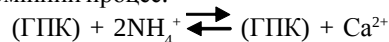
Увага учнів акцентується на збереженні структури та важливості попередження її руйнуванням.

Учитель вказує, що фактори руйнування структури ґрунту умовно об'єднують у три групи:

1) механічне руйнування структури у верхніх шарах ґрунту відбувається ударами дощових крапель, оранкою дуже вологого ґрунту (коли він не кришиться, а маститься), обробкою сухого ґрунту, проїздом транспорту, випасанням тварин на полях після збирання врожаю тощо.

2) фізико-хімічні фактори руйнування структури ґрунту пов'язані з атмосферними опадами, що містять NH_4^+ , особливо в областях з вологим кліматом. Дощова вода частково розчиняє й вимиває у нижні горизонти солі кальцію, збіднюючи верхні шари ґрунту коагулятором. При цьому кальцій ГПК заміщується амонієм, воднем.

Учні записують вищезгаданий, фізико-хімічний обмінний процес:



Підкреслюється, що втрата Ca^{2+} ґрунтом веде до послаблення міцності його структури.

3) під час з'ясування біологічних факторів руйнування структури увага учнів звертається на вплив мінералізації колоїдів органічного походження; залежність цього процесу від аерації ґрунту та його надмірного розпушування. Для перевірки якості оволодіння знаннями пропонуються такі питання та завдання:

- Охарактеризуйте склад структурної грудочки.

- Охарактеризуйте роль суміші злакових та бобових трав у процесі структуроутворення.

- Поясніть залежність процесу утворення структури від врожайності суміші трав.

- Поясніть з точки зору еволюційного вчення Ч. Дарвіна доцільність вирощування суміші злакових та бобових трав.

- Запропонуйте заходи, що спрямовані на збереження структури ґрунту.

- Ви фермер. На ділянці, що ви придбали, для встановлення структури ґрунту одні пропонують

посіяти багаторічні злакові трави; інші – тільки бобові; треті – суміш злакових і бобових. А яка ваша точка зору? Відповідь науково обґрунтуйте.

Високу педагогічну ефективність мають завдання, що вимагають від учнів інтеграції одержаних знань для аналізу помилкового змісту відповідних навчальних посібників, підручників тощо. На наш погляд, заслуговують на увагу такі завдання:

На уроці хімії (під час вивчення хімічної меліорації ґрунтів) відбулася дискусія. Один з учнів, характеризуючи вплив вапнування на дерново-підзолисті ґрунти, сказав: “У результаті зниження кислотності змінюється й структура ґрунту: ґрунт розрихлюється і стає більш проникним для повітря, тому що запобігається злипання глинистих часток” [14].

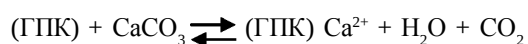
Другий учень для доказу помилковості відповіді вказав: “Причина поліпшення фізичних властивостей ґрунту полягає не в зниженні кислотності. І підтвердженням цього є відсутність структури у ґрунтах солонцюватого типу, які мають реакцію ґрунтового розчину не кислу, а лужну”.

Учитель: “А яка ваша точка зору з цього питання?”

Проблемна ситуація. У процесі аналізу відповідей з’ясовується, що перший учень дав помилкове пояснення причин розрихлення ґрунту після вапнування. Це й було помічено другим учнем.

У процесі аналізу відповідей підкреслюється подвійна позитивна дія вапнування ґрунту: 1) відновлюється нейтральна реакція ґрунтового розчину – сприятлива для розвитку рослин, а також бактерій сапрофітів, які зумовлюють процеси мінералізації органічних залишків у ґрунті до мінеральних, необхідних для живлення рослин. 2) катіони кальцію – Ca^{2+} , взаємодіючи з колоїдними частинками ґрунту (особливо органічними), що мають негативний заряд, переводять колоїдний розчин зі стану золей у гель, що склеює механічні елементи ґрунту (пісок, глина, органічні залишки, ...) у структурні комочки, що й надає ґрунту пухкого стану.

Фізико-хімічний процес взаємодії CaCO_3 з ґрунтовым поглинаючим комплексом (ГПК) зображається на дошці:



Крім цього, двовалентний кальцій дає незворотну коагуляцію й не виходить у розчин після дощу, а залишається у взаємозв’язку з колоїдними частками ґрунту, зберігаючи свою цементуючу дію на механічні елементи ґрунту, його структурний стан.

Така структура є водостійкою, проникною щодо повітря й води.

Далі для продовження дискусії, учитель запитує питання: яка причина відсутності структури у ґрунтах солонцюватого типу, де ґрунтовий розчин має не кислу, а лужну реакцію?

Учні: річ у тому, що в поглиненому стані колоїдні частинки ґрунту солонцюватого типу містять катіони натрію – (ГПК); утворюється гель – речовина, яка склеює механічні частки ґрунту у грудочки. Але після дощу одновалентні катіони Na^+ переходять у ґрунтовий розчин. І механічні елементи ґрунту, за відсутністю сполуки, що цементує їх, розпадаються; ґрунт стає безструктурним.

Разом роблять висновок:

1) сприяти вмісту у ГПК катіонів Ca^{2+} , створенню нейтральної реакції ґрунтового розчину та наявності мінеральних солей.

2) під час забезпечення ефективного використання мінеральних добрив завдання полягає в тому, щоб мінеральні добрива були не тільки джерелом живлення рослин, але й регулятором реакції ґрунтового розчину, створювали сприятливі середовище для росту та розвитку сільськогосподарських рослин та мікроорганізмів.

Висновки. Результати педагогічного дослідження показали, що запропонований зміст інформації про ґрунт як екологічний фактор є достатнім для учнів щодо створення наукової основи для ефективного використання добрив, а також вміння передбачити вплив добрив на ґрунт і рослини, зробити висновки про підвищення родючості ґрунтів та їх охорони.

1. Буринська Н.М., Величко Л.П. Хімія. Підручник для 10-х класів для загальноосвітніх навчальних закладів, 2-е видання, перероблене та доповнене. – Перун, 2005. – С. 102.

2. Буринська Н.М., Величко Л.П. Хімія. 11 кл. Підручник для середніх загальноосвітніх закладів. – К.: Ірпін, 2001. – С. 56 – 59, 147.

3. Вильямс В.Р. Почвоведение. Изд. 4-е. – М.: Сельхозгиз. 1940.

4. Гедройц К.К. Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы, как основы генетической почвенной классификации. Изд. 2-е, Носовской сельскохозяйственной опытной станции. – Носовка, 1927.

5. Гедройц К.К. Солонцы и их происхождение. Изд. Носовской сельскохозяйственной опытной станции. – Носовка, 1928.

6. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия. – М.: Наука, 1957. – 158 с.

7. Докучаев В.В. Русский чернозем. СПб., 1882 – 475 с.

