

Курс
**Актуальні питання сучасної
екології**

Спеціальність 101 Екологія
Інститут екології Карпат НАН України

Викладач к.б.н., с.н.с. Шпаківська Ірина

Лекція 12. Педосфера, деградація ґрунтового покриву, потреба збереження ґрунтів

Спеціальність 101 Екологія

Інститут екології Карпат НАН України

Викладач к.б.н., с.н.с. Шпаківська Ірина

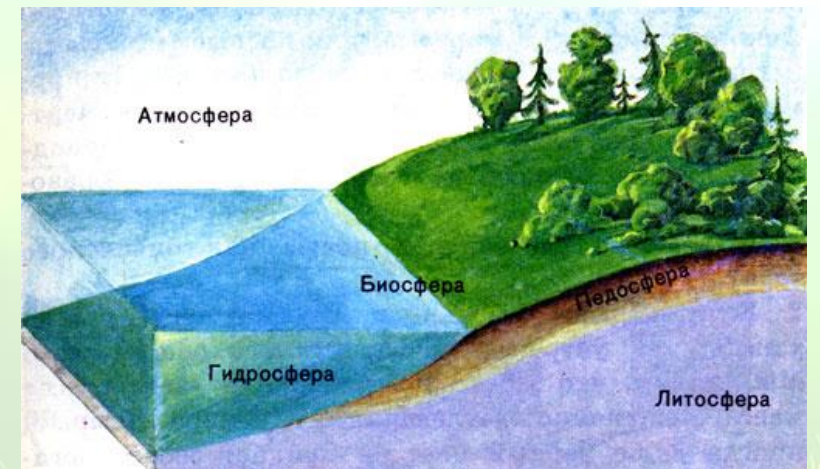
Визначення поняття «педосфера»

Педосфера (дав.-гр. πέδον, pedon, педон— ґрунт і дав.-гр. σφαῖρα — сфера) — планетарна багатокомпонентна оболонка. Терміни «педосфера» і «ґрунтовий покрив Землі» не рівнозначні. Ґрунт є одним з компонентів педосфери разом із підґрунтям і глибокими шарами кори вивітрювання — середовища живих організмів.

У сучасному уявленні **педосфера** — це поверхнева оболонка Землі, у якій перетинаються і взаємодіють потоки речовини та енергії, що надходять на поверхню суші: екзогенні та ендегенні, абіотичні і біотичні, природні й антропогенні, з особливим рівнем організації матерії, який в зоні контакту літосфери, атмосфери і гідросфери за активної участі живих організмів визначає формування біокосних природно-історичних тіл — ґрунтового та підґрунтового екоярусів біосфери, що характеризуються цілим рядом біосферних функцій, найважливішою з яких є забезпечення біопродуктивності.

Специфічними ознаками педосфери є:

1. Приуроченість до підземного екоярусу біосфери в межах суші.
2. Наявність необіогенної неживої речовини, що трансформує косну основу.
3. Специфічні облігатні і незамінні глобальні регулюючі функції, в тому числі фактор біопродуктивності.
4. Особлива структурна організація вертикального профілю та просторова організація ґрунтових тіл.

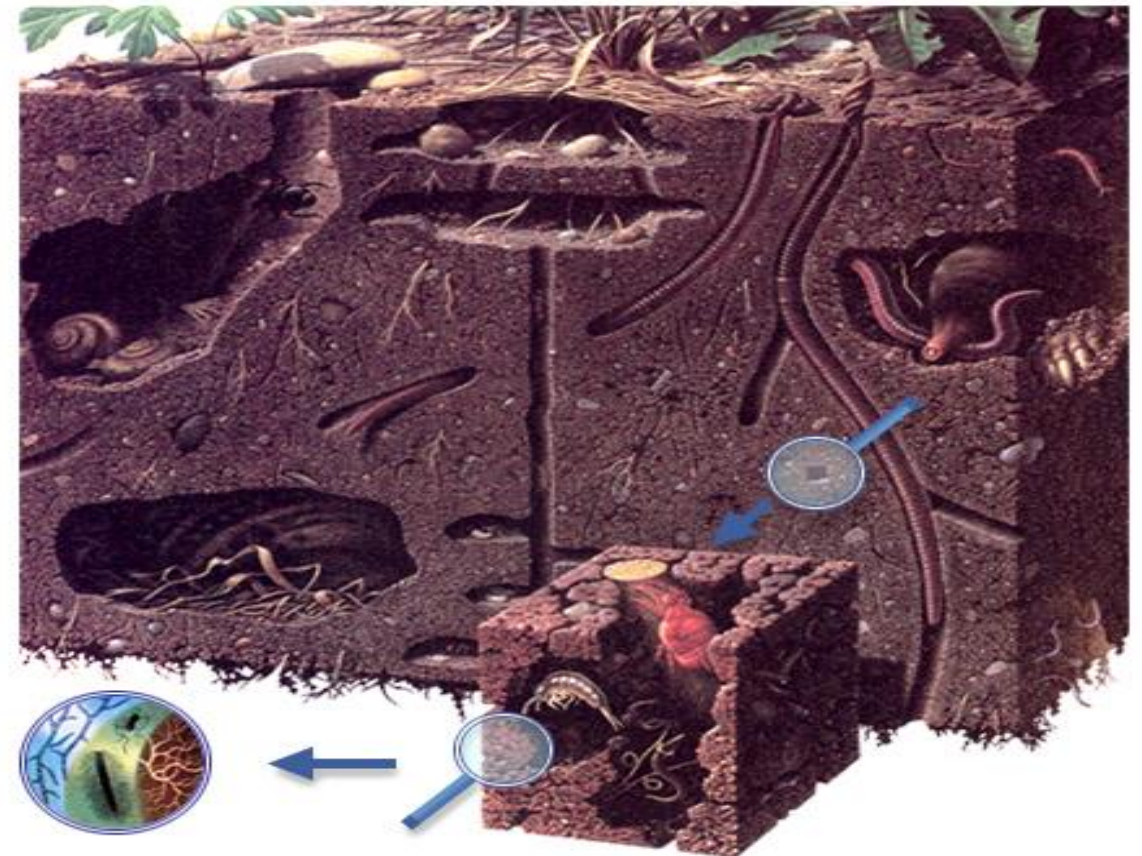
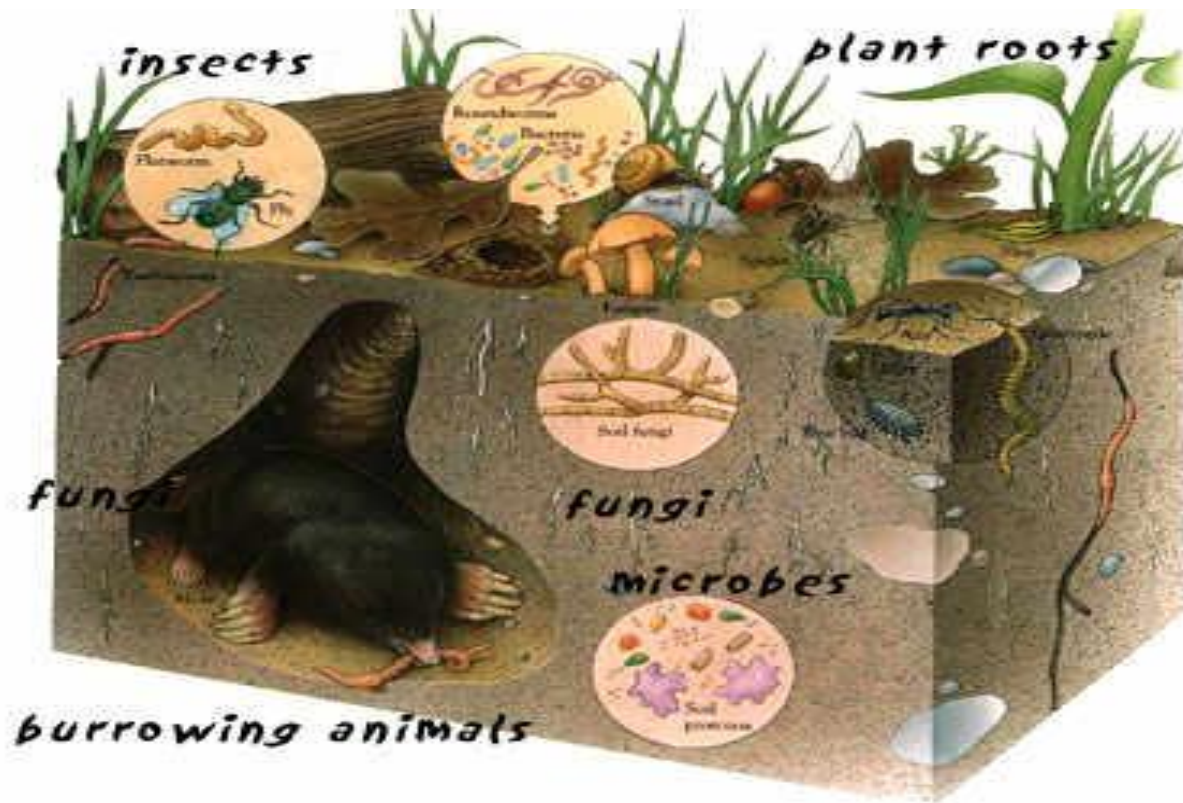




Педосфера в цілому та її найбільш виразний компонент — **грунт є об'єктом ґрунтознавства** — науки про будову, склад, властивості та географічне поширення ґрунтів, закономірності їх походження, розвитку, функціонування в природі, шляхи і методи їх меліорації, охорони та раціонального використання.

Вперше термін «педосфера» був введений у науковий обіг А. А. Яриловим і довгий час сприймався (часто сприймається і сьогодні) як синонім ґрунтового покриву Землі.

ПЕДОСФЕРА



ПЕДОСФЕРА



ПЕДОСФЕРА

Кількiсти харчових продуктiв, якi людство отримує на сушi становить, 1,3 млрд. тонн, а в океанi – всього 0,017 млрд. тонн.

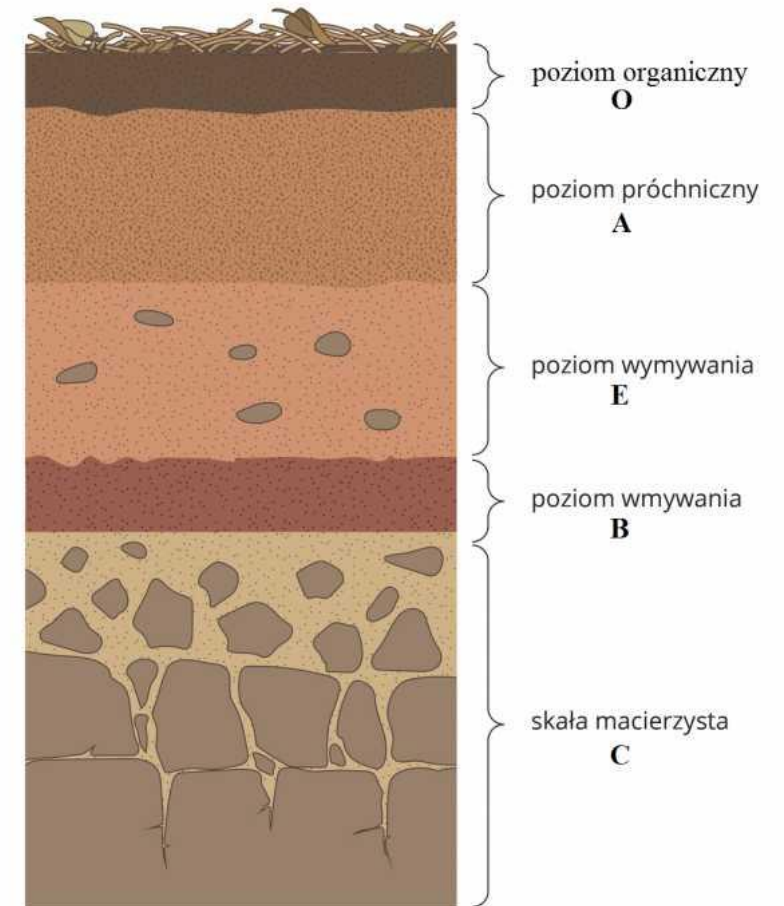


Структура педосфери

Педосфера включає два структурних рівня (яруси):

- 1) **власне ґрунтовий покрив** (ґрунти із профільною будовою і ґрунтоподібні тіла — педоліти); власне підземний екоярус біосфери (згущення життя);
- 2) **підґрунтовий екоярус біосфери** (зона розрідження життя).

Нижня межа першого ярусу визначається межею ґрунтового профілю (до 1,5—2 м, в окремих випадках до 3—5 м), в якому спостерігається виразний фронтальний вплив процесів ґрунтоутворення на косне середовище. Потужність і нижню межу другого ярусу педосфери об'єктивно важко визначити. У ґрунтознавстві він практично не вивчався; досліджуються лише в основному абіотичні параметри так званих «зони аерації», «ґрунто-підґрунтя», «ґрунтово-підґрунтової товщі» у меліоративному ґрунтознавстві.



У межах педосфери виділяють окремі регіони.

За термічними особливостями виділяють:

- а) кріопедосферу;*
- б) термopedосферу.*

За характером прояву екзогенезу виділено

5 мегаструктур—секторів:

- а) гумідно-тропічний,*
- б) льодовиково-перігляціальний,*
- в) аридний,*
- г) кріогенний*
- д) вулканічний*



Етапи формування педосфери

Еволюція педосфери пов'язана з еволюцією біосфери і всієї живої речовини планети. В історії її формування виділено декілька етапів:

1. **Плівкова педосфера** прокариот (4 — 1,7 млрд років), що формувалася у вигляді бактеріальних матів спочатку в прибережних частинах водоймищ, а потім на скальних просторах земної кори, формуючи разом з хімічними і фізичними агентами первинну кору вивітрювання.

2. **Килимова педосфера** екосистем прокариот, грибів, водоростей і лишайників з участю одноклітинних і багатоклітинних тварин — черв'яків, членистоногих, комах (2,0 — 1,9 млрд років), що являла уже достатньо складну біокосну систему із своєрідним круговоротом речовин.



3. **Подушкова педосфера** екосистем псилофітів (селур, виразно в девоні) , що відрізнялася завдяки появі та впливу вищих рослин із кореневою системою.

4. **Педосфера екосистем кам'яновугільного періоду** (з другої половини девону за участі археоптерісової, а потім у кінці палеозою антракофітової флори), яка мала уже виражену зональність.

5. **Педосфера сучасного типу.**

Сучасна педосфера налічує сотні основних типів і багато тисяч видів і різновидів ґрунтів, що розрізняються будовою, фізичними і хімічними властивостями, гідротермічним режимом, складом і особливостями життєдіяльності ґрунтової біоти. Поширення різних типів та видів ґрунтів на земній поверхні і просторова структура ґрунтового покриву мають закономірний географічний характер і зумовлені сукупною взаємодією біокліматичних та літолого-геоморфологічних факторів ґрунтоутворення.

Глобальні екологічні функції педосфери

Педосфера Землі розглядається як компонент біосфери, який виконує складну загальнопланетарну роль в накопиченні й перерозподілі енергії, створює і підтримує життєво необхідні умови для організмів.



Основними планетарними функціями педосфери є такі:

1. Педосфера є **середовищем** і певним трампліном для розвитку і еволюції життя на Землі. Без формування педосфери живий світ Землі не мав би такого різноманіття і еволюційної досконалості.
2. Педосфера є **фактором біопродуктивності** наземних екосистем.
3. Педосфера є **акумулятором необіогенної неживої речовини та енергії**, що зосереджена в ній; це арена трансформації органічної речовини і передачі в глибинні шари літосфери.
4. Педосфера є **ареною біохімічного перетворення верхніх шарів літосфери у результаті дії процесів ґрунтоутворення і вивітрювання**. Ґрунти чинять значний вплив на континентальні кори вивітрювання, які зараз розглядаються не тільки як материнські породи ґрунтів, але і як результат впливу ґрунтоутворюючих процесів на поверхневі шари гірських порід.

5. Педосфера є джерелом і регулятором надходження речовин в гідросферу, фактор формування сольового складу вод Світового океану.

6. Педосфера є фактором регулювання газового складу атмосфери.

7. Педосфера є фактором, що регулює тепловий режим Землі.

8. Педосфера є захисною мембраною поверхні суші, визначаючи швидкості розвитку ерозійних і рельєфоутворюючих процесів.

9. Педосфера виконує також інформаційні функції, що проявляється в її здатності «записати» і зберегти в реліктових ознаках свідoctва природних умов і антропогенного впливу минулих епох.



Серед безлічі функцій, здійснюваних ґрунтами в різноманітних наземних екосистемах та біосфері в цілому найбільше значення мають ті, які характеризують **педосферу як унікальне середовище проживання та життєдіяльності живих істот.**

Унікальність проявляється в тому, що будучи найтоншою земною оболонкою ґрунтовий покрив характеризується найвищою щільністю життя і найбільшою видовою різноманітністю живих істот, що його населяють.

Більше 92% генетично різних видів рослин і тварин, відомих на Землі, є сухопутними і живуть у або на ґрунті. У системі ґрунт-рослина відбувається великий двосторонній процес акумуляції та деструкції органічної речовини, що забезпечує відновлення і циклічний характер життя на Землі.





Дуже важливою і найбільш широко відомою функцією ґрунтів є їх **біологічна продуктивність** (на сільськогосподарських землях — **родючість**), тобто здатність забезпечувати рослини елементами живлення, вологою, повітрям і теплом і тим самим відтворювати життя рослин, давати врожай.

Використання ґрунтової родючості дає людині понад 98% всіх продуктів харчування і велику кількість різноманітної сировини для промислового виробництва. Тому протягом всієї історії людства проблема родючості ґрунту завжди була на одному з перших місць.

Педосфера - регулятор біогеохімічних циклів важких металів

Функціонування багатокomпонентної системи ґрунту базується на безперервному обміні речовини та енергії між компонентами.

Процеси масообміну хімічних елементів підтримуються різноманітою міжкомпонентною рівновагою, серед яких особлива роль належить рівновазі між твердою і рідкою фазами ґрунту.

Це пов'язано з тим, що саме з ґрунтових розчинів надходять багато хімічні елементи, необхідні вищим рослинам для синтезу щорічної продукції. Разом з тим ґрунтові розчини служать живильним середовищем для мікроорганізмів, що розкладають мертву органічну речовину. *Процеси, що протікають між твердою фазою ґрунту і ґрунтовими розчинами, є важливою частиною механізму біогеохімічних циклів масообміну хімічних елементів.*

Концентрація елементів у ґрунтовому розчині підтримується на певному рівні завдяки рівноваги між елементами, що знаходяться в рідкій і твердій фазах ґрунту. Рівноважний розподіл елементів між цими фазами обумовлено процесами осадження — *розчинення та адсорбції* — *десорбції*.

При вступі в ґрунт з'єднання, здатного тією чи іншою мірою розчинятися у воді, воно розчиняється в результаті дії H^+ , OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , H_3PO_4 , водорозчинних гумусових кислот та ін. В той же час взаємодія розчину і твердої фази ґрунту супроводжується зменшенням концентрації розсіяних елементів в розчині. **Стійка концентрація металів у багаторазових послідовних водних екстракціях свідчить про те, що метали, які містяться в твердій фазі і розчині, пов'язані рівновагою.**

Згідно теорії хімічної рівноваги, склад розчину регулюється процесом, що відбувається при найменшій концентрації елемента в розчині. На думку Л. А. Воробйової та співавторів (1980), визначальне значення має процес осадження — розчинення самого малорозчинного з'єднання. Автори припускають, що, по-перше, природні розчини є насиченими по відношенню до найбільш малорозчинних сполук металів, які знаходяться в рівновазі з твердою фазою ґрунту. По-друге, у відповідності з принципом Ле Шательє рівень концентрації в розчині повинен обмежуватися тим з'єднанням, яке в даних умовах випадає в осад при найменшій концентрації.

Найменш розчинні у воді сполуки з важкими металами утворюють фосфат-іони.

Отже, присутність фосфатів має визначати концентрацію важких металів у ґрунтових розчинах або водних екстрактах. Вміст фосфатів металів у твердій фазі ґрунту можна розглядати як резерв для підтримки їх концентрації в ґрунтовому розчині. В якості прикладу в таблиці наведені дані про співвідношення загального вмісту свинцю, фосфатів, свинцю і його концентрації у водних екстрактах в різних типах ґрунтів.

Вміст фосфат-іонів у ґрунтовому розчині незначна і недостатня для виведення всієї кількості розчинених металів. У той же час при додаванні у водні екстракти твердої речовини ґрунту концентрація важких металів швидко знижується завдяки адсорбції. В даному випадку під адсорбцією передбачають різні види видалення важких металів шляхом зв'язування їх з твердою речовиною без освіти індивідуалізованих хімічних сполук.

Експериментальні дані по адсорбції важких металів і близьких їм елементів з розчинів твердою фазою задовільно описуються рівнянням ізотерми адсорбції Фрейндліха:

$$x = K C^{1/n},$$

де x — кількість металу;

C — рівноважна концентрація металу в розчині;

K і $1/n$ — константи.

Отримані різними авторами результати показують, що ізотерми металів поділяються на дві частини: перша розташована під великим кутом до осі абсцис, друга — більш полого.

Такий поділ пояснюється тим, що при низьких концентраціях у розчині важкі метали в першу чергу займають на поверхні твердого тіла місця з високою енергією зв'язку (специфічна адсорбція металів ґрунтом) і лише потім — з більш низькою енергією (неспецифічна адсорбція).

Специфічно адсорбовані катіони пов'язані з твердою фазою ґрунту переважно ковалентними або координаційними зв'язками, неспецифічно адсорбовані — іонообмінними.

Специфічна адсорбція обумовлена гумусом ґрунтів і гідроксидами заліза, утворюють тонкі плівки на глинистих частках. Тому після руйнування гумусу пероксидом водню і видалення плівок гідроксидів заліза методом Світа — Джексона (1960) сорбційна здатність ґрунту зменшується. Важкі метали специфічно адсорбуються селективно: $Pb > Zn > Cd$. При цьому свинець переважно пов'язаний з гідроксидами заліза, а цинк — з гумусом. У катіонообмінній формі знаходиться приблизно $1/3$ цинку і велика частина кадмію.

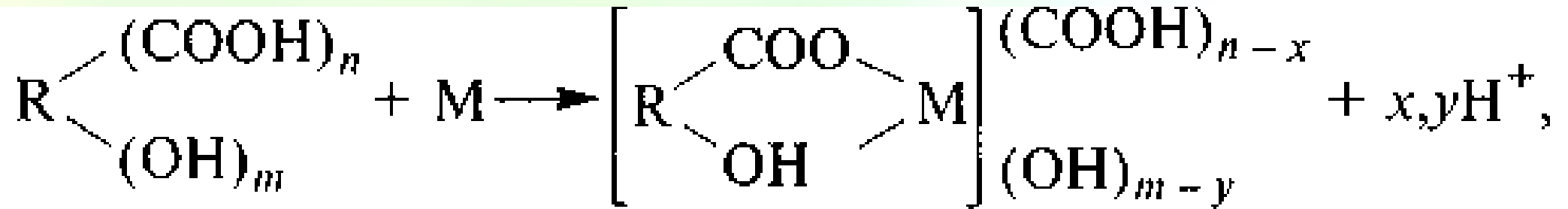
Комплекси металів з гумусовим речовиною і гідроксидами тривалентного заліза досить стійкі. Так само стійкі хемосорбційні освіти, мають міжмолекулярні зв'язки.

Найбільш легко переходять у розчин метали, що знаходяться в катіонообмінній формі.

Отже, чим велика частина металу адсорбована органічною речовиною, тим міцніше він закріплений у ґрунті.

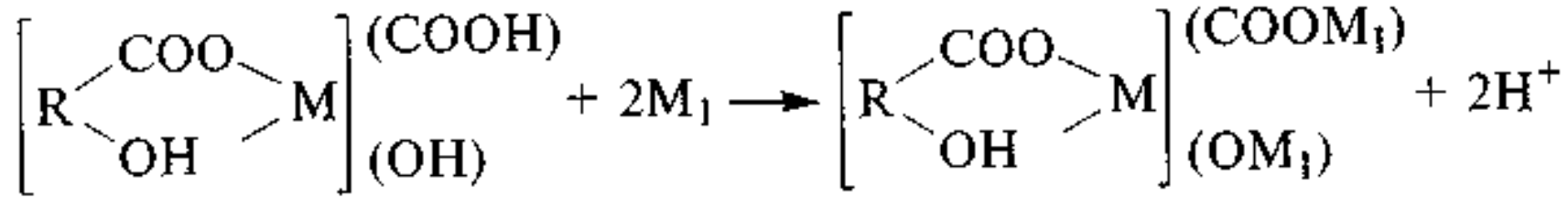
В органічній речовині метали настільки міцно пов'язані, що недоступні рослинам. Тому рослини, що ростуть на осушених заболочених ґрунтах, багатих слабозчинною органічною речовиною з високим вмістом міді, цинку і марганцю, часто відчувають фізіологічний дефіцит цих металів. Катіонообмінна адсорбція в основному пов'язана з високодисперсними глинистими мінералами. Поряд з цією формою частину металів закріплюється в глинистих мінералах більш міцно, очевидно, проникаючи в межпакетні простору кристалічної структури цих мінералів.

Метали, адсорбовані гумусом, найбільш активно зв'язуються з карбоксильними (COOH) і фенольними (OH) групами, заміщаючи водень. При цьому утворюються хелати. Згідно Л. Н.Александрової (1967), метал з'єднаний координаційними зв'язками і не проявляє себе як катіон. Схема утворення комплексу наступна:



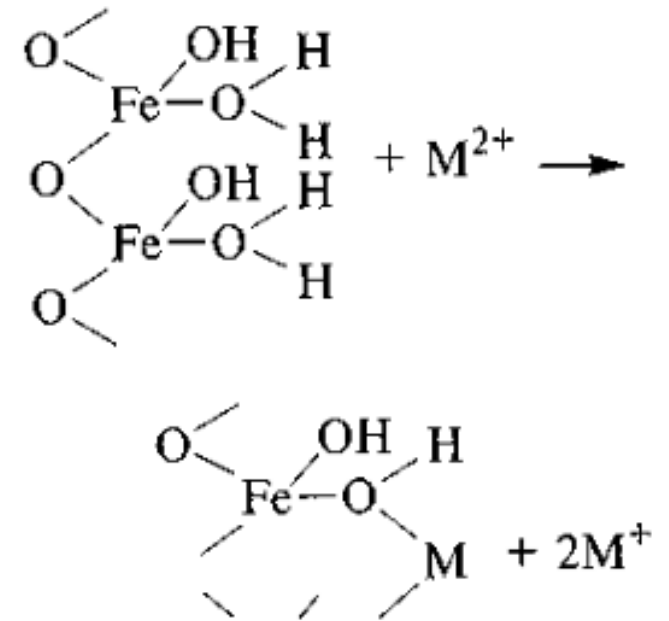
где $\text{M} - \text{Fe}(\text{OH})_2^+, \text{FeOH}^{2+}$.

Комплекс може також приєднувати метал в обмін на H^+ у зовнішніх функціональних групах:



Отже, метал може входити як в аніонну, так і в катіонну частина молекули гумусової кислоти. Молекули гумусових сполук розрізняються кількістю функціональних груп і ступенем сконденсування «ядра». Тому на адсорбцію впливають не тільки властивості металів, але й особливості будови гумусових сполук.

При взаємодії металів з гідроксидами Fe^{3+} виникає зв'язок між іоном металу і двома групами $(OH)^-$. На схемі представлено можливе взаємодія металу з рентгеноаморф-ним гідроксидом Fe^{3+} , склад якого відповідає гідрогетиту:



Викладені дані дозволяють розглядати ґрунт **не тільки як основне джерело виробництва продуктів харчування для населення земної кулі**, але і як **найважливішу ланку глобальної системи всієї біосфери**.

Відповідальна значення ґрунту пов'язане з її роллю регулятора багатьох біогеохімічних циклів. У ґрунті систематично **консервується** значна маса синтезованого вищими рослинами органічної речовини, що забезпечує перебування в атмосфері вільного кисню. У той же час у ґрунті продукується вуглекислий газ, необхідний для безперервного фотосинтезу і відтворення живої речовини.

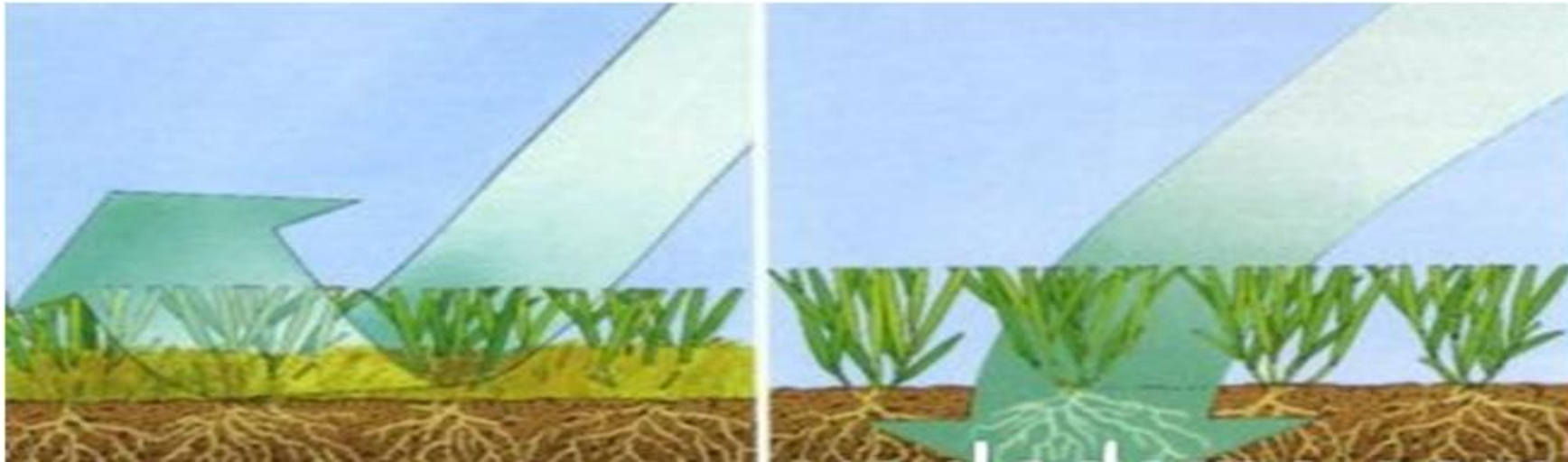
В ґрунті здійснюється перетворення **інертного молекулярного азоту в форми**, доступні для включення в біологічний кругообіг. У ґрунті відбуваються складні процеси трансформації сполук елементів-біогенів, насамперед **сірки** і **фосфору**.

В даний час у зв'язку з інтенсивною техногенною емісією металів виразно виявляється роль педосфери як регулятора міграційних потоків мас важких металів та інших елементів з перемінною валентністю. Враховуючи настільки важливу роль унікальної біокосної системи, яким є педосфера, проблема охорони і раціонального використання ґрунтів набуває особливо актуального значення.

Глобальні функції ґрунтів

Атмосферні

- Поглинання та відбивання сонячної енергії.
- Регулювання вологообміну атмосфери
- Регулювання газового складу та режиму атмосфери



Гідросферні

- Трансформація атмосферних і поверхневих вод в ґрунтові і підземні води;
- Регулювання і формування складу і режиму поверхневих вод і річкового стоку;
- Фактор біологічної продуктивності рік та водойм;
- Біогеохімічний бар'єр на шляху міграції речовин з суші в гідросферу



Літосферні

- Біохімічне і біофізичне перетворення верхніх шарів літосфери (кори вивітрювання)
- Джерело речовин для формування педогенних мінералів, осадових порід та корисних копалин
- Передача акумульованої сонячної енергії в глибокі шари літосфери
- Захист верхніх шарів літосфери від ерозії та денудації.



Етносферні

- Вплив різноманіття ґрунтів на історію освоєння земельних ресурсів світу
- Збереження ґрунтового покриву Землі як основи життя людства



