



Курс «Екологія ґрунтів»

ІЕК НАНУ, викладач Ірина Шпаківська



Лекція 11.

Органічна речовина ґрунту та процес гуміфікації

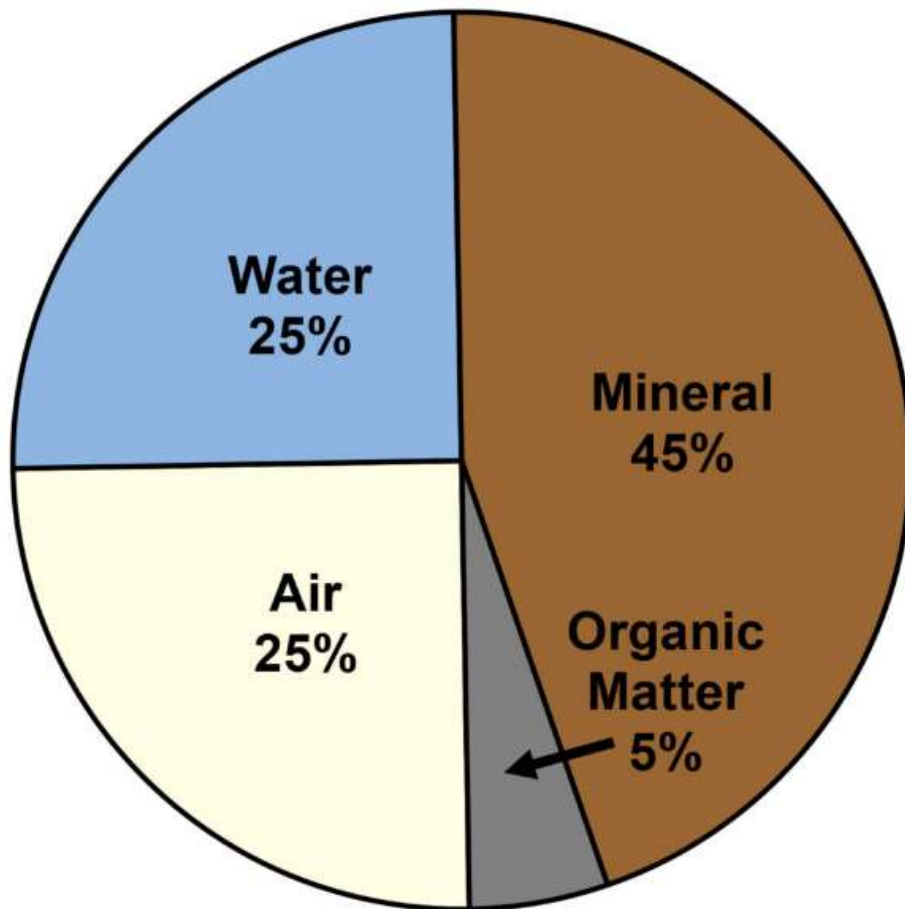


Згадаємо

Ґрунтові мікроорганізми трансформують рослинні рештки, беруть участь у формуванні структури ґрунту, утворенні **ГУМУСУ** і його мінералізації.



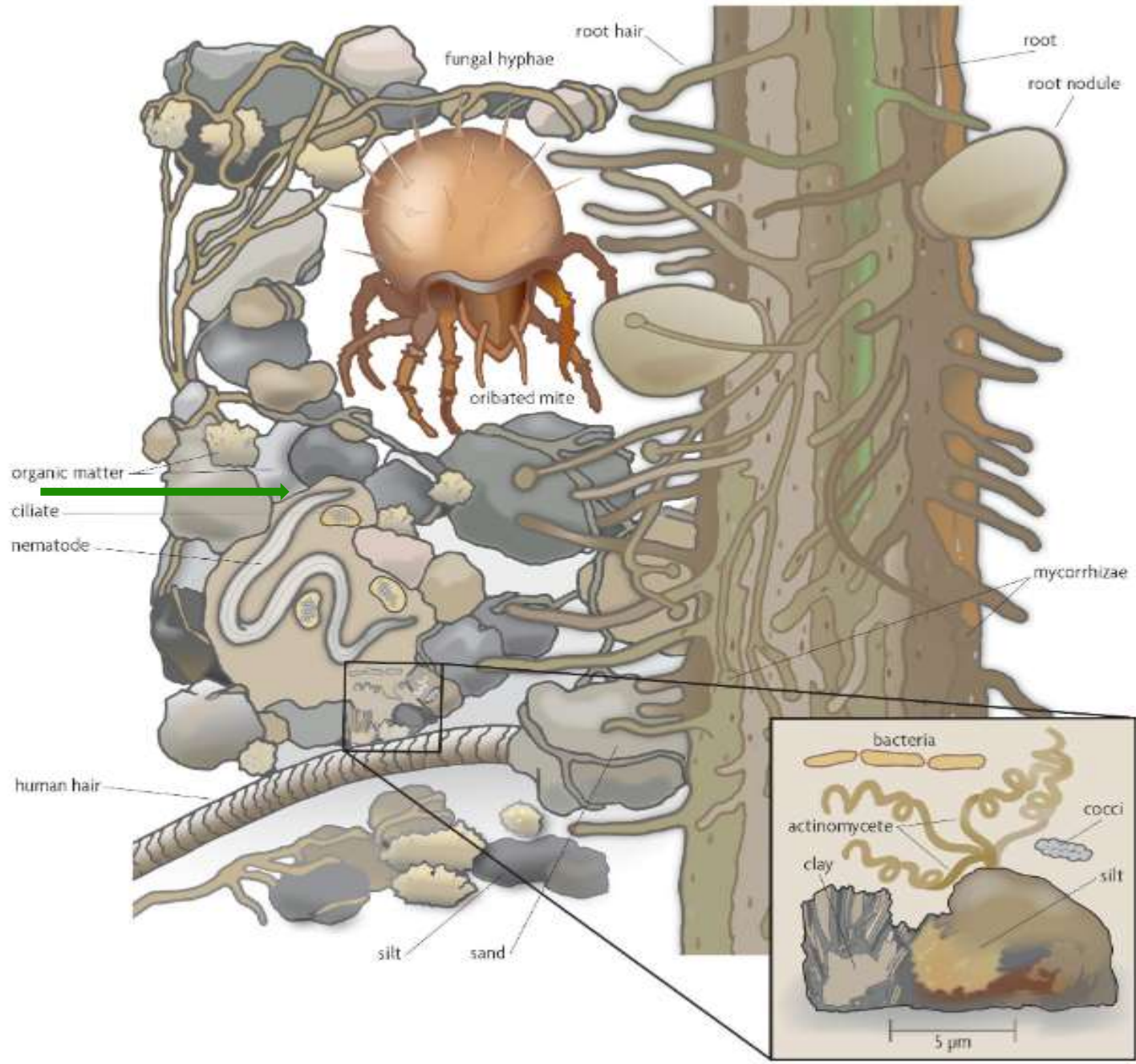
Soil Composition



Органічна речовина ґрунту – це фактор родючості ґрунту, джерело енергії для розвитку і формування ґрунту, це те, що *відрізняє родючий ґрунт від материнської породи*.

Гумус – це гетерогенна динамічна полідисперсна система високомолекулярних азотистих ароматичних сполук кислотної природи.





Major sources of soil organic matter

Above-ground plant inputs



leaves, needles, & wood

Below-ground plant inputs



roots (coarse & fine)

Microfauna



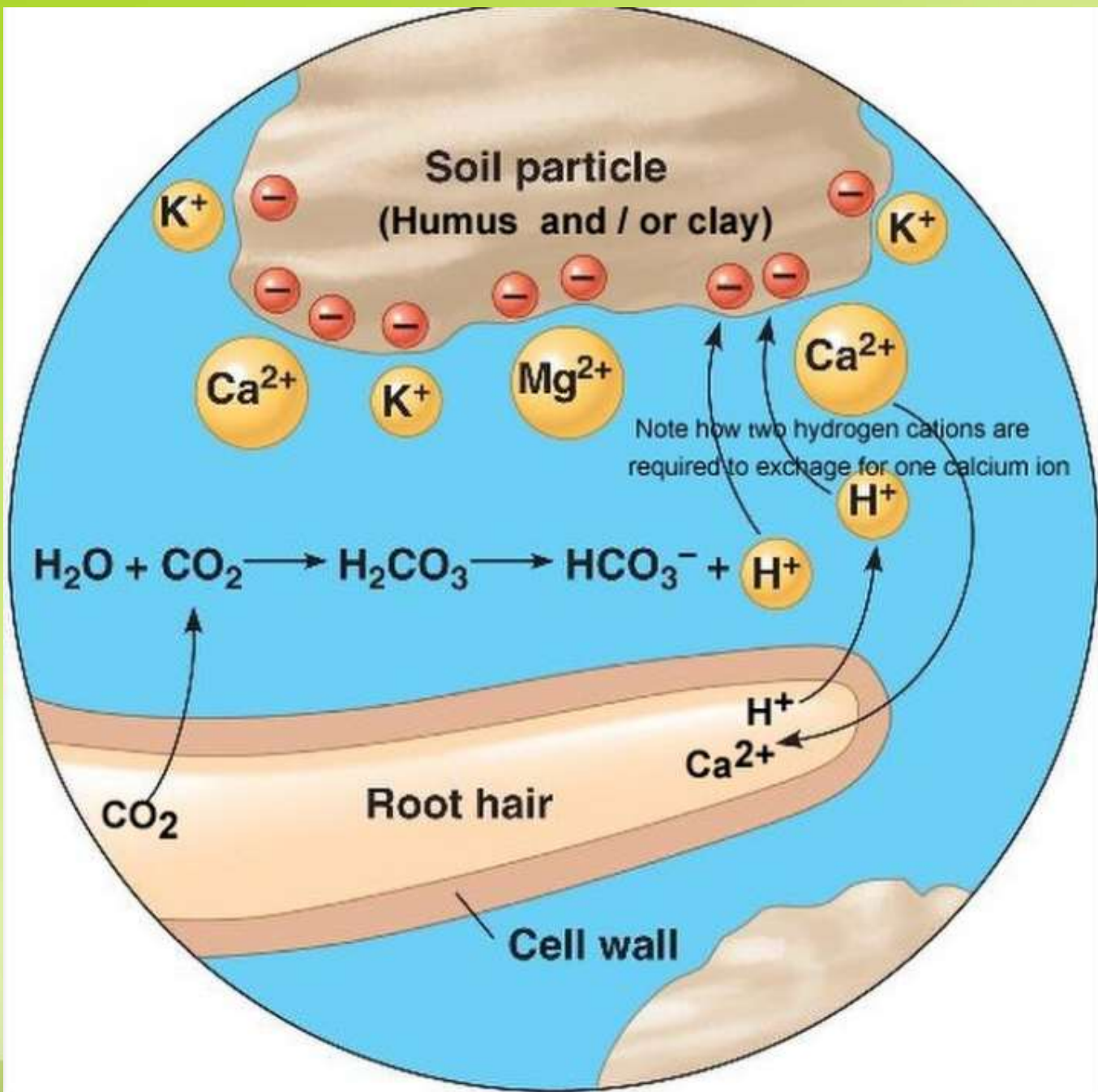
bacteria & fungi

Macrofauna

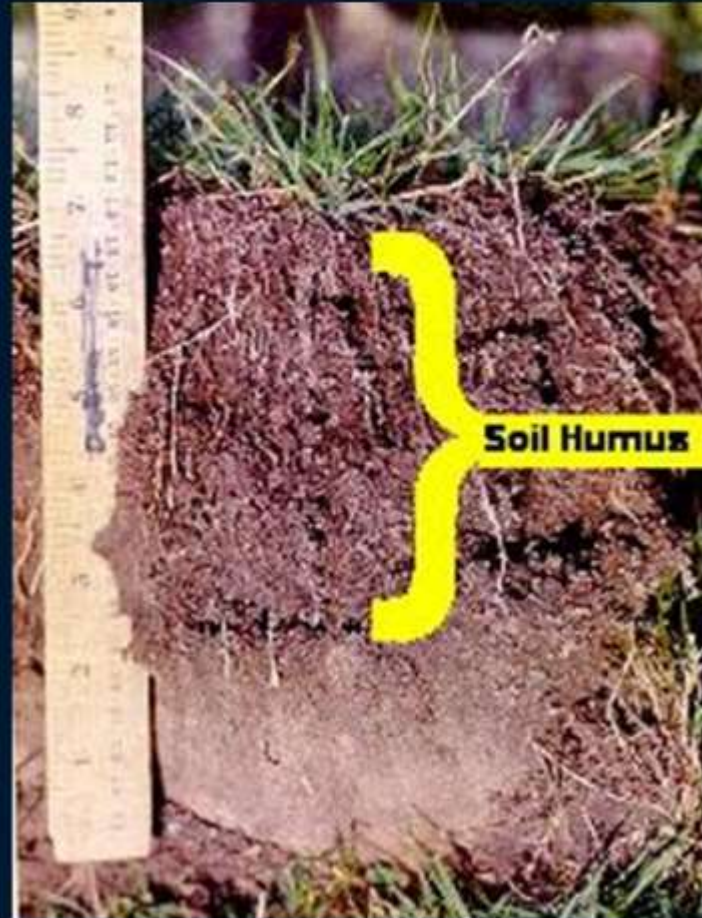


arthropods & earthworms





Stable Organic Matter - Humus



Soil Organic matter

Humus

Non-Humus

proteins, carbohydrates,
lignin's, fats, waxes, resins,
tannins

Fulvic Acid

Humic Acid

Humin

Fulvic acid:

- ✓ Lowest in molecular weight, light in colour.
- ✓ Soluble both in alkali and acid.
- ✓ Highly susceptible for microbial attack.

Sethupathi Silva, M.Sc., in SS & AC

Humic acid:

- ☐ medium molecular weight and colour
- ☐ soluble in alkali but not in acid.
- ☐ It is intermediate in resistance to degradation

Humin :

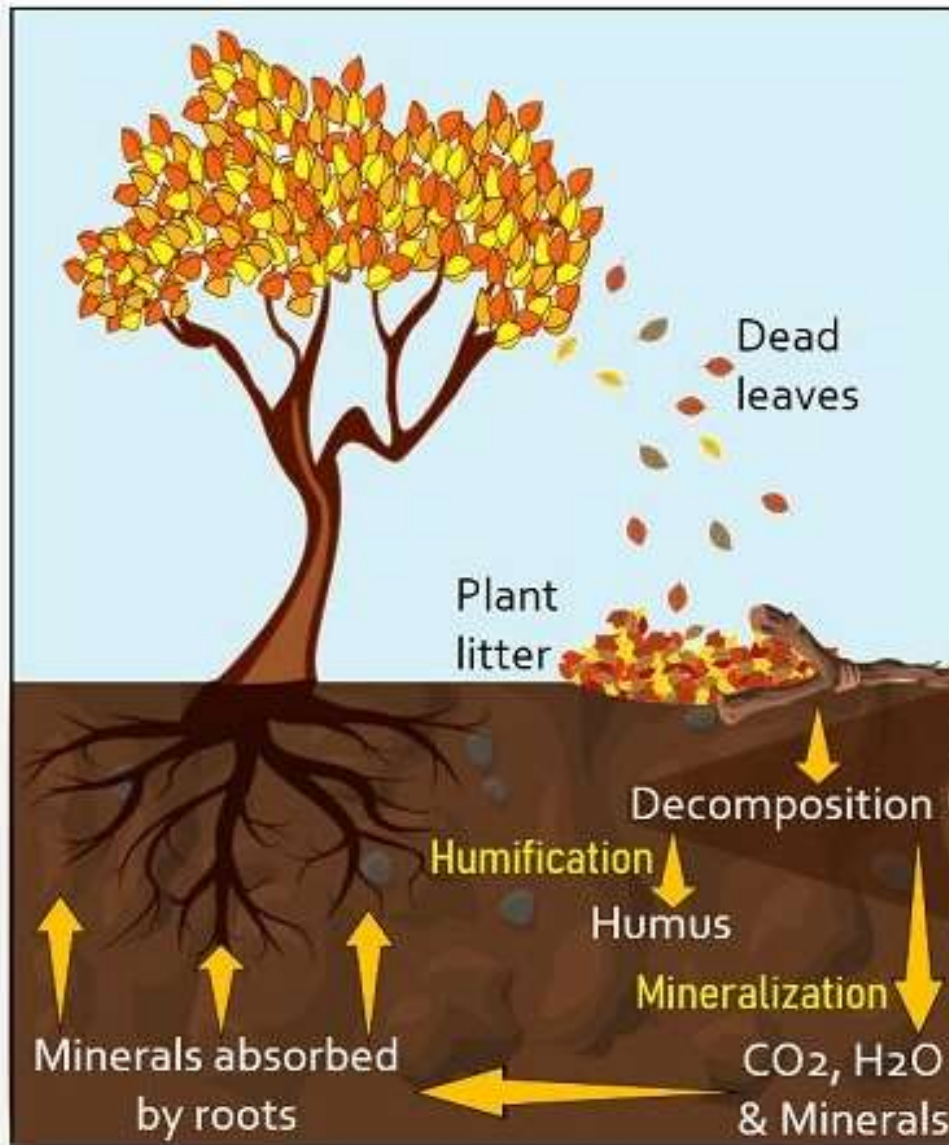
- Insoluble in both alkali and acid.
- Highest molecular weight, darkest in colour.
- Most resistant to microbial attack

11/29/2018

19

Humus is a small, stable portion of the total organic matter in soil.





Decomposition of Organic Matter



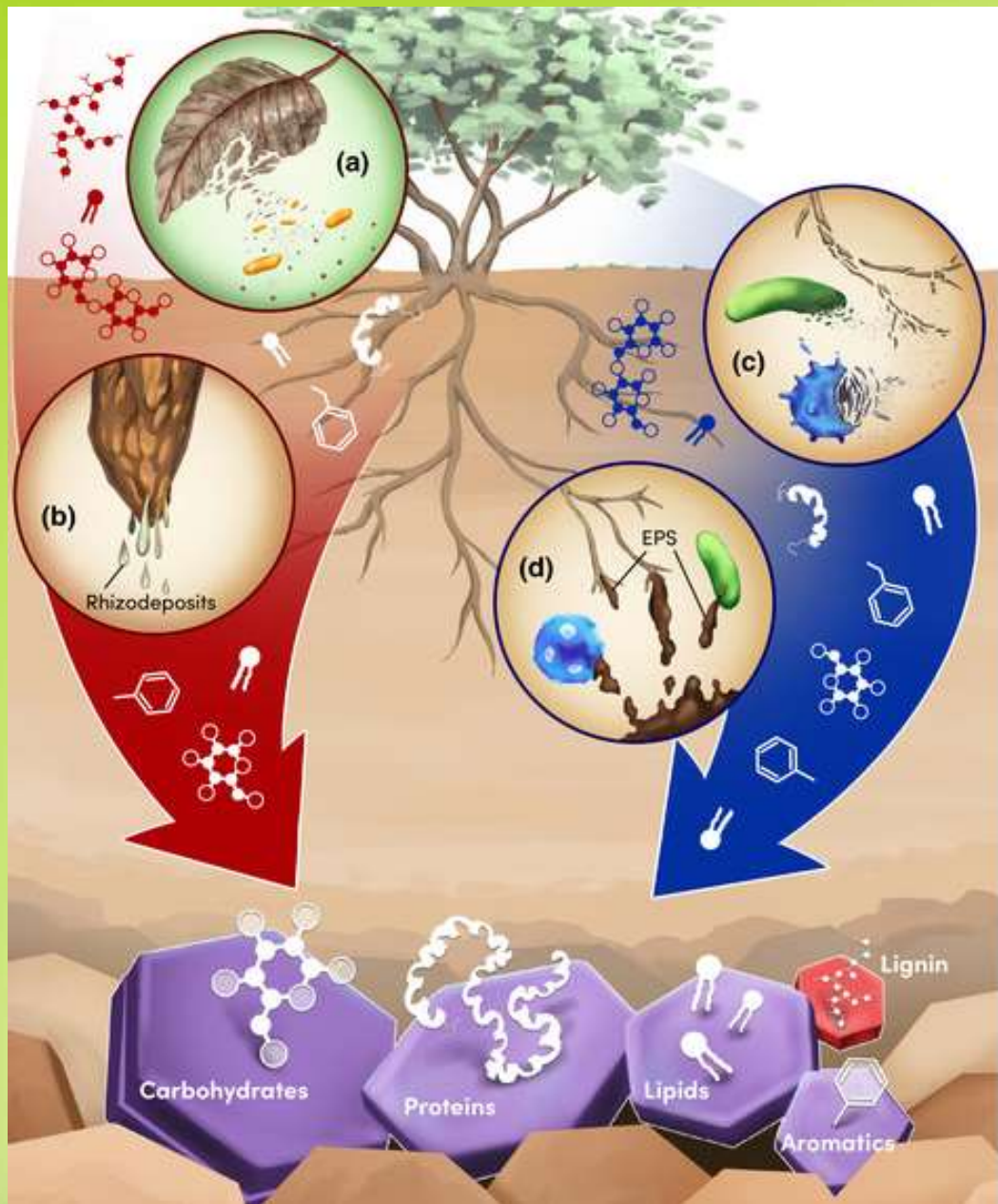
Джерела гумусу у ґрунті



Головне джерело органічної речовини ґрунту в природних ценозах – **рослинні залишки** у вигляді наземного й кореневого опаду.

- В агроценозах також **рослинний опад**, однак надходження в ґрунт післязбиральних залишків незначне
- В орних ґрунтах - **органічні добрива**.
- Під **лісовою** рослинністю рослинний опад утворює підстилку, участь коренів у гумусоутворенні незначна.
- Під **трав'янистою** рослинністю основним джерелом гумусу є корені та рештки трав





Органічна речовина ґрунту являє собою комплекс органічних сполук, що входять до складу ґрунту.

Ці речовини розділені на дві групи:

- переважна група гумусових речовин;
- група рослинних і тваринних залишків різного ступеня розкладання і проміжних продуктів розкладання (негуміфіковані органічні речовини).



ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ

```
graph TD; A[ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ] --> B[НЕРОЗКЛАДЕНІ (СВІЖІ) ОРГАНІЧНІ РЕШКИ]; A --> C[ВЛАСНЕ ГУМУСОВІ РЕЧОВИНИ]; A --> D[НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНІ І ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ - ПЕРВИННІ ПРОДУКТИ РОЗКЛАДУ ОРГАНІЧНИХ РЕШТОК]; A --> E[НАПІВРОЗКЛАДЕНІ ОРГАНІЧНІ РЕШТКИ, ЩО ВТРАТИЛИ ФОРМУ І АНАТОМІЧНУ БУДОВУ ДЕТРИТ];
```

НЕРОЗКЛАДЕНІ
(СВІЖІ) ОРГАНІЧНІ
РЕШКИ

ВЛАСНЕ ГУМУСОВІ
РЕЧОВИНИ

НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНІ І
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ
ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ -
ПЕРВИННІ ПРОДУКТИ
РОЗКЛАДУ ОРГАНІЧНИХ
РЕШТОК

НАПІВРОЗКЛАДЕНІ
ОРГАНІЧНІ РЕШТКИ,
ЩО ВТРАТИЛИ ФОРМУ
І АНАТОМІЧНУ
БУДОВУ ДЕТРИТ

Гумусоутворення - складний **біохімічний** процес перетворення органічних залишків в гумус, що розвивається в ґрунті при обов'язковій участі мікроорганізмів.

В основі гумусоутворення лежать наступні процеси:

- розклад;
- мінералізація;
- вторинний мікробний синтез;
- гуміфікація.



Органічні залишки, потрапляючи в ґрунт, ***розкладаються*** під дією мікроорганізмів, а також дрібних живих організмів (комахи, дощові черв'яки беруть участь в подрібненні і подрібненні рослинних залишків). При цьому рослинні залишки втрачають свою анатомічну будову.

У процесі розкладання рослинних залишків їх органічні речовини перетворюються в більш рухливі і прості сполуки, так звані ***проміжні продукти розкладу***.

Частина цих сполук повністю ***мінералізується*** мікроорганізмами, тобто ***розкладається до елементів мінерального живлення, вуглекислого газу і води***. Продукти розпаду використовуються новими поколіннями зелених рослин як джерело живлення. Частина проміжних продуктів розкладання органічних залишків споживає інша група мікроорганізмів для синтезу жирів, білків, вуглеводів (процес вторинного мікробного синтезу).

Ще частина проміжних продуктів розкладання перетворюється в ***складні високомолекулярні сполуки специфічної природи*** - гумусові речовини. Цей процес називається ***гуміфікацією***.



Процес гуміфікації досить складний.

Існують різні **концепції**, що пояснюють утворення гумусу.

1. **Конденсаційна, або полімеризаційна**, теорія гуміфікації (Трусов, Кононова, Фляйг).

Відповідно до цієї концепції, гуміфікація - це **конденсація полімерів**.

2. **Теорія окисного карбоксилування** (Тюрин, Александрова).

Відповідно до цієї концепції, гуміфікація йде в кілька етапів:

- окисне карбоксилування (утворення кислот);
- фракціонування на групи гумінових і фульвових кислот;
- відщеплення бічних ланцюгів, дезамінування та внутрішньомолекулярне перегрупування;
- окиснення і повна мінералізація гумусових кислот.



Гумусові речовини

Органічна речовина ґрунту представлена на 85-90% гумусовими речовинами (фульвокислоти, гумінові кислоти та гумін).

За своєю природою це **стійкі до розкладання** органічні речовини, на 50-60% складаються з вуглецю, 30-45% кисню і тільки на 2.5-5% з азоту. Так само в їх склад входять сірка, фосфор і ін.



Гумінові та фульвокислоти кислоти

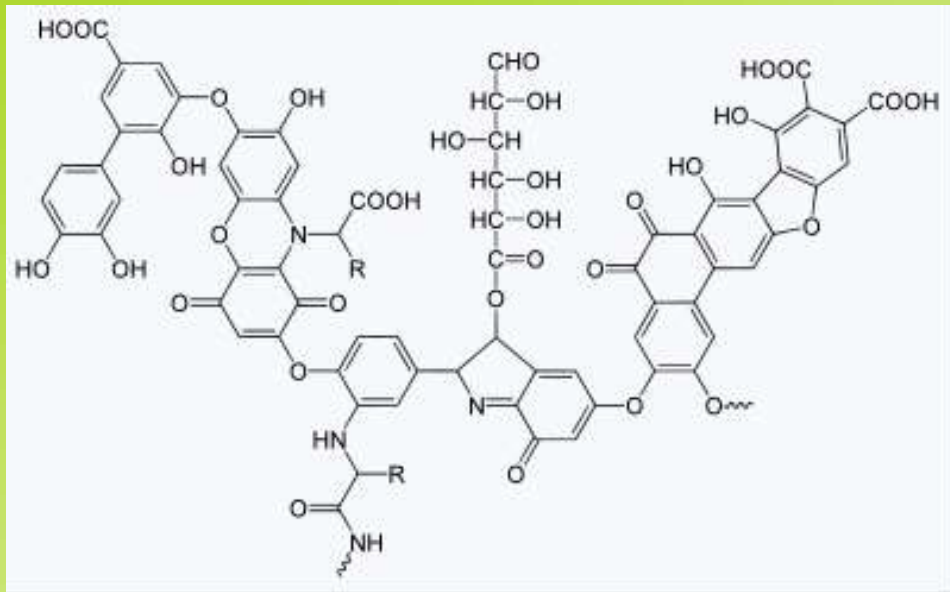
Гумінові кислоти — це група природних темнозбарвлених кислот, що мають спільний тип будови, але є певні розходження, залежно від стадії вуглефікації, петрографічного складу й ступеня окиснення.

За хімічною будовою це **високомолекулярні**, в основному ароматичні, оксикарбонові кислоти. На ранніх стадіях метаморфізму вони містять метоксильні групи.

Основою їх структури є конденсовані системи, що включають аліциклічні й ароматичні кільця, бічні ланцюги і функціональні групи при ядрі й у бічних ланцюгах. Фрагменти структури з'єднані між собою кисневими й метиленовими мітками.

Фульвокислоти – найбільш розчинна група, менш складна за будовою, з **нижчою молекулярною масою**, ніж ГК, для них властива висока міграційна здатність, підвищена кислотність та здатність до комплексоутворення.





Загальна структурна формула гумусових кислот

Гумін – не екстрагується з ґрунту кислотами та лугами (це нерозчинний залишок після екстракції ФК та ГК), найбільш міцно зв'язані з глинистими мінералами. ГК та ФК розподіляються за фракціями залежно від екстрагування.

Фракційний склад гумусу – кількість окремих фракцій гумінових і фульвокислот різного ступеня стійкості зв'язку з мінеральною частиною ґрунту.



Типи гумусу

- ✓ Гуматний >2 (типові чи звичайні чорноземи);
- ✓ Фульватно-гуматний 2–1 (опідзолені чорноземи Лісостепу);
- ✓ Гуматно-фульватний 1–0,5 (дерново-підзолисті ґрунти тайгово-лісової зони).
- ✓ Фульватний $< 0,5$.

У складі гумусу чорнозему переважають гумати, $\text{Сгк}:\text{Сфк} > 1,7$, в підзолистих ґрунтах переважають фульвокислоти ($\text{Сгк}:\text{Сфк} \sim 0,8$), у сірому лісовому це співвідношення близьке до 1.



Види гумусу

В залежності від рослинного опаду формується м'який чи грубий гумус.

М'який гумус утворюється під трав'янистою рослинністю, коли залишки рослинності (особливо бобової) розкладаються в товщі ґрунту за наявності зольних елементів(особливо кальцію) і гумус, що утворюється рівномірно розподіляється між мінеральною частиною ґрунту.

Грубий гумус утворюється під шпильковими лісами, коли бідні на білок та зольні елементи, але збагачені на лігнін, воски і смоли деревні рештки розкладаються на поверхні ґрунту за участі грибів з утворенням великої кількості органічних кислот. Кисла реакція уповільнює гуміфікацію і спричиняє вилугування кальцію.



Види гумусу за стійкістю

Лабільні гумусові речовини складаються з рослинних решток різного ступеня розкладання, предгумусової фракції (детрит) та рухомих форм гумусових речовин (водорозчинна та слабо закріплена частина мінеральними сполуками частина гумусу). Це найефективніше джерело елементів живлення для рослин, оскільки найбільш збалансоване за мікро- і макроелементами. Елементи живлення відносно швидко переходять в засвоюваний стан за швидшої, порівняно із стабільним гумусом мінералізації.

Стабільна частина представлена гумусовими речовинами, міцно закріпленими мінеральними сполуками (гумін, гумати кальцію, гуміново-глинисті комплекси). Це стійка слабо мінералізована частина гумусу, час її повного відновлення сотні і тисячі років. Стабільний гумус – потенційний резерв багатьох елементів живлення, проте найбільше його значення у формуванні сприятливих фізичних, воднофізичних, фізико-механічних та ін. властивостей, протиерозійній здатності



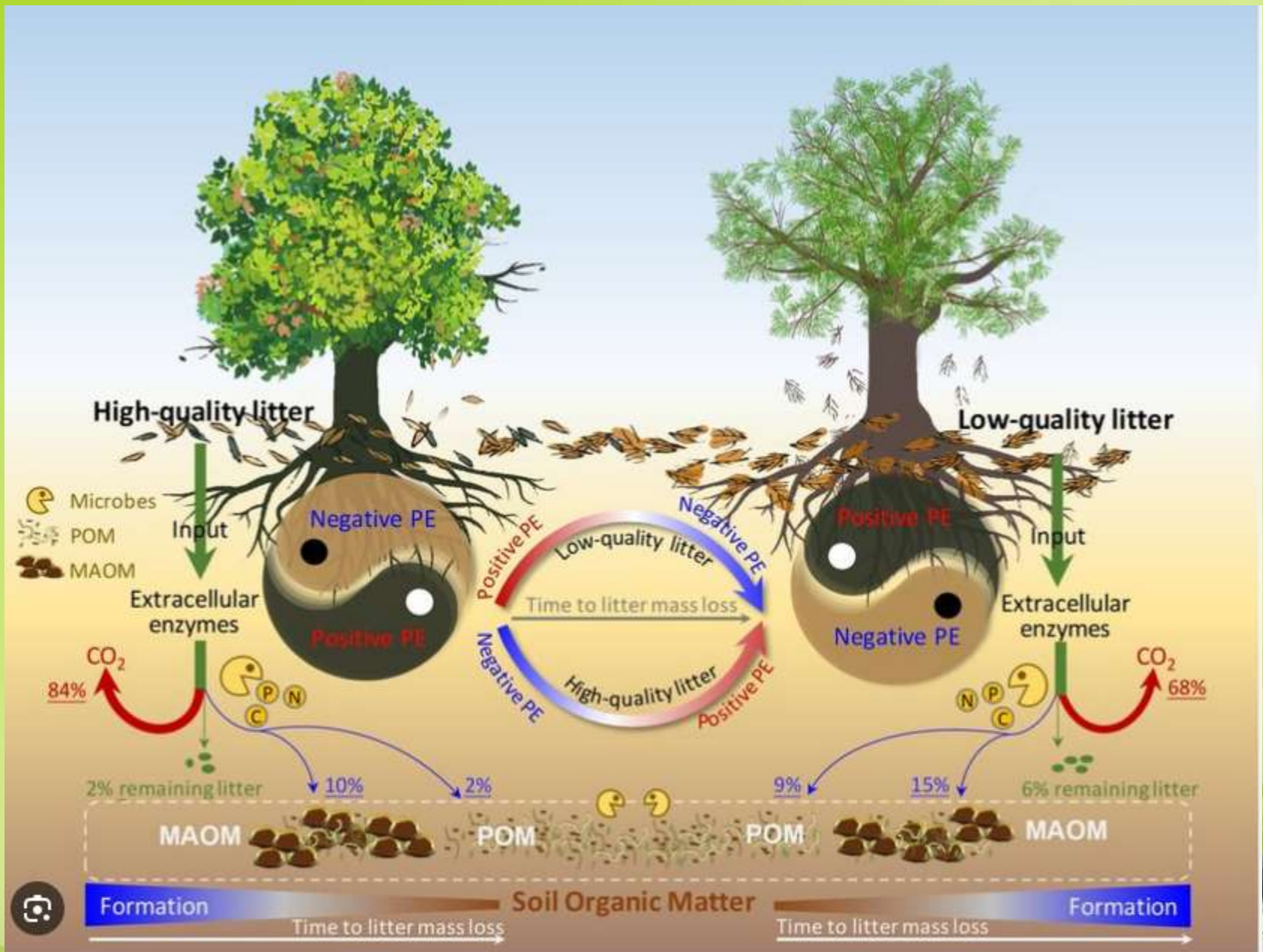


Схема процесу гумусоутворення

Акумуляція первинної органічної речовини – надходження рослинних решток на поверхню і товщу ґрунту.

Розклад – сукупність процесів біохімічного окиснення нерозчинних у воді органічних решток з утворення простіших, частково розчинних у воді органічних і мінеральних сполук (головним чином під впливом ферментативної активності мікроорганізмів)

Мікробний синтез - процес утворення тіл мікроорганізмів з більш простих водорозчинних органічних (амінокислот, цукрів) і мінеральних сполук. Після відмирання мікроби піддаються розкладу і гуміфікації.

Гуміфікація (гумусоутворення) – повільний біохімічний процес, що призводить до утворення гумусових речовин – специфічних сполук, які мають здатність до полімеризації, тобто ущільненню своїх молекул, що робить їх стійкими до розкладу мікроорганізмами.

Мінералізація – сукупність процесів перетворення органічних речовин в мінеральні солі, воду вуглекислоту.



Показники гумусового стану

Гумусний стан ґрунту - сукупність морфологічних ознак, загальних запасів, властивостей органічної речовини ґрунту та процесів її утворення, трансформації і міграції в профілі ґрунту

Характеризується наступними показниками:

1. Вмістом гумусу, %;
2. Запасами гумусу в шарі 20 та 100см, т/га;
3. Забезпеченістю азотом, С : N;
4. Ступінь гуміфікації органічної речовини (Сг.к./ Сф.к.) x 100%;
5. Тип гумусу Сг.к. : Сф.к;
6. Вміст (%) різних фракцій гумінових кислот;
7. Оптична щільність гумінових кислот;
8. Біологічна активність (інтенсивність дихання ґрунтів).

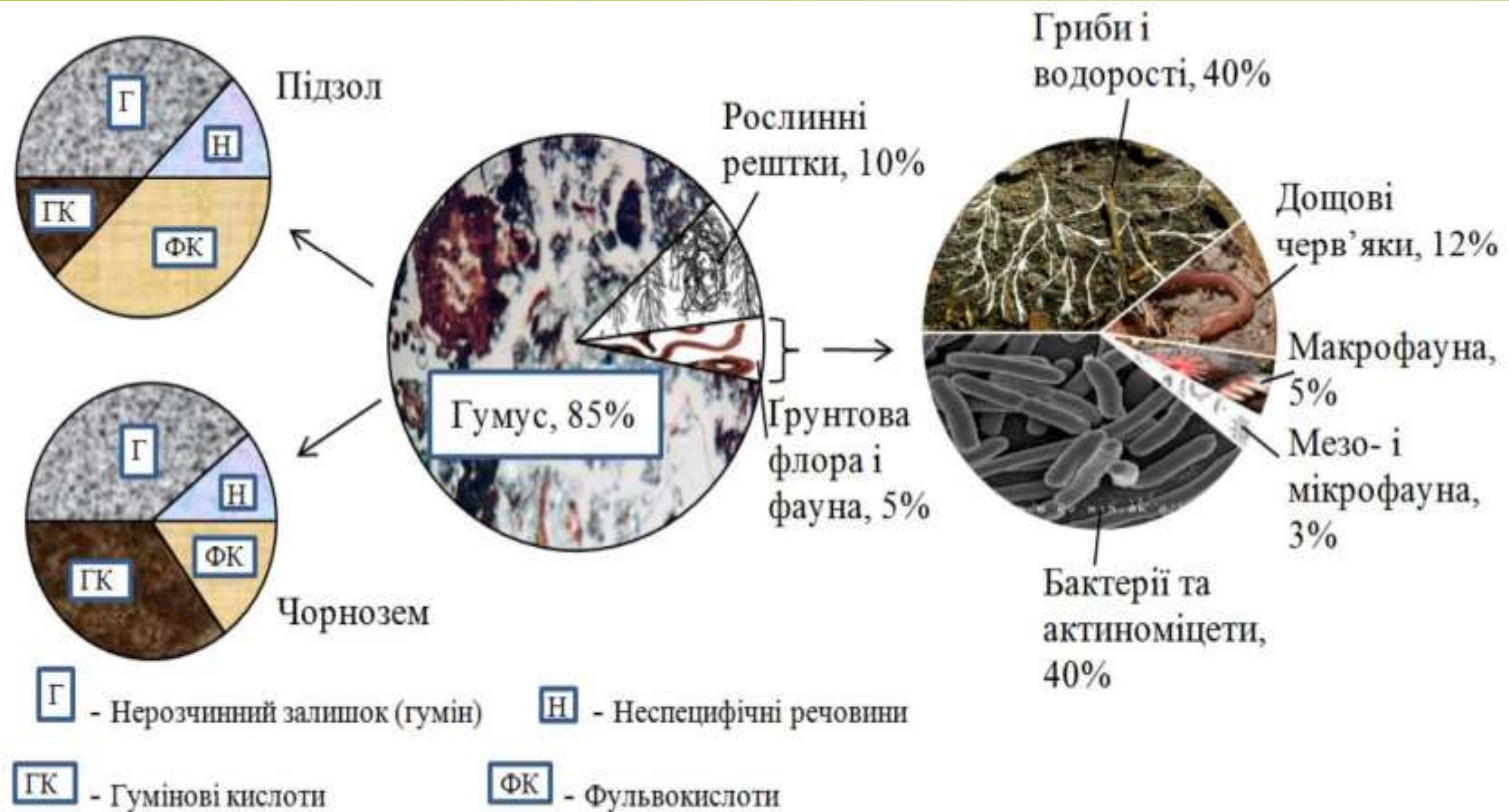


Фактори гумусонакопичення

1. оптимальні природно-кліматичні умови,
2. гранулометричний і мінералогічний склад ґрунту (в ґрунтах важкого гранулометричного складу вміст гумусу збільшується)
3. наявність полівалентних катіонів (кальцію)



Середній склад органічної речовини ґрунту



Наразі все...

